

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia – Verona

PROGETTO ESECUTIVO

FA20, FA39, FA40

CABINA MT/BT TIPO 1

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due	
Data: _____	Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	C L	F A 0 0 B 0	0 0 1	A

PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	Integrated Design SRL Ing. Carlo Porelli Iscritto Ordine Ingegneri di Bologna n.1985/A Data:7/12/2018
A	Emissione	D. Di Meo	7/12/18	C.Porelli	7/12/18	Liani	7/12/18	
B								
C								

CIG. 751447334A

File:INOR11EE2CLFA00B0001A_10.docx



Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

CUP: F81H91000000008



1. ELABORATI DI RIFERIMENTO	6
2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA E CRITERI DI PROGETTAZIONE	7
2.1 GEOMETRIA E CARATTERISTICHE.....	9
2.2 NORMATIVE E LEGGE DI RIFERIMENTO.....	12
2.3 MATERIALI	13
3. DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA	17
3.1. SCHEMA DI CALCOLO	17
3.2. INDIVIDUAZIONE DEL SITO	18
3.3. INTRESTAZIONE E PARAMETRI SISMICI.....	18
3.4. GRAFICO SPETTRO.....	19
3.5. CODICE DI CALCOLO	20
4. ANALISI DEI CARICHI – CODICI DI CARICO	20
4.1. SOLAIO DI COPERTURA	20
4.2. CARICHI PERMANENTI IN COPERTURA.....	20
4.3. CARICHI PERMANENTI QUOTA CATENE.....	21
4.4. CARICHI PERMANENTI TAMPONAMENTI.....	21
4.5. SOVRACCARICO NEVE	21
4.6. CARICO ECCEZIONALE IN GRONDA	22
4.7. SOVRACCARICO VENTO	23
4.8. CARICHI PER MANUTENZIONE	23
5. SCHEMI ELEMENTARI DI CARICO	25
5.1. CARICHI PERMANENTI	25
5.2. SOVRACCARICO NEVE	26
5.3. AZIONE DEL VENTO SULLE PARETI	27
5.4. CARICO ECCEZIONALE SULLA GRONDA.....	28
5.5. CARICO CONTROSOFFITTO SULLE CATENE	29
5.6. CARICO MURATURE SULLE TRAVI DI FONDAZIONE.....	29
5.7. MASSE DINAMICHE	30
6. METODOLOGIA DI CALCOLO	31
7. ANALISI STRUTTURALE.....	32
7.1 SCHEMA STRUTTURALE	32
7.2 CARICHI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	36
8. ELEMENTI IN ELEVAZIONE - SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DI RESISTENZA	37
8.1 SOLAIO DI COPERTURA	37
8.1.1 Sollecitazioni	37
8.1.2 Verifiche Strutturali.....	39
8.1.3 Verifica al Taglio	42



8.1.BIS.	PARTICOLARE DI COPERTURA ZONA CAMINO	42
8.1.1	Analisi dei Carichi.....	42
8.1.2	Schema Strutturale	43
8.1.3	Verifiche Strutturali.....	45
8.1.4	Verifica al Taglio.....	46
8.2	TRAVE DI COLMO	47
8.2.1	Sollecitazioni	47
8.2.2	Verifiche Disposizioni Costruttive	48
8.2.3	Verifiche Strutturali.....	49
8.2.4	Verifica al Taglio	50
8.3	CANTONALI.....	51
8.3.1	Sollecitazioni	51
8.3.2	Verifiche Disposizioni Costruttive	52
8.3.3	Verifiche Strutturali.....	53
8.3.4	Verifica al Taglio	54
8.4	GRONDE.....	55
8.4.1	Sollecitazioni	55
8.4.2	Verifiche Disposizioni Costruttive	55
8.4.3	Verifiche Strutturali.....	56
8.4.4	Verifica al Taglio	57
8.5	TRAVE DI BORDO	58
8.5.1	Sollecitazioni	58
8.5.2	Verifiche Disposizioni Costruttive	58
8.5.3	Verifiche Strutturali.....	60
8.5.4	Verifica al Taglio	61
8.6	CATENE.....	62
8.6.1.	Sollecitazioni	62
8.6.2.	Verifiche Disposizioni Costruttive	63
8.6.3.	Verifiche Strutturali.....	64
8.6.4.	Verifica al Taglio	65
8.7	OMETTI.....	66
8.7.1	Sollecitazioni	66
8.7.2	Verifiche Disposizioni Costruttive	67
8.7.3	Verifiche Strutturali.....	69
8.7.4	Verifica al Taglio	70
8.8.	PIEDRITTI INTERMEDI.....	71
8.8.1.	Sollecitazioni SLU – Statico e Dinamico.....	71
8.8.2.	Verifiche Disposizioni Costruttive	72
8.8.3.	Verifiche Strutturali.....	74
8.8.4.	Verifica al Taglio	77
8.9.	PIEDRITTI D'ANGOLO.....	78
8.9.1.	Sollecitazioni SLU – Statico e Dinamico.....	78



8.9.2.	Verifiche Disposizioni Costruttive	79
8.9.3.	Verifiche Strutturali.....	81
8.9.4.	Verifica al Taglio	84
9.	FONDAZIONI - SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DI RESISTENZA - SLU E SLV	85
9.1	<i>TRAVI DI FONDAZIONE DI BORDO</i>	85
9.1.1	Sollecitazioni.....	85
9.1.2	Verifiche Strutturali.....	86
9.1.3	Momenti all'Appoggio "TENSIONI AMMISSIBILI".....	86
9.1.4	Momenti in Mezzeria "TENSIONI AMMISSIBILI"	87
9.1.5.	Verifica al Taglio	88
9.2	<i>TRAVI DI FONDAZIONE INTERNE</i>	89
9.2.1	Sollecitazioni	89
9.2.2.	Verifiche Strutturali.....	90
9.2.3	Momenti all'Appoggio "TENSIONI AMMISSIBILI".....	90
9.2.4.	Momenti in Mezzeria "TENSIONI AMMISSIBILI"	91
9.2.5	Verifica al Taglio	92
9.3	<i>CATENA DI COLLEGAMENTO FONDAZIONI</i>	92
9.3.1.	Verifiche collegamento fra plinti.....	92
10.	TERRENO DI FONDAZIONE	94
10.1.1.	Pressioni sul suolo allo Stato limite ultimo.....	94
10.1.2.	Pressioni sul suolo allo Stato limite d'esercizio	94
10.1.3.	Verifiche terreno	94
11.	SOLLECITAZIONI E VERIFICHE ALLA FESSURAZIONE--SLE.....	101
11.1	<i>TRAVI DI FONDAZIONE INTERNE</i>	101
11.1.1	Sollecitazioni condizione frequente	101
11.1.2	Sollecitazioni condizione quasi permanente.....	101
11.1.3	Verifiche.....	103
11.2.	<i>TRAVI DI FONDAZIONE ESTERNE</i>	104
11.2.1	Sollecitazioni condizione frequente	104
11.2.2.	Sollecitazioni condizione quasi permanente.....	104
11.2.3.	Verifiche.....	106
11.3.	<i>TRAVI DI BORDO A QUOTA GRONDA</i>	107
11.3.1	Sollecitazioni condizione frequente	107
11.3.2	Sollecitazioni condizione quasi permanente.....	107
11.3.2	Verifiche.....	109
11.4	<i>GRONDA</i>	110
11.4.1	Sollecitazioni condizione frequente	110
11.4.2	Sollecitazioni condizione quasi permanente.....	110
11.4.3.	Verifiche.....	112
11.5	<i>PIEDRITTI INTERMEDI</i>	113
11.5.1	Sollecitazioni condizione frequente	113
11.5.2	Sollecitazioni condizione quasi permanente.....	114



11.5.3	Verifiche.....	117
11.6	<i>PIEDRITTI D'ANGOLO</i>	118
11.6.1.	Sollecitazioni condizione frequente	118
11.6.2.	Sollecitazioni condizione quasi permanente.....	119
11.6.3.	Verifiche.....	122
12.	DANNEGGIABILITA' --- SLO CONDIZIONE SISMICA	123
13.	ANALISI DEL SECONDO ORDINE	124
14.	TABELLA SOLLECITAZIONI SISMICHE PIU' GRAVOSE	126
15.	VERIFICA ELEMENTI NON STRUTTURALI (NTC08 7.2.3 - 7.2.4)	127
15.1	<i>PIEDRITTI – SLU CONDIZIONE STATICA E DINAMICA</i>	129
15.1.1	Verifiche Strutturali.....	130
15.2	<i>CORDOLI – SLU CONDIZIONE STATICA E DINAMICA</i>	131
15.2.1	Verifiche Strutturali.....	131
16.	VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIONE MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ.....	132
17.	AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO	133



1. ELABORATI DI RIFERIMENTO

CODICE											DESCRIZIONE
INOR	11	E	E2	B	Z	FA	00	0	3	001	FA00 - Fabbricati Tecnologici - Particolari costruttivi validi per tutte le tipologie di fabbricati - Abaco e dettagli murature
INOR	11	E	E2	B	Z	FA	00	0	2	001	FA00 - Fabbricati Tecnologici - Particolari costruttivi validi per tutte le tipologie di fabbricati - Particolari quota fondazioni
INOR	11	E	E2	B	Z	FA	00	0	3	002	FA00 - Fabbricati Tecnologici - Particolari costruttivi validi per tutte le tipologie di fabbricati - Particolari quota copertura
INOR	11	E	E2	B	Z	FA	00	0	6	001	FA00 - Fabbricati Tecnologici - Particolari costruttivi validi per tutte le tipologie di fabbricati - Particolari messe a terra
INOR	11	E	E2	B	C	FA	00	0	0	001	FA00 - Fabbricati Tecnologici - Particolari costruttivi validi per tutte le tipologie di fabbricati - Abaco finestre e griglie
INOR	11	E	E2	B	C	FA	00	0	0	002	FA00 - Fabbricati Tecnologici - Particolari costruttivi validi per tutte le tipologie di fabbricati - Abaco porte esterne ed interne
INOR	11	E	E2	4	T	FA	00	0	0	001	FA00 - Fabbricati Tecnologici - Particolari costruttivi validi per tutte le tipologie di fabbricati - Tabella materiali
INOR	11	E	E2	R	O	FA	00	B	0	001	FA20, FA39, FA40 - Cabina mt/bt TIPO 1 - Relazione tecnica generale
INOR	11	E	E2	P	B	FA	00	B	0	001	FA20, FA39, FA40 - Cabina mt/bt TIPO 1 - Piante architettoniche
INOR	11	E	E2	P	B	FA	00	B	0	002	FA20, FA39, FA40 - Cabina mt/bt TIPO 1 - Prospetti e sezioni architettonici
INOR	11	E	E2	R	O	FA	00	B	0	003	FA20, FA39, FA40 - Cabina mt/bt TIPO 1 - Relazione tecnica - protezione contro i fulmini
INOR	11	E	E2	D	X	FA	00	B	6	001	FA20, FA39, FA40 - Cabina mt/bt TIPO 1 - Elaborato sistema anticaduta operazioni manutenzione
INOR	11	E	E2	C	L	FA	00	B	0	001	FA20, FA39, FA40 - Cabina mt/bt TIPO 1 - Relazione di calcolo strutturale
INOR	11	E	E2	C	L	FA	00	B	0	002	FA20, FA39, FA40 - Cabina mt/bt TIPO 1 - Allegato alla relazione di calcolo strutturale
INOR	11	E	E2	B	B	FA	00	B	2	001	FA20, FA39, FA40 - Cabina mt/bt TIPO 1 - Carpenteria fondazioni
INOR	11	E	E2	B	Z	FA	00	B	2	001	FA20, FA39, FA40 - Cabina mt/bt TIPO 1 - Armatura fondazioni
INOR	11	E	E2	B	Z	FA	00	B	3	002	FA20, FA39, FA40 - Cabina mt/bt TIPO 1 - Pianta catene e solaio di copertura
INOR	11	E	E2	B	Z	FA	00	B	3	001	FA20, FA39, FA40 - Cabina mt/bt TIPO 1 - Murature e pilastri



2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA E CRITERI DI PROGETTAZIONE

La presente relazione di calcolo si riferisce alla verifica delle strutture del fabbricato tecnologico MT-BT TIPO 1 da realizzare nella tratta Milano – Verona nell'ambito della progettazione esecutiva della linea AV/AC Torino – Venezia, lotto funzionale Brescia-Verona.

Il fabbricato è di forma rettangolare delle dimensioni di m 13,20 x 5,60 e altezza in gronda di m 3.20.

La struttura è costituita da 3 campate di quella centrale di 440 e le due esterne di 427,5 cm, mentre trasversalmente è costituita da 2 campate di interasse 267,5 cm.

La struttura portante è costituita da travi e pilastri in c.a., solaio di copertura in "predalles" e cornicione a sbalzo con soletta piena in c.a.

L'aspetto esterno è quello di un fabbricato in muratura di blocchetti di cemento "a vista", con tetto a quattro acque, contornato da un cornicione a sbalzo aggettante rispetto al perimetro esterno.

I pilastri, delle dimensioni di cm 40 x 25, sono inseriti nella muratura di tamponamento, negli spigoli del fabbricato, sempre inseriti nella muratura di tamponamento, assumono la forma a "L" di cm 40 x 40 spessore 25.

Le fondazioni sono costituite da una trave rovescia a T sul perimetro del fabbricato e da travi secondarie trasversali con funzione di sostegno dei muri divisorii interni.

Le murature di tamponamento esterne sono considerate come un insieme costituito da un paramento esterno in blocchi vibrocompressi di cemento dello spessore nominale di 20 cm e da un paramento interno sempre in mattoni forati dello spessore di 15 cm separati 5 cm da una intercapedine vuota e 5 cm di isolante;

Il loro peso graverà esclusivamente sulle travi di fondazione e saranno legati ai pilastri di perimetro da un cordolo in c.a. posto all'altezza della gronda che svolgerà anche la funzione di architrave per le aperture.

A questo cordolo e a quota trave di bordo sono state applicate masse dinamiche, equivalenti al peso delle murature, partecipanti alle azioni sismiche complessive.

Con riferimento agli elementi costruttivi di maggiore rilevanza, si individuano:



- Struttura portante in c.a.:
- Piedritti perimetrali: 40 x 25 cm
- Piedritti d'angolo a "L" coi lati di cm 40 x 40 spessore cm 25
- Travi di bordo e interne a quota copertura: 25 x 55 cm;
- Fondazioni perimetrali: travi rovesce a T 120 x 133 x 43 cm.
- Fondazioni trasversali: travi rovesce a T 120 x 90 x 43 cm.
- Solaio di copertura in predalles :4 + 8 + 4 cm

Le strutture in elevazione sono realizzate con calcestruzzo C30/37. Le verifiche di resistenza sono state condotte a favore di sicurezza per un calcestruzzo C28/35. Il dimensionamento degli elementi strutturali resta inalterato essendo prevalentemente governato dalle verifiche di deformabilità.

Per la valutazione delle azioni sismiche di riferimento ci si è riferiti ai parametri sismici relativi al piazzale "FA 40" di San Giorgio in Salici OVEST come da tabella riportata al paragrafo 14

Doc. N.

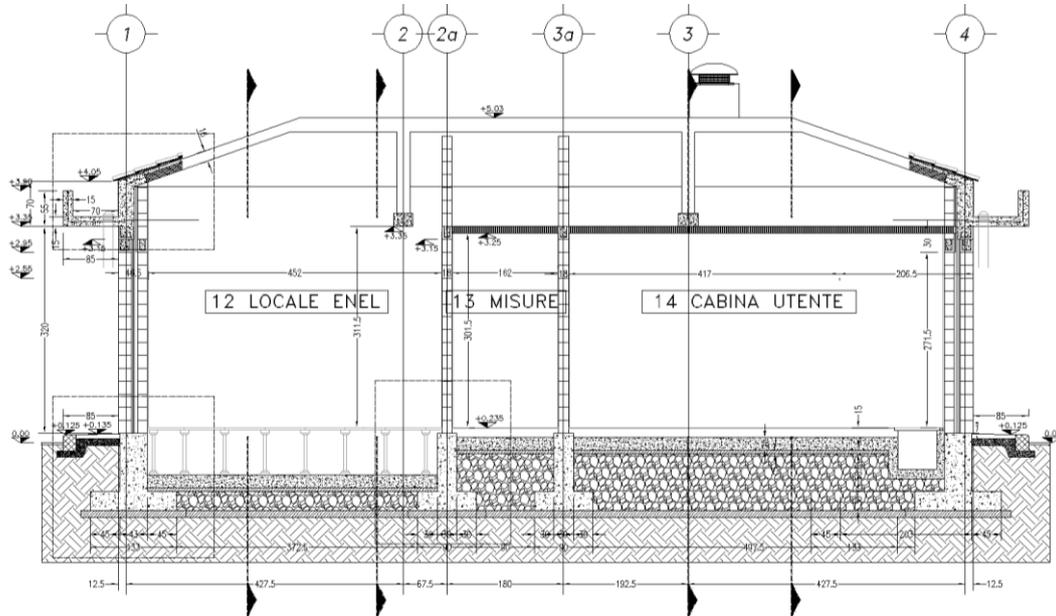
Progetto
INOR

Lotto
11

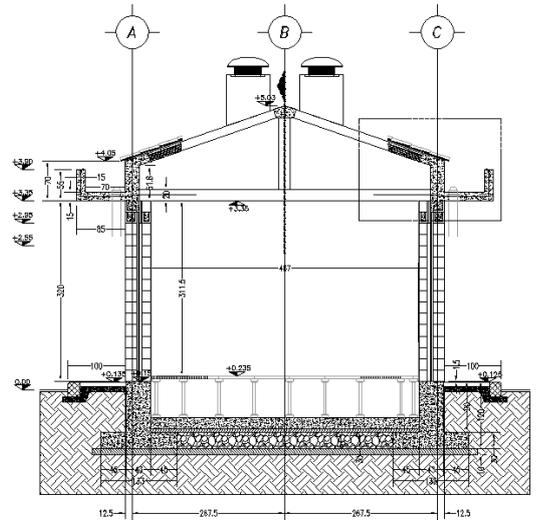
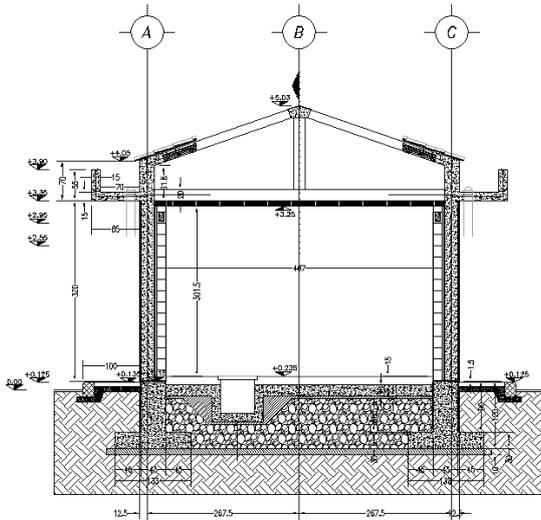
Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

Rev.
A

Foglio
10 di 134



SEZIONE LONGITUDINALE 3-3



Prospetti



Doc. N.

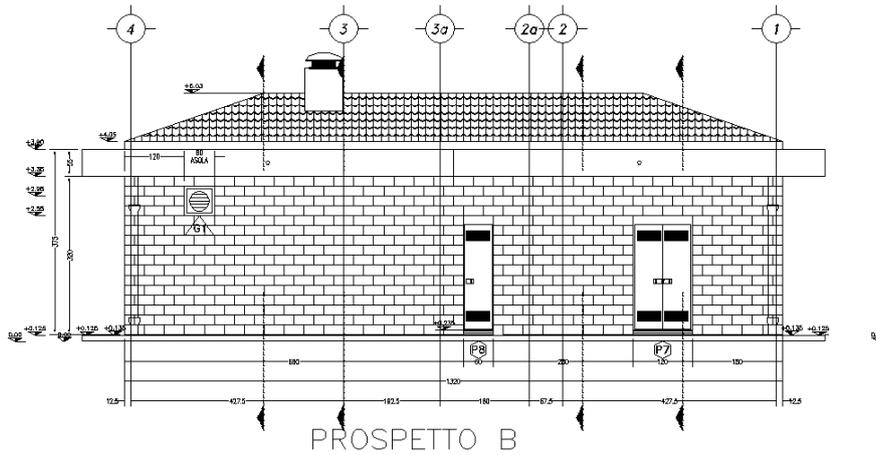
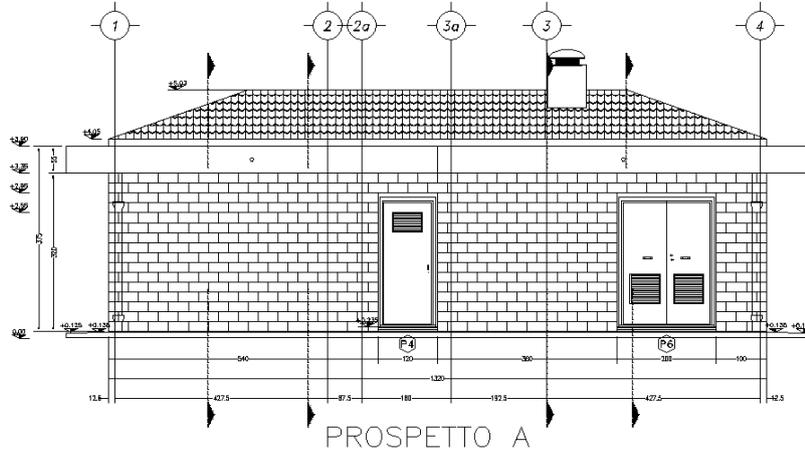
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

Rev.
A

Foglio
11 di 134



Pianta fondazioni



La progettazione, il dimensionamento e l'esecuzione delle opere saranno, in generale, conformi alle prescrizioni tecniche e normative del M.P.E. e in particolare:

1. - Decreto ministeriale 14-gennaio-2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”
2. - Circolare ministeriale n. 617 del 2 febbraio 2009
3. - Ente ferrovia dello stato: Divisione Tecnologie e sviluppo di sistema. Servizio Alta Velocità. Manuale di progettazione Esecutivo.

2.3 MATERIALI



CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER OPERE DI SOTTOFONDAZIONE
 TIPO DI CEMENTO : CEM I, II, III, IV, V
 CLASSE DI RESISTENZA : C 12/15
 MAX DIMENSIONE AGGREGATO : 30 mm

NOTA
 I CONGLOMERATI CEMENTIZI DEVONO
 ESSERE CONFORMI ALLE NORME:
 - UNI 11104
 - UNI EN 206

CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER OPERE DI FONDAZIONE
 TIPO DI CEMENTO : CEM III, IV, V
 CLASSE DI RESISTENZA : C 25/30
 RAPPORTO ACQUA/CEMENTO : 0.60
 SLUMP : S4
 MAX DIMENSIONE AGGREGATO : 32 mm
 CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC2
 COPRIFERRO : C = 40 mm

CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER OPERE IN ELEVAZIONE E CORDOLI ORIZZONTALI E VERTICALI (ECCETTO VELETTE)
 TIPO DI CEMENTO : CEM I, II, III, IV, V
 CLASSE DI RESISTENZA : C 30/37
 RAPPORTO ACQUA/CEMENTO : 0.55
 SLUMP : S4, S5
 MAX DIMENSIONE AGGREGATO : 32 mm
 CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC3
 COPRIFERRO : C = 40 mm

CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER VELETTE
 TIPO DI CEMENTO : CEM I, II, III, IV, V
 CLASSE DI RESISTENZA : C 32/40
 RAPPORTO ACQUA/CEMENTO : 0.50
 SLUMP : S4
 MAX DIMENSIONE AGGREGATO : 32 mm
 CLASSE DI ESPOSIZIONE : XC4
 COPRIFERRO : C = 50 mm

ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA : B450C SALDABILE E CONTROLLATO IN OFFICINA

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA : S275 (DOVE NON ESPRESSAMENTE INDICATO DIVERSAMENTE)
 TENSIONE DI ROTTURA : 430 N/mm²
 TENSIONE DI SNERVAMENTO : 275 N/mm²
 CLASSE DI ESECUZIONE : EXC2

MURATURA:

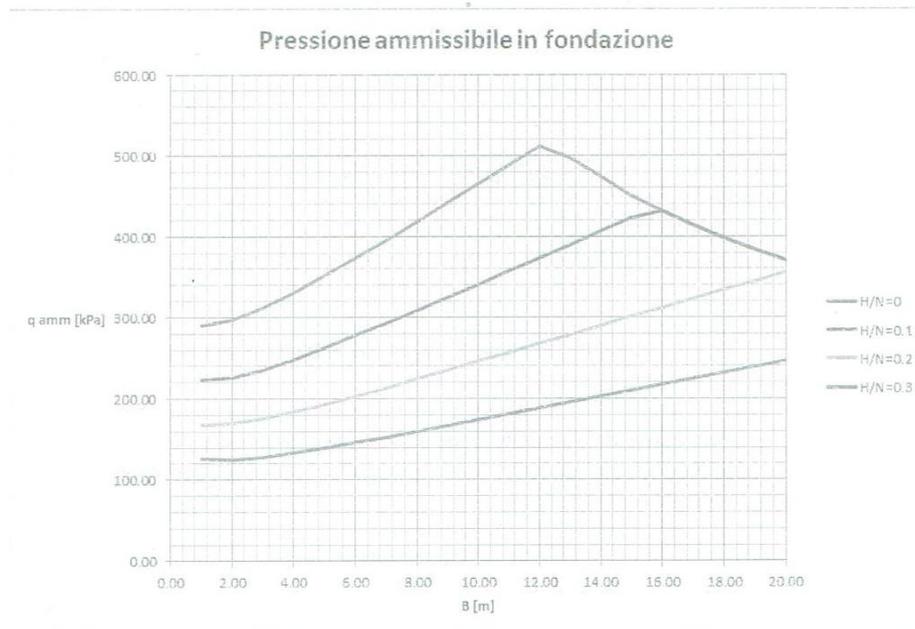
Muratura in cls vibrocompresso splittato sp. 20 cm (ESTERNA)

BLOCCO IN CLS Resistenza a compressione: $\geq 12,5 \text{ N/mm}^2$

Muratura in cls vibrocompresso standard sp. 15 cm e sp. 20 cm (INTERNA)

BLOCCO IN CLS Resistenza a compressione: $\geq 7,5 \text{ N/mm}^2$

MALTA Tipo: Cementizia tipo M1 o M2

Caratteristiche del terreno:B = larghezza fondazioneH = spinta orizzontaleN= carico verticale

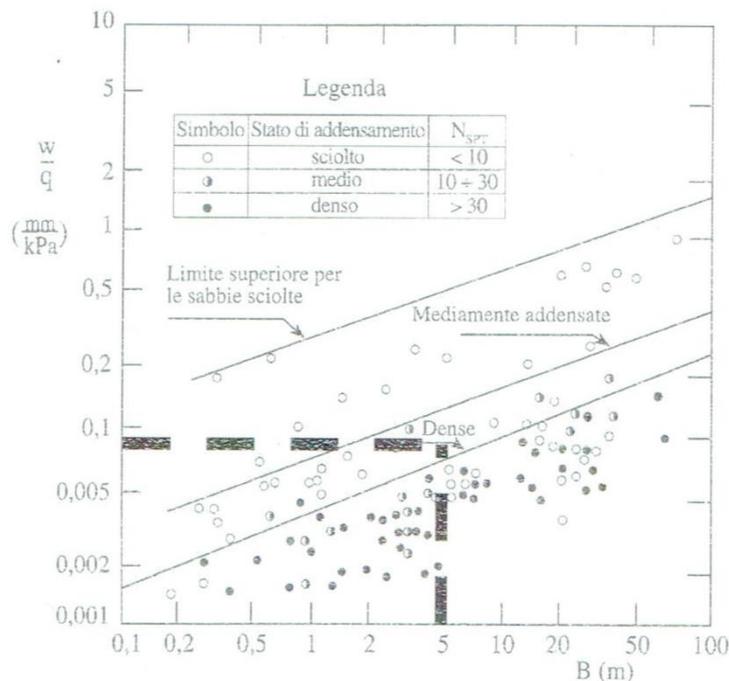
H/N=0		H/N=0.1		H/N=0.2		H/N=0.3	
B	q amm	B	q amm	B	q amm	B	q amm
m	kPa	m	kPa	m	kPa	m	kPa
1.00	290.53	1.00	222.94	1.00	168.68	1.00	125.66
2.00	297.52	2.00	226.48	2.00	169.94	2.00	125.51
3.00	311.54	3.00	235.47	3.00	175.35	3.00	128.48
4.00	330.51	4.00	248.27	4.00	183.68	4.00	133.64
5.00	351.45	5.00	262.61	5.00	193.18	5.00	139.69
6.00	373.38	6.00	277.71	6.00	203.26	6.00	146.16
7.00	395.87	7.00	293.25	7.00	213.67	7.00	152.89
8.00	418.72	8.00	309.06	8.00	224.29	8.00	159.78
9.00	441.80	9.00	325.05	9.00	235.05	9.00	166.77
10.00	465.04	10.00	341.18	10.00	245.90	10.00	173.83
11.00	488.41	11.00	357.39	11.00	256.83	11.00	180.95
12.00	511.87	12.00	373.67	12.00	267.81	12.00	188.11
13.00	497.42	13.00	390.01	13.00	278.83	13.00	195.29
14.00	472.84	14.00	406.39	14.00	289.89	14.00	202.50
15.00	451.07	15.00	422.80	15.00	300.96	15.00	209.73
16.00	431.64	16.00	431.64	16.00	312.06	16.00	216.98
17.00	414.17	17.00	414.17	17.00	323.18	17.00	224.24
18.00	398.36	18.00	398.36	18.00	334.31	18.00	231.51
19.00	383.98	19.00	383.98	19.00	345.45	19.00	238.79
20.00	370.83	20.00	370.83	20.00	356.61	20.00	246.07

Figura 12.1 Pressione ammissibile in fondazione.



Costante di sottofondo

Si farà riferimento ai suggerimenti proposti da Viggiani (1999) ed espressi nel grafico nella figura seguente, da utilizzare per stimare il rapporto w/q tra il cedimento atteso e la pressione sul piano di posa delle fondazioni, al variare della larghezza B della fondazione nastriforme.



Per la stima della costante di sottofondo (costante di Winkler) da introdurre nei calcoli strutturali, facendo riferimento alle indicazioni sopra ricordate, si procederà nel modo seguente:

$$K_v = (w/q)^{-1} \text{ [kPa/ m]}$$

In cui il valore di w/q viene ottenuto dal grafico, a partire dalla dimensione B , in m, della fondazione e a seconda del grado di addensamento del materiale coinvolto.

Alla luce di ciò, si ritiene ragionevole, dal lato della sicurezza, considerando una dimensione delle fondazioni $B < 5\text{m}$ e un grado di addensamento del terreno compreso tra denso e medio, assumere un valore della costante di interazione dell'ordine di:

$$K_v \sim (0.05)^{-1} \text{ kPa/m} = 20000 \text{ kPa/ m}$$

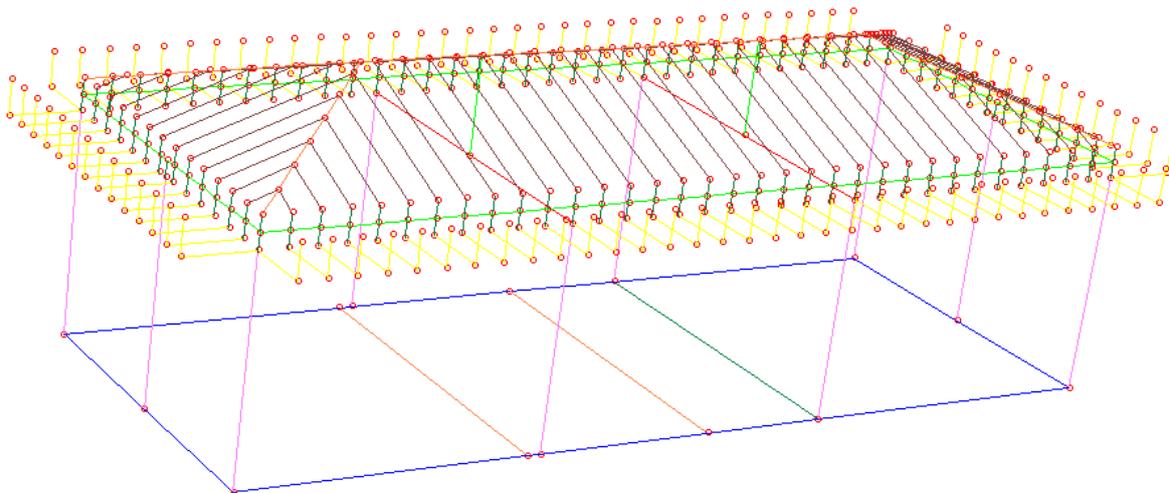
Si osserva che tale valore, di fatto convenzionale e mirato essenzialmente alla valutazione di una costante d'interazione di sottofondo trasversale, non tiene conto del cedimento complessivo subito dall'opera in quanto interferente con i rilevati.



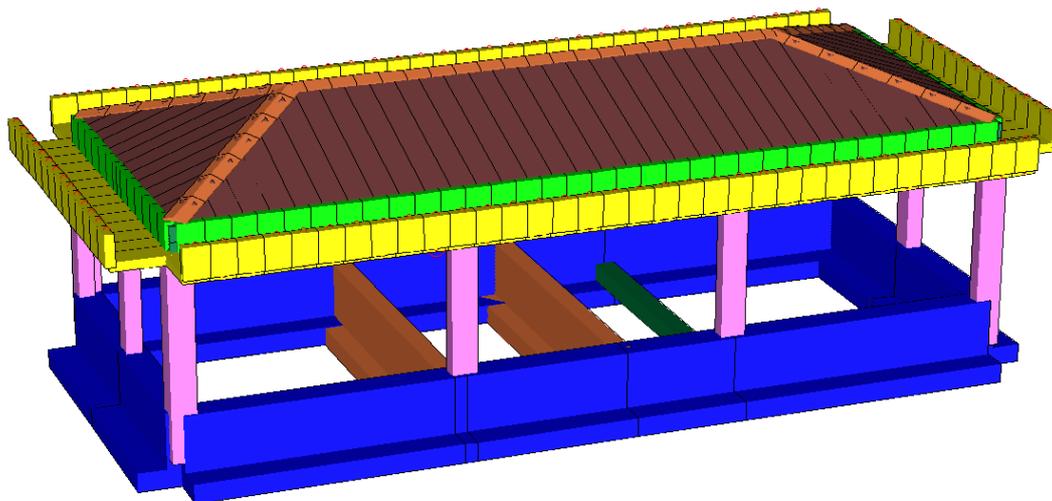
3. DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

3.1. SCHEMA DI CALCOLO

Schema unifilare



Schema solido





3.2. INDIVIDUAZIONE DEL SITO

Parametri

Latitudine (WGS84):	45.42401
Longitudine (WGS84):	10.77135
Latitudine (ED50):	45.42493
Longitudine (ED50):	10.77237
Vita nominale:	100 anni
Classe di utilizzo:	Classe IV
Vita di riferimento:	200 anni
Spettro:	SLV
Prob. di superamento:	10 %
Periodo di ritorno:	1898 anni

Risultati

Ag/g:	0.2612
F0:	2.41
Tc*:	0.29

Calcolo eseguito con successo

Amministrazione comunale più vicina
Sona
(Powered by Bing)

3.3. INTRESTAZIONE E PARAMETRI SISMICI

STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

INTRESTAZIONE E DATI CARATTERISTICHI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	fabbricato MT BT FA40
Intestazione del lavoro	Cabina MT BT FA40
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	daN
Unita' di misura delle lunghezze	cm
Normativa	NTC-2008

NORMATIVA

Vita nominale costruzione	100 anni
Classe d'uso costruzione	IV
Vita di riferimento	200 anni
Spettro di risposta	Stato limite ultimo slv
Probabilità di superamento periodo di riferimento	10
Tempo di ritorno del sisma	1898 anni
Località	San Giorgio in Salici OVEST
ag/g	0.261
F0	2.405
Tc*	0.287
Categoria del suolo	C
Fattore topografico	1
Coefficiente di smorzamento	5%



Eccentricita' accidentale	5%
Numero di frequenze	15

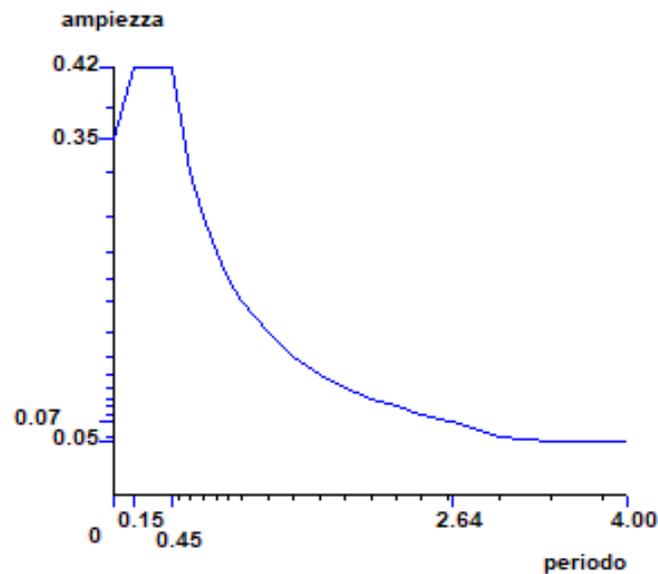
Fattore q di struttura per sisma orizzontale	qor=2
Duttilita'	Alta Duttilita'

PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	CQC
Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
λ	0.3
μ	0.3

L'angolo di ingresso del sisma nei tabulati di calcolo è 0 e 90 con tutte le combinazioni di segni + e -.

3.4. GRAFICO SPETTRO





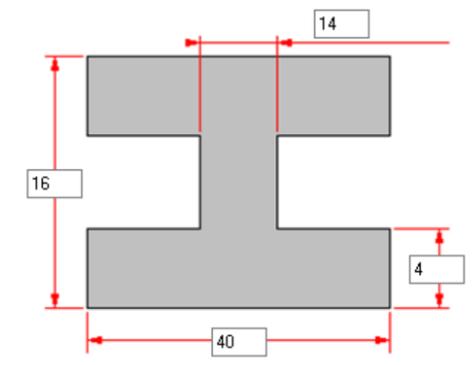
3.5. CODICE DI CALCOLO



N° LICENZA D'USO	SCADENZA ASSIST./MANUT.
31453	15/03/2019
31454	15/03/2019
33721	15/03/2019

4. ANALISI DEI CARICHI – Codici di carico

4.1. SOLAIO DI COPERTURA



Il solaio di copertura verrà assimilato ad una serie di travetti affiancati ad interasse di cm 40 equivalenti in inerzia e peso al solaio in predalles. Il peso è calcolato automaticamente dal programma di calcolo.

4.2. CARICHI PERMANENTI IN COPERTURA

Guaina di impermeabilizzazione	30 daN/m ²
Copertura in coppi	80 daN/m ²

**4.3. CARICHI PERMANENTI QUOTA CATENE**

Pannelli coibentanti di controsoffitto 50 daN/m²

4.4. CARICHI PERMANENTI TAMPONAMENTI

Tamponamento esterno:

Blocchi in cls vibrocompresso L=20 cm H= 20 cm Sp=20 cm	
Peso muratura in opera	235 daN/m ²
Blocchi in cls vibrocompresso L=20 cm H= 20 cm Sp=15 cm	
Peso muratura in opera	190 daN/m ²
Coibentazione (sp. 5 cm)	15 daN/m ²
Intonaco interno (sp. 1,5 cm)	<u>20 daN/m²</u>
Totale	465 daN/m ² = 0.0465 daN/cm ²

Tamponamento interno:

Blocchi in cls vibrocompresso L=20 cm H= 20 cm Sp=20 cm	
Peso muratura in opera	235 daN/m ²
Intonaco su entrambe le facce (sp. 1,5 +1,5 cm)	<u>55 daN/m²</u>
Totale	290 daN/m ²

4.5. SOVRACCARICO NEVE

$$q_s = \mu_i \times q_{sk} \times C_E \times C_t$$

$$\mu_i = 0,8 \text{ poiché } 0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$$

$$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/m}^2 \text{ poiché situato in provincia di Verona Zona II con } a_s \leq 200 \text{ m.}$$

Si adotta comunque un valore di $q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ in modo da realizzare il calcolo nella condizione più gravosa.

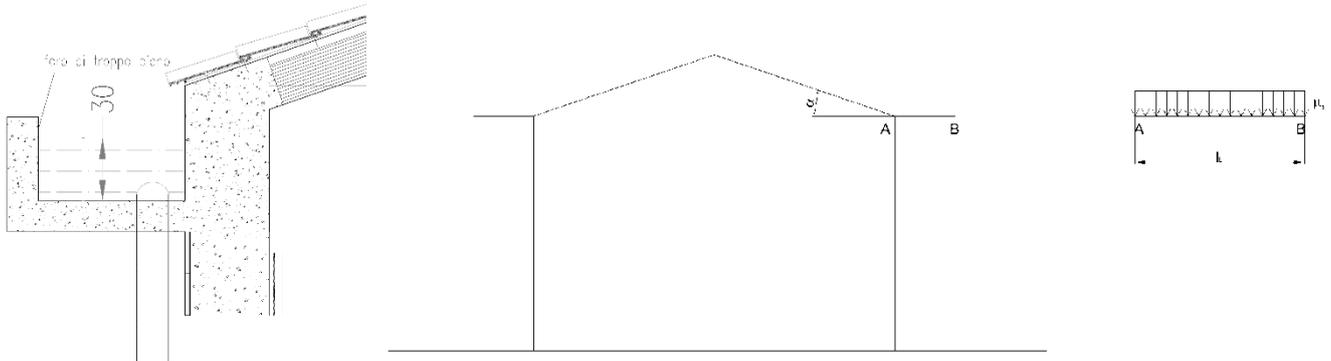
$$C_E = 1 \text{ Topografia normale}$$

$$C_t = 1$$

$$q_s = 1.5 \times 0.8 \times 1.00 \times 1.00 = 1.2 \text{ KN/m}^2 = 120 \text{ daN/m}^2 = 0,0120 \text{ daN/m}^2$$



4.6. CARICO ECCEZIONALE IN GRONDA



Possono presentarsi due casi di carico:

caso 1 – la gronda si riempie di neve per un'altezza di cm 55 su cui si adagia un ulteriore manto nevoso.

$$\mu_1 = 0,8$$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

Sovraccarico massimo di neve q_1 : 120 kg/m^2

Pendenza falde: $\alpha > 15^\circ$

$$\mu_s = \frac{1}{2} \mu_1 = \frac{1}{2} \times 0,8 = 0,4$$

$$\mu_w = \gamma \times h / q_{sk} = 2 \times 0,15 / 1,5 = 0,2$$

$$\mu_w = \gamma \times h / q_{sk} = 2 \times 0,55 / 1,5 = 0,733$$

Poiché deve essere $0,8 \leq \mu_w \leq 4$ si assume $\mu_w = 0,8$

$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 0,4 + 0,8 = 1,2$$

$$\text{Pressione neve sullo sporto: } 1,2 \times q_1 = 1,2 \times 1,2 = 1,44$$

$$\text{Riempimento neve: } 0,55 \times 2 = \underline{1,10}$$

$$2,54 \text{ KN/m}^2 = 254 \text{ daN/m}^2$$

caso 2 – la gronda si riempie di acqua causa un malfunzionamento dei pluviali.

Situazione prevista con l'inserimento di fori di sicurezza a 30 cm dal fondo gronda.

$$\text{Peso acqua} \quad 0,30 \times 1000 = 300 \text{ daN/m}^2$$



Il valore definito nel caso 1 è minore del carico assunto con riempimento d'acqua della gronda del caso 2. Quindi, a favore di sicurezza, si opta per il caso 2 considerandolo comunque come un sovraccarico neve.

Battente acqua cm 30

$$300 \text{ daN/m}^2 = 0.0300 \text{ daN/cm}^2$$

4.7. SOVRACCARICO VENTO

Zona 1 $v_b = 25 \text{ m/sec}$

$$p_f = q_b \cdot c_e \cdot c_f$$

$$q_b = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 25^2 = 390 \text{ N/m}^2$$

Classe rugosità del terreno
Categoria II

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \text{ per } z \geq z_{\min}$$

$$k_r = 0,19$$

$$z_0 = 0,05$$

$$z_{\min} = 4$$

$$z \approx 5$$

$$c_e = 0,19^2 \times 1 \times \ln(5/0,05) [7 + 1 \times \ln(5/0,05)] = 1,93$$

$$q_v = 390 \times 1,93 = 750 \text{ N/m}^2 = 75 \text{ dN/m}^2$$

4.8. CARICHI PER MANUTENZIONE

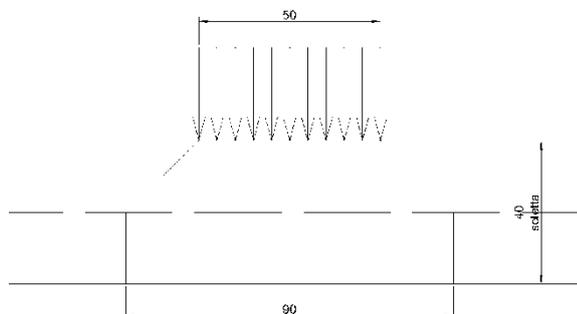
Verifica per carichi concentrati per manutenzione:

$$Q_k = 1,20 \text{ KN, impronta } 50 \times 50 \text{ mm}$$

L'azione agisce sul piano medio della soletta su un'area di $90 \times 90 \text{ mm}^2$.

Valore medio τ :

$$\tau = 120 \times 1,5 / (4 \times 9) \times 4 = 1,25 \text{ kg/cm}^2$$



A favore di sicurezza si assume come valore della tensione tangenziale massima sopportabile in queste condizioni, il valore v_{\min} riportato nella relazione 4.1.14 relativa alla resistenza a taglio di elementi privi di tali armature:

$$v_{\min} = 0,035 \times K^{3/2} \times f_{ck}^{1/2}$$

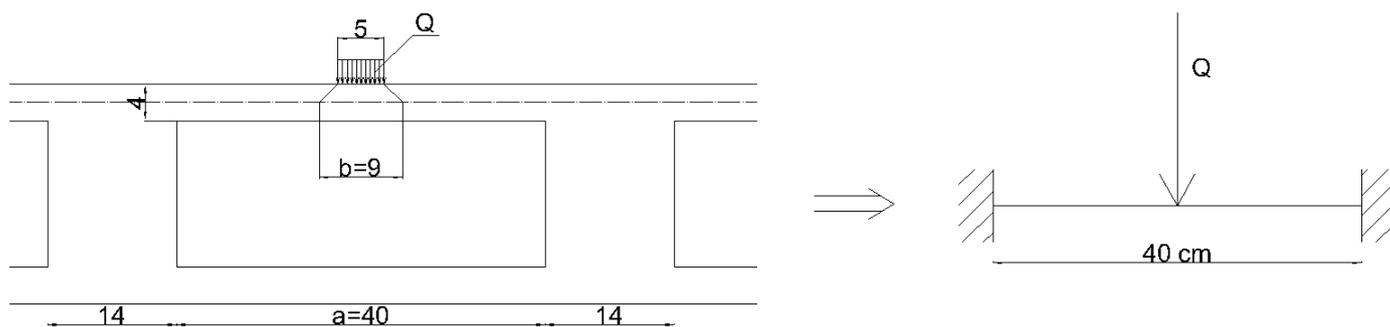
Si assume: calcestruzzo C25/30, $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$

$$K = 1 + (200/d)^{1/2} = 1 + (200/40)^{1/2} = 3,24; \text{ essendo } > 2 \text{ si assume } K = 2$$

$$v_{\min} = 0,035 \times 2^{3/2} \times 25^{1/2} = 0,495 \text{ MPa} = 4,95 \text{ kg/cm}^2$$

$$v_{\min} = 4,95 \text{ kg/cm}^2 \gg \tau = 1,25 \text{ kg/cm}^2$$

Verifica a flessione



$$Q = 120 \times 1,5 = 180 \text{ kg}$$

$$M(Q) = Q/8 = 180 \times 40/8 = 900 \text{ kg cm}$$

Sezione resistente

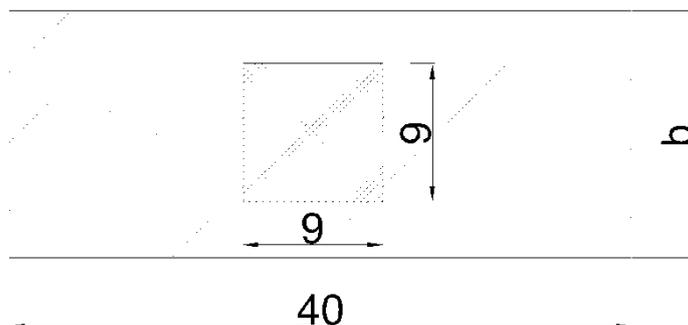
$$\text{Peso proprio: } p = 2500 \times 0,04 = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sezione Copertura: } p = 80 + 30 = 110 \text{ kg/m}^2$$



Sollecitazione carichi permanenti: $(100 + 110) \times 1,5 \times 0,4^2/8 = 6,3 \text{ kg m} = 630 \text{ kg cm/m}$

Con riferimento al comportamento bidimensionale si assume come sezione resistente per l'azione Q una porzione di lastra avente larghezza $b = 9 + a = 9 + 40 = 49 \text{ cm}$; $d = 2 \text{ cm}$



Armatura presente: $1 \phi 8/20$; $A_s = 0,5 \times 49/20 = 1,225 \text{ cm}^2$

Sollecitazione complessiva sulla striscia larga b:

$$M_{ed} = 630 \times 0,49 + 900 = 1209 \text{ kg cm}$$

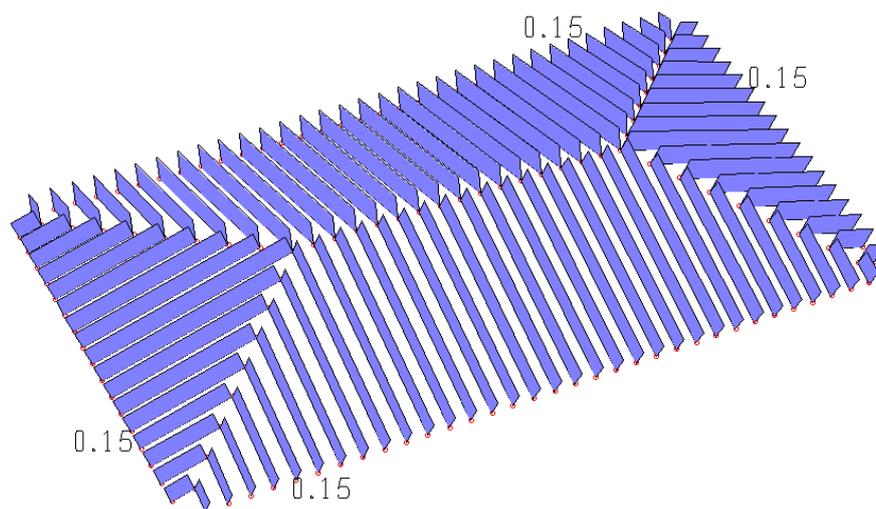
Calcestruzzo C28/35, Acciaio B450C

$$M_{rd} \approx 1,225 \times 0,9 \times 2 \times 4500/1,15 = 8628 \text{ kg cm} > 1209 \text{ kg cm}$$

5. SCHEMI ELEMENTARI DI CARICO

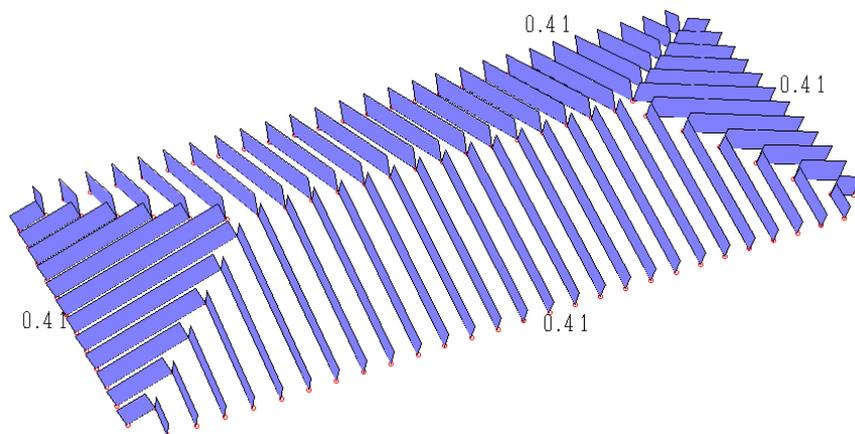
5.1. CARICHI PERMANENTI

Fx





Fy

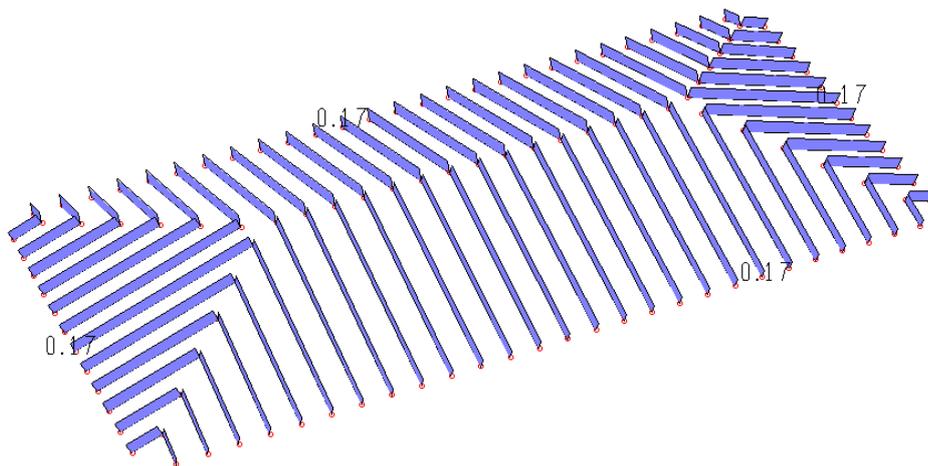


$$q_y = 110 \times 0.40 \times \cos \alpha = 41,00 \text{ daN/m} = 0,41 \text{ daN/cm}$$

$$q_x = 110 \times 0.40 \times \sin \alpha = 15,00 \text{ daN/m} = 0,15 \text{ daN/cm}$$

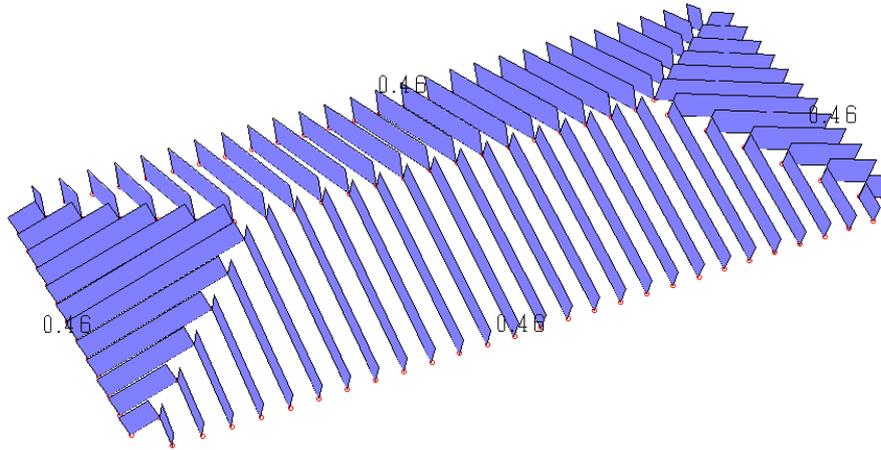
5.2. SOVRACCARICO NEVE

Fx





Fy



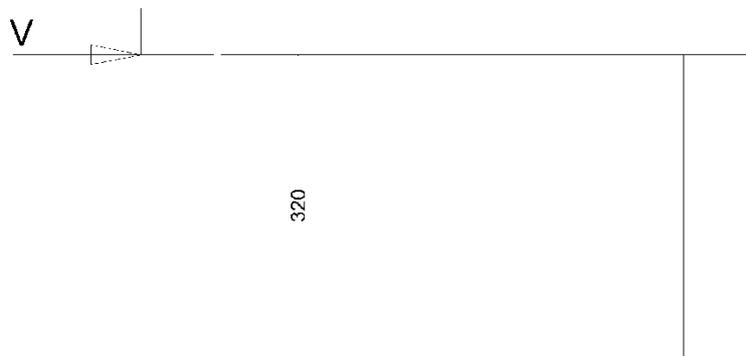
$$q_x = 120 \times 0.40 \times \cos \alpha = 17,00 \text{ daN/m} = 0,17 \text{ daN/cm}$$

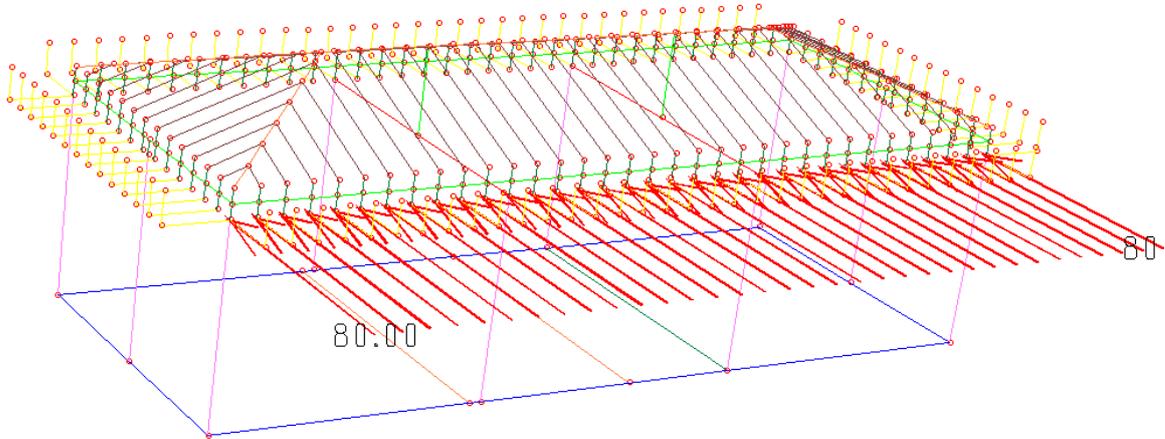
$$q_y = 120 \times 0.40 \times \sin \alpha = 46,00 \text{ daN/m} = 0,46 \text{ daN/cm}$$

5.3. AZIONE DEL VENTO SULLE PARETI

Trattandosi di fabbricato con ampie aperture si è optato, a favore della sicurezza, di considerare il vento agente solo su una parete applicando alla medesima sia un coefficiente di sovrappressione esterno che un coefficiente di depressione interno.

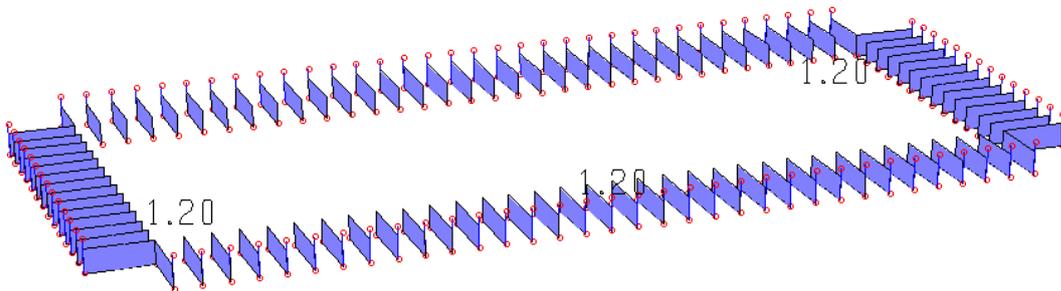
Tale azione viene applicata su ogni nodo del cordolo di irrigidimento delle murature posto a quota del cornicione di gronda.





$$H_1 = (0.8 + 0.4) \times 75 \times (3,20 / 2 + 0,55) \times 0,40 = 80 \text{ daN}$$

5.4. CARICO ECCEZIONALE SULLA GRONDA

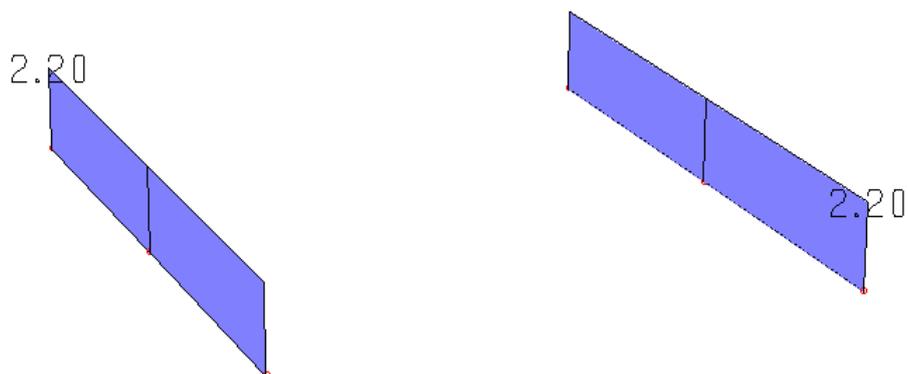


$$q = 300 \times 0.40 \cong 120 \text{ daN/m} = 0,0120 \text{ daN/cm}$$



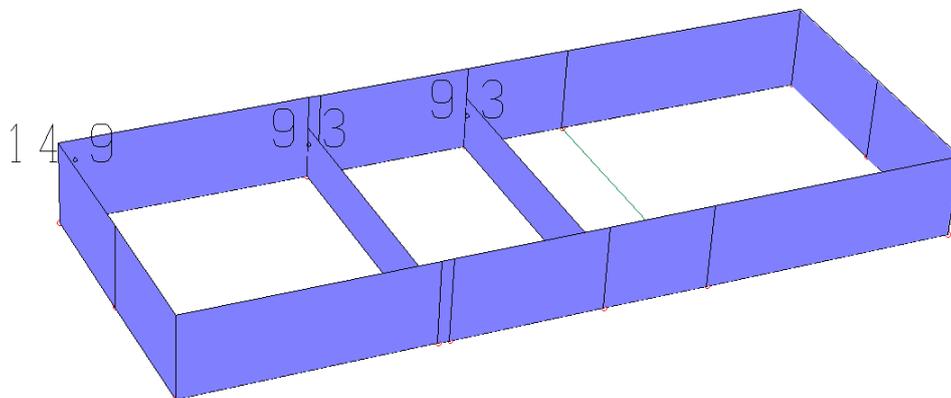
5.5. CARICO CONTROSOFFITTO SULLE CATENE

Permanente portato



$$q_1 = 50 \times 4,40 = 220 \text{ daN/m} = 2,2 \text{ daN/cm}$$

5.6. CARICO MURATURE SULLE TRAVI DI FONDAZIONE



$$q_1 = 290 \times 3.20 = 930 \text{ daN/m} = 9,30 \text{ daN/cm}$$

$$q_2 = 465 \times 3.20 = 1490 \text{ daN/m} = 14,90 \text{ daN/cm}$$



5.7. MASSE DINAMICHE

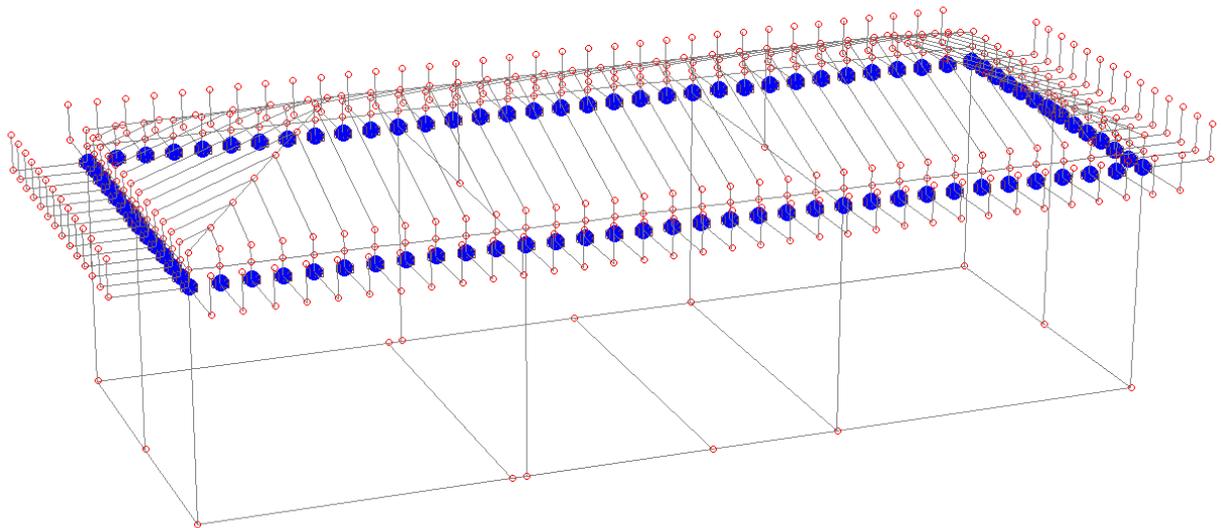
Si è tenuto conto dell'influenza delle murature esterne alla azione sismica complessiva inserendo delle masse dinamiche equivalenti a livello del cordolo di irrigidimento perimetrale posto alla quota superiore delle murature e coincidente con la quota gronda.

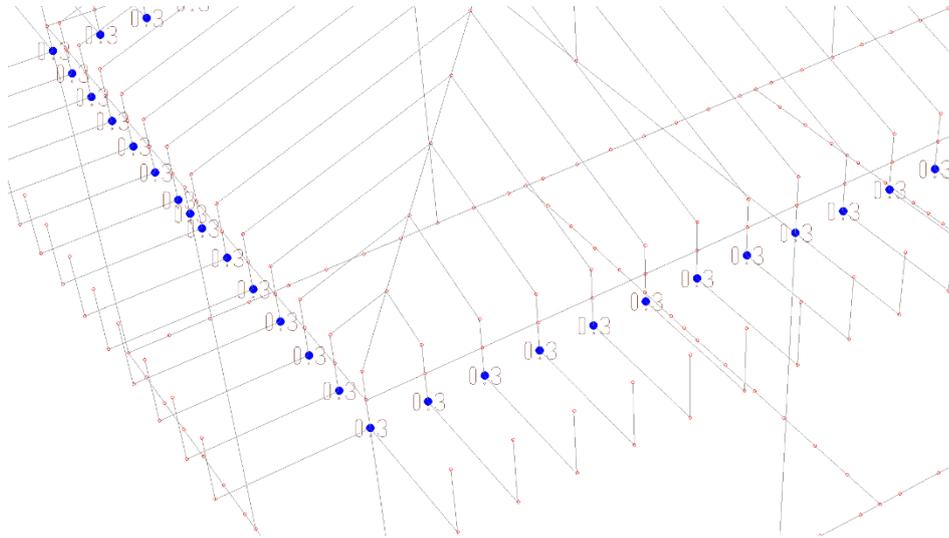
M

M

320

$$M_1 = M_2 = ((3.20 / 2) \times 465 \times 0.40) / 981 = 0.30 \text{ dN/cm/sec}^2$$





6. METODOLOGIA DI CALCOLO

La struttura è stata schematizzata come telaio spaziale con elementi tipo “beams” per descrivere travi di fondazione, pilastri e travi.

Le travi rovesce di fondazione sono state schematizzate come gravanti su un letto di molle (terreno alla Winkler) con $K_t = 2,0 \text{ dN/cm}^3$.

E' stata effettuata l'analisi statica e sismica della struttura, considerando le seguenti condizioni di carico:

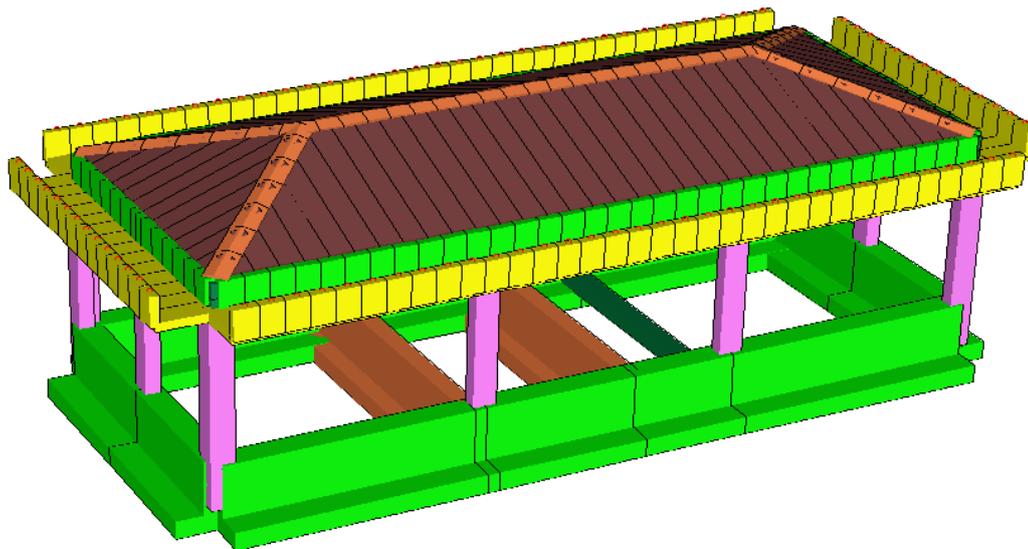
1. Carichi permanenti
2. Sovraccarichi accidentali (neve)
3. Vento in pressione e depressione in direzione Y
4. Carico in gronda
5. Azioni sismiche



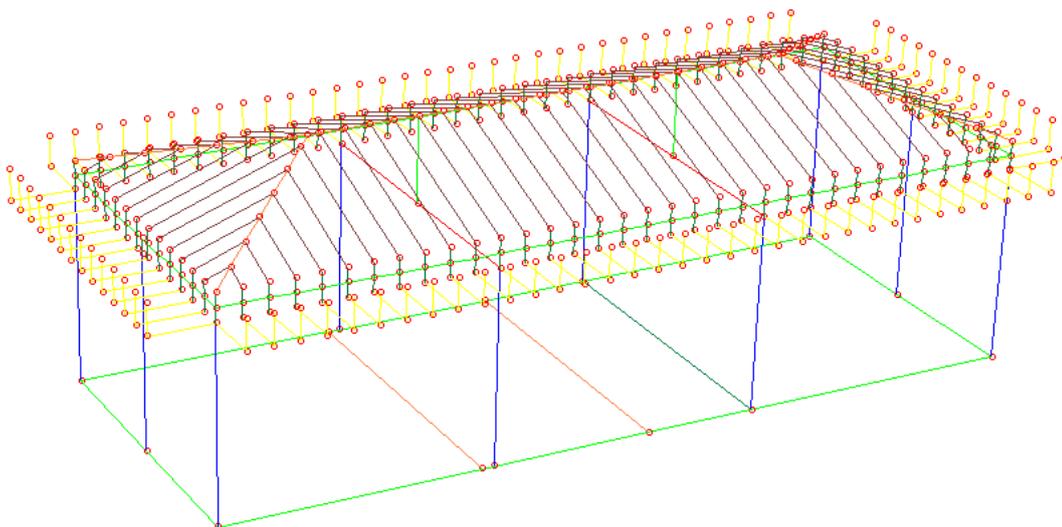
7. ANALISI STRUTTURALE

7.1 SCHEMA STRUTTURALE

Solido

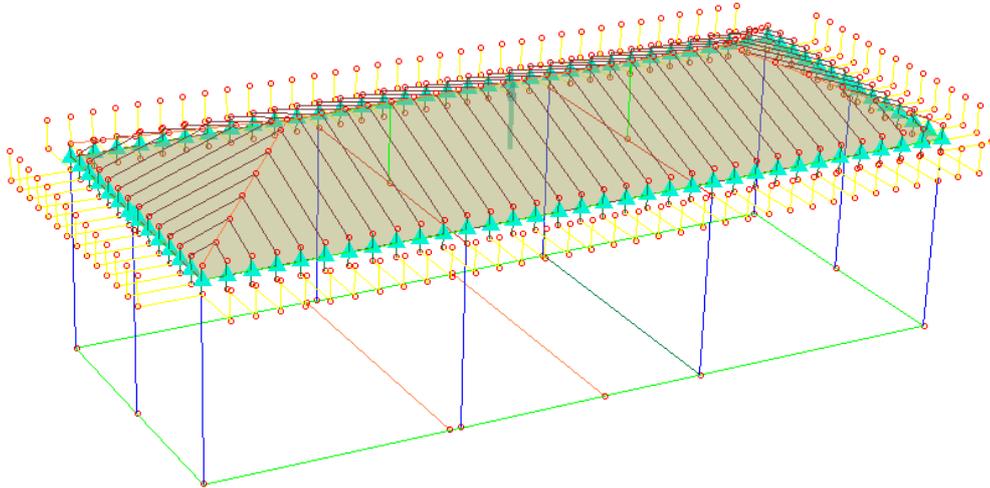


Schema Unifilare



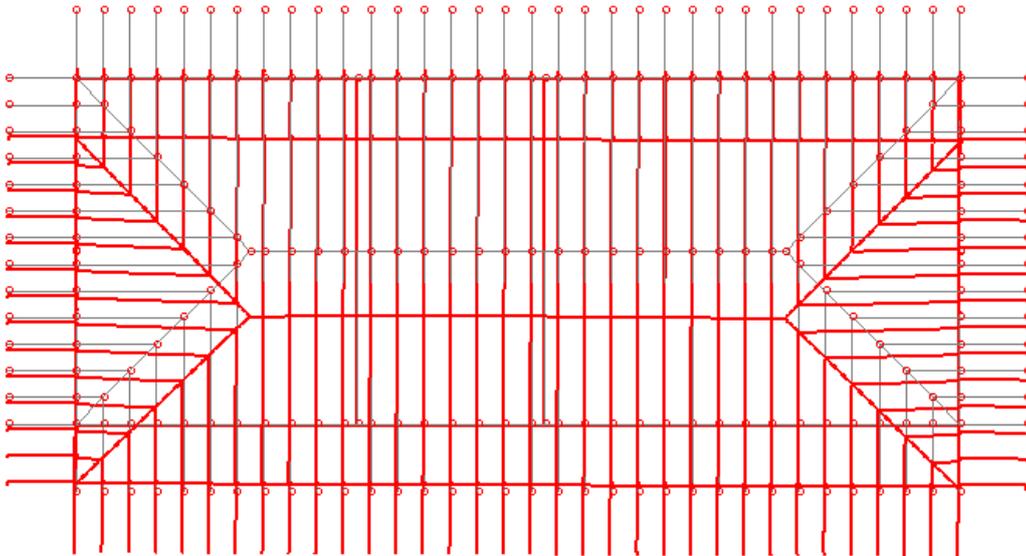


Piano rigido a livello trave di bordo



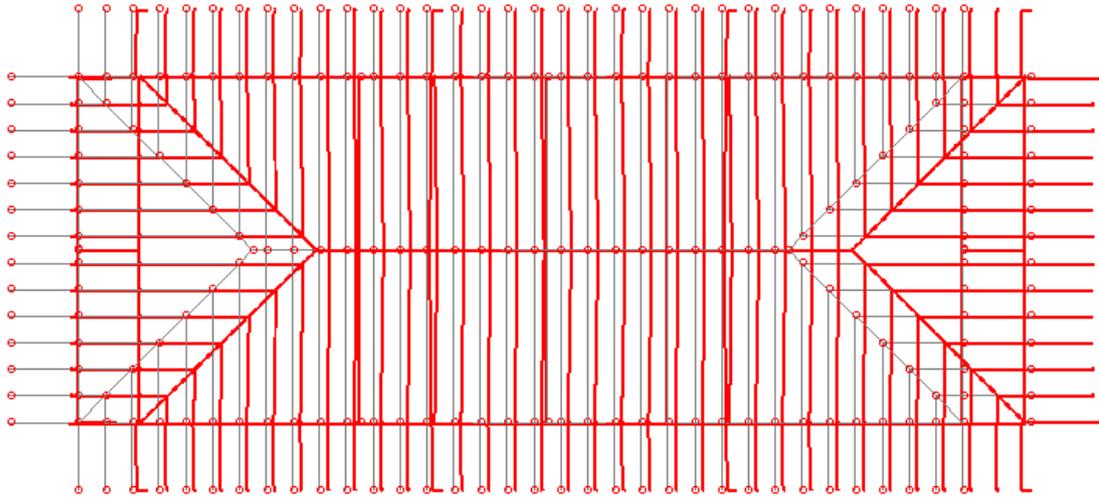
Principali modi di vibrazione

Modo 1 f= 4.146 Hz T= 0.241 s

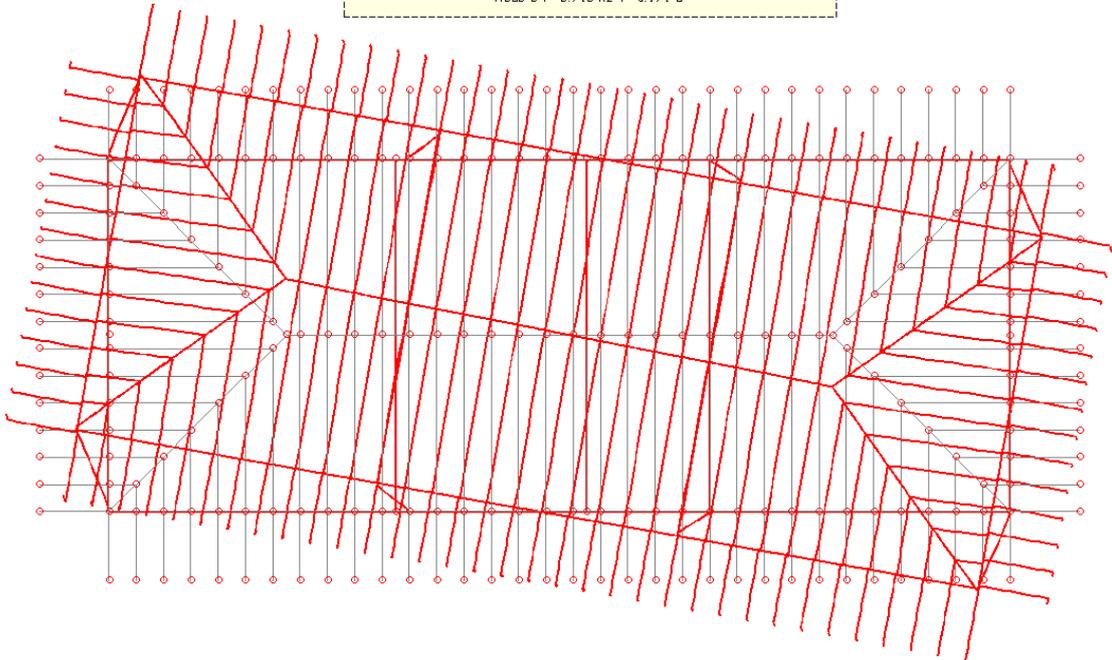




Modo 2 f= 3.473 Hz T= 0.288 s

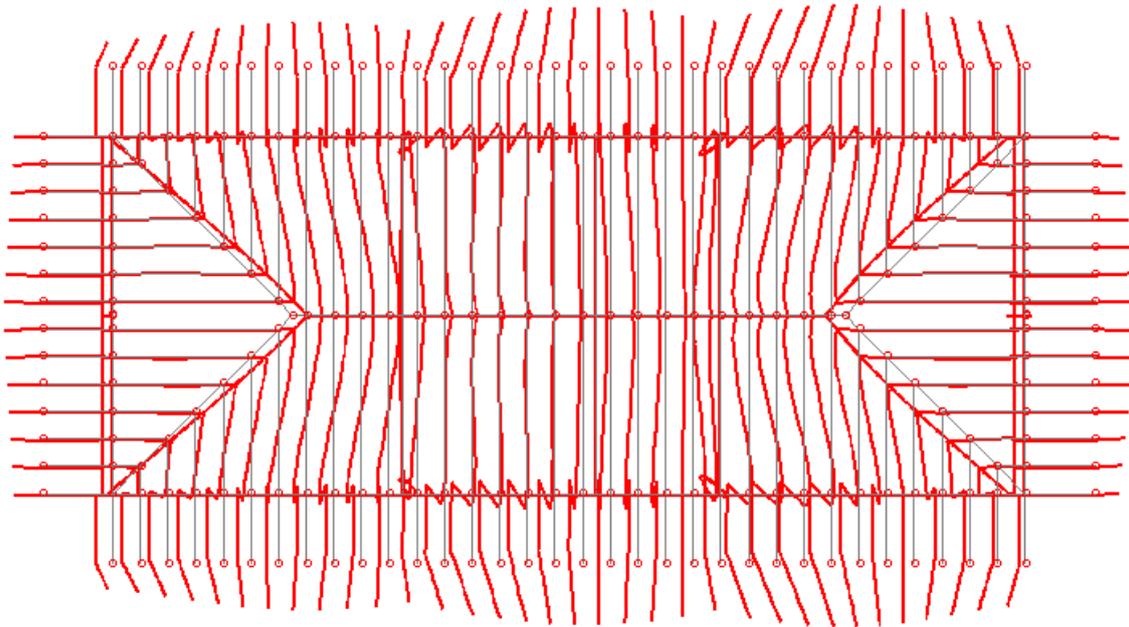


Modo 3 f= 5.746 Hz T= 0.174 s

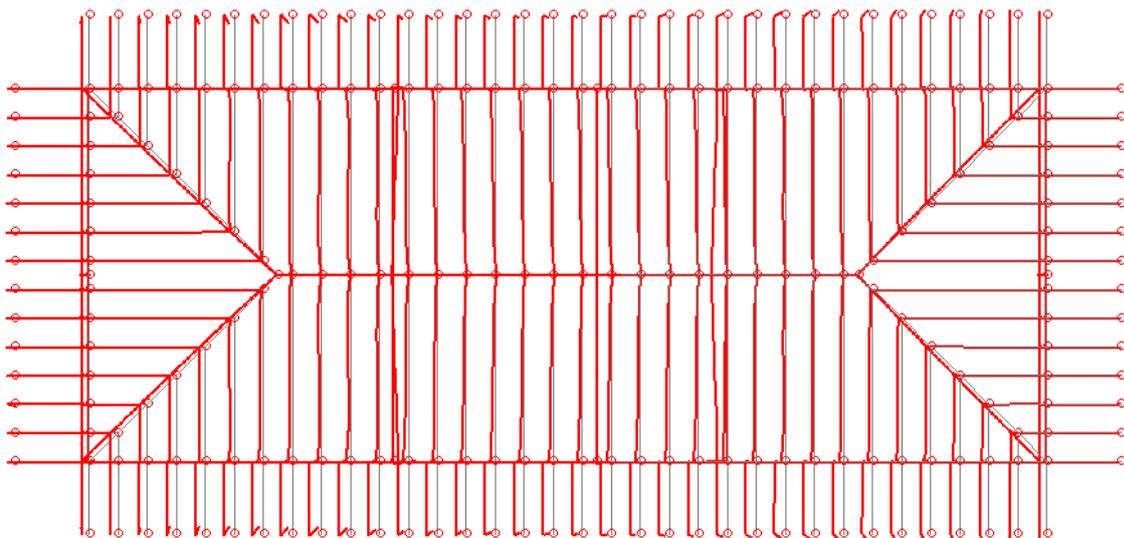




Modo 4 $f=12.220$ Hz $T= 0.082$ s



Modo 5 $f=12.550$ Hz $T= 0.080$ s





7.2 CARICHI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO

Carico distribuito con riferimento globale Z

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Neve	6	Condizione 2	Variabile: Neve	-0.013000	0.000	-0.013000	0.000	0.3300	0.3300
battente d'acqua	7	Condizione 2	Variabile: Neve	-0.030000	0.000	-0.030000	0.000	0.3300	0.3300

Carico distribuito riferimento globale V

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
controsoffitto	4	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	0.005000	0.000	0.005000	0.000	1.0000	1.0000

Carico distribuito con riferimento globale Z, agente sulla lunghezza reale

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.inerz.	Aliq.inerz. SLD
Permanente copertura	2	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.011000	0.000	-0.011000	0.000	1.0000	1.0000
P. p. tamponamento esterno	3	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.046500	0.000	-0.046500	0.000	1.0000	1.0000
P.p. tamponamento interno	5	Condizione 1	Permanente: Permanente portato	-0.029000	0.000	-0.029000	0.000	1.0000	1.0000

COMBINAZIONI DI CARICO

NORMATIVA: NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI - D.M. 14/01/2008 (STATICO E SISMICO)

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1	statica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.500
2	dinamica	Azione sismica: Sisma assente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE D'ESERCIZIO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
3	Rara	Tipologia: Rara	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	1.000
4	Frequente	Tipologia: Frequente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.200
5	Quasi permanente	Tipologia: Quasi permanente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO

Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
6	S.L.D.	Azione sismica: Presente	Permanente: Peso Proprio	Condizione peso proprio	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 1	1.000
			Variabile: Neve	Condizione 2	0.000



Num.	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore

COMBINAZIONI PER LE CONDIZIONI DI CARICO AI NODI

Azione del vento in direzione Y

parametri	Moltiplicatore
statica	1.5
dinamica	0.0
rara	0.6
frequente	0.2
Quasi permanente	0.0

8. ELEMENTI IN ELEVAZIONE - SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DI RESISTENZA

I risultati del calcolo sono stati evidenziati nei diagrammi relativi ad ogni tipologia di elemento considerato dove sono riportate le sollecitazioni più gravose ottenute come involucro di tutte le combinazioni di carico alla SLU e SLV.

8.1 SOLAIO DI COPERTURA

8.1.1 Sollecitazioni

Diagramma Fy [daN]

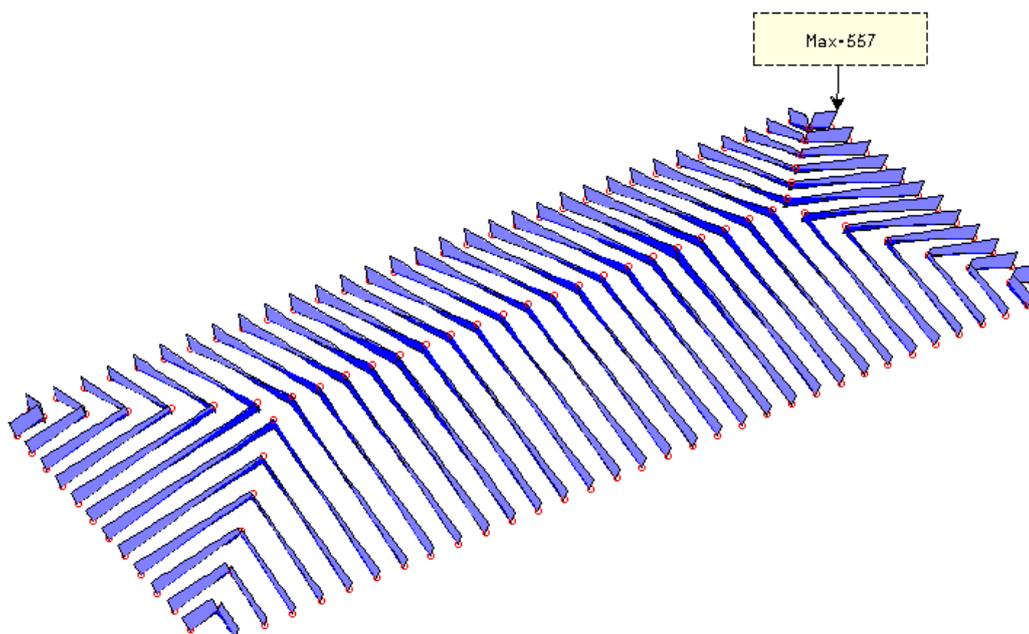
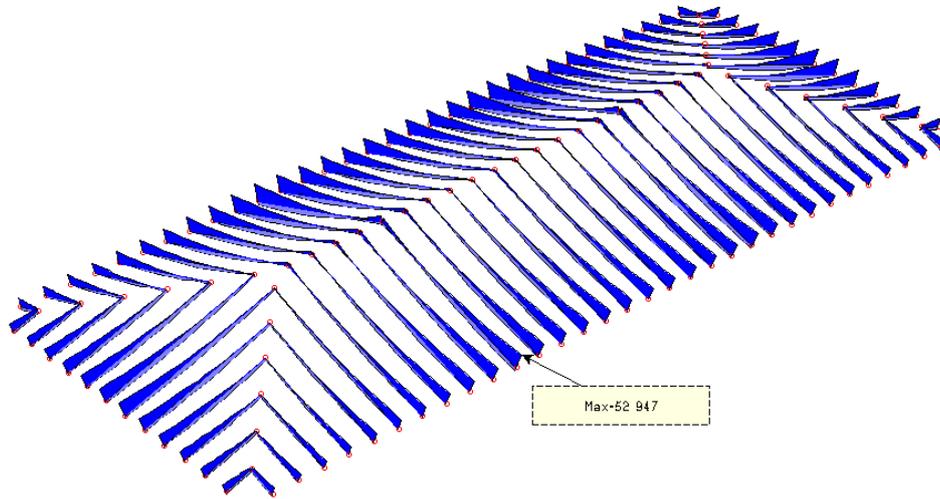
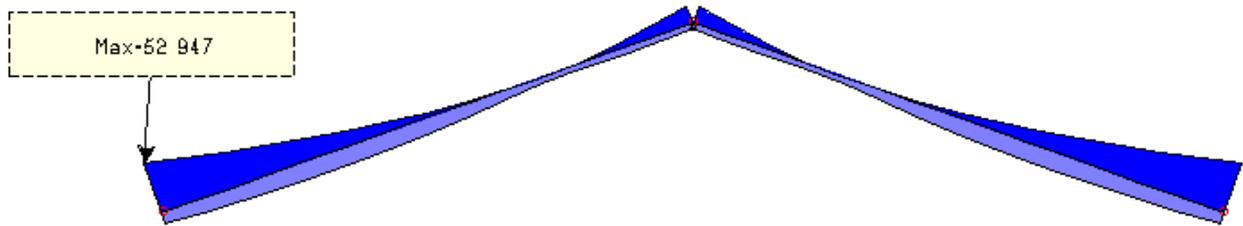




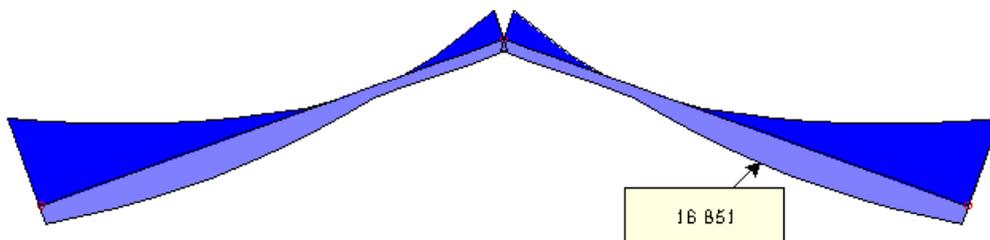
Diagramma Mz [dN.cm]



Asta sollecitata a maggior momento flettente negativo



Asta sollecitata a maggior momento flettente positivo





Doc. N.

Progetto
INOR

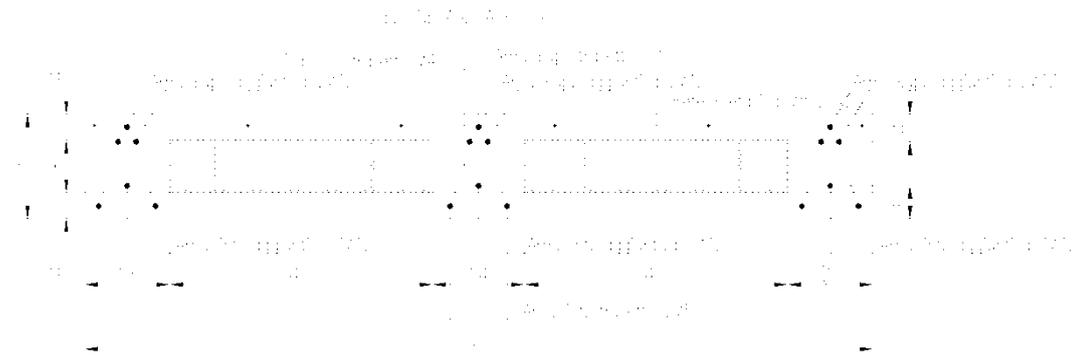
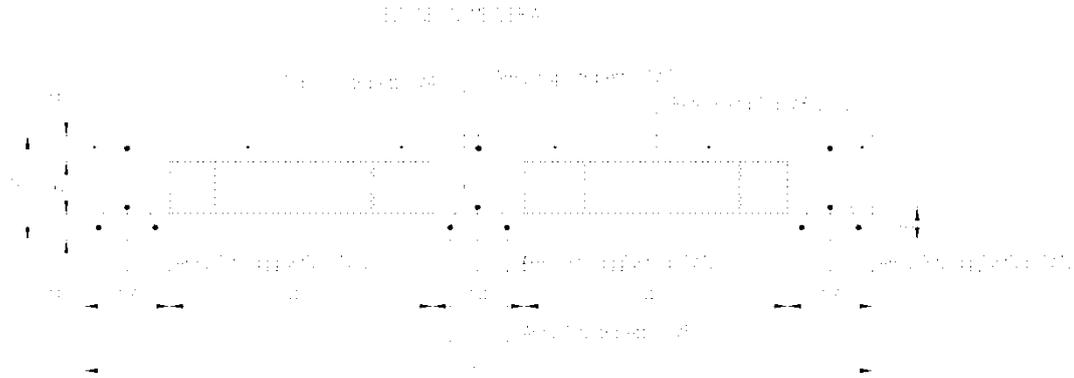
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

Rev.
A

Foglio
39 di 134

8.1.2 Verifiche Strutturali





Verifica all'appoggio

Verifica C.A. S.L.U. - File: Solaio di Copertura - H16cm

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Solaio di Copertura - H16cm

N° Vertici: 12 Zoom N° barre: 3 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-20	8	1	1,13	-3	4
2	20	8	2	1,13	3	4
3	20	4	3	1,13	0	-3
4	7	4				
5	7	-4				
6	20	-4				

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 5,29 kNm
M_{yEd} 0

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C C30/37
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 11,5 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6933
τ_{c1} 2,029

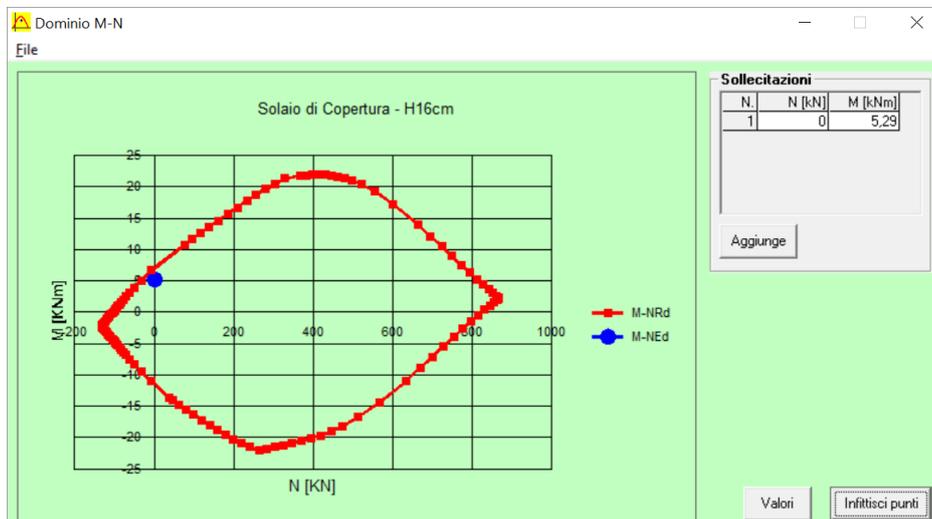
M_{xRd} -11,49 kN m
σ_c -17 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 13,94 ‰
d 12 cm
x 2,408 x/d 0,2007
δ 0,7

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

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

Tipo flessione
 Retta Deviate

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L_o 0 cm Col. modello
 Precompresso





Verifica in mezzeria

Verifica C.A. S.L.U. - File: Solaio di Copertura - H16cm

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Solaio di Copertura - H16cm

N° Vertici: 12 Zoom N° barre: 3 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-20	8
2	20	8
3	20	4
4	7	4
5	7	-4
6	20	-4

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	1,13	-3	4
2	1,13	3	4
3	1,13	0	-3

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: 1,66 kNm
M_{yEd}: 0

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

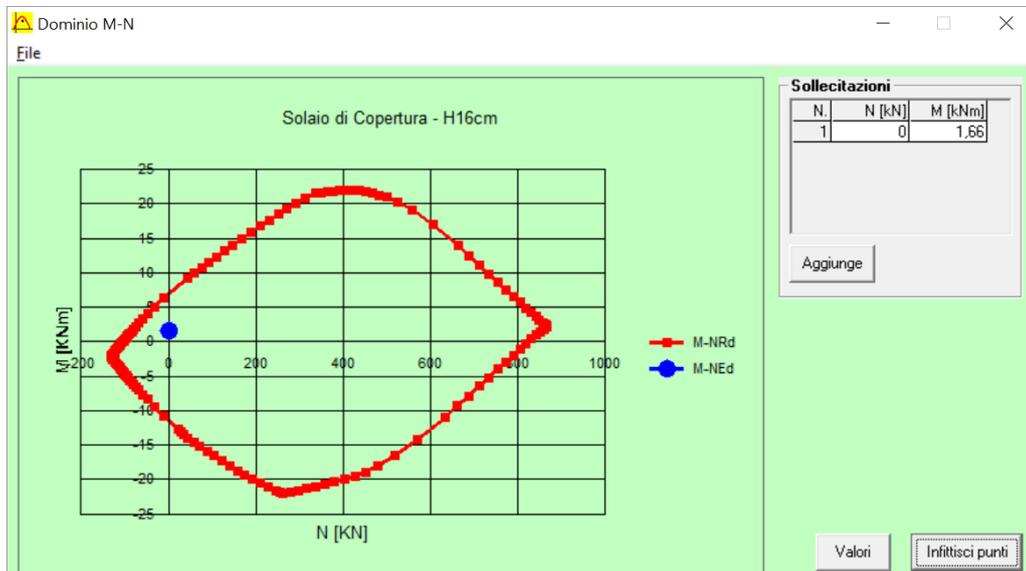
L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C30/37

ε_{su}: 67,5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 391,3 N/mm² ε_{cu}: 3,5 ‰
E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 17 N/mm²
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0,8
ε_{syd}: 1,957 ‰ σ_{c,adm}: 11,5 N/mm²
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0,6933
τ_{c1}: 2,029

M_{xRd}: 7,07 kN m
σ_c: -17 N/mm²
σ_s: 391,3 N/mm²
ε_c: 3,5 ‰
ε_s: 12,49 ‰
d: 11 cm
x: 2,408 x/d: 0,2189
δ: 0,7136





8.1.3 Verifica al Taglio

VERIFICA A TAGLIO (elementi senza armatura trasversali resistenti a taglio)					
MATERIALI	Calcestruzzo	C30/37	$f_{ck} =$	300	kg/cmq
			$f_{cd} =$	170	kg/cmq
			$\gamma_c =$	1,50	
	Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4500	kg/cmq
			$f_{yd} =$	3913	kg/cmq
SEZIONE	Sezione rettangolare		$b_w =$	40	cm
			H =	16	cm
			copriferro =		4 cm
			altezza utile d =		12 cm
SOLLECITAZIONE TAGLIANTE			Taglio $V_{Ed} =$		557 kg
			Sforzo normale =		0 kg
			$\sigma_{cp} =$	0,000	kg/cmq
ARMATURA LONGITUDINALE					
	Barre $\Phi =$	12	Numero =	3	$A_{sl} =$ 3,39 cm ²
PARAMETRI PER IL CALCOLO DI V_{Rd}					
$k =$	2,29	<	2	NON VERIFICATO	
k assunto nel calcolo =			2,00		
$\rho_l =$	0,007069	<	0,02	VERIFICATO	
ρ_l assunto nel calcolo =			0,007069		
$\sigma_{cp} =$	0,000	MPa	<	$0,2 * f_{cd} =$	3,40 VERIFICATO
σ_{cp} assunto nel calcolo =			0,00	MPa	
$v_{min} =$	5,42	kg/cmq			
TAGLIO RESISTENTE V_{Rd} (max fra V_{Rd1} e V_{Rd2} - vedi 4.1.2.3.5.1 NTC2018)					
$V_{Rd1} =$	3.189	kg			
$V_{Rd2} =$	2.603	kg			
$V_{Rd} =$	3.189	>	V_{Ed}	=	557 VERIFICATO

8.1.BIS. PARTICOLARE DI COPERTURA ZONA CAMINO

8.1.1 Analisi dei Carichi

Carichi Permanenti in copertura zona falde

Guaina di impermeabilizzazione

$$30 \text{ daN/m}^2 = 0,0030 \text{ daN/cm}^2$$

Copertura in coppi

$$80 \text{ daN/m}^2 = 0,0080 \text{ daN/cm}^2$$

$$= 0,0110 \text{ daN/cm}^2$$



Sovraccarico neve zona falde

$$q_s = 1.5 \times 0.8 \times 1.00 \times 1.00 = 1.2 \text{ KN/m}^2 = 120 \text{ daN/m}^2 = 0,0120 \text{ daN/cm}^2$$

Sovraccarico elemento Camino

$$P_{\text{Muratura}} = 1900 \times 0.15 \times 1.00 \times 0.775 \times 4 = 900 \text{ daN}$$

$$P_{\text{Capellotto}} = 200 \text{ daN}$$

$$= 1100 \text{ daN}$$

$$S_{\text{superficie}} = (100 \times 100) - (70 \times 70) = 5100 \text{ cm}^2$$

$$Q = (1100 / 5100) + 0,0110 = 0,216 + 0,0110 = 0,227 \text{ daN/cm}^2$$

8.1.2 Schema Strutturale

Solido

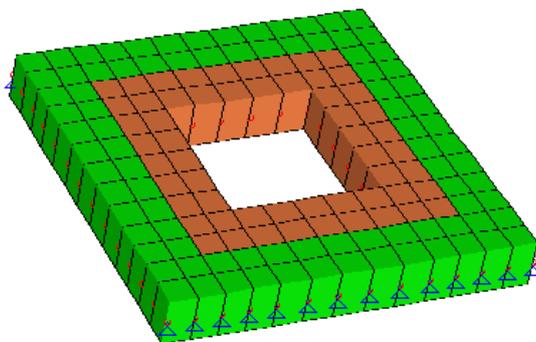


Diagramma Fy [daN]

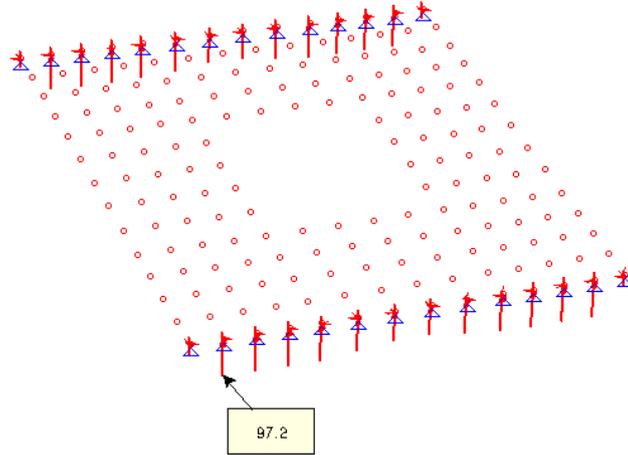
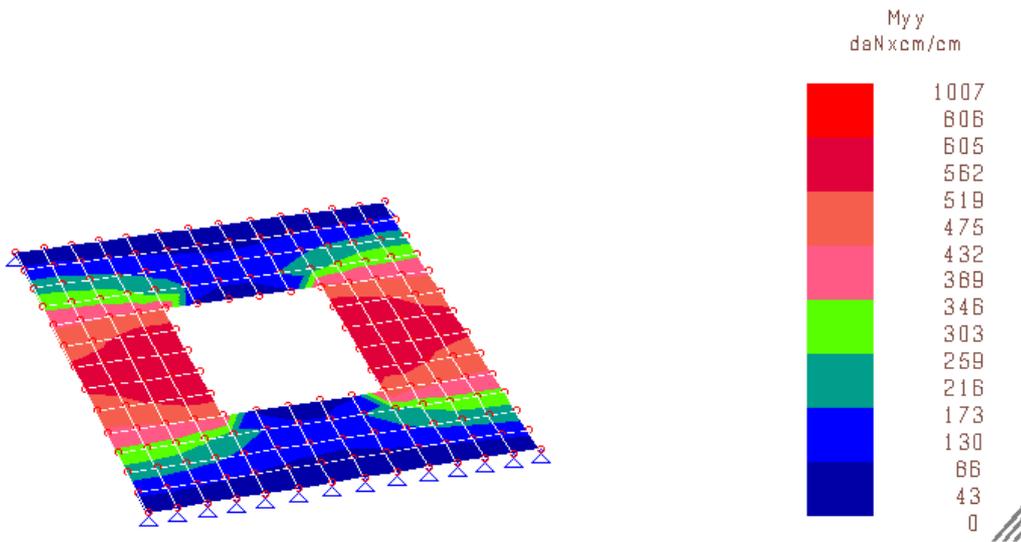


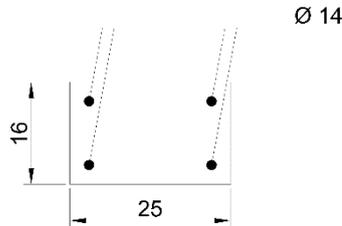
Diagramma Mz [daN.cm / cm]



$Mz = 1007 \times 25 = 25175 \text{ daN.cm}$



8.1.3 Verifiche Strutturali



Verifica C.A. S.L.U. - File: Camino

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: Camino

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 4 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	25	0
3	25	16
4	0	16

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	1,54	4	4
2	1,54	21	4
3	1,54	4	12
4	1,54	21	12

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

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

Tipologia flessione:
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali:

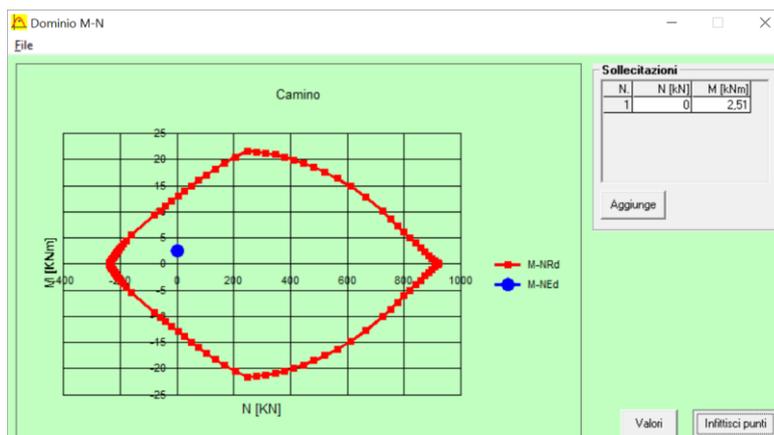
Proprietà	B450C	C30/37
ϵ_{su}	67,5 ‰	2 ‰
f_{yd}	391,3 N/mm²	3,5 ‰
E_s	200.000 N/mm²	17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd} 0,8
ϵ_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 11,5
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co} 0,6933
		τ_{c1} 2,029

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

Tipologia rottura:
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 12,81 kN m

σ_c -17 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 7,519 ‰
 d 12 cm
 x 3,812 x/d 0,3176
 δ 0,837





8.1.4 Verifica al Taglio

VERIFICA A TAGLIO (elementi senza armatura trasversali resistenti a taglio)					
MATERIALI	Calcestruzzo	C30/37	$f_{ck} =$	300	kg/cmq
			$f_{cd} =$	170	kg/cmq
			$\gamma_c =$	1,50	
	Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4500	kg/cmq
			$f_{yd} =$	3913	kg/cmq
SEZIONE	Sezione rettangolare		$b_w =$	25	cm
			H =	16	cm
			copriferro =	4	cm
			altezza utile d =	12	cm
SOLLECITAZIONE TAGLIANTE			Taglio $V_{Ed} =$	100	kg
			Sforzo normale =	0	kg
			$\sigma_{cp} =$	0,000	kg/cmq
ARMATURA LONGITUDINALE					
	Barre $\Phi =$	14	Numero =	4	$A_{sl} =$ 6,16 cm ²
PARAMETRI PER IL CALCOLO DI V_{Rd}					
$k =$	2,29	<	2	NON VERIFICATO	
k assunto nel calcolo =	2,00				
$\rho_l =$	0,020525	<	0,02	NON VERIFICATO	
ρ_l assunto nel calcolo =	0,020000				
$\sigma_{cp} =$	0,000	MPa	<	$0,2 * f_{cd} =$	3,40 VERIFICATO
σ_{cp} assunto nel calcolo =	0,00 MPa				
$v_{min} =$	5,42	kg/cmq			
TAGLIO RESISTENTE V_{Rd} (max fra V_{Rd1} e V_{Rd2} - vedi 4.1.2.3.5.1 NTC2018)					
$V_{Rd1} =$	2.819	kg			
$V_{Rd2} =$	1.627	kg			
$V_{Rd} =$	2.819	>	V_{Ed}	=	100 VERIFICATO



8.2 TRAVE DI COLMO

8.2.1 Sollecitazioni

Diagramma Fx [daN]

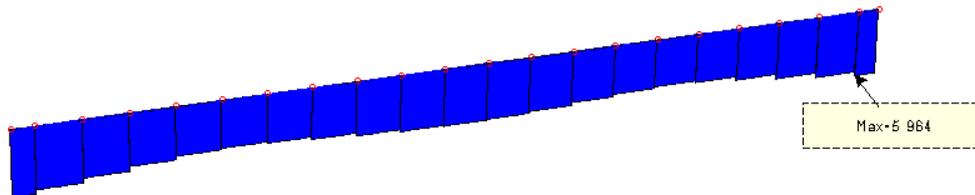


Diagramma Fy [daN]

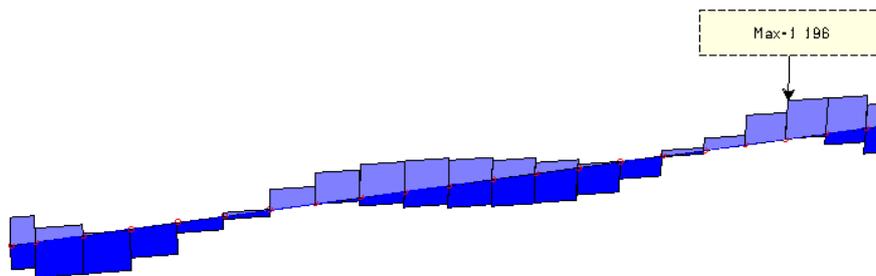
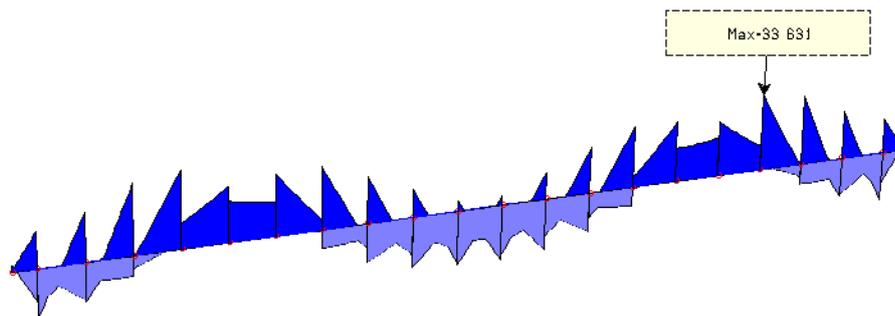
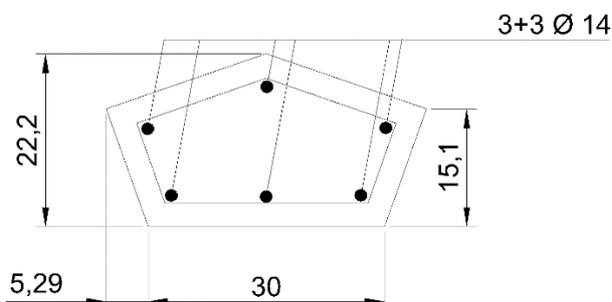


Diagramma Mz [daN.cm]





8.2.2 Verifiche Disposizioni Costruttive



VERIFICA DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE (NTC2008 - par. 7.4.6)						
TRAVI						
Calcestruzzo f_{ck} =	30 MPa					
Acciaio f_{yk} =	450 MPa					
Sezione b =	30 cm					
h =	30 cm					
Armatura tesa	Barre Φ =	14	n barre =	3	A_s =	462 mmq
Armatura compressa	Barre Φ =	14	n barre =	3	A_s' =	462 mmq
Classe di duttilità	A					
Larghezza $b > 20$ cm	Verificato					
Rapporto $b/h > 0,25$	Verificato					
Estensione zona critica =	45 cm					
Barre logitudinali > 14 mm	Verificato					
% armatura tesa ρ =	0,005131					
% armatura compressa ρ_{comp}	0,005131					
Verifica percentuali di armatura:	$1,4/f_{yk} \leq$	ρ	\leq	$\rho_{comp} + 3,5/f_{yk}$		
	Verificato		Verificato			
$\rho_{comp} \geq 1/2 \rho$	Verificato (Per le sole zone critiche)					
Verifica limitazioni armatura trasversale						
Staffatura zone critiche:	staffe Φ	8	passo =	7 cm		
	Passo staffe $< 1/4 h$	Verificato				
	Passo staffe $<$	17,5 cm	Verificato			
	Passo staffe $<$	6 Φ_{long}	Verificato			
	Passo staffe $< 24 \Phi_{tras}$		Verificato			



8.2.3 Verifiche Strutturali

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave di Colmo

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Trave di Colmo

N* Vertici: 5 Zoom N* barre: 6 Zoom

N*	x [cm]	y [cm]
1	-15	0
2	-20,3	15,1
3	0	22,2
4	20,3	15,1
5	15	0

N*	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	1,54	0	4
2	1,54	-12	4
3	1,54	-15	12
4	1,54	0	18
5	1,54	15	12
6	1,54	12	4

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 3,36 kNm
M_{yEd} 0

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

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

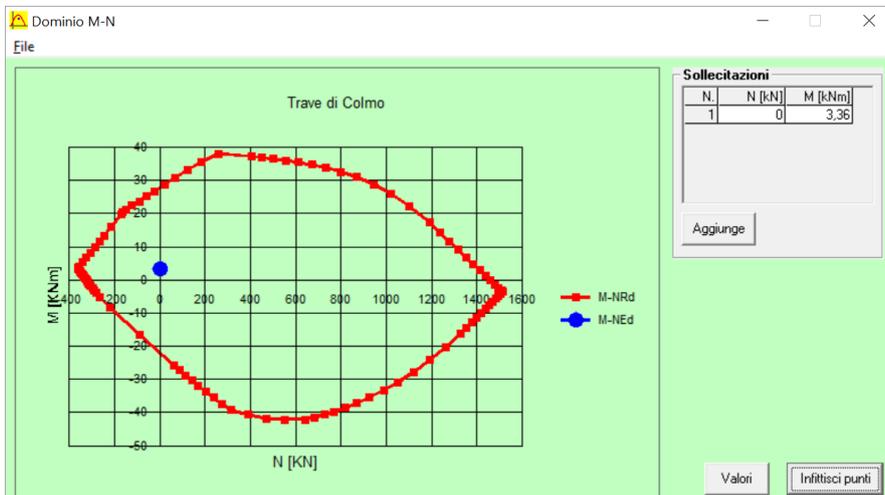
Tipo flessione
Retta Deviata

Materiali
B450C C30/37

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 11,5 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6933
τ_{c1} 2,029

M_{xRd} -22,07 kN m
σ_c -17 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 11,97 ‰
d 18 cm
x 4,074 x/d 0,2263
δ 0,7229

N* rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
Precompresso





8.2.4 Verifica al Taglio

VERIFICA A TAGLIO (elementi trave con armatura trasversale resistente a taglio)						
MATERIALI		Calcestruzzo	c30/37	$f_{ck} =$	300	kg/cmq
				$f_{cd} =$	170	kg/cmq
		Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4500	kg/cmq
				$f_{yd} =$	3913	kg/cmq
SEZIONE		Sezione rettangolare		$B =$	30	cm
				$H =$	30	cm
				copriferro =	4	cm
				altezza utile $d =$	26	cm
SOLLECITAZIONE TAGLIANTE				Taglio $V_{Ed} =$	1196	kg
				Sforzo normale =	5964	kg
				$\sigma_{cp} =$	7	kg/cmq
				$\alpha_c =$	1,04	
ANGOLO θ (inclinazione bielle compresse)				$\theta =$	45	°
ANGOLO α inclinazione armatura trasversale)				$\alpha =$	90	°
ARMATURA TRASVERSALE				Diametro $\Phi =$	8	mm
				Passo =	20,0	cm
				Bracci =	2	
				$A_{sw} =$	1,0	cmq
				$A_{st,min} =$	450,0	mmq/m
				$A_{st,eff} =$	502,64	mmq/m
				$A_{st,min} < A_{st,eff}$	VERIFICATO	
				Passo staffe $< 0,8d$	VERIFICATO	
				Passo staffe $< 33cm$	VERIFICATO	
TAGLIO RESISTENTE ARMATURA				$VR_{sd} =$	4.602,43	kg
TAGLIO RESISTENTE CALCESTRUZZO				$VR_{cd} =$	25.723,29	kg
Minimo Taglio Resistente				$VR_d =$	4.602,43	kg
Verifica		$VR_d =$	4.602	>	$VE_d =$	1.196 VERIFICATO



8.3 CANTONALI

8.3.1 Sollecitazioni

Diagramma Fx [daN]

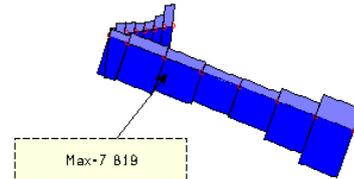
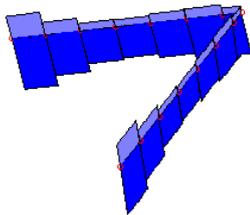


Diagramma Fy [daN]

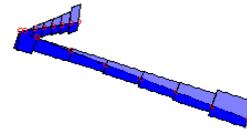
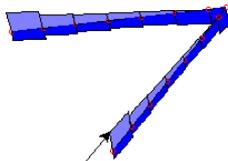
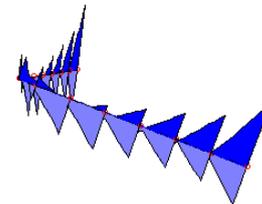
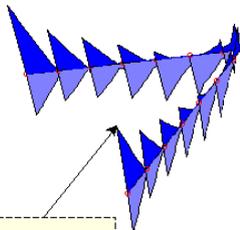
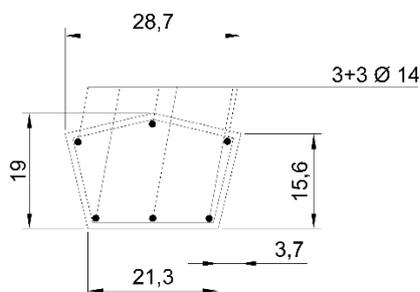


Diagramma Mz [daN.cm]





8.3.2 Verifiche Disposizioni Costruttive



VERIFICA DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE (NTC2008 - par. 7.4.6)					
TRAVI					
Calcestruzzo fck =		30	MPa		
Acciaio fyk =		450	MPa		
Sezione b =		25	cm		
	h =	20	cm		
Armatura tesa	Barre Φ =	14	n barre =	3	As = 462 mmq
Armatura compressa	Barre Φ =	14	n barre =	3	A's = 462 mmq
Classe di duttilità		A			
Larghezza b > 20 cm		Verificato			
Rapporto b/h > 0,25		Verificato			
Estensione zona critica =		30	cm		
Barre logitudinali >14mm		Verificato			
% armatura tesa	ρ =	0,009236			
% armatura compressa	ρ_{comp}	0,009236			
Verifica percentuali di armatura:	$1,4/f_{yk} \leq$	ρ	$\leq \rho_{comp} + 3,5/f_{yk}$		
		Verificato	Verificato		
$\rho_{comp} \geq 1/2 \rho$		Verificato	(Per le sole zone critiche)		
Verifica limitazioni armatura trasversale					
Staffatura zone critiche:	staffe Φ	8	passo =	5	cm
	Passo staffe < 1/4 h	Verificato			
	Passo staffe <	17,5	cm	Verificato	
	Passo staffe <	6	Φ_{long}	Verificato	
	Passo staffe < 24 Φ_{tras}			Verificato	

8.3.3 Verifiche Strutturali

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave Cantonale Larga --

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Trave Cantonale Larga --

N° Vertici: 5 Zoom N° barre: 6 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-10,65	0
2	-14,3	15,6
3	0	19
4	14,3	15,6
5	10,65	0

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	1,54	0	4
2	1,54	-6,65	4
3	1,54	-10,3	13,6
4	1,54	0	15
5	1,54	10,3	13,6
6	1,54	6,65	4

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 5,63 kNm
M_{yEd} 0

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

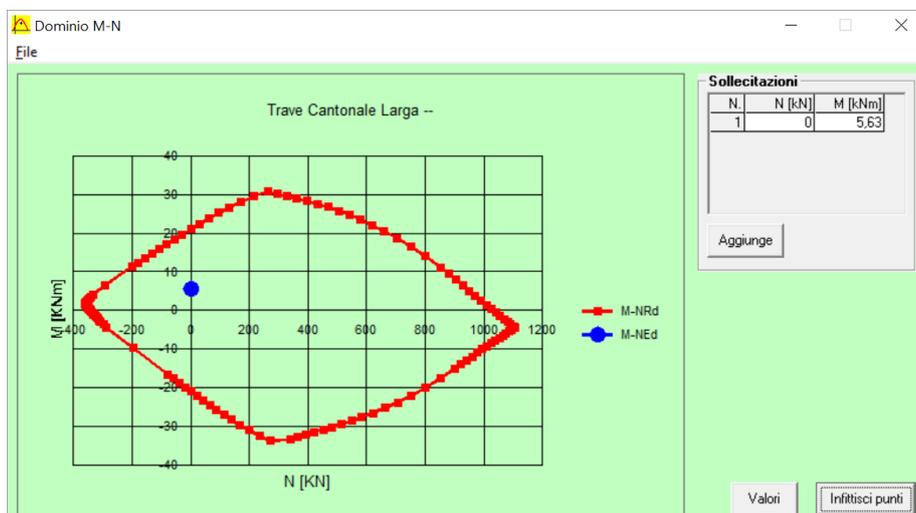
Materiali
B450C C30/37
ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 17 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 11,5 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6933
τ_{c1} 2,029

M_{xRd} -21,09 kN m
σ_c -17 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 7,965 ‰
d 15 cm
x 4,579 x/d 0,3053
δ 0,8216

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ 0 cm Col. modello
 Precompresso





8.3.4 Verifica al Taglio

VERIFICA A TAGLIO (elementi trave con armatura trasversale resistente a taglio)						
MATERIALI		Calcestruzzo	c30/37	$f_{ck} =$	300	kg/cm ²
				$f_{cd} =$	170	kg/cm ²
		Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4500	kg/cm ²
				$f_{yd} =$	3913	kg/cm ²
SEZIONE		Sezione rettangolare		$B =$	25	cm
				$H =$	20	cm
				copriferro =	4	cm
				altezza utile $d =$	16	cm
SOLLECITAZIONE TAGLIANTE				Taglio $V_{Ed} =$	1046	kg
				Sforzo normale =	7819	kg
				$\sigma_{cp} =$	16	kg/cm ²
				$\alpha_c =$	1,09	
ANGOLO θ (inclinazione bielle compresse)				$\theta =$	45	°
ANGOLO α inclinazione armatura trasversale)				$\alpha =$	90	°
ARMATURA TRASVERSALE				Diametro $\Phi =$	8	mm
				Passo =	10,0	cm
				Bracci =	2	
				$A_{sw} =$	1,0	cm ²
				$A_{st,min} =$	375,0	mm ² /m
				$A_{st,eff} =$	1005,28	mm ² /m
				$A_{st,min} < A_{st,eff}$	VERIFICATO	
				Passo staffe $< 0,8d$	VERIFICATO	
				Passo staffe $< 33cm$	VERIFICATO	
TAGLIO RESISTENTE ARMATURA				$VR_{sd} =$	5.664,53	kg
TAGLIO RESISTENTE CALCESTRUZZO				$VR_{cd} =$	13.864,45	kg
Minimo Taglio Resistente				$VR_d =$	5.664,53	kg
Verifica		VR_d =	5.665	>	VE_d =	1.046 VERIFICATO



8.4 GRONDE

8.4.1 Sollecitazioni

Diagramma Fy [daN]

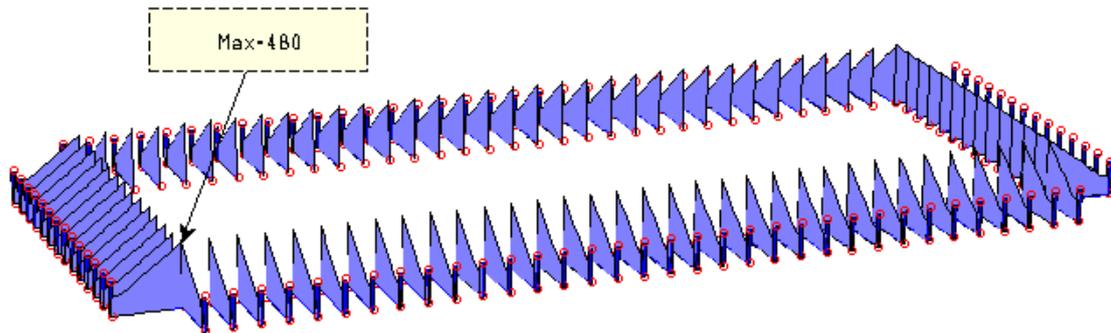
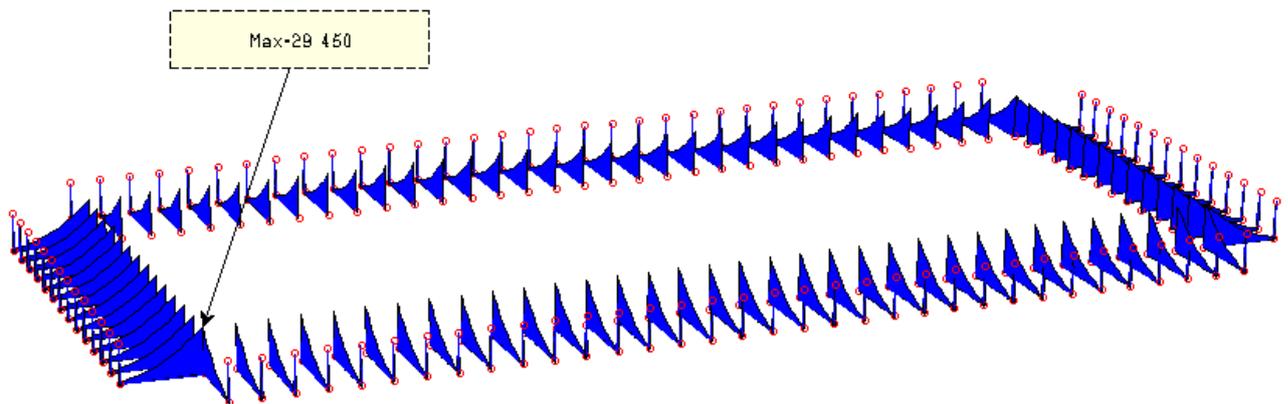
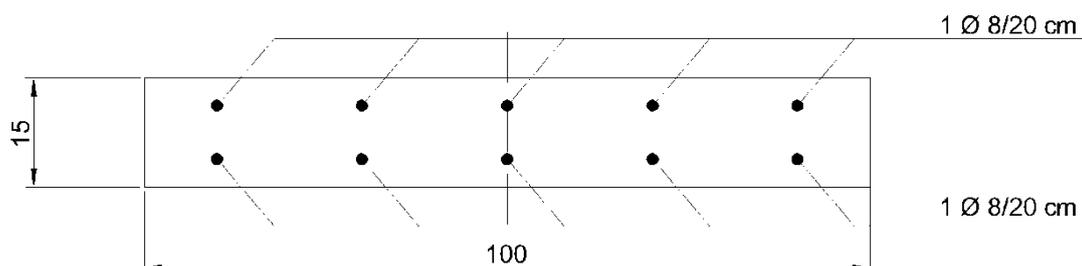


Diagramma Mz [daN.cm]



8.4.2 Verifiche Disposizioni Costruttive





8.4.3 Verifiche Strutturali

$$M = 2,94 / 0,40 = 7,35 \text{ KNm}$$

Verifica C.A. S.L.U. - File: Gronda

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: **Gronda**

N° Vertici: Zoom N° barre: Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	100	0
3	100	15
4	0	15

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0,5	10	5
2	0,5	30	5
3	0,5	50	5
4	0,5	70	5
5	0,5	90	5
6	0,5	10	10

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ cm Col. modello

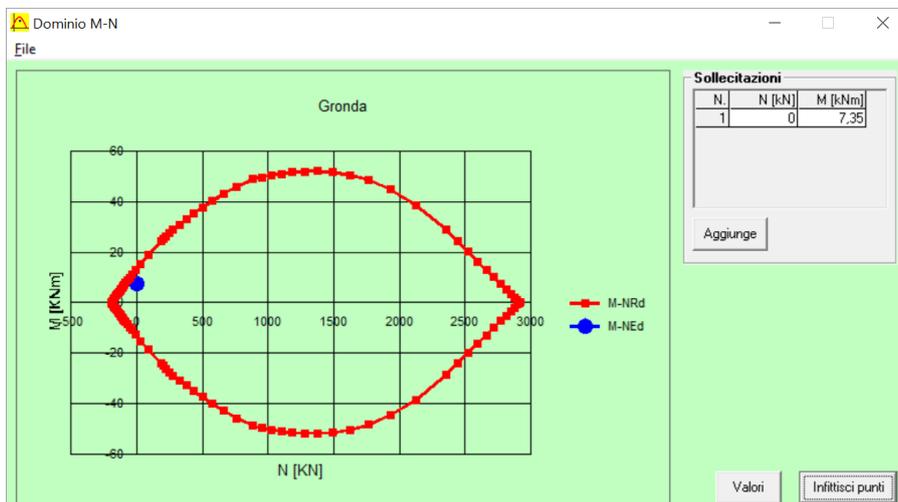
Precompresso

Materiali

B450C		C32/40	
ε _{su}	67,5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391,3 N/mm²	ε _{cu}	3,5 ‰
E _s	200.000 N/mm²	f _{cd}	18,13
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0,8
ε _{syd}	1,957 ‰	σ _{c,adm}	12,25
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0,7333
		τ _{c1}	2,114

M_{xRd} kNm

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ





8.4.4 Verifica al Taglio

$$T = 480 \times 2,5 = 1200 \text{ daN}$$

VERIFICA A TAGLIO (elementi senza armatura trasversali resistenti a taglio)						
MATERIALI	Calcestruzzo		C32/40	$f_{ck} =$	320	kg/cm ^q
				$f_{cd} =$	181	kg/cm ^q
				$\gamma_c =$	1,50	
	Acciaio		B450C	$f_{yk} =$	4500	kg/cm ^q
				$f_{yd} =$	3913	kg/cm ^q
SEZIONE	Sezione rettangolare			$b_w =$	100	cm
				H =	15	cm
				copriferro =		5 cm
				altezza utile d =		10 cm
SOLLECITAZIONE TAGLIANTE				Taglio $V_{Ed} =$		1200 kg
				Sforzo normale =		0 kg
				$\sigma_{cp} =$	0,000	kg/cm ^q
ARMATURA LONGITUDINALE						
	Barre $\Phi =$	8	Numero =	10	$A_{sl} =$	5,03 cm ²
PARAMETRI PER IL CALCOLO DI V_{Rd}						
$k =$	2,41	<	2	NON VERIFICATO		
k assunto nel calcolo =			2,00			
$\rho_l =$	0,005027	<	0,02	VERIFICATO		
ρ_l assunto nel calcolo =			0,005027			
$\sigma_{cp} =$	0,000	MPa	<	$0,2 * f_{cd} =$	3,63	VERIFICATO
σ_{cp} assunto nel calcolo =			0,00	MPa		
$v_{min} =$	5,60	kg/cm ^q				
TAGLIO RESISTENTE V_{Rd} (max fra V_{Rd1} e V_{Rd2} - vedi 4.1.2.3.5.1 NTC2018)						
$V_{Rd1} =$	6.058	kg				
$V_{Rd2} =$	5.600	kg				
$V_{Rd} =$	6.058	>	V_{Ed}	=	1.200	VERIFICATO

8.5 TRAVE DI BORDO

8.5.1 Sollecitazioni

Diagramma Fy [dN]

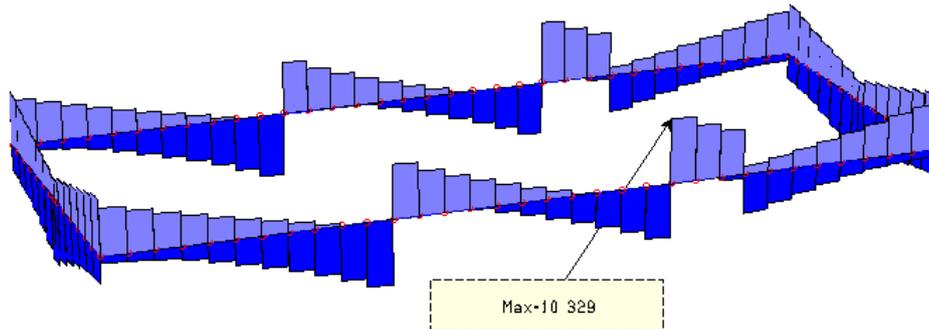
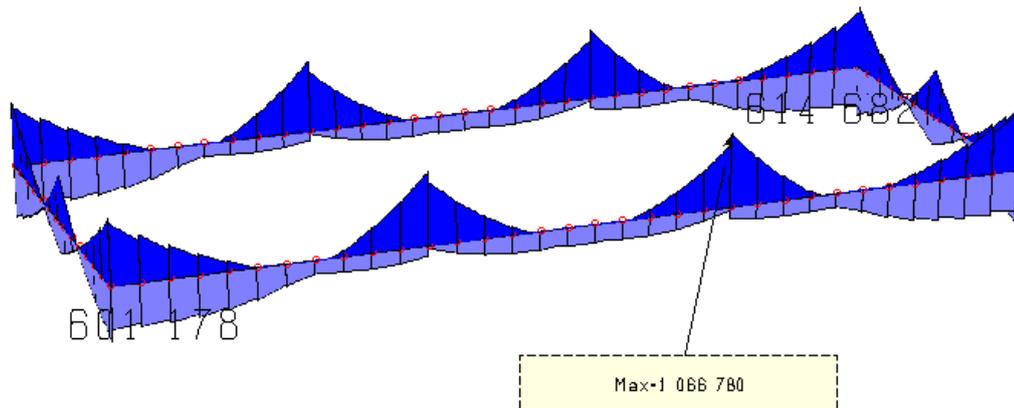
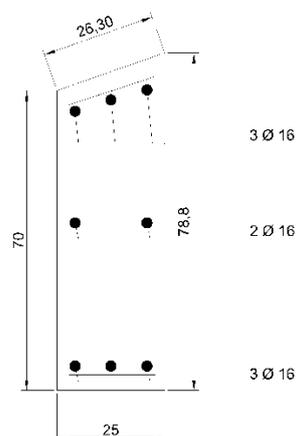


Diagramma Mz [dN.cm]



8.5.2 Verifiche Disposizioni Costruttive





VERIFICA DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE (NTC2008 - par. 7.4.6)						
TRAVI						
Calcestruzzo	$f_{ck} =$	30	MPa			
Acciaio	$f_{yk} =$	450	MPa			
Sezione	$b =$	25	cm			
	$h =$	70	cm			
Armatura tesa	Barre $\Phi =$	16		n barre =	3	$A_s =$ 603 mmq
Armatura compressa	Barre $\Phi =$	16		n barre =	3	$A'_s =$ 603 mmq
Classe di duttilità		A				
Larghezza $b > 20$ cm		Verificato				
Rapporto $b/h > 0,25$		Verificato				
Estensione zona critica =		105	cm			
Barre logitudinali > 14 mm		Verificato				
% armatura tesa	$\rho =$	0,003447				
% armatura compressa	$\rho_{comp} =$	0,003447				
Verifica percentuali di armatura:	$1,4/f_{yk} \leq$	ρ		$\leq \rho_{comp} + 3,5/f_{yk}$		
		Verificato		Verificato		
$\rho_{comp} \geq 1/2 \rho$		Verificato	(Per le sole zone critiche)			
Verifica limitazioni armatura trasversale						
Staffatura zone critiche:	staffe Φ	10		passo =	8	cm
	Passo staffe $< 1/4 h$	Verificato				
	Passo staffe $<$	17,5	cm	Verificato		
	Passo staffe $<$	6	Φ_{long}	Verificato		
	Passo staffe $< 24 \Phi_{tras}$			Verificato		



8.5.3 Verifiche Strutturali

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave di Bordo

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: **Trave di Bordo**

N* Vertici: Zoom N* barre: Zoom

N*	x [cm]	y [cm]
1	-12,5	0
2	-12,5	70
3	12,5	78,8
4	12,5	0

N*	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2,01	8,5	4
2	2,01	-8,5	4
3	2,01	0	4
4	2,01	-8,5	40
5	2,01	8,5	40
6	2,01	-8,5	66

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N* rett.

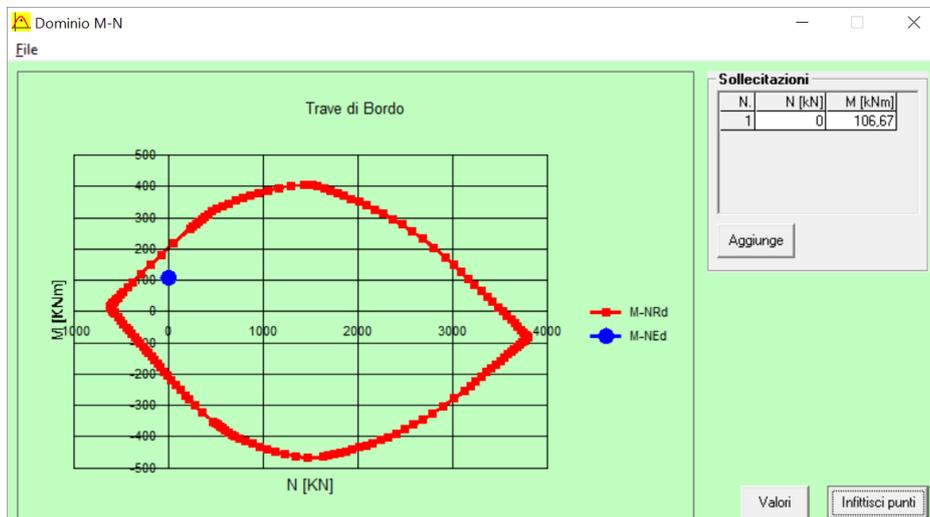
Calcola MRd L₀ cm

Precompresso

Materiali: **B450C** **C30/37**

ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} ‰
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
τ_{c1} ‰

M_{xRd} kN m
σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ





8.5.4 Verifica al Taglio

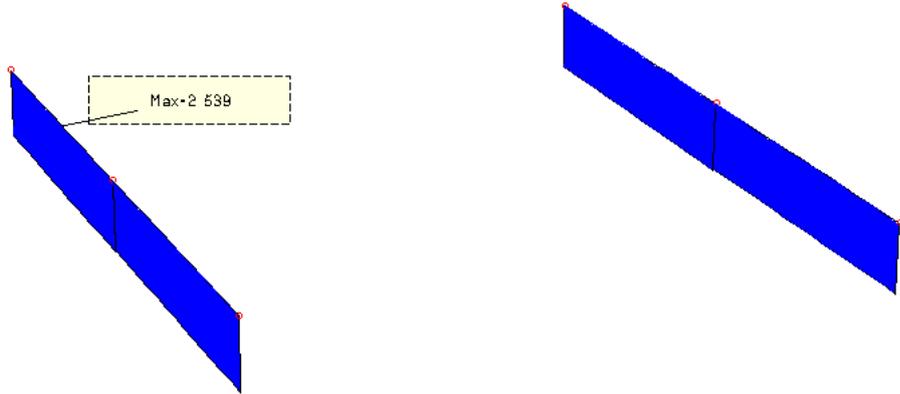
VERIFICA A TAGLIO (elementi trave con armatura trasversale resistente a taglio)						
MATERIALI		Calcestruzzo	c30/37	$f_{ck} =$	300	kg/cm ²
				$f_{cd} =$	170	kg/cm ²
		Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4500	kg/cm ²
				$f_{yd} =$	3913	kg/cm ²
SEZIONE		Sezione rettangolare		$B =$	25	cm
				$H =$	70	cm
				copriferro =	4	cm
				altezza utile $d =$	66	cm
SOLLECITAZIONE TAGLIANTE				Taglio $V_{Ed} =$	10329	kg
				Sforzo normale =	0	kg
				$\sigma_{cp} =$	0	kg/cm ²
				$\alpha_c =$	1,00	
ANGOLO θ (inclinazione bielle compresse)				$\theta =$	45	°
ANGOLO α inclinazione armatura trasversale)				$\alpha =$	90	°
ARMATURA TRASVERSALE				Diametro $\Phi =$	10	mm
				Passo =	25,0	cm
				Bracci =	2	
				$A_{sw} =$	1,6	cm ²
				$A_{st,min} =$	375,0	mm ² /m
				$A_{st,eff} =$	628,3	mm ² /m
				$A_{st,min} < A_{st,eff}$	VERIFICATO	
				Passo staffe $< 0,8d$	VERIFICATO	
				Passo staffe $< 33cm$	VERIFICATO	
TAGLIO RESISTENTE ARMATURA				$VR_{sd} =$	14.603,88	kg
TAGLIO RESISTENTE CALCESTRUZZO				$VR_{cd} =$	52.373,13	kg
Minimo Taglio Resistente				$VR_d =$	14.603,88	kg
Verifica		$VR_d =$	14.604	>	$VE_d =$	10.329
						VERIFICATO



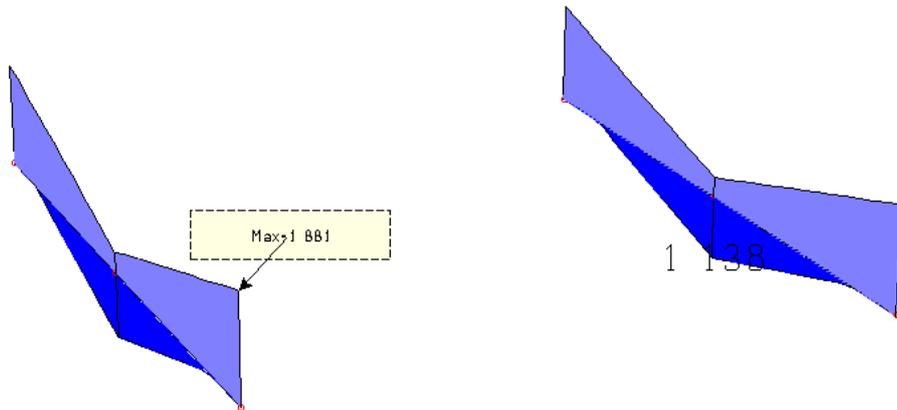
8.6 CATENE

8.6.1. Sollecitazioni

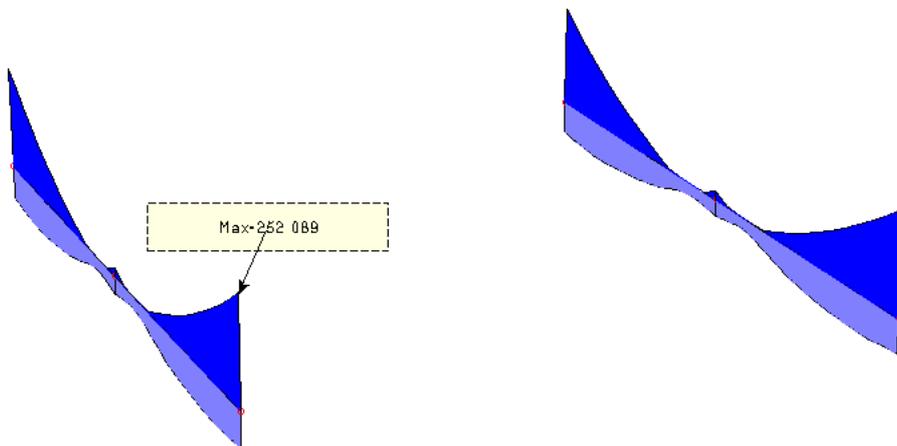
Fx [daN]



Fy [daN]

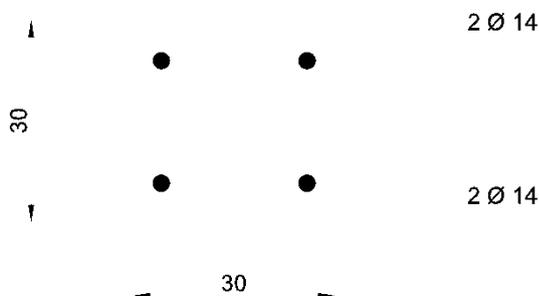


Mz [daN.cm]





8.6.2. Verifiche Disposizioni Costruttive



VERIFICA DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE (NTC2008 - par. 7.4.6)							
TRAVI							
Calcestruzzo fck =	30	MPa					
Acciaio fyk =	450	MPa					
Sezione b =	30	cm					
h =	30	cm					
Armatura tesa Barre Φ =	14	n barre =	2	As =	308	mmq	
Armatura compressa Barre Φ =	14	n barre =	2	A's =	308	mmq	
Classe di duttilità	A						
Larghezza b > 20 cm		Verificato					
Rapporto b/h > 0,25		Verificato					
Estensione zona critica =	45	cm					
Barre logitudinali >14mm		Verificato					
% armatura tesa ρ =	0,003421						
% armatura compressa ρ_{comp}	0,003421						
Verifica percentuali di armatura:	$1,4/f_{yk} \leq \rho$		ρ	$\leq \rho_{comp} + 3,5/f_{yk}$			
		Verificato		Verificato			
$\rho_{comp} \geq 1/2 \rho$		Verificato	(Per le sole zone critiche)				
Verifica limitazioni armatura trasversale							
Staffatura zone critiche:	staffe Φ	8	passo =	7	cm		
	Passo staffe < 1/4 h	Verificato					
	Passo staffe <	17,5	cm	Verificato			
	Passo staffe <	6	Φ_{long}	Verificato			
	Passo staffe < 24 Φ_{tras}			Verificato			



8.6.3. Verifiche Strutturali

Verifica C.A. S.L.U. - File: Catena

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: **Catena**

N° Vertici: Zoom N° barre: Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	30	0
3	30	30
4	0	30

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	1,54	4	4
2	1,54	26	4
3	1,54	26	26
4	1,54	4	26

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Materiali: B450C C30/37

ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} ‰
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ σ_{c,adm} ‰
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
τ_{c1} ‰

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

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

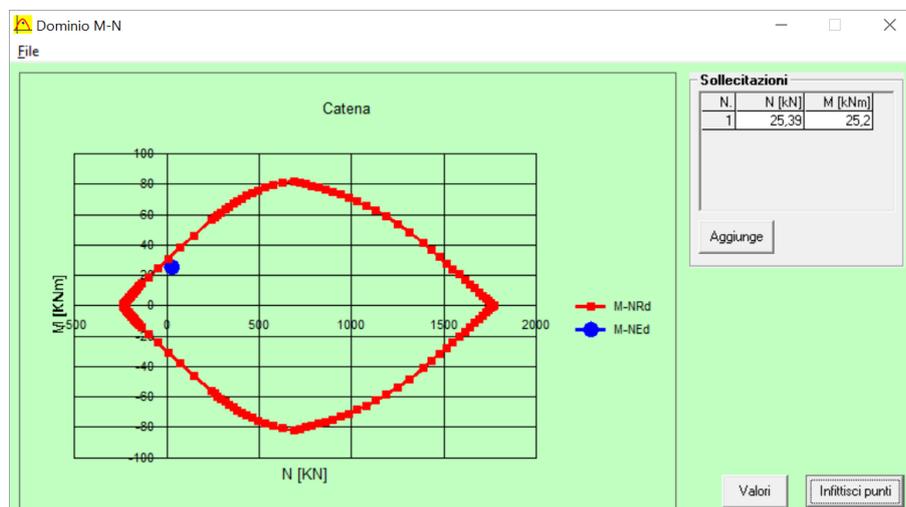
Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ cm Col. modello

Precompresso





8.6.4. Verifica al Taglio

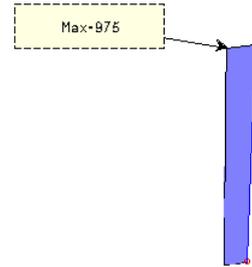
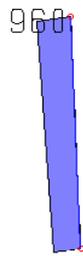
VERIFICA A TAGLIO (elementi trave con armatura trasversale resistente a taglio)						
MATERIALI		Calcestruzzo	c30/37	$f_{ck} =$	300	kg/cmq
				$f_{cd} =$	170	kg/cmq
		Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4500	kg/cmq
				$f_{yd} =$	3913	kg/cmq
SEZIONE		Sezione rettangolare		$B =$	30	cm
				$H =$	30	cm
				copriferro =	4	cm
				altezza utile $d =$	26	cm
SOLLECITAZIONE TAGLIANTE				Taglio $V_{Ed} =$	1881	kg
				Sforzo normale =	2539	kg
				$\sigma_{cp} =$	3	kg/cmq
				$\alpha_c =$	1,02	
ANGOLO θ (inclinazione bielle compresse)				$\theta =$	45	°
ANGOLO α (inclinazione armatura trasversale)				$\alpha =$	90	°
ARMATURA TRASVERSALE				Diametro $\Phi =$	8	mm
				Passo =	20,0	cm
				Bracci =	2	
				$A_{sw} =$	1,0	cmq
				$A_{st,min} =$	450,0	mmq/m
				$A_{st,eff} =$	502,64	mmq/m
				$A_{st,min} < A_{st,eff}$	VERIFICATO	
				Passo staffe $< 0,8d$	VERIFICATO	
				Passo staffe $< 33cm$	VERIFICATO	
TAGLIO RESISTENTE ARMATURA				$VR_{sd} =$	4.602,43	kg
TAGLIO RESISTENTE CALCESTRUZZO				$VR_{cd} =$	25.169,06	kg
Minimo Taglio Resistente				$VR_d =$	4.602,43	kg
Verifica		$VR_d =$	4.602	>	$VE_d =$	1.881
						VERIFICATO



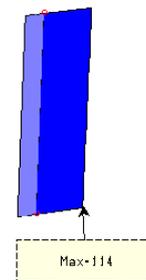
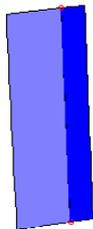
8.7 OMETTI

8.7.1 Sollecitazioni

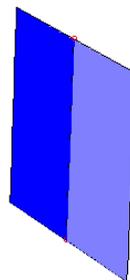
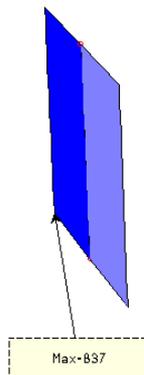
Fx [daN]



Fy [daN]



Fz [daN]





Doc. N.

Progetto
INOR

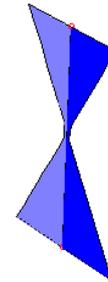
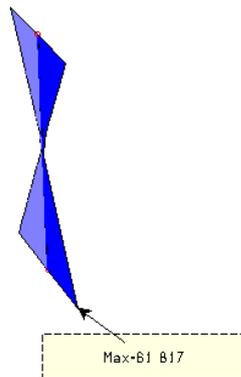
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

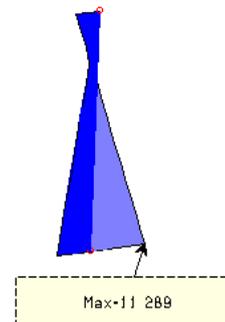
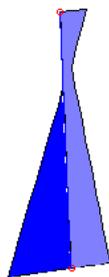
Rev.
A

Foglio
67 di 134

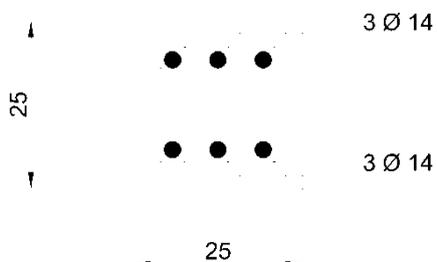
My [daNcm]



Mz [daNcm]



8.7.2 Verifiche Disposizioni Costruttive





VERIFICA DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE (NTC2008 - par. 7.4.6)					
PILASTRI					
Calcestruzzo	fck =	30 MPa	fcd =	17,0 MPa	
Acciaio	fyk =	450 MPa	fyd =	391,3 MPa	
Sezione	b =	25 cm			
	h =	25 cm		Lato minore l_{min} =	25 cm
	Copriferro	4 cm			
Armatura tesa	Barre Φ =	14	n barre =	3	As = 462 mmq
Armatura compressa	Barre Φ =	14	n barre =	3	A's = 462 mmq
Altre armature	Barre Φ =		n barre =		A''s = 0 mmq
Classe di duttilità		A			
Larghezza b > 25 cm		Verificato			
Altezza h > 25 cm		Verificato			
Altezza libera del pilastro =		120 cm			
Estensione zona critica :		Altezza della sezione		25 cm	
		1/6 altezza pilastro		20 cm	
		Dimensione minima		45 cm	
		Zona critica		45 cm	
Interasse barre < 25 cm		Int. =	8,5	<	25 cm Verificato
% armatura complessiva ρ =		0,014778			
Verifica percentuali di armatura:		1 % <=	0,014778	<= 4%	
		Verificato		Verificato	
Verifica limitazioni armatura trasversale					
Staffatura zone critiche:		staffe Φ	8	passo s =	8,0 cm
		Bracci	2	A _{st} =	1,01 cmq
		b _{st} (distanza bracci più esterni delle staffe) =			17,00 cm
a) Passo st. <= l _{min} /3 =		8,33 cm			
b) Passo staffe min =		12,5 cm			
c) Passo st <= 6 F long		8,4 cm			
Minimo fra a), b), c) =		8,33 cm			
Passo staffe <= min		Verificato			
Quantitativo min. staffe in zona critica A _{st} /s =			0,886 cm		
Quantitativo staffe in zona critica A _{st} /s =			1,257 cm		Verificato
Staffatura fuori zona critica:					
		staffe Φ	8	passo s =	15,0 cm
		Bracci	2	A _{st} =	1,01 cmq
		b _{st} (distanza bracci più esterni delle staffe) =			17,00 cm
a) Passo min 12 Φ long.		16,80 cm			
b) Passo staffe min =		25 cm			
Minimo fra a), b) =		16,80			
Passo staffe <= min		Verificato			
Diametro staffe:					
a) Φ staffe >= $\Phi_{long}/4$ =		3,5 mm			
b) Φ min staffe =		6 mm			
Verifica diametro		Verificato	cm		
Quantitativo min. staffe in zona critica A _{st} /s =			0,591 cm		
Quantitativo staffe in zona critica A _{st} /s =			0,670 cm		Verificato



8.7.3 Verifiche Strutturali

Verifica C.A. S.L.U. - File: Ometto

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: **Ometto**

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	25	0
3	25	25
4	0	25

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	1,54	4	4
2	1,54	12,5	4
3	1,54	21	4
4	1,54	4	21
5	1,54	12,5	21
6	1,54	21	21

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd}

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C **C30/37**

ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ε_{cu}

E_s N/mm² f_{cd}

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?

ε_{syd} ‰ σ_{c,adm}

σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} τ_{c1}

M_{xRd} kN m

M_{yRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_c ‰

ε_s ‰

d cm

x x/d δ

Metodo di calcolo

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

Tipo flessione

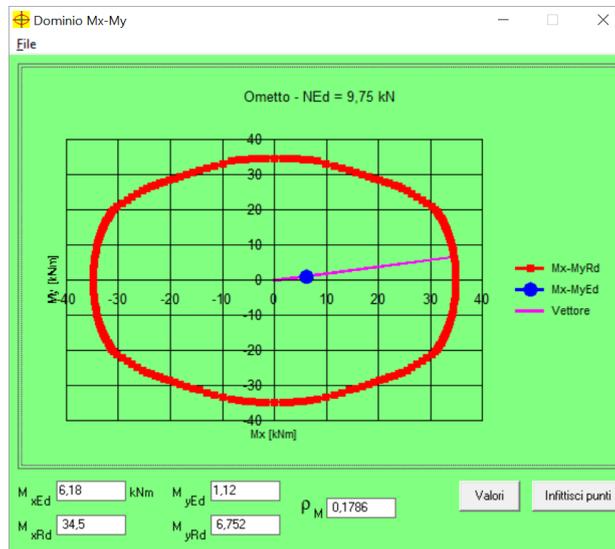
Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°

Precompresso





8.7.4 Verifica al Taglio

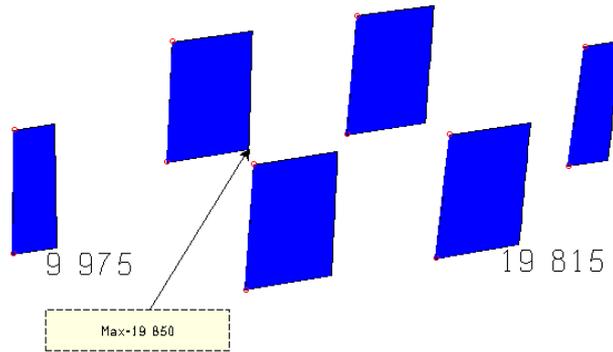
VERIFICA A TAGLIO (elementi Pilastro con armatura trasversale resistente a taglio)						
MATERIALI		Calcestruzzo	30/37	$f_{ck} =$	300	kg/cm ²
				$f_{cd} =$	170	kg/cm ²
		Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4500	kg/cm ²
				$f_{yd} =$	3913	kg/cm ²
SEZIONE		Sezione rettangolare		$B =$	25	cm
				$H =$	25	cm
				copriferro =	4	cm
				altezza utile $d =$	21	cm
SOLLECITAZIONE TAGLIANTE				Taglio $V_{Ed} =$	837	kg
				Sforzo normale =	975	kg
				$\sigma_{cp} =$	2	kg/cm ²
				$\alpha_c =$	1,01	
ANGOLO θ (inclinazione bielle compresse)				$\theta =$	45	°
ANGOLO α (inclinazione armatura trasversale)				$\alpha =$	90	°
ARMATURA TRASVERSALE				Diametro $\Phi =$	8	mm
				Passo =	15,0	cm
				Bracci =	2	
				$A_{sw} =$	1,0	cm ²
				Diametro barre longitudinali =	14,0	mm
				Passo staffe $\leq 12 \Phi$ barre long.	VERIFICATO	
				Passo staffe ≤ 25 cm	VERIFICATO	
TAGLIO RESISTENTE ARMATURA				$VR_{sd} =$	4.956,47	kg
TAGLIO RESISTENTE CALCESTRUZZO				$VR_{cd} =$	16.817,10	kg
Minimo Taglio Resistente				$VR_d =$	4.956,47	kg
Verifica		$VR_d =$	4.956	>	$V_{Ed} =$	837 VERIFICATO



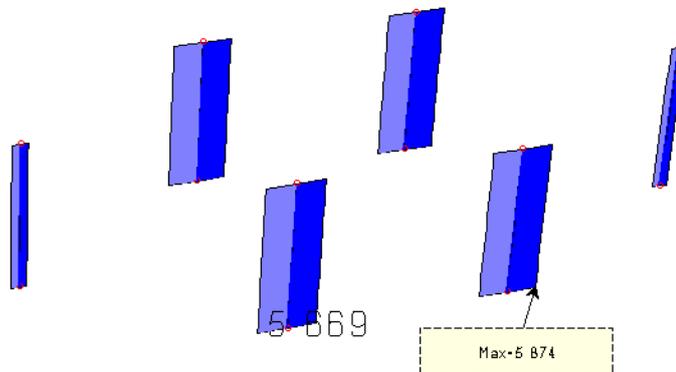
8.8. PIEDRITTI INTERMEDI

8.8.1. Sollecitazioni SLU – Statico e Dinamico

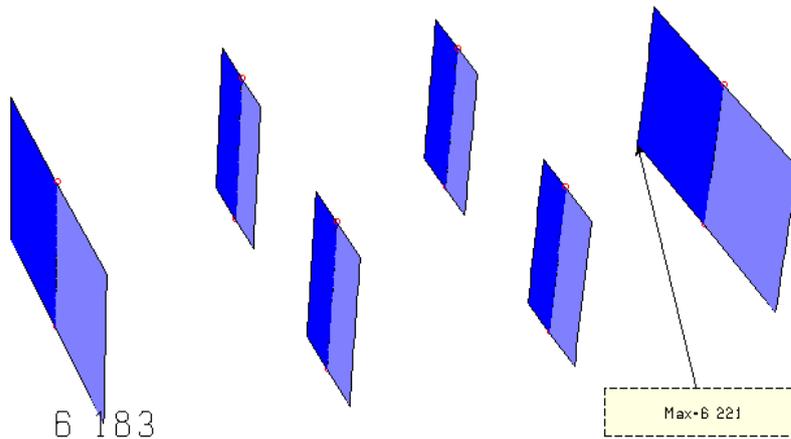
Fx [daN]



Fy [daN]



Fz [daN]





Doc. N.

Progetto
INOR

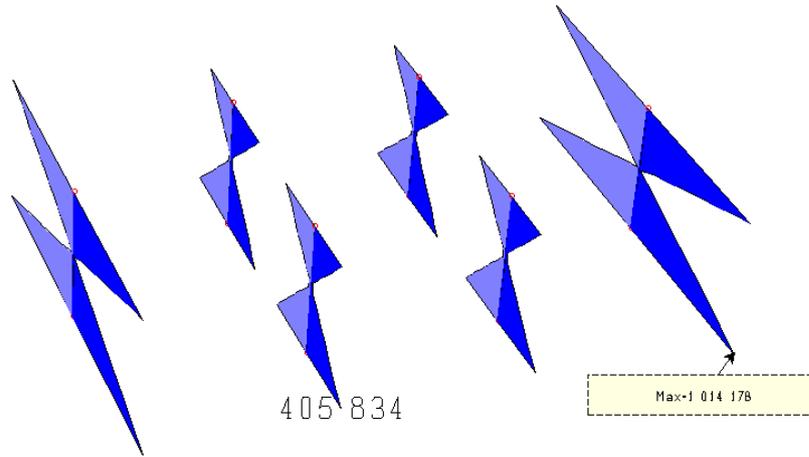
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

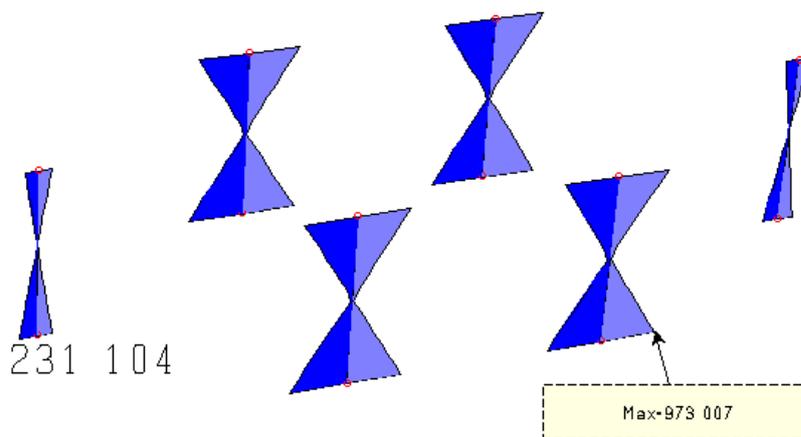
Rev.
A

Foglio
72 di 134

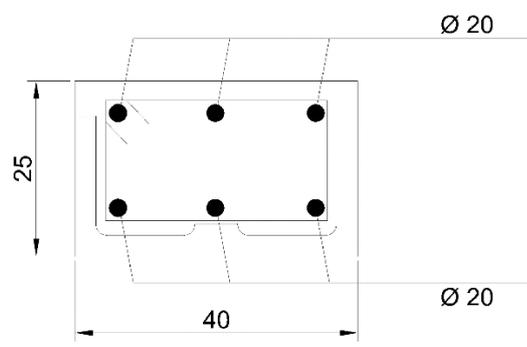
My [daNcm]



Mz [daNcm]



8.8.2. Verifiche Disposizioni Costruttive





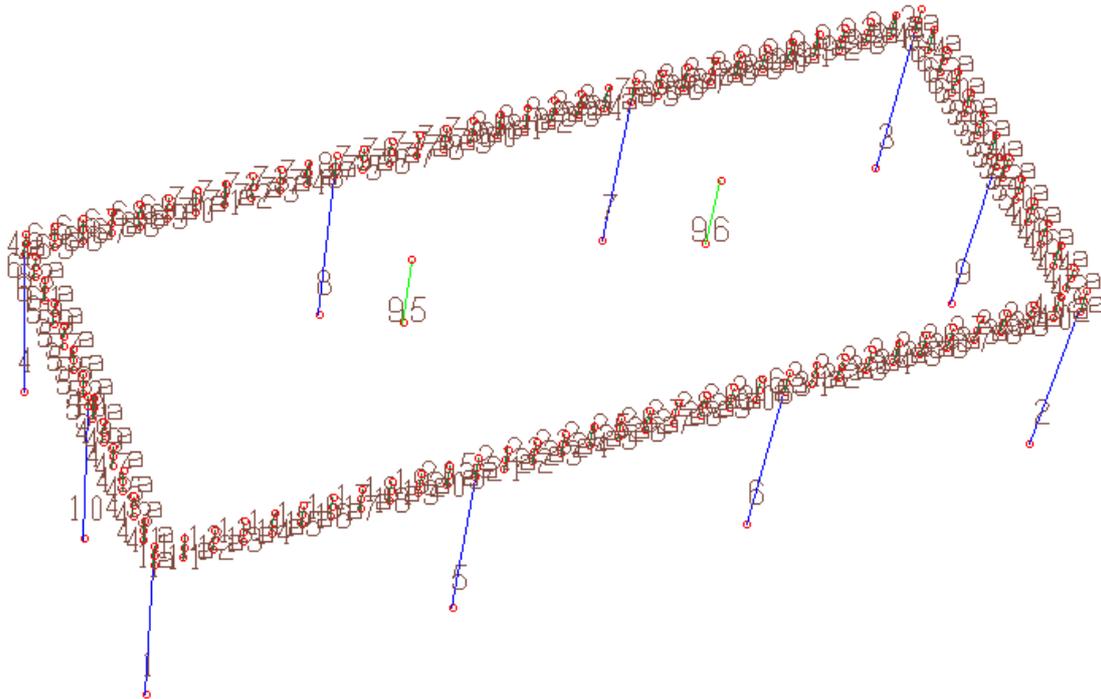
VERIFICA DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE (NTC2008 - par. 7.4.6)

PILASTRI

Calcestruzzo $f_{ck} =$	28 MPa	$f_{cd} =$	15,9 MPa		
Acciaio $f_{yk} =$	450 MPa	$f_{yd} =$	391,3 MPa		
Sezione $b =$	40 cm				
$h =$	25 cm			Lato minore $l_{min} =$	25 cm
Copriferro	5 cm				
Armatura tesa	Barre $\Phi =$ 20	n barre =	3	$A_s =$	942 mmq
Armatura compressa	Barre $\Phi =$ 20	n barre =	3	$A's =$	942 mmq
Altre armature	Barre $\Phi =$	n barre =		$A''s =$	0 mmq
Classe di duttilità	A				
Larghezza $b > 25$ cm	Verificato				
Altezza $h > 25$ cm	Verificato				
Altezza libera del pilastro =	320 cm				
Estensione zona critica :	Altezza della sezione		25 cm		
	1/6 altezza pilastro		53 cm		
	Dimensione minima		45 cm		
	Zona critica		53 cm		
Interasse barre < 25 cm	Int. =	15	$<$	25 cm	Verificato
% armatura complessiva $\rho =$	0,01885				
Verifica percentuali di armatura:	1% \leq	0,018849556	\leq	4%	
	Verificato			Verificato	
Verifica limitazioni armatura trasversale					
Staffatura zone critiche:	staffe Φ	10	passo $s =$	8,0 cm	
	Bracci	2	$A_{st} =$	1,57 cmq	
	b_{st} (distanza bracci più esterni delle staffe) =			30,00 cm	
a) Passo st. $\leq l_{min}/3 =$	8,33 cm				
b) Passo staffe min =	12,5 cm				
c) Passo st $\leq 6 F$ long	12 cm				
Minimo fra a), b), c) =	8,33 cm				
Passo staffe \leq min	Verificato				
Quantitativo min. staffe in zona critica $A_{st}/s =$		1,460 cm			
Quantitativo staffe in zona critica $A_{st}/s =$		1,963 cm		Verificato	
Staffatura fuori zona critica:	staffe Φ	10	passo $s =$	15,0 cm	
	Bracci	2	$A_{st} =$	1,57 cmq	
	b_{st} (distanza bracci più esterni delle staffe) =			30,00 cm	
a) Passo min 12Φ long.	24,00 cm				
b) Passo staffe min =	25 cm				
Minimo fra a), b) =	24,00				
Passo staffe \leq min	Verificato				
Diametro staffe:					
a) Φ staffe $\geq \Phi$ long/4 =	5 mm				
b) Φ min staffe =	6 mm				
Verifica diametro	Verificato	cm			
Quantitativo min. staffe in zona critica $A_{st}/s =$		0,973 cm			
Quantitativo staffe in zona critica $A_{st}/s =$		1,047 cm		Verificato	



8.8.3. Verifiche Strutturali





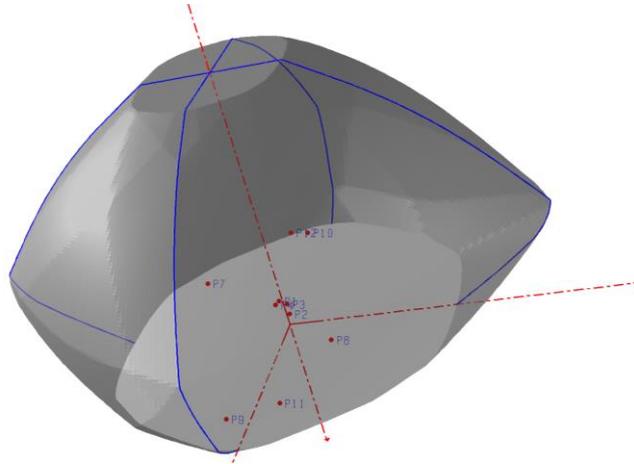
PILASTRI ESAMINATI : 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 -

**COMBINAZIONI DI CARICO STATICO
SOLLECITAZIONI PIU' GRAVOSE**

	Pilastro	Combinazione di carico	Quota	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	My [daN.m]	Mz [daN.m]
Fx-max	5, 6, 7, 8, 9, 10	1	0	-19640	96	-145	-208	-170
Fx-min	5, 6, 7, 8, 9, 10	1	0	-8965	83	0	106	0
My-max	5, 6, 7, 8, 9, 10	1	0	-19530	-119	184	216	295
My-min	5, 6, 7, 8, 9, 10	1	0	-19530	-119	-184	-295	216
Mz-max	5, 6, 7, 8, 9, 10	1	0	-19530	-119	-184	-295	216
Mz-min	5, 6, 7, 8, 9, 10	1	0	-19640	96	-145	-208	-170

**COMBINAZIONI DI CARICO DINAMICO
SOLLECITAZIONI PIU' GRAVOSE**

	Pilastro	Combinazione di carico	Quota	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	My [daN.m]	Mz [daN.m]
Fx-max	5, 6, 7, 8, 9, 10	2	0	-19615	2059	-2309	-3946	-3360
Fx-min	5, 6, 7, 8, 9, 10	2	0	-5946	1611	-1953	2272	3066
My-max	5, 6, 7, 8, 9, 10	2	0	-7710	417	6221	-725	10142
My-min	5, 6, 7, 8, 9, 10	2	0	-7710	417	-6221	-725	-10142
Mz-max	5, 6, 7, 8, 9, 10	2	0	-12799	-5874	-808	-1379	9730
Mz-min	5, 6, 7, 8, 9, 10	2	0	-12900	5838	-794	-1351	-9670



Inserimento stato di sollecitazione nel dominio 3D - Sezione1

Eleme...	Gruppo	Descrizione	N	My	Mz
1			-19640	-20800	-17000
2			-8965	10600	0
3			-19530	21600	29500
4			-19530	-29500	21600
5			-19530	-29500	21600
6			-19640	-20800	-17000
7			-19815	-394800	-336000
8			-5946	227200	306500
9			-7710	-72500	1.0142...
10			-7710	-72500	-1.0142...
11			-12799	137900	973000
12			-12900	-135100	-967000

Aggiungi

Elimina

Elimina tutto

OK

Annulla



8.8.4. Verifica al Taglio

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio da utilizzare per le verifiche ed il dimensionamento delle armature si ottengono dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore e inferiore $M_{C,Rd}$ ed inferiore $M_{C,Rd}$.

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{C,Rd}^s + M_{C,Rd}^i}{l_p}$$

$$T = 1,3 \times (6298 + 6298) / 3,2 = 5117 \text{ daN}$$

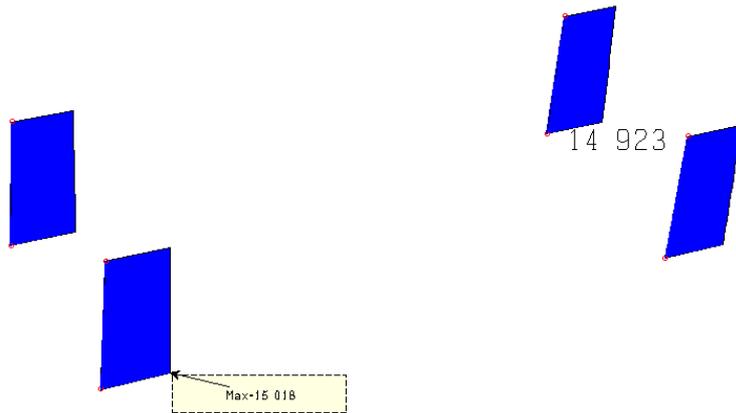
VERIFICA A TAGLIO (elementi Pilastro con armatura trasversale resistente a taglio)						
MATERIALI		Calcestruzzo	28/35	$f_{ck} =$	280	kg/cm ²
				$f_{cd} =$	159	kg/cm ²
		Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4500	kg/cm ²
				$f_{yd} =$	3913	kg/cm ²
SEZIONE		Sezione rettangolare		B =	25	cm
				H =	40	cm
				copriferro =	5	cm
				altezza utile d =	35	cm
SOLLECITAZIONE TAGLIANTE				Taglio $V_{Ed} =$	5117	kg
				Sforzo normale =	19850	kg
				$\sigma_{cp} =$	20	kg/cm ²
				$\alpha_c =$	1,13	
ANGOLO θ (inclinazione bielle compresse)				$\theta =$	45	°
ANGOLO α inclinazione armatura trasversale)				$\alpha =$	90	°
ARMATURA TRASVERSALE				Diametro $\Phi =$	10	mm
				Passo =	15,0	cm
				Bracci =	2	
				$A_{sw} =$	1,6	cm ²
				Diametro barre longitudinali =	20,0	mm
				Passo staffe $\leq 12 \Phi$ barre long.	VERIFICATO	
				Passo staffe ≤ 25 cm	VERIFICATO	
TAGLIO RESISTENTE ARMATURA				$V_{Rsd} =$	12.907,47	kg
TAGLIO RESISTENTE CALCESTRUZZO				$V_{Rcd} =$	29.165,04	kg
Minimo Taglio Resistente				$V_{Rd} =$	12.907,47	kg
Verifica		$V_{Rd} =$	12.907	>	$V_{Ed} =$	5.117 VERIFICATO



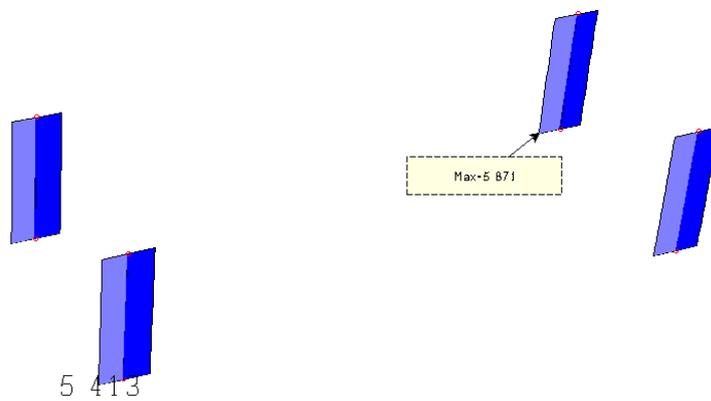
8.9. PIEDRITTI D'ANGOLO

8.9.1. Sollecitazioni SLU – Statico e Dinamico

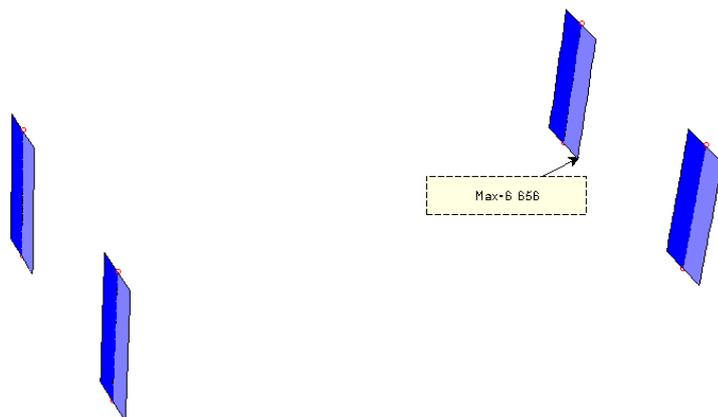
Fx [dN]



Fy [dN]



Fz [dN]





Doc. N.

Progetto
INOR

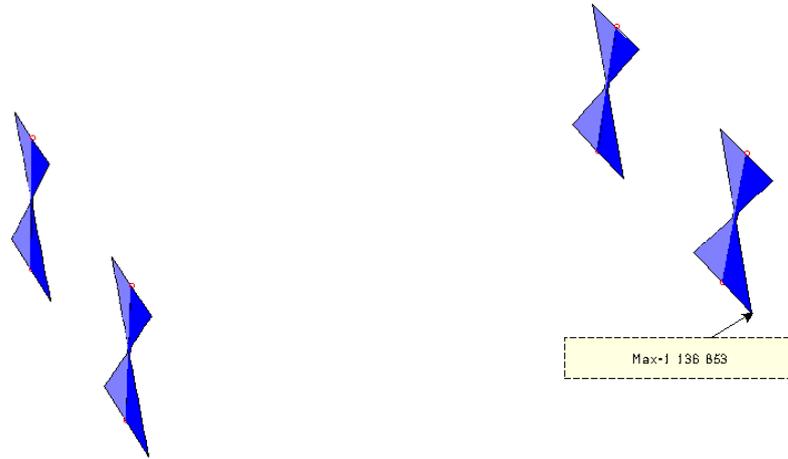
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

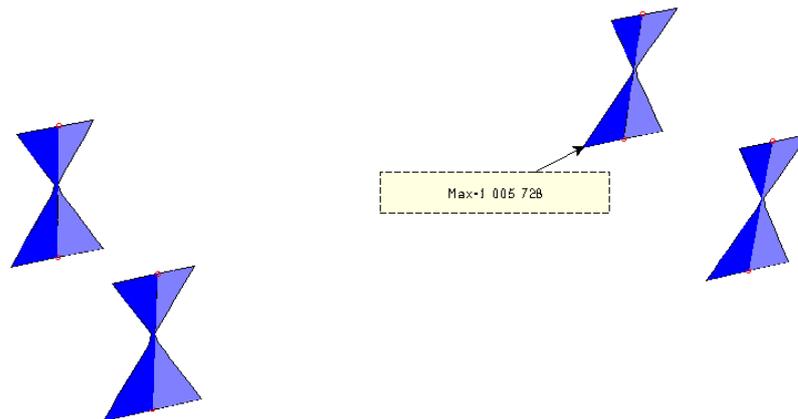
Rev.
A

Foglio
79 di 134

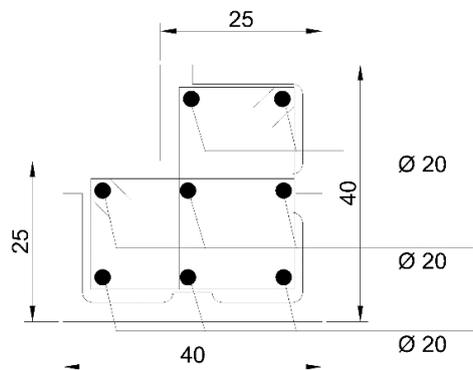
My [dN.cm]



Mz [dN.cm]



8.9.2. Verifiche Disposizioni Costruttive

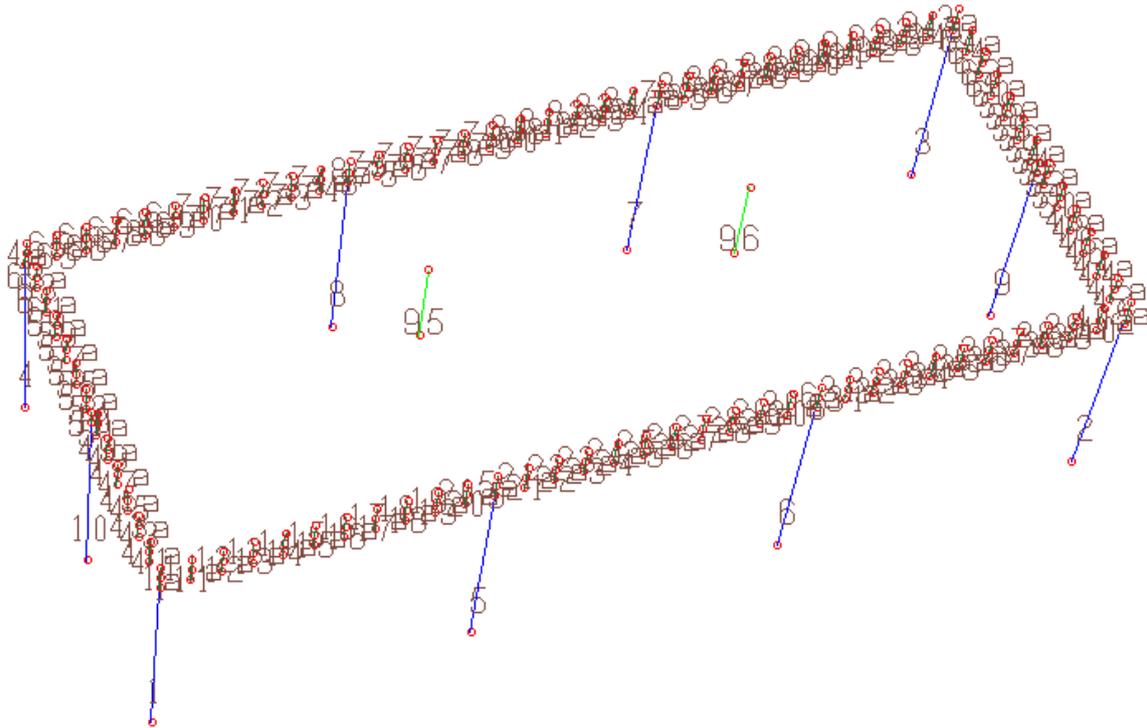




VERIFICA DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE (NTC2008 - par. 7.4.6)					
PILASTRI					
Calcestruzzo fck =	28 MPa	fcd =	15,9 MPa		
Acciaio fyk =	450 MPa	fyd =	391,3 MPa		
Sezione b =	40 cm				
h =	25 cm	Lato minore l _{min} =	25 cm		
Copriferro	5 cm				
Armatura tesa Barre Φ =	20	n barre =	3	As =	942 mmq
Armatura compressa Barre Φ =	20	n barre =	3	A's =	942 mmq
Altre armature Barre Φ =		n barre =		A''s =	0 mmq
Classe di duttilità	A				
Larghezza b > 25 cm	Verificato				
Altezza h > 25 cm	Verificato				
Altezza libera del pilastro =	320 cm				
Estensione zona critica :	Altezza della sezione	25 cm			
	1/6 altezza pilastro	53 cm			
	Dimensione minima	45 cm			
	Zona critica	53 cm			
Interasse barre < 25 cm	Int. =	15	<	25 cm	Verificato
% armatura complessiva ρ =	0,01885				
Verifica percentuali di armatura:	1% <=	0,018849556	<=	4%	
	Verificato		Verificato		
Verifica limitazioni armatura trasversale					
Staffatura zone critiche:	staffe Φ	10	passo s =	8,0 cm	
	Bracci	4	A _{st} =	3,14 cmq	
	b _{st} (distanza bracci più esterni delle staffe) =			30,00 cm	
a) Passo st. <= l _{min} /3 =	8,33 cm				
b) Passo staffe min =	12,5 cm				
c) Passo st <= 6 F long	12 cm				
Minimo fra a), b), c) =	8,33 cm				
Passo staffe <= min	Verificato				
Quantitativo min. staffe in zona critica A _{st} /s =	1,460 cm				
Quantitativo staffe in zona critica A _{st} /s =	3,927 cm			Verificato	
Staffatura fuori zona critica:					
	staffe Φ	10	passo s =	15,0 cm	
	Bracci	4	A _{st} =	3,14 cmq	
	b _{st} (distanza bracci più esterni delle staffe) =			30,00 cm	
a) Passo min 12Φ long.	24,00 cm				
b) Passo staffe min =	25 cm				
Minimo fra a), b) =	24,00				
Passo staffe <= min	Verificato				
Diametro staffe:					
a) Φ staffe >= Φ long/4 =	5 mm				
b) Φ min staffe =	6 mm				
Verifica diametro	Verificato	cm			
Quantitativo min. staffe in zona critica A _{st} /s =	0,973 cm				
Quantitativo staffe in zona critica A _{st} /s =	2,094 cm			Verificato	



8.9.3. Verifiche Strutturali





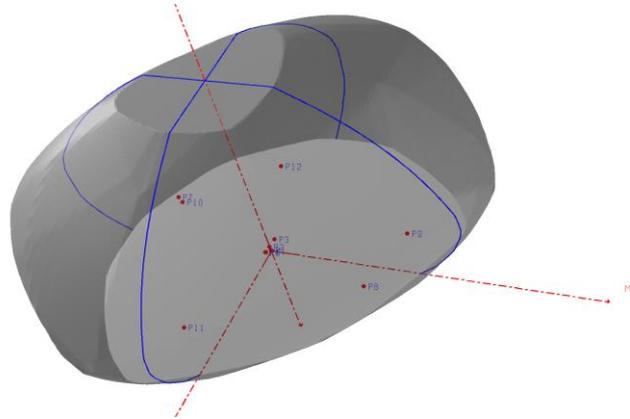
PILASTRI ESAMINATI : 1 - 2 - 3 - 4 -

**COMBINAZIONI DI CARICO STATICO
SOLLECITAZIONI PIU' GRAVOSE**

Pilastro	Quota	Combinazione di carico	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	My [daN. m]	Mz [daN. m]
Fx-max	1 v	1	-10790	-268	-34	-6	69
Fx-min	1	1	-8965	83	0	0	106
My-max	1	1	-9359	-268	-34	99	-788
My-min	1	1	-9339	290	16	-77	815
Mz-max	1	1	-9339	290	16	-77	815
Mz-min	1	1	-9359	-268	-34	99	-788

**COMBINAZIONI DI CARICO DINAMICO
SOLLECITAZIONI PIU' GRAVOSE**

Pilastro	Quota	Combinazione di carico	Fx [daN]	Fy [daN]	Fz [daN]	My [daN. m]	Mz [daN. m]
Fx-max	4 v	4	-15018	1919	-6639	-11346	-3825
Fx-min	4	4	-300	1919	-6639	9902	2317
My-max	4	4	-1779	2410	6605	11369	-4066
My-min	4	4	-1779	2410	-6605	-11369	-4066
Mz-max	4	4	-2950	-5827	-2206	-3734	9973
Mz-min	4	4	-2936	5871	-2149	-3728	-10057



Inserimento stato di sollecitazione nel dominio 3D - Sezione2

Eleme...	Gruppo	Descrizione	N	My	Mz
1			-1779	-900	6900
2			-8965	0	10600
3			-9359	9900	-78800
4			-9339	-7700	81500
5			-9339	-77	81500
6			-9359	9900	-78800
7			-15018	-1.1346...	-382500
8			-300	990200	231700
9			-1779	1.1369...	-406600
10			-1779	-1.1369...	-406600
11			-2950	-373400	997300
12			-2936	-372800	-1.0057...



8.9.4. Verifica al Taglio

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio da utilizzare per le verifiche ed il dimensionamento delle armature si ottengono dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore $M_{C,Rd}$ ed inferiore $M_{C,Rd}$.

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{C,Rd}^s + M_{C,Rd}^i}{l_p}$$

$$T = 1,3 \times (15050 + 15050) / 3,2 = 12228 \text{ daN}$$

VERIFICA A TAGLIO (elementi Pilastro con armatura trasversale resistente a taglio)						
MATERIALI		Calcestruzzo	28/35	$f_{ck} =$	280	kg/cmq
				$f_{cd} =$	159	kg/cmq
		Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4500	kg/cmq
				$f_{yd} =$	3913	kg/cmq
SEZIONE		Sezione rettangolare		B =	25	cm
				H =	40	cm
				copriferro =	5	cm
				altezza utile d =	35	cm
SOLLECITAZIONE TAGLIANTE				Taglio $V_{Ed} =$	12228	kg
				Sforzo normale =	15018	kg
				$\sigma_{cp} =$	15	kg/cmq
				$\alpha_c =$	1,09	
ANGOLO θ	(inclinazione bielle compresse)			$\theta =$	45	°
ANGOLO α	(inclinazione armatura trasversale)			$\alpha =$	90	°
ARMATURA TRASVERSALE				Diametro $\Phi =$	10	mm
				Passo =	15,0	cm
				Bracci =	4	
				Asw =	3,1	cmq
				Diametro barre longitudinali =	20,0	mm
				Passo staffe $\leq 12 \Phi$ barre long.	VERIFICATO	
				Passo staffe ≤ 25 cm	VERIFICATO	
TAGLIO RESISTENTE ARMATURA				$VR_{sd} =$	25.814,93	kg
TAGLIO RESISTENTE CALCESTRUZZO				$VR_{cd} =$	28.375,61	kg
Minimo Taglio Resistente				$VR_d =$	25.814,93	kg
Verifica		$VR_d =$	25.815	>	$V_{Ed} =$	12.228 VERIFICATO



9. FONDAZIONI - SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DI RESISTENZA - SLU e SLV

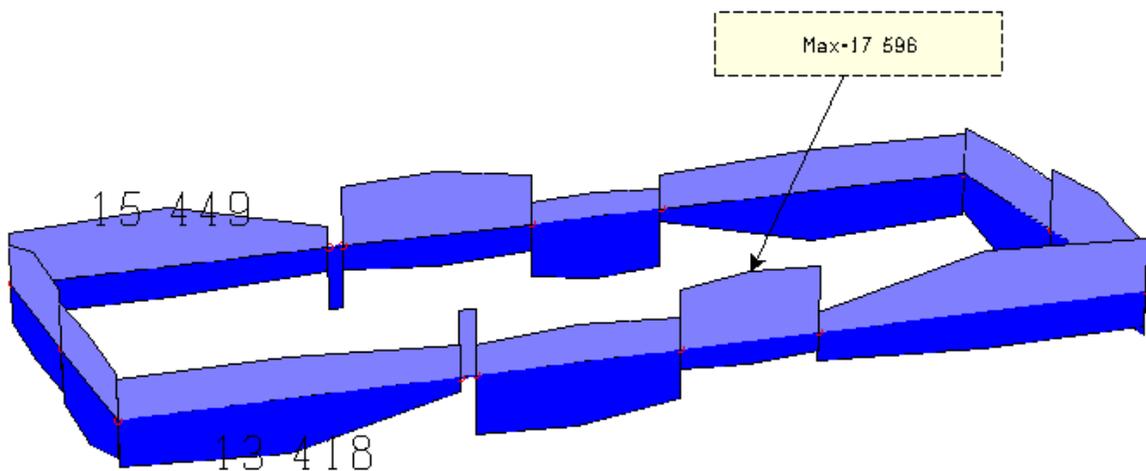
Le fondazioni superficiali devono essere progettate per rimanere in campo elastico, per cui è stato adottato un fattore di struttura $q=1$.

I risultati del calcolo sono stati evidenziati nei diagrammi relativi ad ogni tipologia di elemento considerato dove sono riportate le sollecitazioni più gravose ottenute come involuppo di tutte le combinazioni di carico esaminate.

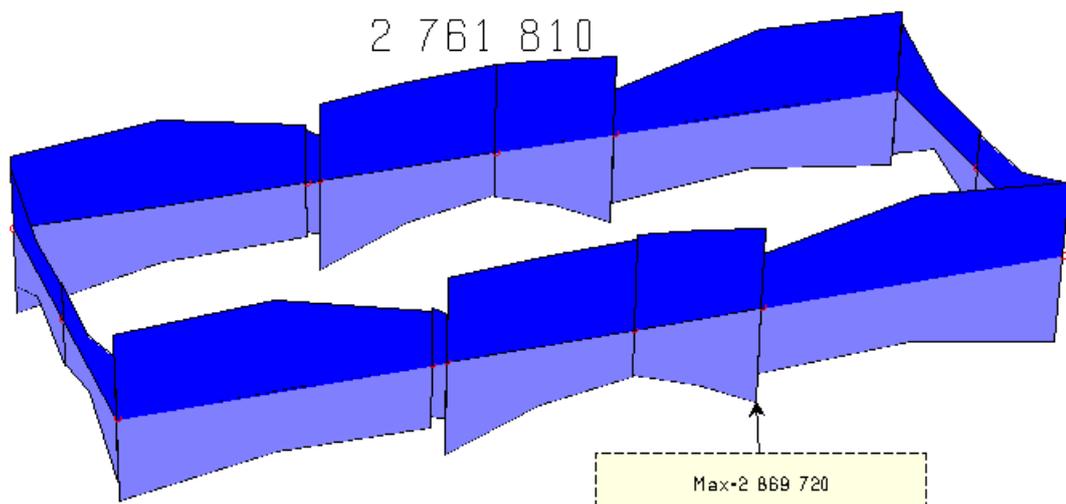
9.1 TRAVI DI FONDAZIONE DI BORDO

9.1.1 Sollecitazioni

Fy [daN]

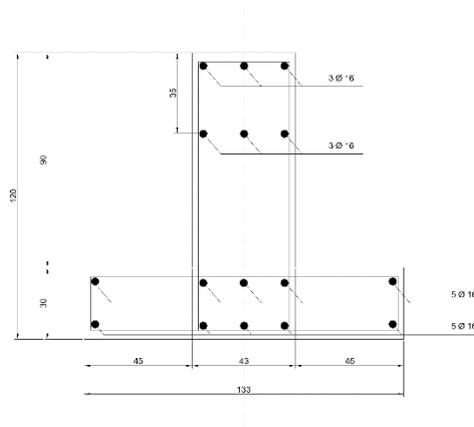


Mz [daN.cm]





9.1.2 Verifiche Strutturali



9.1.3 Momenti all'Appoggio "TENSIONI AMMISSIBILI"

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave di Fondazione di Bordo FA 40

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Trave di Fondazione di Bordo

N° Vertici: 8 Zoom N° barre: 4 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-66,5	0
2	-66,5	30
3	-21,5	30
4	-21,5	120
5	21,5	120
6	21,5	30

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	6,03	0	116
2	6,03	0	87,5
3	10,05	0	24,5
4	10,05	0	4

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
 M_{xEd} -287 -191,3 kNm
 M_{yEd} 0 0

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

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

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 9,75
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6
 τ_{c1} 1,829

σ_c -1,841 N/mm²
 σ_s 183,1 N/mm²
 ε_s 0,9156 ‰
 d 116 cm
 x 15,2 x/d 0,1311
 δ 0,7

Verifica N° iterazioni: 5

Precompresso



9.1.4 Momenti in Mezzeria "TENSIONI AMMISSIBILI"

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave di Fondazione di Bordo FA 40

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO : Trave di Fondazione di Bordo

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-66,5	0
2	-66,5	30
3	-21,5	30
4	-21,5	120
5	21,5	120
6	21,5	30

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	6,03	0	116
2	6,03	0	87,5
3	10,05	0	24,5
4	10,05	0	4

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

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

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

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} % ε_{c2} %
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} %
 E_s N/mm² f_{cd} %
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ε_{syd} % σ_{c,adm} %
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} %
 τ_{c1} %

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_s %
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso



9.1.5. Verifica al Taglio

$$T = [[(0,43 \times 0,9 + 1,33 \times 0,3) \times 2500] + 465 \times 4,40 \times 0,8] \times 4,40 / 2 + 1,2 \times (84680 + 84680) / 4,40 = 54113 \text{ daN}$$

VERIFICA A TAGLIO (elementi trave con armatura trasversale resistente a taglio)						
MATERIALI		Calcestruzzo	c25/30	$f_{ck} =$	250	kg/cmq
				$f_{cd} =$	142	kg/cmq
		Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4500	kg/cmq
				$f_{yd} =$	3913	kg/cmq
SEZIONE		Sezione rettangolare		$B =$	43	cm
				$H =$	120	cm
				copriferro =	5	cm
				altezza utile $d =$	115	cm
SOLLECITAZIONE TAGLIANTE				Taglio $V_{Ed} =$	54113	kg
				Sforzo normale =	0	kg
				$\sigma_{cp} =$	0	kg/cmq
				$\alpha_c =$	1,00	
ANGOLO θ (inclinazione bielle compresse)				$\theta =$	45	°
ANGOLO α (inclinazione armatura trasversale)				$\alpha =$	90	°
ARMATURA TRASVERSALE				Diametro $\Phi =$	10	mm
				Passo =	10,0	cm
				Bracci =	2	
				$A_{sw} =$	1,6	cmq
				$A_{st,min} =$	645,0	mmq/m
				$A_{st,eff} =$	1570,75	mmq/m
				$A_{st,min} < A_{st,eff}$	VERIFICATO	
				Passo staffe $< 0,8d$	VERIFICATO	
				Passo staffe $< 33cm$	VERIFICATO	
TAGLIO RESISTENTE ARMATURA				$VR_{sd} =$	63.615,38	kg
TAGLIO RESISTENTE CALCESTRUZZO				$VR_{cd} =$	130.800,58	kg
Minimo Taglio Resistente				$VR_d =$	63.615,38	kg
Verifica		$VR_d =$	63.615	>	$VE_d =$	54.113 VERIFICATO



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

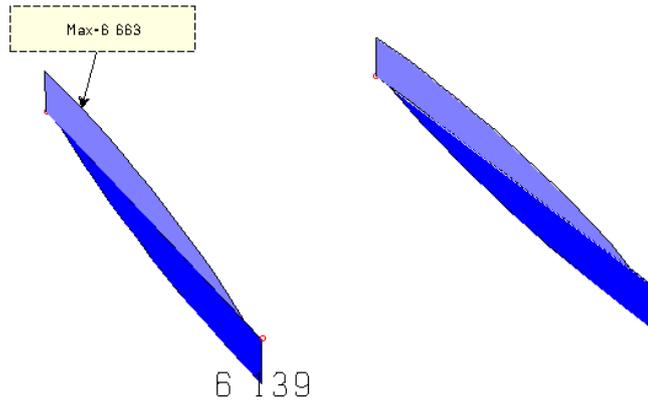
Rev.
A

Foglio
89 di 134

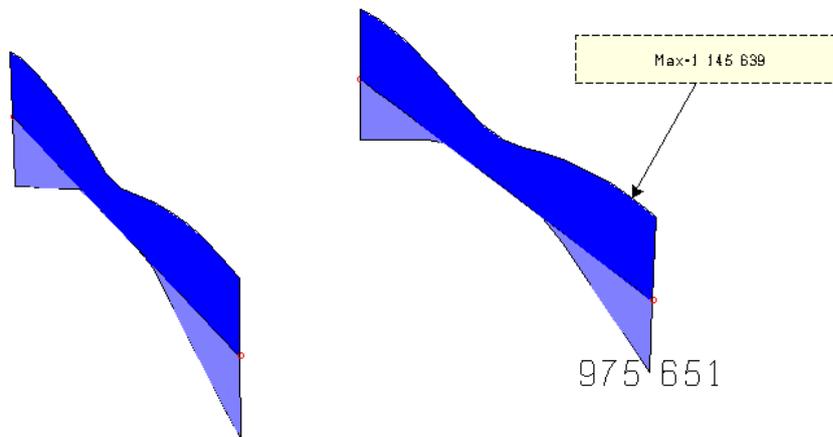
9.2 TRAVI DI FONDAZIONE INTERNE

9.2.1 Sollecitazioni

Fy [daN]

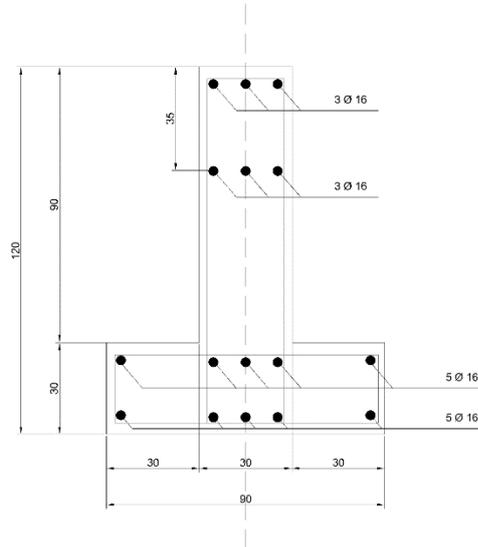


Mz [daN.cm]





9.2.2. Verifiche Strutturali



9.2.3 Momenti all'Appoggio "TENSIONI AMMISSIBILI"

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave di Fondazione interna fa40

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Trave di Fondazione interna PCPJ

N° Vertici: 8 Zoom N° barre: 4 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-45	0	1	6,03	0	116
2	-45	30	2	6,03	0	87,5
3	-15	30	3	10,05	0	24,5
4	-15	120	4	10,05	0	4
5	15	120				
6	15	30				

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} 97,56 kNm
M_{yEd} 0

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

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

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

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

Materiali: B450C C25/30

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75 N/mm²
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6
 τ_{c1} 1,829

σ_c -1,105 N/mm²
 σ_s 38,44 N/mm²
 ϵ_s 0,1922 ‰
 d 116 cm
 x 34,95 x/d 0,3013
 δ 0,8166



9.2.4. *Momenti in Mezzeria "TENSIONI AMMISSIBILI"*

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave di Fondazione interna fa40

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO : Trave di Fondazione interna PCPJ

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-45	0	1	6,03	0	116
2	-45	30	2	6,03	0	87,5
3	-15	30	3	10,05	0	24,5
4	-15	120	4	10,05	0	4
5	15	120				
6	15	30				

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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

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

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

Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	<input type="text" value="67,5"/> ‰	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd}	<input type="text" value="391,3"/> N/mm ²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3,5"/> ‰
E_s	<input type="text" value="200.000"/> N/mm ²	f_{cd}	<input type="text" value="14,17"/>
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0,8"/> ?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1,957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="9,75"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ_{co}	<input type="text" value="0,6"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="1,829"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica N° iterazioni:

Precompresso



9.2.5 Verifica al Taglio

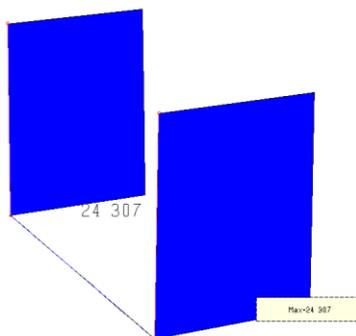
$$T = 6663 + 1,2 \times (81970 + 81970) / 5,60 = 41793 \text{ daN}$$

VERIFICA A TAGLIO (elementi trave con armatura trasversale resistente a taglio)						
MATERIALI		Calcestruzzo	c25/30	$f_{ck} =$	250	kg/cm ²
				$f_{cd} =$	142	kg/cm ²
		Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4500	kg/cm ²
				$f_{yd} =$	3913	kg/cm ²
SEZIONE		Sezione rettangolare		B =	30	cm
				H =	120	cm
				copriferro =	5	cm
				altezza utile d =	115	cm
SOLLECITAZIONE TAGLIANTE				Taglio $V_{Ed} =$	41793	kg
				Sforzo normale =	0	kg
				$\sigma_{cp} =$	0	kg/cm ²
				$\alpha_c =$	1,00	
ANGOLO θ (inclinazione bielle compresse)				$\theta =$	45°	
ANGOLO α inclinazione armatura trasversale)				$\alpha =$	90°	
ARMATURA TRASVERSALE				Diametro $\Phi =$	10	mm
				Passo =	30,0	cm
				Bracci =	4	
				$A_{sw} =$	3,1	cm ²
				$A_{st,min} =$	450,0	mm ² /m
				$A_{st,eff} =$	1047,166667	mm ² /m
				$A_{st,min} < A_{st,eff}$	VERIFICATO	
				Passo staffe $< 0,8d$	VERIFICATO	
				Passo staffe $< 33cm$	VERIFICATO	
TAGLIO RESISTENTE ARMATURA				$VR_{sd} =$	42.410,25	kg
TAGLIO RESISTENTE CALCESTRUZZO				$VR_{cd} =$	91.256,22	kg
Minimo Taglio Resistente				$VR_d =$	42.410,25	kg
Verifica		$VR_d =$	42.410	>	$V_{Ed} =$	41.793 VERIFICATO

9.3 CATENA DI COLLEGAMENTO FONDAZIONI

9.3.1. Verifiche collegamento fra plinti

Forze verticali sui piedritti di collegamento [daN]




VERIFICA DELLE TRAVI DI COLLEGAMENTO TRA PLINTI (NTC 7.2.5.1)

La verifica delle travi di collegamento è eseguita con le azioni e le indicazioni riportate nel punto 7.2.5.1 delle NTC 2008. La trave di collegamento è verificata sia a trazione che a compressione. In quest'ultimo caso la verifica è eseguita come riportato nel punto 4.1.2.1.7.2 *Verifiche di stabilità per elementi snelli*, trascurando, a favore della sicurezza, l'effetto di contenimento dell'instabilità offerto dal terreno.

Dati

Accelerazione massima locale (su suolo in piano di tipo A)	a_g	0,261*g
Fattore di amplificazione spettrale massima	F_0	2,405
Categoria suolo		C
coef. di amplificazione stratigrafica	S_s	1,323
Coef. di amplificazione topografica	S_T	1,000
categoria di sottosuolo e topografico $S = S_s S_T$	S	1,323
Base della sezione della trave di collegamento	b	30,0cm
Altezza della sezione della trave di collegamento	h	30,0cm
Diametro dell'armatura longitudinale nella trave	f_i	16,0mm
Numero di barre di armatura longitudinale	n	4
Area della sezione di calcestruzzo	A_c	900,00cm ²
Area totale armatura nella sezione della trave	A_{stot}	8,04cm ²
Classe di resistenza del calcestruzzo	R_{ck}	30,00MPa
Tensione di progetto a compressione del cls	f_{cd}	14,11MPa
Tensione di progetto a compressione dell'acciaio	f_{yd}	391,30MPa
Valore medio forze verticali negli elementi sui plinti collegati	N_{sd}	243,00kN

Risultati

Accelerazione orizzontale massima attesa al sito	$a_{max} = a_g S$	0,345*g
Forza assiale nella trave di collegamento N_{Ed}	$0,4N_{sd} a_{max} / g$	33,57kN
Forza assiale di resistenza a compressione N_{Rc}	$0,8A_c f_{cd} + A_{stot} f_{yd}$	1330,62kN
Forza assiale di resistenza a trazione della trave N_{Rt}	$A_{stot} f_{yd}$	314,70kN

Verifiche

Verifica per trave compressa	$N_{Rc} > N_{Ed}$	1330,62 > 33,57
Verifica per trave tesa	$N_{Rt} > N_{Ed}$	314,7 > 33,57
		VERIFICATO

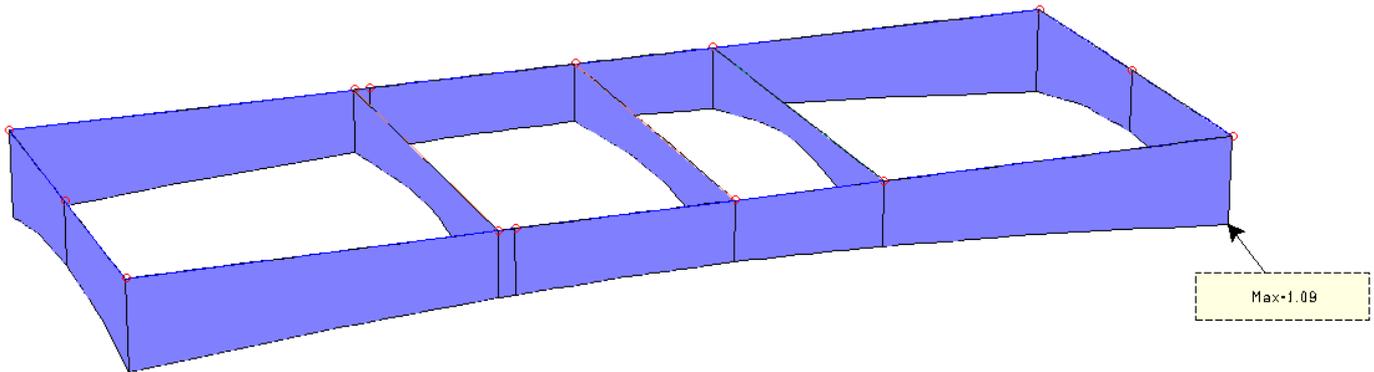
Controllo snellezza

lunghezza netta della trave	l	525,0cm
coefficiente per il calcolo della lunghezza libera di inflessione	β	0,500
coefficiente C per calcolo della snellezza limite ($0,7 \leq C \leq 2,7$)	C	0,700
lunghezza libera di inflessione della trave di collegamento	$l_0 = \beta l$	262,5cm
raggio di inerzia minimo della sezione della trave	$i = \sqrt{J_{min}/A_c}$	8,7cm
snellezza della trave:	$\lambda = l_0 / i$	30,31
snellezza limite $\lambda_{lim} = 15,4 C / \sqrt{N_{Ed}/(A_c f_{cd})}$ (4.1.33)	$\lambda_{lim} = 15,4 C / \sqrt{v}$	66,30
Gli effetti di instabilità possono essere trascurati se	$\lambda < \lambda_{lim}$	30,31 < 66,3
		VERIFICATO

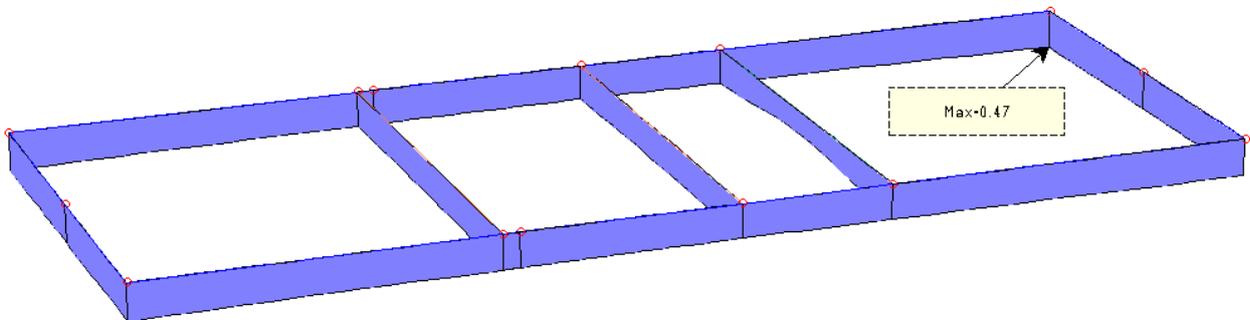


10. TERRENO DI FONDAZIONE

10.1.1. Pressioni sul suolo allo Stato limite ultimo



10.1.2. Pressioni sul suolo allo Stato limite d'esercizio



10.1.3. Verifiche terreno

Caratteristiche geotecniche del terreno:

Peso specifico terreno: 1900 daN/m³
 Angolo di attrito: 30.00 gradi
 Angolo di attrito terreno-fondazione: 19.80 gradi

Cu, coesione: 0.200 daN/cm²
 Profondità di posa: 120.0 cm
 Adesione terreno-fondazione: 0.132 daN/cm²

Metodo di calcolo della capacità portante:

Criterio di: Eurocodice7

Coefficienti sismici globali:

Coefficiente sismico [khiX]: 0.831
 Coefficiente sismico [khiY]: 0.831
 Coefficiente sismico [khk]: 0.097

Tipo fondazione: trave rovescia

Base: 133 [cm]

Combinazione: 1 Descrizione: statica azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecniche del terreno

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001Rev.
AFoglio
95 di 134

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 2.30
 Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	18.40	Fattore Nc:	30.14	Fattore Ny:	20.09
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	1.00
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00
Fattore di profondita' [dq]:	0.00	Fattore di profondita' [dc]:	0.00	Fattore di profondita' [dy]:	0.00
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.00

Verifica della capacita' portante

QUlt: 12.762 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.621 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.11

Combinazione: 2 Descrizione: **dinamica** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 2.30
 Scorrimento: 1.10

Fattore Nq:	18.40	Fattore Nc:	30.14	Fattore Ny:	20.09
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	0.57	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	0.54	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	0.01
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	0.57	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	0.54	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	0.01
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	1.00
Fattore di profondita' [dq]:	0.00	Fattore di profondita' [dc]:	0.00	Fattore di profondita' [dy]:	0.00
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.92	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.01	Coefficiente correttivo [eyiY]:	0.01

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 5.698 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 5.698 daN/cm²
 Max pressione suolo: 1.093 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.44

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 72660.80 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 72660.80 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 87470.38 daN
 Forza resistente per attrito: 110857.59 daN
 Indice di resistenza: 0.72

Combinazione: 3 Descrizione: **Rara** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq:	18.40	Fattore Nc:	30.14	Fattore Ny:	20.09
-------------	-------	-------------	-------	-------------	-------

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001Rev.
AFoglio
96 di 134

Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

QUlt: 12.762 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.470 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.11

Combinazione: 4 Descrizione: **Frequente** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 18.40 Fattore Nc: 30.14 Fattore Ny: 20.09
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

QUlt: 12.762 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.429 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.10

Combinazione: 5 Descrizione: **Quasi permanente** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq: 18.40 Fattore Nc: 30.14 Fattore Ny: 20.09
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacità portante

QUlt: 12.762 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.419 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.10

Tipo fondazione: **trave rovescia**

Base: 90 [cm]



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001Rev.
AFoglio
97 di 134Combinazione: 1 Descrizione: **statica** azione sismica **ASSENTE****Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 2.30
 Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 18.40 Fattore Nc: 30.14 Fattore Ny: 20.09
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 1.00
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 1.00 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 1.00
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.00 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.00

Verifica della capacita' portante

QUlt: 11.941 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.565 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.11

Combinazione: 2 Descrizione: **dinamica** azione sismica **PRESENTE****Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: 2.30
 Scorrimento: 1.10

Fattore Nq: 18.40 Fattore Nc: 30.14 Fattore Ny: 20.09
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: 0.57 Fatt. inclinazione del carico [icX]: 0.54 Fatt. inclinazione del carico [iyX]: 0.01
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: 0.57 Fatt. inclinazione del carico [icY]: 0.54 Fatt. inclinazione del carico [iyY]: 0.01
 Fattore di forma [sq]: 1.00 Fattore di forma [sc]: 1.00 Fattore di forma [sy]: 1.00
 Fattore di profondita' [dq]: 0.00 Fattore di profondita' [dc]: 0.00 Fattore di profondita' [dy]: 0.00
 Coefficiente correttivo [eyk]: 0.92 Coefficiente correttivo [eyiX]: 0.01 Coefficiente correttivo [eyiY]: 0.01

Verifica della capacita' portante

QUlt (sisma in dir.X): 5.688 daN/cm²
 QUlt (sisma in dir.Y): 5.688 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.793 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.32

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: 72660.80 daN
 Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: 72660.80 daN
 Carico verticale agente sulla fondazione: 87470.38 daN
 Forza resistente per attrito: 110857.59 daN
 Indice di resistenza: 0.72

Combinazione: 3 Descrizione: **Rara** azione sismica **ASSENTE****Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001Rev.
AFoglio
98 di 134

Fattore Nq: **18.40** Fattore Nc: **30.14** Fattore Ny: **20.09**
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [icX]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [iyX]: **1.00**
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [icY]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [iyY]: **1.00**
 Fattore di forma [sq]: **1.00** Fattore di forma [sc]: **1.00** Fattore di forma [sy]: **1.00**
 Fattore di profondita' [dq]: **0.00** Fattore di profondita' [dc]: **0.00** Fattore di profondita' [dy]: **0.00**
 Coefficiente correttivo [eyk]: **0.00** Coefficiente correttivo [eyiX]: **0.00** Coefficiente correttivo [eyiY]: **0.00**

Verifica della capacità portante

QUlt: **11.941** daN/cm²
 Max pressione suolo: **0.428** daN/cm²
 Indice di resistenza: **0.11**

Combinazione: **4** Descrizione: **Frequente** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: **1.00**
 Coesione efficace: **1.00**
 Resistenza non drenata: **1.00**
 Peso dell'unita' di volume: **1.00**

Coeff. sicurezza SLE: **3.0**

Fattore Nq: **18.40** Fattore Nc: **30.14** Fattore Ny: **20.09**
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [icX]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [iyX]: **1.00**
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [icY]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [iyY]: **1.00**
 Fattore di forma [sq]: **1.00** Fattore di forma [sc]: **1.00** Fattore di forma [sy]: **1.00**
 Fattore di profondita' [dq]: **0.00** Fattore di profondita' [dc]: **0.00** Fattore di profondita' [dy]: **0.00**
 Coefficiente correttivo [eyk]: **0.00** Coefficiente correttivo [eyiX]: **0.00** Coefficiente correttivo [eyiY]: **0.00**

Verifica della capacità portante

QUlt: **11.941** daN/cm²
 Max pressione suolo: **0.397** daN/cm²
 Indice di resistenza: **0.10**

Combinazione: **5** Descrizione: **Quasi permanente** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: **1.00**
 Coesione efficace: **1.00**
 Resistenza non drenata: **1.00**
 Peso dell'unita' di volume: **1.00**

Coeff. sicurezza SLE: **3.0**

Fattore Nq: **18.40** Fattore Nc: **30.14** Fattore Ny: **20.09**
 Fatt. inclinazione del carico [iqX]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [icX]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [iyX]: **1.00**
 Fatt. inclinazione del carico [iqY]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [icY]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [iyY]: **1.00**
 Fattore di forma [sq]: **1.00** Fattore di forma [sc]: **1.00** Fattore di forma [sy]: **1.00**
 Fattore di profondita' [dq]: **0.00** Fattore di profondita' [dc]: **0.00** Fattore di profondita' [dy]: **0.00**
 Coefficiente correttivo [eyk]: **0.00** Coefficiente correttivo [eyiX]: **0.00** Coefficiente correttivo [eyiY]: **0.00**

Verifica della capacità portante

QUlt: **11.941** daN/cm²
 Max pressione suolo: **0.390** daN/cm²
 Indice di resistenza: **0.10**

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001Rev.
AFoglio
99 di 134

Tipo fondazione: **trave rovescia**
Base: 30 [cm]

Combinazione: **1** Descrizione: **statica** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: **1.00**
Coesione efficace: **1.00**
Resistenza non drenata: **1.00**
Peso dell'unita' di volume: **1.00**

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: **2.30**
Scorrimento: **1.10**

Fattore Nq: **18.40** Fattore Nc: **30.14** Fattore Ny: **20.09**
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [icX]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [iyX]: **1.00**
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [icY]: **1.00** Fatt. inclinazione del carico [iyY]: **1.00**
Fattore di forma [sq]: **1.00** Fattore di forma [sc]: **1.00** Fattore di forma [sy]: **1.00**
Fattore di profondita' [dq]: **0.00** Fattore di profondita' [dc]: **0.00** Fattore di profondita' [dy]: **0.00**
Coefficiente correttivo [eyk]: **0.00** Coefficiente correttivo [eyiX]: **0.00** Coefficiente correttivo [eyiY]: **0.00**

Verifica della capacità portante

QUlt: **10.796** daN/cm²
Max pressione suolo: **0.570** daN/cm²
Indice di resistenza: **0.12**

Combinazione: **2** Descrizione: **dinamica** azione sismica **PRESENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: **1.00**
Coesione efficace: **1.00**
Resistenza non drenata: **1.00**
Peso dell'unita' di volume: **1.00**

Coefficienti parziali γ_R di sicurezza per le verifiche SLU

Capacita' portante: **2.30**
Scorrimento: **1.10**

Fattore Nq: **18.40** Fattore Nc: **30.14** Fattore Ny: **20.09**
Fatt. inclinazione del carico [iqX]: **0.57** Fatt. inclinazione del carico [icX]: **0.54** Fatt. inclinazione del carico [iyX]: **0.01**
Fatt. inclinazione del carico [iqY]: **0.57** Fatt. inclinazione del carico [icY]: **0.54** Fatt. inclinazione del carico [iyY]: **0.01**
Fattore di forma [sq]: **1.00** Fattore di forma [sc]: **1.00** Fattore di forma [sy]: **1.00**
Fattore di profondita' [dq]: **0.00** Fattore di profondita' [dc]: **0.00** Fattore di profondita' [dy]: **0.00**
Coefficiente correttivo [eyk]: **0.92** Coefficiente correttivo [eyiX]: **0.01** Coefficiente correttivo [eyiY]: **0.01**

Verifica della capacità portante

QUlt (sisma in dir.X): **5.675** daN/cm²
QUlt (sisma in dir.Y): **5.675** daN/cm²
Max pressione suolo: **0.790** daN/cm²
Indice di resistenza: **0.32**

Verifica a scorrimento

Carico orizzontale in dir.X agente sulla fondazione: **72660.80** daN
Carico orizzontale in dir.Y agente sulla fondazione: **72660.80** daN
Carico verticale agente sulla fondazione: **87470.38** daN
Forza resistente per attrito: **110857.59** daN
Indice di resistenza: **0.72**

Combinazione: **3** Descrizione: **Rara** azione sismica **ASSENTE**

Coefficienti parziali γ_M di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo res. taglio: **1.00**
Coesione efficace: **1.00**
Resistenza non drenata: **1.00**



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001Rev.
AFoglio
100 di 134

Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq:	18.40	Fattore Nc:	30.14	Fattore Ny:	20.09
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	1.00
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	
Fattore di profondita' [dq]:	0.00	Fattore di profondita' [dc]:	0.00	Fattore di profondita' [dy]:	
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiY]:	

Verifica della capacita' portante

QUlt: 10.796 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.432 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.12

Combinazione: 4 Descrizione: **Frequente** azione sismica **ASSENTE****Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq:	18.40	Fattore Nc:	30.14	Fattore Ny:	20.09
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	1.00
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	
Fattore di profondita' [dq]:	0.00	Fattore di profondita' [dc]:	0.00	Fattore di profondita' [dy]:	
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiY]:	

Verifica della capacita' portante

QUlt: 10.796 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.400 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.11

Combinazione: 5 Descrizione: **Quasi permanente** azione sismica **ASSENTE****Coefficienti parziali γM di sicurezza per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo res. taglio: 1.00
 Coesione efficace: 1.00
 Resistenza non drenata: 1.00
 Peso dell'unita' di volume: 1.00

Coeff. sicurezza SLE: 3.0

Fattore Nq:	18.40	Fattore Nc:	30.14	Fattore Ny:	20.09
Fatt. inclinazione del carico [iqX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icX]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyX]:	1.00
Fatt. inclinazione del carico [iqY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [icY]:	1.00	Fatt. inclinazione del carico [iyY]:	1.00
Fattore di forma [sq]:	1.00	Fattore di forma [sc]:	1.00	Fattore di forma [sy]:	
Fattore di profondita' [dq]:	0.00	Fattore di profondita' [dc]:	0.00	Fattore di profondita' [dy]:	
Coefficiente correttivo [eyk]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiX]:	0.00	Coefficiente correttivo [eyiY]:	

Verifica della capacita' portante

QUlt: 10.796 daN/cm²
 Max pressione suolo: 0.392 daN/cm²
 Indice di resistenza: 0.11

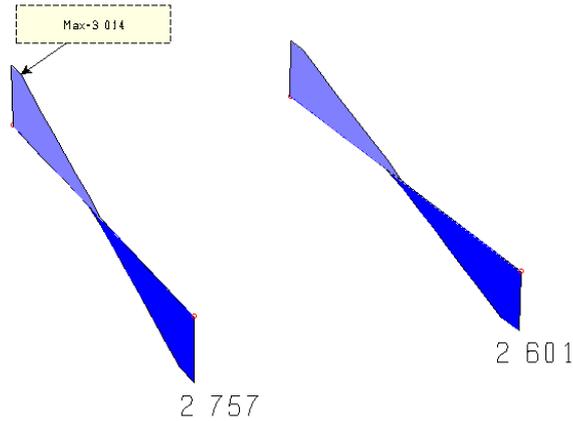


11. SOLLECITAZIONI E VERIFICHE ALLA FESSURAZIONE---SLE

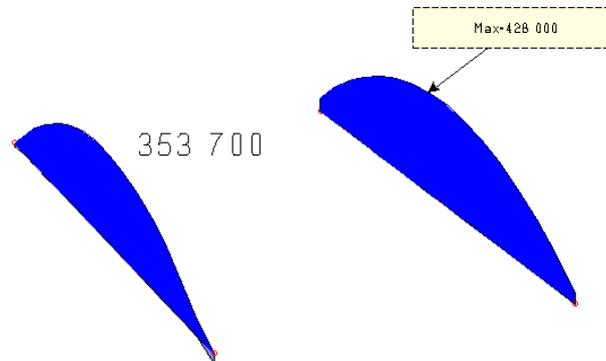
11.1 TRAVI DI FONDAZIONE INTERNE

11.1.1 Sollecitazioni condizione frequente

Fy [daN]

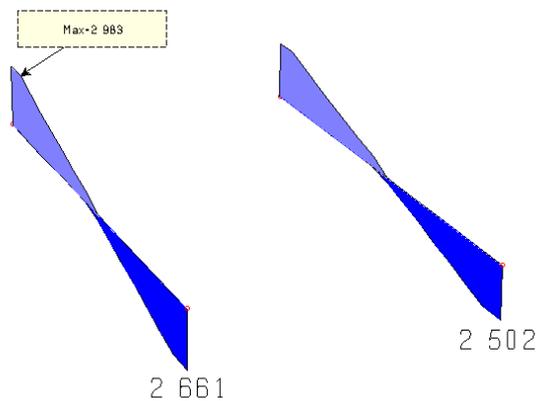


Mz [daNcm]



11.1.2 Sollecitazioni condizione quasi permanente

Fy [daN]



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

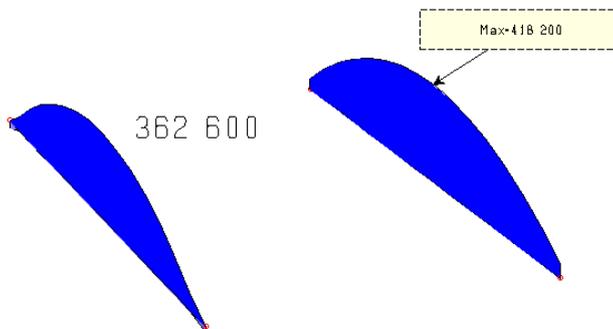
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

Rev.
A

Foglio
102 di 134

Mz [daNcm]





11.1.3 Verifiche

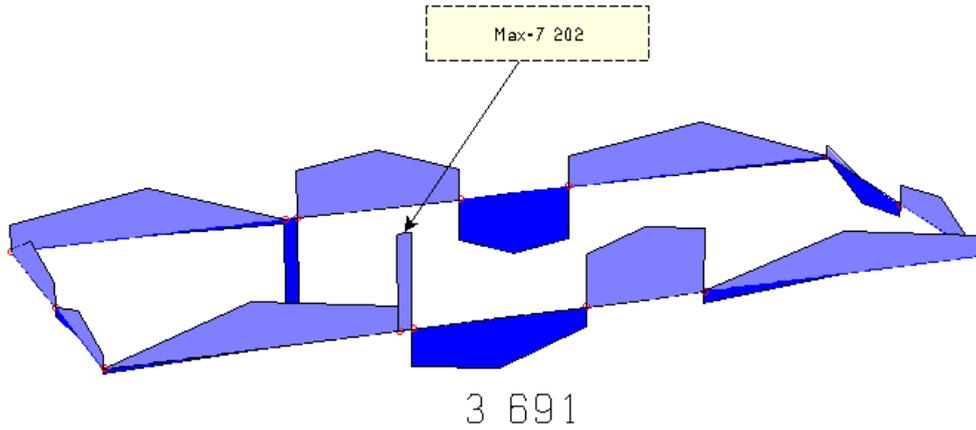
VERIFICA FESSURAZIONE SEZIONE RETTANGOLARE PRESSOINFLESSA								
MATERIALI	Calcestruzzo	25/30		$f_{ck} =$	250 kg/cmq			
				$f_{ctd} =$	142 kg/cmq			
				$f_{ctm} =$	25,6 kg/cmq			
				$E_{cm} =$	314.758 kg/cmq			
	Acciaio	B450C		$f_{yk} =$	4.500 kg/cmq			
				$f_{yd} =$	3.913 kg/cmq			
				$E_s =$	2.100.000 kg/cmq			
SEZIONE	Coefficiente di omogenizzazione			$n =$	15			
	Larghezza zona compressa			$B =$	90 cm			
	Larghezza zona tesa			$B' =$	30			
				$H =$	120 cm			
				copriferro =	4 cm			
				altezza utile $d =$	116 cm			
Armatura A _s (zona tesa)	$\Phi =$	16	Numero	3	6,03 cmq			
Armatura A' _s (zona compr.)	$\Phi =$	16	Numero	5	10,05 cmq			
SOLLECITAZIONI - CONDIZIONE DI CARICO FREQUENTE				Sforzo normale =	1 kg			
				Momento flettente =	4280 kgm			
				Eccentricità =	428000,0 cm			
				Distanza centro di pressione-bordo trave =	427940,00000 cm			
POSIZIONE ASSE NEUTRO -EQUAZIONE DI TERZO GRADO								
Coefficienti equazione di 3° grado ($Ax^3+Bx^2+Cx+D=0$)								
	A =	15,00	B =	19257300,00	C =	103230223,2	D =	-4749299395,2
		1,00		1283820,00		6882014,9		-316619959,7
Valore x (Cardano) =		13,3	cm		4,10E+02			27
Tensione nel calcestruzzo $\sigma_c =$				5,5 kg/cmq				
Tensione nell'acciaio teso $\sigma_s =$				636 kg/cmq				
Tensione nell'acciaio compresso $\sigma_s =$				57 kg/cmq				
SOLLECITAZIONI - CONDIZIONE QUASI PERMANENTE								
				Sforzo normale =	1 kg			
				Momento flettente =	4180 kgm			
				Eccentricità =	418000,0 cm			
				Distanza centro di pressione-bordo trave =	417940,0 cm			
POSIZIONE ASSE NEUTRO -EQUAZIONE DI TERZO GRADO								
Coefficienti equazione di 3° grado ($Ax^3+Bx^2+Cx+D=0$)								
	A =	15,00	B =	18807300,00	C =	100818223,2	D =	-4638347395,2
		1,00		1253820,00		6721214,9		-309223159,7
Valore x (Cardano) =		13,3	cm		469,2191763			31
Tensione nel calcestruzzo $\sigma_c =$				5,3 kg/cmq				
Tensione nell'acciaio teso $\sigma_s =$				621 kg/cmq				
Tensione nell'acciaio compresso $\sigma_s =$				56 kg/cmq				
VERIFICA A FESSURAZIONE (Armature poco sensibili)								
Condizioni ambientali diprogetto		A	Condizione di carico		Apertura delle fessure			
Ordinarie => Inserire O			Frequente		w_2 (mm)=	0,30		
Aggressive => inserire A			Quasi permanente		w_1 (mm)=	0,20		
Molto Aggressive => inserire MA								
CONDIZIONE DI CARICO FREQUENTE								
$\alpha_g = E_s/E_{cm} =$	6,7							
Ricra di $h_{c,eff}$:	$2,5*(H-d)$	$(H-x)/3$	$h/2$					
valore minimo	10,0	35,6	60,0		$h_{c,eff} =$	10,0 cm		
$A_{c, eff} =$	300	cmq			$\rho_{eff} =$	0,0201		
Durata delle azioni:		Breve durata => B		L	Kt =		0,4	
		Lunga durata => L						
	K1 = 0,8	Barre ad. Migliorata		K3 =		3,4		
	K2 = 0,5	Flessione		K4 =		0,425		
Dilatazione media dell'acciaio								
$\epsilon_{sm} =$	2,70E-05	<	$0,6*\sigma_s/E_s =$	1,8E-04	$\epsilon_{sm} =$	1,8E-04		
$\Delta_s,max =$	13,6	cm						
$w_g =$	0,042	<	0,3	Verificato per c.d.c. frequente				
CONDIZIONE DI CARICO QUASI PERMANENTE								
$\alpha_g = E_s/E_{cm} =$	7							
Ricra di $h_{c,eff}$:	$2,5*(H-d)$	$(H-x)/3$	$h/2$					
valore minimo	10,0	35,6	60,0		$h_{c,eff} =$	10,0 cm		
$A_{c, eff} =$	300	cmq			$\rho_{eff} =$	0,020		
Durata delle azioni:		Breve durata => B		L	Kt =		0,4	
		Lunga durata => L						
	K1 = 0,8	Barre ad. Migliorata		K3 =		3,4		
	K2 = 0,5	Flessione		K4 =		0,425		
Dilatazione media dell'acciaio								
$\epsilon_{sm} =$	2,00E-05	>	$0,6*\sigma_s/E_s =$	1,8E-04	$\epsilon_{sm} =$	1,8E-04		
$\Delta_s,max =$	13,6	cm						
$w_g =$	0,042	<	0,20	Verificato per c.d.c. quasi permanente				



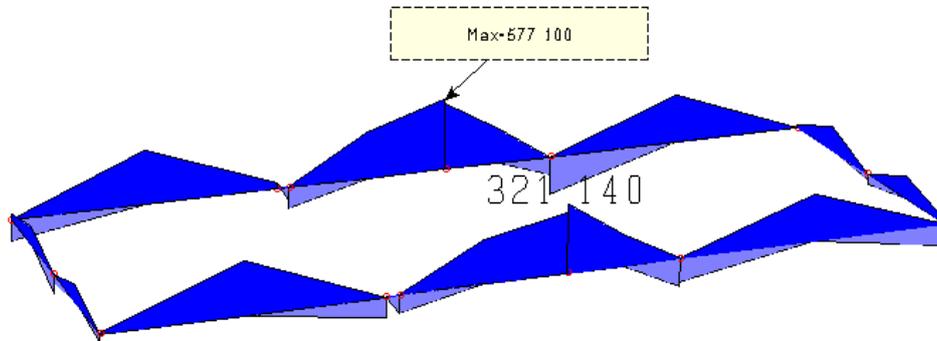
11.2. TRAVI DI FONDAZIONE ESTERNE

11.2.1 Sollecitazioni condizione frequente

Fy [daN]

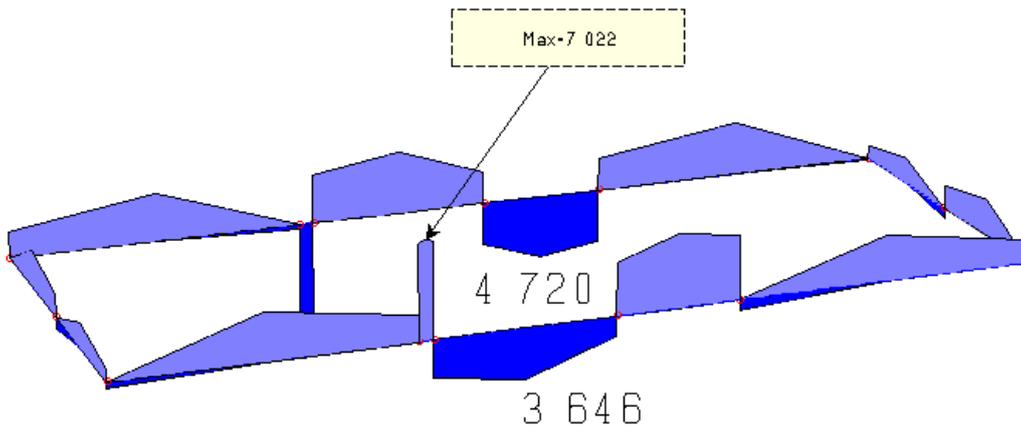


Mz [daNcm]



11.2.2. Sollecitazioni condizione quasi permanente

Fy [daN]



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

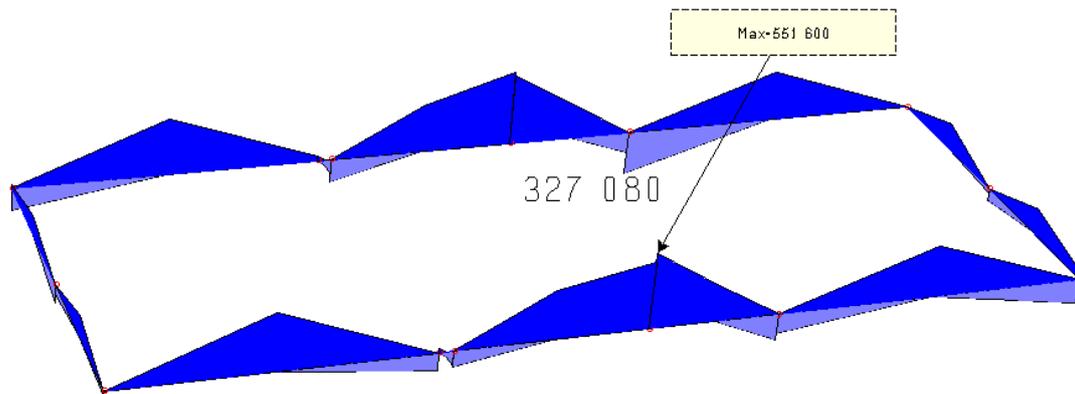
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

Rev.
A

Foglio
105 di 134

Mz [daNcm]





11.2.3. Verifiche

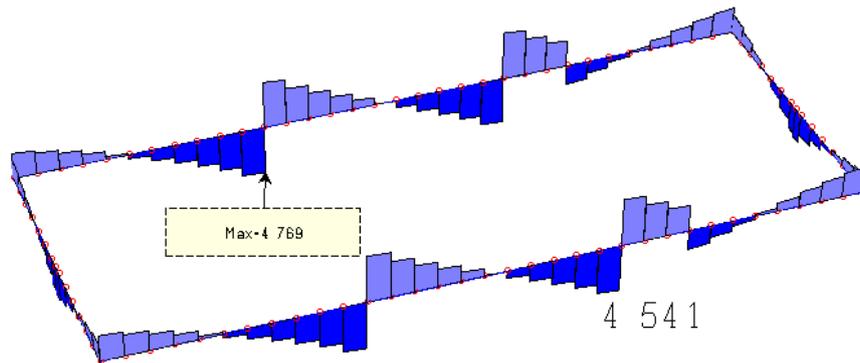
VERIFICA FESSURAZIONE SEZIONE RETTANGOLARE PRESSOINFLESSA								
MATERIALI	Calcestruzzo	25/30	$f_{ck} =$	250	kg/cmq			
			$f_{ctd} =$	142	kg/cmq			
			$f_{ctm} =$	25,6	kg/cmq			
			$E_{cm} =$	314.758	kg/cmq			
	Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4.500	kg/cmq			
			$f_{yd} =$	3.913	kg/cmq			
			$E_s =$	2.100.000	kg/cmq			
	Coefficiente di omogenizzazione		$n =$	15				
SEZIONE	Larghezza zona compressa		$B =$	133	cm			
	Larghezza zona tesa		$B' =$	43				
			$H =$	120	cm			
			copriferro =	4	cm			
			altezza utile $d =$	116	cm			
Armatura As (zona tesa)	$\Phi =$	16	Numero	3	6,03 cmq			
Armatura A's (zona compr.)	$\Phi =$	16	Numero	5	10,05 cmq			
SOLLECITAZIONI - CONDIZIONE DI CARICO FREQUENTE			Sforzo normale =	1	kg			
			Momento flettente =	5771	kgm			
			Eccentricità =	577100,0	cm			
			Distanza centro di pressione-bordo trave =	577040,00000	cm			
POSIZIONE ASSE NEUTRO - EQUAZIONE DI TERZO GRADO								
Coefficienti equazione di 3° grado ($Ax^3+Bx^2+Cx+D=0$)								
	A =	22,17	B =	38373160,00	C =	139193143,2	D =	-6403593715,2
		1,00		1731120,00		6279389,9		-288883927,0
Valore x (Cardano) =		11,2	cm		6,23E+02			28
Tensione nel calcestruzzo $\sigma_c =$				6,1	kg/cmq			
Tensione nell'acciaio teso $\sigma_s =$				853	kg/cmq			
Tensione nell'acciaio compresso $\sigma_s =$				59	kg/cmq			
SOLLECITAZIONI - CONDIZIONE QUASI PERMANENTE			Sforzo normale =	1	kg			
			Momento flettente =	5518	kgm			
			Eccentricità =	551800,0	cm			
			Distanza centro di pressione-bordo trave =	551740,0	cm			
POSIZIONE ASSE NEUTRO - EQUAZIONE DI TERZO GRADO								
Coefficienti equazione di 3° grado ($Ax^3+Bx^2+Cx+D=0$)								
	A =	22,17	B =	36690710,00	C =	133090783,2	D =	-6122885155,2
		1,00		1655220,00		6004095,5		-276220382,9
Valore x (Cardano) =		11,2	cm		-1341,107034			-61
Tensione nel calcestruzzo $\sigma_c =$				5,8	kg/cmq			
Tensione nell'acciaio teso $\sigma_s =$				815	kg/cmq			
Tensione nell'acciaio compresso $\sigma_s =$				56	kg/cmq			
VERIFICA A FESSURAZIONE (Armature poco sensibili)								
Condizioni ambientali diprogetto	A		Condizione di carico	Apertura delle fessure				
Ordinarie => Inserire O			Frequente	w_2 (mm)=	0,30			
Aggressive => inserire A			Quasi permanente	w_1 (mm)=	0,20			
Molto Aggressive => inserire MA								
CONDIZIONE DI CARICO FREQUENTE								
$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,7							
Ricrca di $h_{c,eff}$:	$2,5*(H-d)$	$(H-x)/3$	$h/2$					
valore minimo	10,0	36,3	60,0	$h_{c,eff} =$	10,0 cm			
$A_{c, eff} =$	430	cmq		$\rho_{eff} =$	0,0140			
Durata delle azioni:	Breve durata => B		L	$K_t =$	0,4			
	Lunga durata => L							
$K_1 =$	0,8	Barre ad. Migliorata	$K_3 =$	3,4				
$K_2 =$	0,5	Flessione	$K_4 =$	0,425				
Dilatazione media dell'acciaio								
$\epsilon_{sm} =$	$2,51E-05$	$<$	$0,6*\sigma_s/E_s =$	$2,4E-04$	$\epsilon_{sm} =$	$2,4E-04$		
$\Delta_s,max =$	13,6	cm						
$w_d =$	0,056	$<$	0,3	Verificato per c.d.c. frequente				
CONDIZIONE DI CARICO QUASI PERMANENTE								
$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	7							
Ricrca di $h_{c,eff}$:	$2,5*(H-d)$	$(H-x)/3$	$h/2$					
valore minimo	10,0	36,3	60,0	$h_{c,eff} =$	10,0 cm			
$A_{c, eff} =$	430	cmq		$\rho_{eff} =$	0,014			
Durata delle azioni:	Breve durata => B		L	$K_t =$	0,4			
	Lunga durata => L							
$K_1 =$	0,8	Barre ad. Migliorata	$K_3 =$	3,4				
$K_2 =$	0,5	Flessione	$K_4 =$	0,425				
Dilatazione media dell'acciaio								
$\epsilon_{sm} =$	$7,25E-06$	$>$	$0,6*\sigma_s/E_s =$	$2,4E-04$	$\epsilon_{sm} =$	$2,4E-04$		
$\Delta_s,max =$	13,6	cm						
$w_d =$	0,056	$<$	0,20	Verificato per c.d.c. quasi permanente				



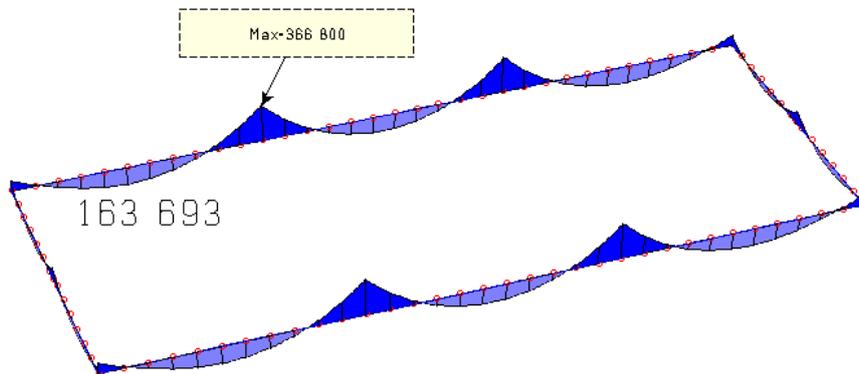
11.3. TRAVI DI BORDO A QUOTA GRONDA

11.3.1 Sollecitazioni condizione frequente

Fy [daN]

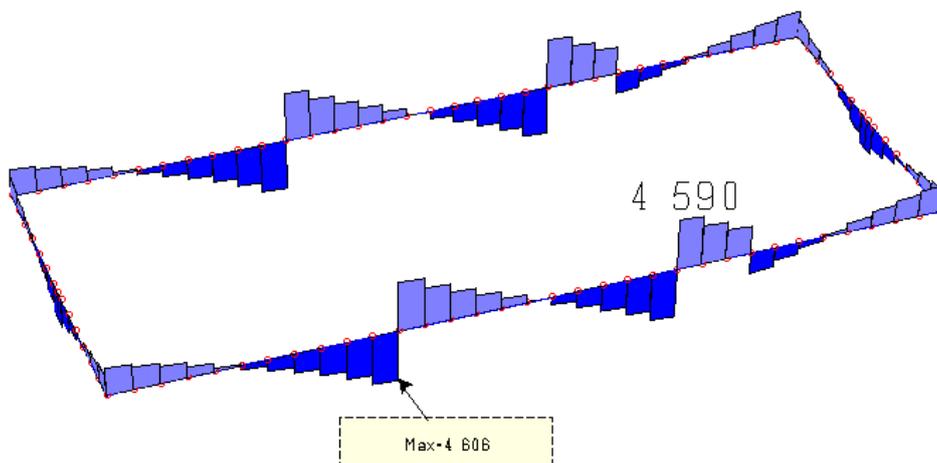


Mz [daNcm]



11.3.2 Sollecitazioni condizione quasi permanente

Fy [daN]



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

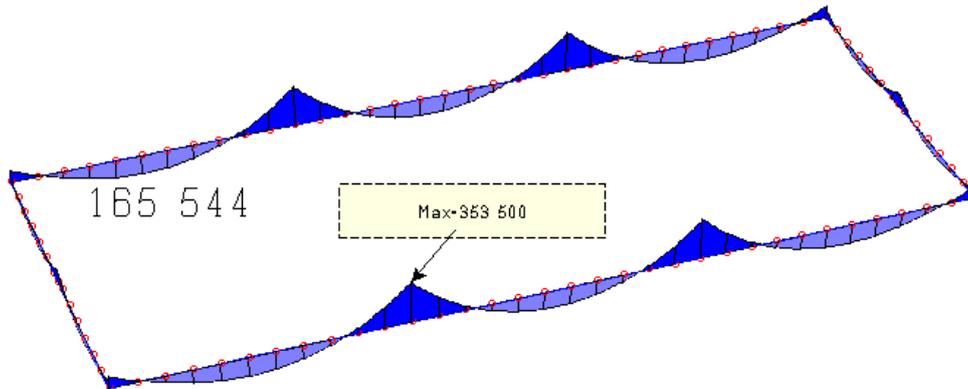
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

Rev.
A

Foglio
108 di 134

Mz [daNcm]





11.3.2 Verifiche

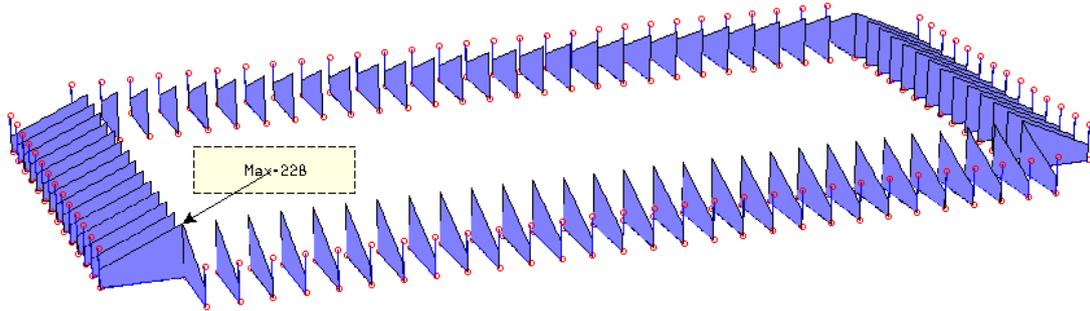
VERIFICA FESSURAZIONE SEZIONE RETTANGOLARE PRESSOINFLESSA									
MATERIALI	Calcestruzzo	30/37		$f_{ck} =$	300	kg/cm ²			
				$f_{ctd} =$	3	kg/cm ²			
				$f_{ctm} =$	29,0	kg/cm ²			
				$E_{cm} =$	328.366	kg/cm ²			
	Acciaio	B450C		$f_{yk} =$	4.500	kg/cm ²			
				$f_{yd} =$	3.913	kg/cm ²			
				$E_s =$	2.100.000	kg/cm ²			
SEZIONE	Coefficiente di omogeneizzazione			$n =$	15				
	Larghezza zona compressa			$B =$	25	cm			
	Larghezza zona tesa			$B' =$	25	cm			
				$H =$	70	cm			
				copriferro =	4	cm			
				altezza utile $d =$	66	cm			
Armatura As (zona tesa)	$\Phi =$	16	Numero	3	6,03	cm ²			
Armatura A's (zona compr.)	$\Phi =$	16	Numero	3	6,03	cm ²			
SOLLECITAZIONI - CONDIZIONE DI CARICO FREQUENTE				Sforzo normale =	1	kg			
				Momento flettente =	3668	kgm			
				Eccentricità =	366800,0	cm			
				Distanza centro di pressione-bordo trave =	366765,00000	cm			
POSIZIONE ASSE NEUTRO -EQUAZIONE DI TERZO GRADO									
Coefficienti equazione di 3° grado ($Ax^3+Bx^2+Cx+D=0$)									
	A =	4,17	B =	4584562,50	C =	66354120,0	D =	-2322568044,9	
		1,00		1100295,00		15924988,8		-557416330,8	
Valore x (Cardano) =		16,4	cm		8,04E+01			19	
Tensione nel calcestruzzo $\sigma_c =$					22,0	kg/cm ²			
Tensione nell'acciaio teso $\sigma_s =$					999	kg/cm ²			
Tensione nell'acciaio compresso $\sigma_s =$					250	kg/cm ²			
SOLLECITAZIONI - CONDIZIONE QUASI PERMANENTE									
				Sforzo normale =	1	kg			
				Momento flettente =	3535	kgm			
				Eccentricità =	353500,0	cm			
				Distanza centro di pressione-bordo trave =	353465,0	cm			
POSIZIONE ASSE NEUTRO -EQUAZIONE DI TERZO GRADO									
Coefficienti equazione di 3° grado ($Ax^3+Bx^2+Cx+D=0$)									
	A =	4,17	B =	4418312,50	C =	63948150,0	D =	-2238359094,9	
		1,00		1060395,00		15347556,0		-537206182,8	
Valore x (Cardano) =		16,4	cm		-49,08422136			-12	
Tensione nel calcestruzzo $\sigma_c =$					21,2	kg/cm ²			
Tensione nell'acciaio teso $\sigma_s =$					963	kg/cm ²			
Tensione nell'acciaio compresso $\sigma_s =$					241	kg/cm ²			
VERIFICA A FESSURAZIONE (Armature poco sensibili)									
Condizioni ambientali diprogetto			O	Condizione di carico			Apertura delle fessure		
Ordinarie => Inserire O				Frequente			w_3 (mm)= 0,40		
Aggressive => inserire A				Quasi permanente			w_2 (mm)= 0,30		
Molto Aggressive => inserire MA									
CONDIZIONE DI CARICO FREQUENTE									
$\alpha_c = E_s/E_{cm} =$		6,4							
Ricirca di $h_{c,eff}$:		$2,5*(H-d)$	$(H-x)/3$	$h/2$					
valore minimo		10,0	17,9	35,0	$h_{c,eff} =$	10,0	cm		
$A_c, eff =$		250	cm ²		$peff =$	0,0241			
Durata delle azioni:		Breve durata => B	Lunga durata => L	L	$Kt =$	0,4			
$K_1 =$		0,8	Barre ad. Migliorata		$K_3 =$	3,4			
$K_2 =$		0,5	Flessione		$K_4 =$	0,425			
Dilatazione media dell'acciaio									
$\epsilon_{sm} =$		2,12E-04	<	$0,6*\sigma_s/E_s =$	2,9E-04	$\epsilon_{sm} =$	2,9E-04		
$\Delta_s, max =$		13,6	cm						
$w_d =$		0,0660	<	0,4	Verificato per c.d.c. frequente				
CONDIZIONE DI CARICO QUASI PERMANENTE									
$\alpha_c = E_s/E_{cm} =$		6							
Ricirca di $h_{c,eff}$:		$2,5*(H-d)$	$(H-x)/3$	$h/2$					
valore minimo		10,0	17,9	35,0	$h_{c,eff} =$	10,0	cm		
$A_c, eff =$		250	cm ²		$peff =$	0,024			
Durata delle azioni:		Breve durata => B	Lunga durata => L	L	$Kt =$	0,4			
$K_1 =$		0,8	Barre ad. Migliorata		$K_3 =$	3,4			
$K_2 =$		0,5	Flessione		$K_4 =$	0,425			
Dilatazione media dell'acciaio									
$\epsilon_{sm} =$		1,94E-04	>	$0,6*\sigma_s/E_s =$	2,9E-04	$\epsilon_{sm} =$	2,9E-04		
$\Delta_s, max =$		13,6	cm						
$w_d =$		0,0660	<	0,30	Verificato per c.d.c. quasi permanente				



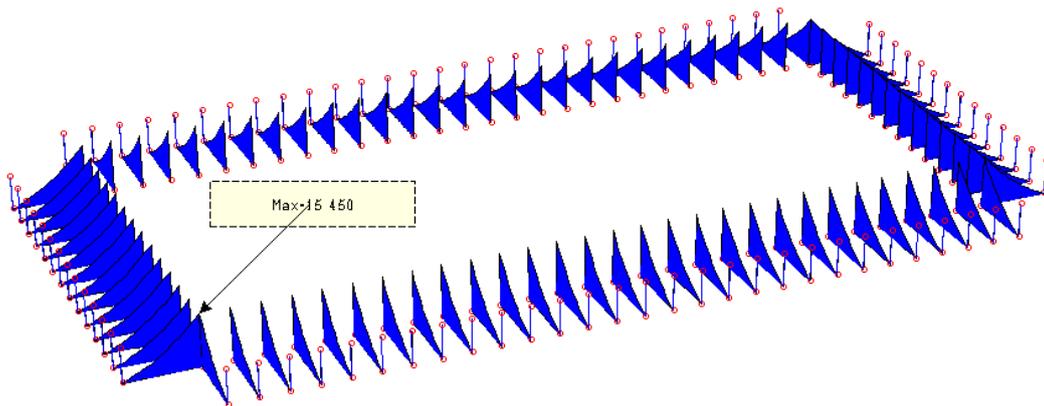
11.4 GRONDA

11.4.1 Sollecitazioni condizione frequente

Fy [daN]

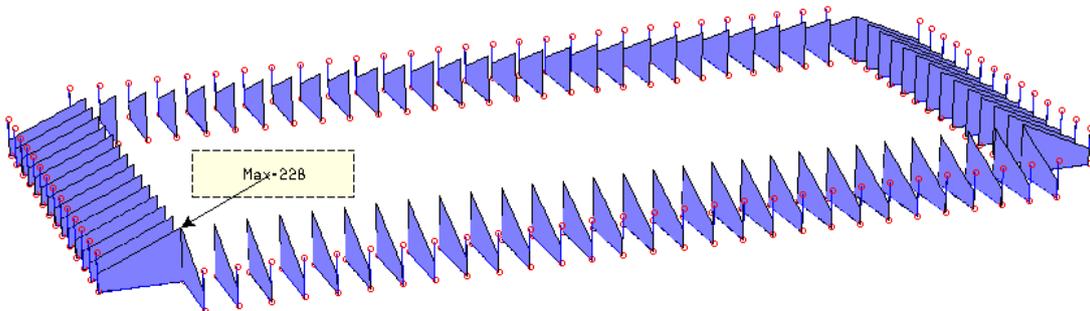


Mz [daNcm]



11.4.2 Sollecitazioni condizione quasi permanente

Fy [daN]



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

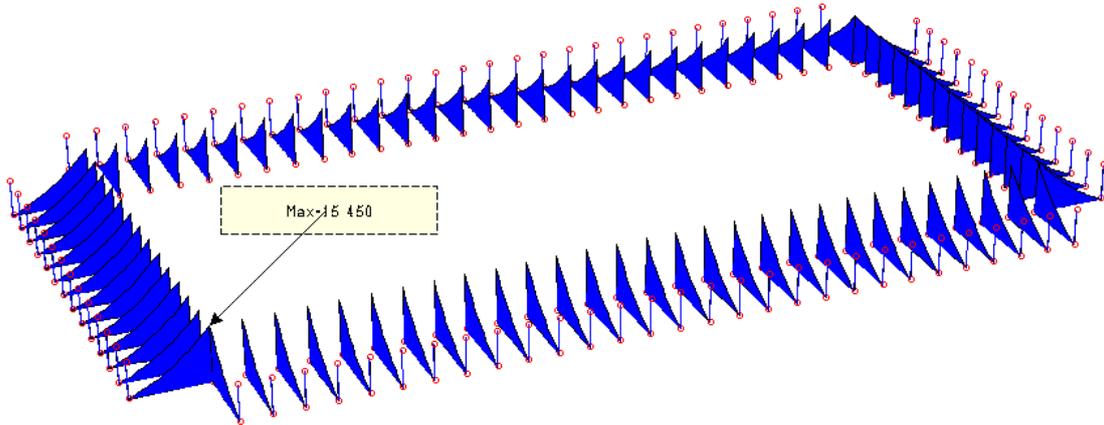
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

Rev.
A

Foglio
111 di 134

Mz [daNcm]





11.4.3. Verifiche

VERIFICA FESSURAZIONE SEZIONE RETTANGOLARE PRESSOINFLESSA						
MATERIALI	Calcestruzzo	32/40	$f_{ck} =$	320	kg/cm ²	
			$f_{ctd} =$	3	kg/cm ²	
			$f_{ctm} =$	30,2	kg/cm ²	
			$E_{cm} =$	333.458	kg/cm ²	
	Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4.500	kg/cm ²	
			$f_{yd} =$	3.913	kg/cm ²	
			$E_s =$	2.100.000	kg/cm ²	
	Coefficiente di omogeneizzazione		$n =$	15		
SEZIONE	Larghezza zona compressa		$B =$	40	cm	
	Larghezza zona tesa		$B' =$	40	cm	
			$H =$	15	cm	
			copriferro =	5	cm	
			altezza utile $d =$	10	cm	
Armatura As (zona tesa)	$\Phi =$	8	Numero	2	1,00	cmq
Armatura A's (zona compr.)	$\Phi =$	8	Numero	2	1,00	cmq
SOLLECITAZIONI - CONDIZIONE DI CARICO FREQUENTE			Sforzo normale =	1	kg	
			Momento flettente =	155	kgm	
			Eccentricità =	15500,0	cm	
			Distanza centro di pressione-bordo trave =	15492,50000	cm	
POSIZIONE ASSE NEUTRO -EQUAZIONE DI TERZO GRADO						
Coefficienti equazione di 3° grado ($Ax^3+Bx^2+Cx+D=0$)						
	$A =$	6,67	$B =$	309850,00	$C =$	465000,0
		1,00		46477,50		69750,0
	$D =$					-3487687,5
Valore x (Cardano) =		2,7		-9,48E-04		0
Tensione nel calcestruzzo $\sigma_c =$				36,5	kg/cm ²	
Tensione nell'acciaio teso $\sigma_s =$				1.489	kg/cm ²	
Tensione nell'acciaio compresso $\sigma_s =$				-471	kg/cm ²	
SOLLECITAZIONI - CONDIZIONE QUASI PERMANENTE			Sforzo normale =	1	kg	
			Momento flettente =	155	kgm	
			Eccentricità =	15500,0	cm	
			Distanza centro di pressione-bordo trave =	15492,5	cm	
POSIZIONE ASSE NEUTRO -EQUAZIONE DI TERZO GRADO						
Coefficienti equazione di 3° grado ($Ax^3+Bx^2+Cx+D=0$)						
	$A =$	6,67	$B =$	309850,00	$C =$	465000,0
		1,00		46477,50		69750,0
	$D =$					-3487687,5
Valore x (Cardano) =		2,7		-0,000947547		0
Tensione nel calcestruzzo $\sigma_c =$				36,5	kg/cm ²	
Tensione nell'acciaio teso $\sigma_s =$				1.489	kg/cm ²	
Tensione nell'acciaio compresso $\sigma_s =$				-471	kg/cm ²	
VERIFICA A FESSURAZIONE (Armature poco sensibili)						
Condizioni ambientali di progetto	O	Condizione di carico	Apertura delle fessure			
Ordinarie => Inserire O		Frequente	w_3 (mm)=	0,40		
Aggressive => inserire A		Quasi permanente	w_2 (mm)=	0,30		
Molto Aggressive => inserire MA						
CONDIZIONE DI CARICO FREQUENTE						
$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,3					
Ricra di $h_{c,eff}$:	$2,5*(H-d)$	$(H-x)/3$	$h/2$			
valore minimo	12,5	4,1	7,5	$h_{c,eff} =$	4,1	cm
$A_c, eff =$	164,167101	cmq		$peff =$	0,0061	
Durata delle azioni:	Breve durata => B	Lunga durata => L		$Kt =$	0,4	
$K1 =$	0,8	Barre ad. Migliorata	$K3 =$	3,4		
$K2 =$	0,5	Flessione	$K4 =$	0,425		
Dilatazione media dell'acciaio						
$\epsilon_{sm} =$	-2,73E-04	$<$	$0,6*\sigma_s/E_s =$	4,3E-04	$\epsilon_{sm} =$	4,3E-04
$\Delta_s, max =$	17,0	cm				
$w_g =$	0,1230	$<$	0,4	Verificato per c.d.c. frequente		
CONDIZIONE DI CARICO QUASI PERMANENTE						
$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6					
Ricra di $h_{c,eff}$:	$2,5*(H-d)$	$(H-x)/3$	$h/2$			
valore minimo	12,5	4,1	7,5	$h_{c,eff} =$	4,1	cm
$A_c, eff =$	164,167101	cmq		$peff =$	0,006	
Durata delle azioni:	Breve durata => B	Lunga durata => L		$Kt =$	0,4	
$K1 =$	0,8	Barre ad. Migliorata	$K3 =$	3,4		
$K2 =$	0,5	Flessione	$K4 =$	0,425		
Dilatazione media dell'acciaio						
$\epsilon_{sm} =$	-2,73E-04	$>$	$0,6*\sigma_s/E_s =$	4,3E-04	$\epsilon_{sm} =$	4,3E-04
$\Delta_s, max =$	17,0	cm				
$w_g =$	0,1230	$<$	0,30	Verificato per c.d.c. quasi permanente		



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

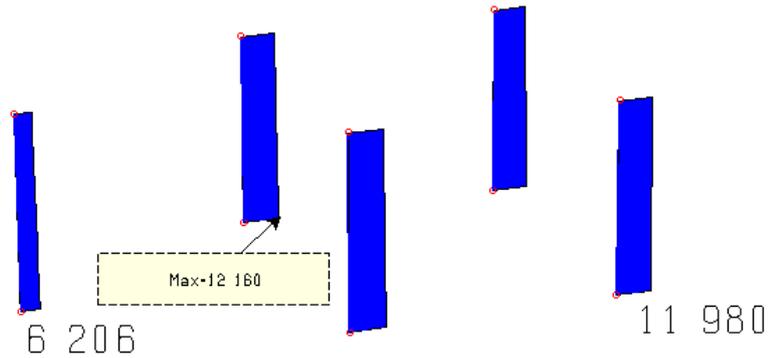
Rev.
A

Foglio
113 di 134

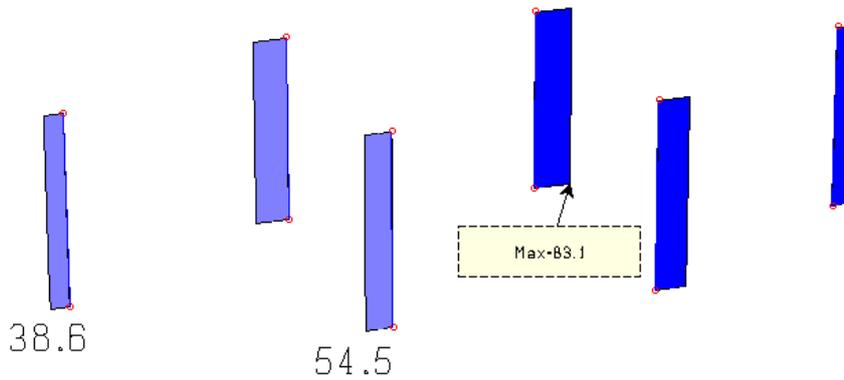
11.5 PIEDRITTI INTERMEDI

11.5.1 Sollecitazioni condizione frequente

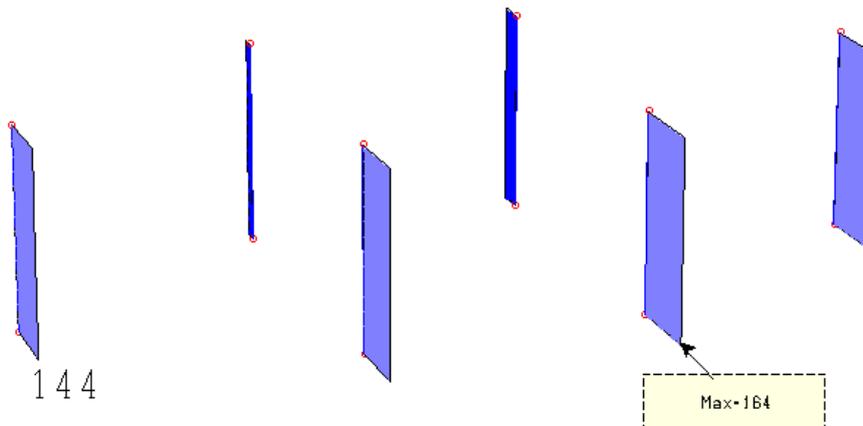
Fx [daN]



Fy [daN]



Fz [daN]





Doc. N.

Progetto
INOR

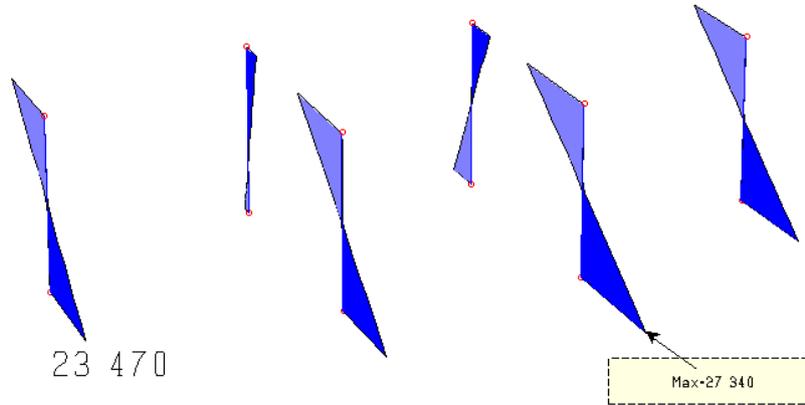
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

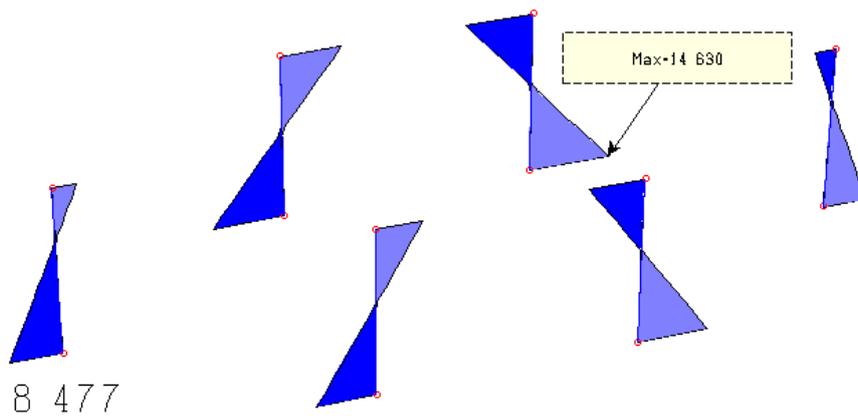
Rev.
A

Foglio
114 di 134

My [daN cm]

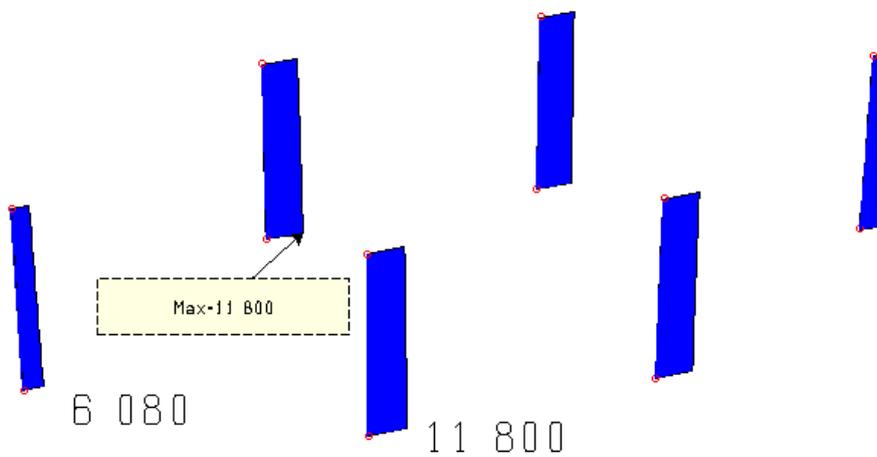


Mz [daN cm]



11.5.2 Sollecitazioni condizione quasi permanente

Fx [daN]





Doc. N.

Progetto
INOR

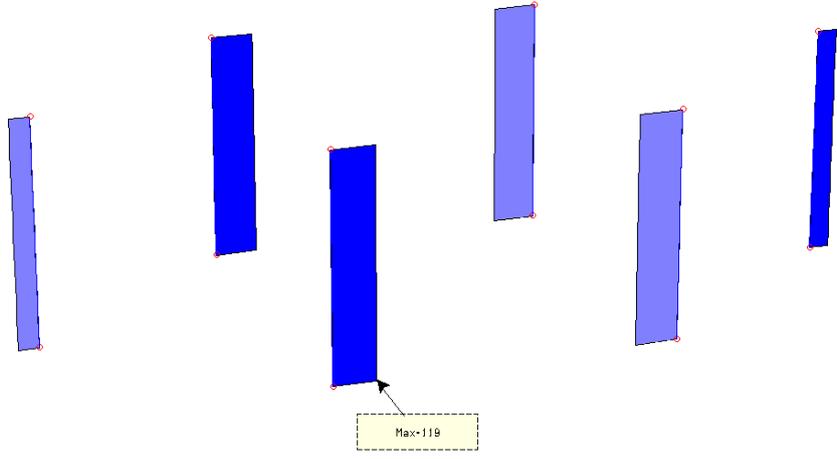
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

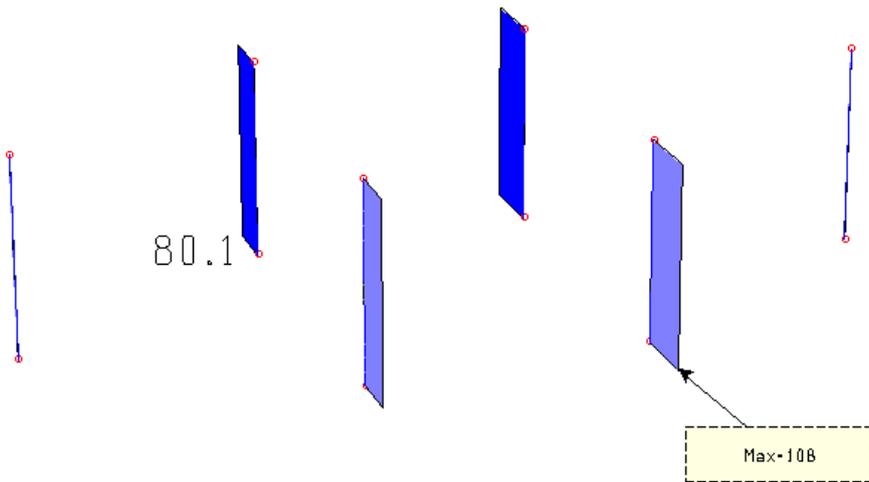
Rev.
A

Foglio
115 di 134

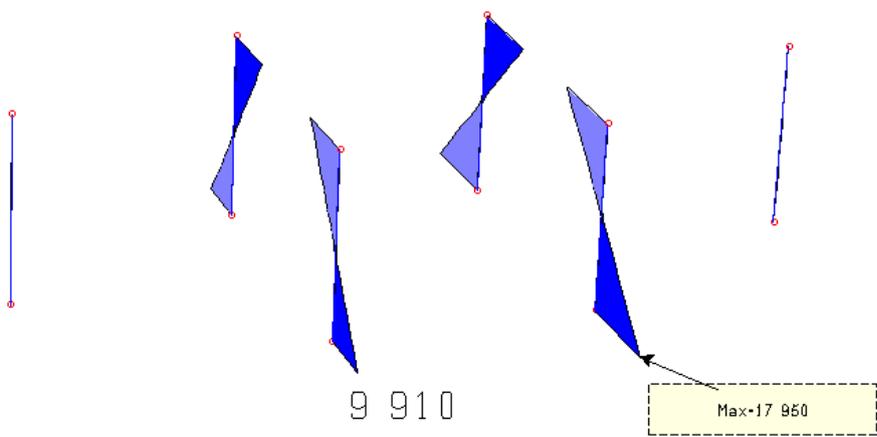
Fy [daN]



Fz [daN]



My [daN cm]



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

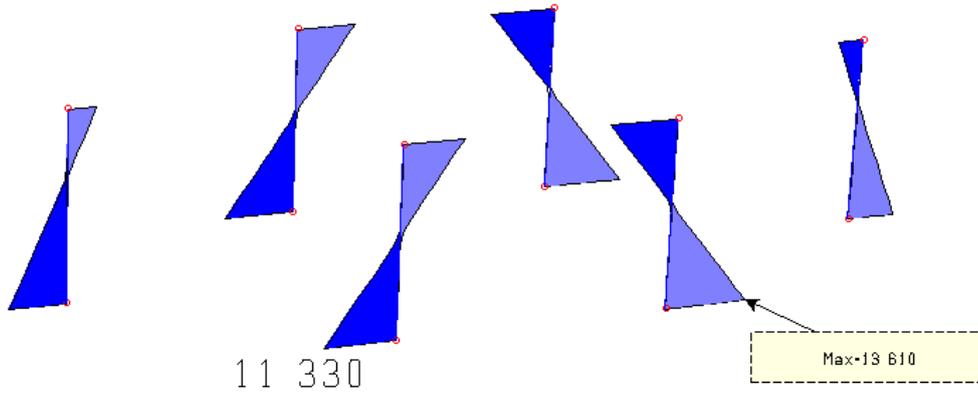
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

Rev.
A

Foglio
116 di 134

Mz [daN cm]





11.5.3 Verifiche

VERIFICA FESSURAZIONE SEZIONE RETTANGOLARE PRESSOINFLESSA					
MATERIALI	Calcestruzzo	28/35		$f_{ck} =$	280 kg/cmq
				$f_{ctd} =$	159 kg/cmq
				$f_{ctm} =$	27,7 kg/cmq
				$E_{cm} =$	323.082 kg/cmq
	Acciaio	B450C		$f_{yk} =$	4.500 kg/cmq
				$f_{yd} =$	3.913 kg/cmq
				$E_s =$	2.100.000 kg/cmq
	Coefficiente di omogeneizzazione			$n =$	15
SEZIONE	Larghezza zona compressa			$B =$	25 cm
	Larghezza zona tesa			$B' =$	25 cm
				$H =$	40 cm
				copriferro =	5 cm
				altezza utile $d =$	35 cm
Armatura As (zona tesa)	$\Phi =$	20	Numero	3	9,42 cmq
Armatura A's (zona compr.)	$\Phi =$	20	Numero	3	9,42 cmq
SOLLECITAZIONI - CONDIZIONE DI CARICO FREQUENTE				Sforzo normale =	12160 kg
				Momento flettente =	273 kgm
				Eccentricità =	2,2 cm
SEZIONE INTERAMENTE COMPRESSA					
				Distanza centro di pressione-bordo trave =	-17,75493 cm
POSIZIONE ASSE NEUTRO -EQUAZIONE DI TERZO GRADO					
Coefficienti equazione di 3° grado ($Ax^3+Bx^2+Cx+D=0$)					
	A =	4,17	B =	-221,94	C = 634,5 D = -76274,1
		1,00		-53,26	152,3 -18305,8
Valore x (Cardano) =		56,3 cm		1,31E-10	0
Tensione nel calcestruzzo $\sigma_c =$					13,7 kg/cmq
Tensione nell'acciaio teso $\sigma_s =$					-78 kg/cmq
Tensione nell'acciaio compresso $\sigma_s =$					188 kg/cmq
SOLLECITAZIONI - CONDIZIONE QUASI PERMANENTE				Sforzo normale =	11800 kg
				Momento flettente =	179 kgm
				Eccentricità =	1,5 cm
SEZIONE INTERAMENTE COMPRESSA					
				Distanza centro di pressione-bordo trave =	-18,5 cm
POSIZIONE ASSE NEUTRO -EQUAZIONE DI TERZO GRADO					
Coefficienti equazione di 3° grado ($Ax^3+Bx^2+Cx+D=0$)					
	A =	4,17	B =	-231,04	C = 428,7 D = -72158,8
		1,00		-55,45	102,9 -17318,1
Valore x (Cardano) =		58,7 cm		0	0
Tensione nel calcestruzzo $\sigma_c =$					12,8 kg/cmq
Tensione nell'acciaio teso $\sigma_s =$					-78 kg/cmq
Tensione nell'acciaio compresso $\sigma_s =$					176 kg/cmq
VERIFICA A FESSURAZIONE (Armature poco sensibili)					
Condizioni ambientali diprogetto	O	Condizione di carico		Apertura delle fessure	
Ordinarie => Inserire O		Frequente		w_3 (mm)=	0,40
Aggressive => inserire A		Quasi permanente		w_2 (mm)=	0,30
Molto Aggressive => inserire MA					
CONDIZIONE DI CARICO FREQUENTE					
$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,5				
Ricerca di $h_{c,eff}$:	$2,5*(H-d)$	$(H-x)/3$	$h/2$	$h_{c,eff} =$	-5,4 cm
valore minimo	12,5	-5,4	20,0	$p_{eff} =$	-0,0692
$A_c, eff =$	-136,0887 cmq			$Kt =$	0,4
Durata delle azioni:	Breve durata => B	Lunga durata => L			
		L			
$K_1 =$	0,8	Barre ad. Migliorata	$K_3 =$	3,4	
$K_2 =$	0,5	Flessione	$K_4 =$	0,425	
Dilatazione media dell'acciaio					
$\epsilon_{sm} =$	4,77E-06	>	$0,6*\sigma_s/E_s =$	-2,2E-05	$\epsilon_{sm} =$ 4,8E-06
$\Delta_s, max =$	17,0 cm				
$w_d =$	0,001	<	0,4	Verificato per c.d.c. frequente	
CONDIZIONE DI CARICO QUASI PERMANENTE					
$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6				
Ricerca di $h_{c,eff}$:	$2,5*(H-d)$	$(H-x)/3$	$h/2$	$h_{c,eff} =$	-6,2 cm
valore minimo	12,5	-6,2	20,0	$p_{eff} =$	-0,060
$A_c, eff =$	-155,9972 cmq			$Kt =$	0,4
Durata delle azioni:	Breve durata => B	Lunga durata => L			
		L			
$K_1 =$	0,8	Barre ad. Migliorata	$K_3 =$	3,4	
$K_2 =$	0,5	Flessione	$K_4 =$	0,425	
Dilatazione media dell'acciaio					
$\epsilon_{sm} =$	1,60E-05	>	$0,6*\sigma_s/E_s =$	-2,2E-05	$\epsilon_{sm} =$ 1,6E-05
$\Delta_s, max =$	17,0 cm				
$w_d =$	0,005	<	0,30	Verificato per c.d.c. quasi permanente	

11.6 PIEDRITTI D'ANGOLO

11.6.1. Sollecitazioni condizione frequente

Fx [daN]



Fy [daN]



Fz [daN]





Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

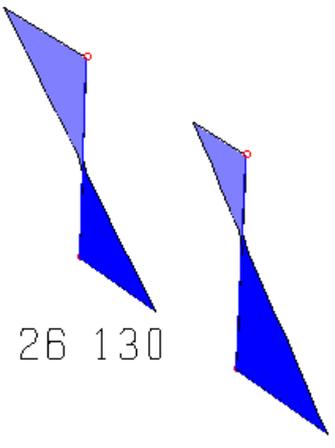
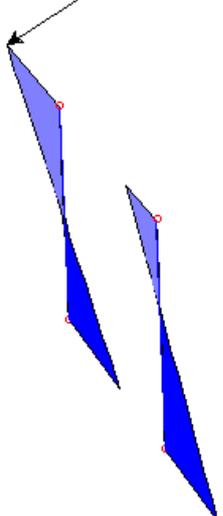
Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

Rev.
A

Foglio
119 di 134

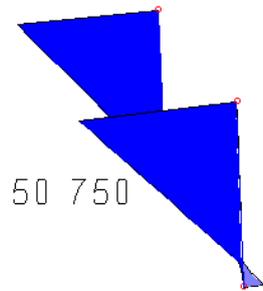
My [daN cm]

Max-31 770

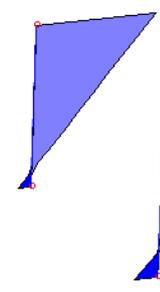


26 130

Mz [daN cm]



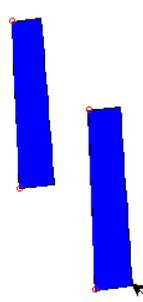
50 750



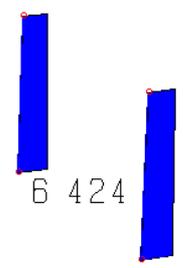
Max-52 060

11.6.2. Sollecitazioni condizione quasi permanente

Fx [daN]



Max-6 442



6 424

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

Rev.
A

Foglio
120 di 134

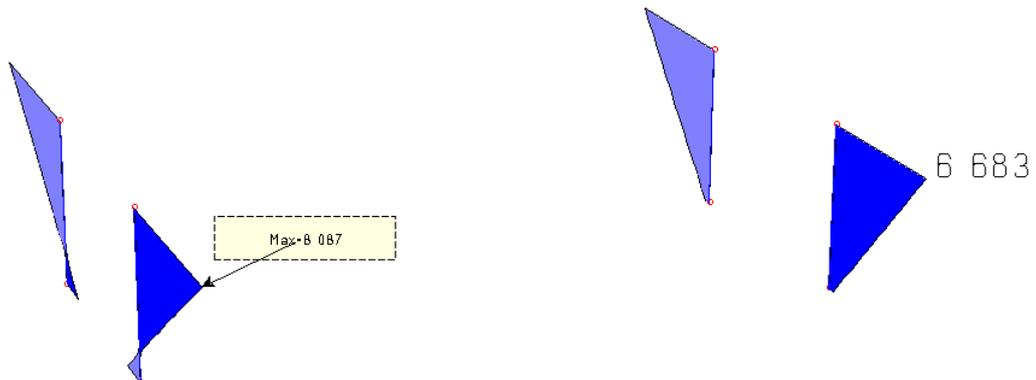
Fy [daN]



Fz [daN]



My [daN cm]



GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

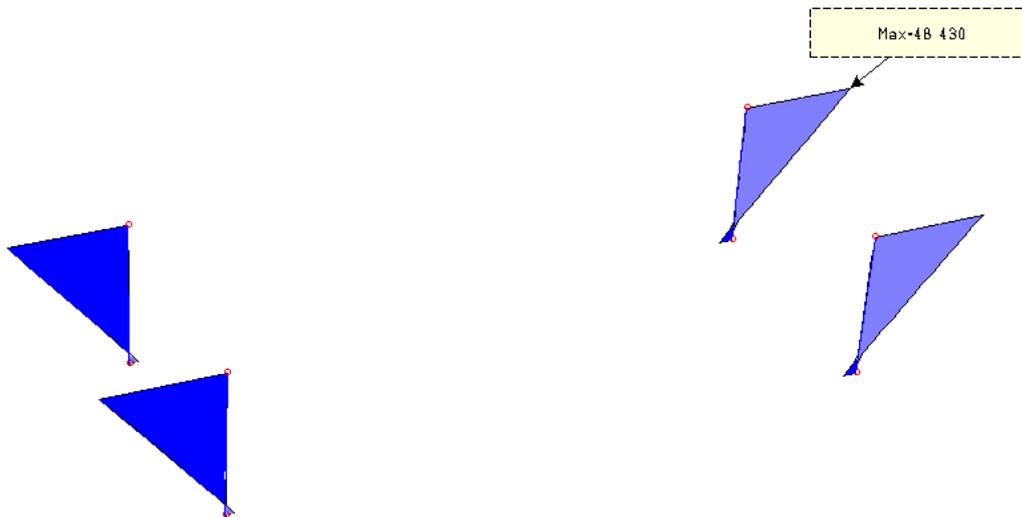
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001

Rev.
A

Foglio
121 di 134

Mz [daN cm]



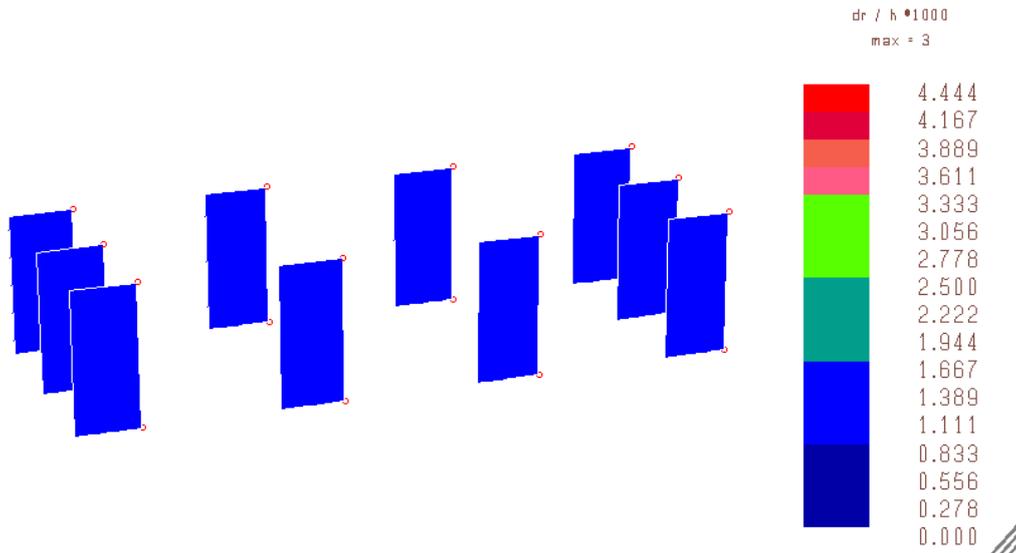


11.6.3. Verifiche

VERIFICA FESSURAZIONE SEZIONE RETTANGOLARE PRESSOINFLESSA						
MATERIALI	Calcestruzzo	28/35	$f_{ck} =$	280	kg/cmq	
			$f_{ctd} =$	159	kg/cmq	
			$f_{ctm} =$	27,7	kg/cmq	
			$E_{cm} =$	323.082	kg/cmq	
	Acciaio	B450C	$f_{yk} =$	4.500	kg/cmq	
			$f_{yd} =$	3.913	kg/cmq	
			$E_s =$	2.100.000	kg/cmq	
SEZIONE	Coefficiente di omogeneizzazione		$n =$	15		
	Larghezza zona compressa		$B =$	25	cm	
	Larghezza zona tesa		$B' =$	25	cm	
			$H =$	40	cm	
			copriferro =	5	cm	
			altezza utile $d =$	35	cm	
Armatura As (zona tesa)	$\Phi =$	20	Numero	3	9,42	cmq
Armatura A's (zona compr.)	$\Phi =$	20	Numero	3	9,42	cmq
SOLLECITAZIONI - CONDIZIONE DI CARICO FREQUENTE			Sforzo normale =	6636	kg	
			Momento flettente =	520	kgm	
			Eccentricità =	7,8	cm	
			Distanza centro di pressione-bordo trave =	-12,16395	cm	
POSIZIONE ASSE NEUTRO -EQUAZIONE DI TERZO GRADO						
Coefficienti equazione di 3° grado ($Ax^3+Bx^2+Cx+D=0$)						
	A =	4,17	B =	-152,05	C =	2214,5
		1,00		-36,49		531,5
Valore x (Cardano) =		39,6	cm	2,10E-09		0
Tensione nel calcestruzzo $\sigma_c =$		10,5	kg/cmq			
Tensione nell'acciaio teso $\sigma_s =$		-18	kg/cmq			
Tensione nell'acciaio compresso $\sigma_s =$		137	kg/cmq			
SOLLECITAZIONI - CONDIZIONE QUASI PERMANENTE			Sforzo normale =	6442	kg	
			Momento flettente =	484	kgm	
			Eccentricità =	7,5	cm	
			Distanza centro di pressione-bordo trave =	-12,5	cm	
POSIZIONE ASSE NEUTRO -EQUAZIONE DI TERZO GRADO						
Coefficienti equazione di 3° grado ($Ax^3+Bx^2+Cx+D=0$)						
	A =	4,17	B =	-156,09	C =	2123,2
		1,00		-37,46		509,6
Valore x (Cardano) =		40,4	cm	1,26456E-08		0
Tensione nel calcestruzzo $\sigma_c =$		9,9	kg/cmq			
Tensione nell'acciaio teso $\sigma_s =$		-20	kg/cmq			
Tensione nell'acciaio compresso $\sigma_s =$		131	kg/cmq			
VERIFICA A FESSURAZIONE (Armature poco sensibili)						
Condizioni ambientali diprogetto	O	Condizione di carico	Apertura delle fessure			
Ordinarie => Inserire O		Frequente	w_3 (mm)=	0,40		
Aggressive => inserire A		Quasi permanente	w_2 (mm)=	0,30		
Molto Aggressive => inserire MA						
CONDIZIONE DI CARICO FREQUENTE						
$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6,5					
Ricra di $h_{c,eff}$:	$2,5*(H-d)$	$(H-x)/3$	$h/2$			
valore minimo	12,5	0,1	20,0	$h_{c,eff} =$	0,1	cm
$A_c, eff =$	3,4417591	cmq		$p_{eff} =$	2,7370	
Durata delle azioni:	Breve durata => B		L	$Kt =$	0,4	
	Lunga durata => L					
$K1 =$	0,8	Barre ad. Migliorata	$K3 =$	3,4		
$K2 =$	0,5	Flessione	$K4 =$	0,425		
Dilatazione media dell'acciaio						
$\epsilon_{sm} =$	-4,48E-05	<	$0,6*\sigma_s/E_s =$	-5,2E-06	$\epsilon_{sm} =$	-5,2E-06
$\Delta_s, max =$	17,0	cm				
$w_d =$	-0,002	<	0,4	Verificato per c.d.c. frequente		
CONDIZIONE DI CARICO QUASI PERMANENTE						
$\alpha_e = E_s/E_{cm} =$	6					
Ricra di $h_{c,eff}$:	$2,5*(H-d)$	$(H-x)/3$	$h/2$			
valore minimo	12,5	-0,1	20,0	$h_{c,eff} =$	-0,1	cm
$A_c, eff =$	-3,568469	cmq		$p_{eff} =$	-2,640	
Durata delle azioni:	Breve durata => B		L	$Kt =$	0,4	
	Lunga durata => L					
$K1 =$	0,8	Barre ad. Migliorata	$K3 =$	3,4		
$K2 =$	0,5	Flessione	$K4 =$	0,425		
Dilatazione media dell'acciaio						
$\epsilon_{sm} =$	-4,18E-05	>	$0,6*\sigma_s/E_s =$	-5,2E-06	$\epsilon_{sm} =$	-5,2E-06
$\Delta_s, max =$	17,0	cm				
$w_d =$	-0,002	<	0,30	Verificato per c.d.c. quasi permanente		



12. DANNEGGIABILITA' --- SLO CONDIZIONE SISMICA



Condizione verificata!

Ex + lambda Ey

Massime deformazioni al nodo 509 $d=0.3692$ $dx=0.3324$ $dy=0.1400$ $dz=0.0791$
 Direzione x: nodo 328 $dx=0.3395$ $dy=0.1326$ $dz=0.0247$
 Direzione y: nodo 550 $dy=0.1416$ $dx=0.3266$ $dz=0.0458$
 Direzione z: nodo 509 $dz=0.0791$ $dx=0.3324$ $dy=0.1400$

Ey + lambda Ex

Massime deformazioni al nodo 509 $d=0.4694$ $dx=0.1050$ $dy=0.4442$ $dz=0.1092$
 Direzione x: nodo 328 $dx=0.1082$ $dy=0.4348$ $dz=0.0568$
 Direzione y: nodo 550 $dy=0.4500$ $dx=0.0980$ $dz=0.0138$
 Direzione z: nodo 509 $dz=0.1092$ $dx=0.1050$ $dy=0.4442$

dann. = $320 \times 5/1000 \times 2/3 = 1,06 \text{ cm} > 0,47$



13. ANALISI DEL SECONDO ORDINE

ANALISI DEL SECONDO ORDINE

Nome archivio di lavoro : fabbricato MT BT FA40
 Intestazione del lavoro : Cabina MT BT FA40
 Tipo di analisi : Statica e Dinamica
 Unita' di misura delle Forze : daN
 Unita' di misura Lunghezze : cm
 Sisma lungo l'asse Z : No
 Combinazione dei modi : CQC
 Combinazione componenti azioni sismiche : Eurocodice 8
 λ : 0.3
 μ : 0.3

*** Gruppo di copertura: COPERTO

C.C		Δ_X [cm]	Δ_Y [cm]
1	1 Statica+(EX+ λ *EY)	1.46	0.55
1	1 Statica+(λ *EX+EY)	0.45	1.77
2		0.00	0.10
3		0.00	0.07
4		0.00	0.01
5		0.00	0.00

*** Gruppo di copertura: CANTONALE

C.C		Δ_X [cm]	Δ_Y [cm]
1	1 Statica+(EX+ λ *EY)	1.50	0.57
1	1 Statica+(λ *EX+EY)	0.46	1.82
2		0.00	0.11
3		0.00	0.07
4		0.00	0.01
5		0.00	0.00

*** Piano rigido alla quota: 343.000 TRAVE DI BORDO

Gruppo di copertura: COPERTO altezza interpiano: 46.45
 Gruppo di copertura: CANTONALE altezza interpiano: 88.66
 altezza media di interpiano: 67.55

C.C		Δ_X [cm]	Δ_Y [cm]	d_{rx} [cm]	d_{ry} [cm]	FX	FY	FZ	9_X
9_Y									
0.00	1 Statica+(EX+ λ *EY)	1.42	0.53	-0.06	-0.03	68001.99	42027.77	34040.37	0.00
0.00	1 Statica+(λ *EX+EY)	0.44	1.70	-0.01	-0.09	44828.58	76809.19	34040.37	0.00
0.00	2	0.00	0.10	-0.00	-0.00	3.81	223.22	57180.24	0.00
0.00	3	0.00	0.07	-0.00	-0.00	2.42	151.14	42586.80	0.00
0.00	4	0.00	0.01	-0.00	-0.00	1.55	31.23	35793.14	0.00
0.00	5	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.51	0.00	34040.37	0.00

*** analisi alla quota: -0.000

Piano rigido superiore: TRAVE DI BORDO altezza interpiano: 343.00

C.C		Δ_X [cm]	Δ_Y [cm]	d_{rx} [cm]	d_{ry} [cm]	FX	FY	FZ	9_X
9_Y									
0.01	1 Statica+(EX+ λ *EY)	0.00	0.00	-1.42	-0.53	48711.95	15311.65	85060.00	0.01
0.01	1 Statica+(λ *EX+EY)	0.00	0.00	-0.44	-1.70	18110.86	47702.02	85060.00	0.01
0.00	2	0.00	0.00	-0.00	-0.10	0.10	8480.90	135692.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL FA 000B 0 001Rev.
AFoglio
125 di 134

3	0.00	0.00	-0.00	-0.07	0.06	5655.00	105722.00	0.00
0.00								
4	0.00	0.00	-0.00	-0.01	0.00	1130.96	86853.00	0.00
0.00								
5	0.00	0.00	-0.00	-0.00	0.09	0.00	85060.00	0.00
0.00								

CONTROLLO REGOLARITÀ DELLA VARIAZIONE DELLA RIGIDEZZA LATERALE IN ALTEZZA

	Quota [cm]	Rigidezza laterale X [kg/cm]	Variazione [%]	Rigidezza laterale Y [kg/cm]	Variazione [%]
Livello 0	-0	37654.66	---	62326.48	---
Livello 1	343	2418521.75	6322.90	1137183.75	1724.56

RIPARTIZIONE DELLE AZIONI TAGLIANTI AI PIANI

***** Piano rigido alla quota: 343.000 TRAVE DI BORDO**

C.C	FX(Tot)	FX(Pil.) (%)	FX(Setti) (%)	FX(Pareti) (%)	FY(Tot)	FY(Pil.) (%)	FY(Setti)
(%) FY(Pareti) (%)							
1 Statica+(EX+λ*EY)	68002	68002 100	0 0	0 0	42028	42028 100	0
0 0 0							
1 Statica+(λ*EX+EY)	44829	44829 100	0 0	0 0	76809	76809 100	0
0 0 0							

***** Piano rigido alla quota: -0.000**

C.C	FX(Tot)	FX(Pil.) (%)	FX(Setti) (%)	FX(Pareti) (%)	FY(Tot)	FY(Pil.) (%)	FY(Setti)
(%) FY(Pareti) (%)							
1 Statica+(EX+λ*EY)	48712	48712 100	0 0	0 0	15312	15312 100	0
0 0 0							
1 Statica+(λ*EX+EY)	18111	18111 100	0 0	0 0	47702	47702 100	0
0 0 0							



14. TABELLA SOLLECITAZIONI SISMICHE PIU' GRAVOSE

FABBRICATO	WBS					ag/g
SSE AC						
	FA19	CALCINATO	113+580	10,43908532	45,46210302	0,2546
PT						
	FA23	CASTELNUOVO DEL GARDA	129+827	10,769328	45,424443	0,2612
	FA20	DESENZANO	122+405	10,54942	45,44303	0,2579
FABBRICATO SERVIZI TERNA						
	FA19	CALCINATO	113+580	10,43908532	45,46210302	0,2546
	FA25	SONA	136+030	10,84698	45,42595	0,2609
	FA24	SONA	133+981	10,822104	45,421211	0,2608
FSG TIPOLOGICO						
	FA38	LONATO OVEST	114+484,5	10,45071	45,45943	0,2548
	FA39	LONATO EST	122+314	10,54833	45,44306	0,2578
	FA40	SAN GIORGIO IN SALICI OVEST	129+913	10,77135	45,42401	0,2612
	FA41	SAN GIORGIO IN SALICI EST	133+614	10,81749	45,42095	0,2608
	FA43	SANTA CRISTINA FRASSINO OVEST	130+604	10,65202	45,43097	0,2618
	FA45	PARADISO EST	126+636	10,72901	45,4287	0,2618
FSG FA44						
	FA44	SANTA CRISTINA FRASSINO EST	134+077	10,69491	45,42869	0,2616
CABINA MT/BT tipo1						
	FA20	DESENZANO	122+405	10,54942	45,44303	0,2579
	FA39	LONATO EST	122+314	10,54833	45,44306	0,2578
	FA40	SAN GIORGIO IN SALICI OVEST	129+913	10,77135	45,42401	0,2612
CABINA MT/BT tipo 2						
	FA38	LONATO OVEST	114+484,5	10,45071	45,45943	0,2548
	FA26	VERONA MERCI	138+560	10,87925	45,427	0,2606
	FA28	PESCHIERA	128+594	10,62633	45,43255	0,2607
	FA41	SAN GIORGIO IN SALICI EST	133+614	10,81749	45,42095	0,2608
	FA43	SANTA CRISTINA FRASSINO OVEST	130+604	10,65202	45,43097	0,2618
	FA44	SANTA CRISTINA FRASSINO EST	134+077	10,69491	45,42869	0,2616
	FA45	PARADISO EST	126+636	10,72901	45,4287	0,2618
	FA49	VERONA OVEST	140+600	10,905283	45,426348	0,2603
	FA36	BRESCIA EST	105+584	10,346	45,488	0,2555
	FA18	BRESCIA EST	110+299	10,39884	45,46671	0,2539
VASCA						
	FA38	LONATO OVEST	114+484,5	10,45071	45,45943	0,2548
	FA39	LONATO EST	122+314	10,54833	45,44306	0,2578
	FA40	SAN GIORGIO IN SALICI OVEST	129+913	10,77135	45,42401	0,2612
	FA41	SAN GIORGIO IN SALICI EST	133+614	10,81749	45,42095	0,2608
	FA43	SANTA CRISTINA FRASSINO OVEST	130+604	10,65202	45,43097	0,2618
	FA44	SANTA CRISTINA FRASSINO EST	134+077	10,69491	45,42869	0,2616
	FA45	PARADISO EST	126+636	10,72901	45,4287	0,2618
SSE 3KVCC						
	FA25	SONA	136+030	10,84698	45,42595	0,2609
PPS						
	FA24	SONA	133+981	10,821311	45,421044	0,2608
PC/PJ						
	FA26	VERONA MERCI	138+560	10,87925	45,427	0,2606
PPD						
	FA21	DESENZANO	122+460	10,55032	45,44287	0,258
	FA22	PESCHIERA	134+633	10,70364	45,42868	0,2616
PC						
	FA28	PESCHIERA	128+594	10,62633	45,43255	0,2607
PJ2						
	FA49	VERONA OVEST	140+600	10,905283	45,426348	0,2603
CABINA TE						
	FA48	VERONA OVEST	140+534	10,903708	45,426498	0,2603
PC/PJ2						
	FA36	BRESCIA EST	105+584	10,346	45,488	0,2555
PJ						
	FA18	BRESCIA EST	110+299	10,39884	45,46671	0,2539
RTB RI43						
RTB RI60						



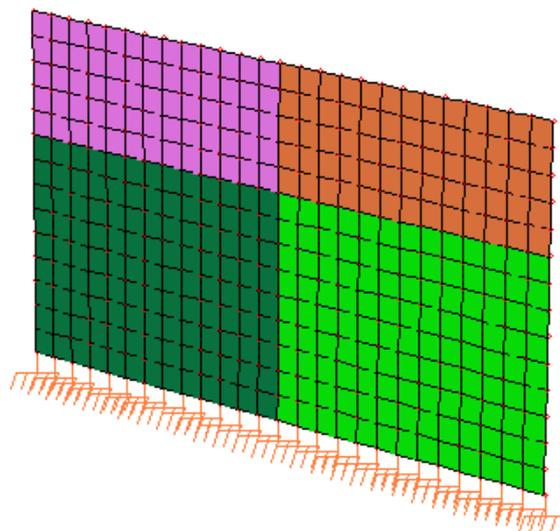
15. VERIFICA ELEMENTI NON STRUTTURALI (NTC08 7.2.3 - 7.2.4)

Le murature interne si considerano isolate dalle strutture portanti del fabbricato e non partecipanti alla rigidità globale della struttura, sia come condizione limite a favore della sicurezza, sia come condizione sostanziale di esecuzione in quanto poste all'interno di un edificio isolato termicamente.

Dunque, le pareti interne non sono in contatto con strutture portanti esterne.

I calcoli sono stati eseguiti in conformità alle prescrizioni di cui al par. **7.2.3** e **7.2.4** del **D.M 14-01-2008**

Schema Strutturale



Le murature sono descritte come un insieme di gusci di 15 cm di spessore e massa pari a:
 $0,0290 / 15 = 0,0019 \text{ daN/cm}^3$.

Le murature sono legate da un intreccio di cordoli orizzontali a quota 1.80 m e a quota 2,80 m e da piedritti verticali posti all'intersezione delle varie murature o ad irrigidimento di pareti isolate.

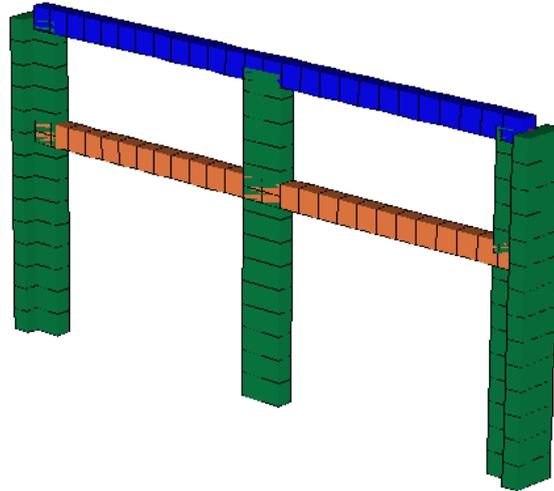
Cordoli e piedritti sono ricavati nello spessore delle murature.

I cordoli orizzontali si considerano delle dimensioni di cm 15 x 20.

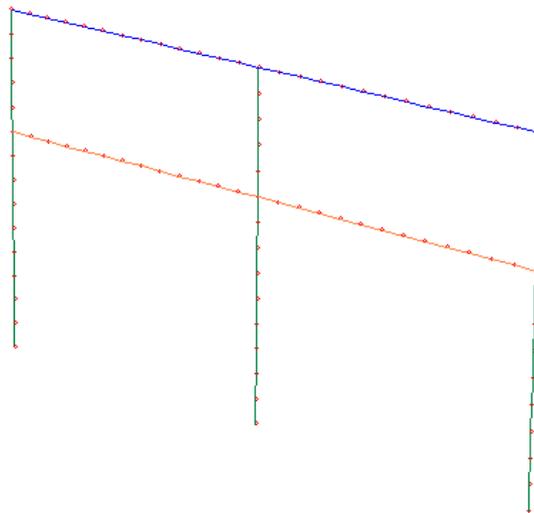
I piedritti verticali si considerano delle dimensioni di cm 40 x 15.



Schema solido



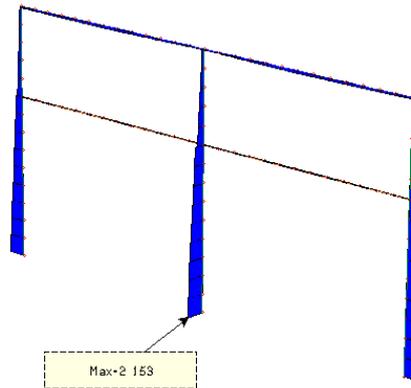
Schema unifilare



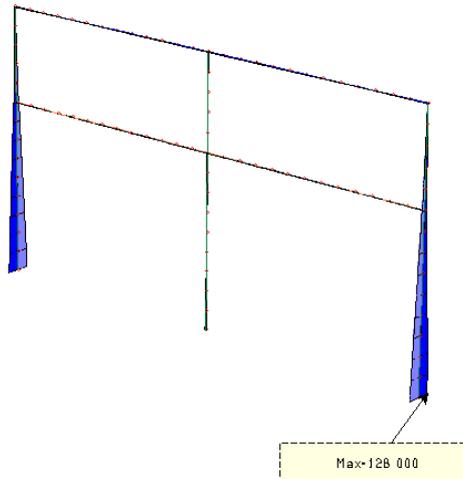


15.1 PIEDRITTI – SLU CONDIZIONE STATICA E DINAMICA

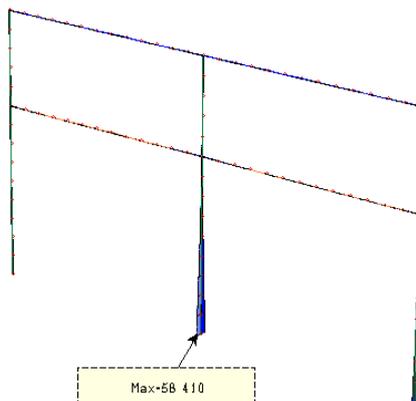
Fx [daN]



My [daN cm]



Mz [daN cm]





15.1.1 Verifiche Strutturali

Verifica C.A. S.L.U. - File: Piedritti Murature

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: Piedritti Murature

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 4 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-20	-7,5	1	2,01	-15	0
2	-20	7,5	2	2,01	-5	0
3	20	7,5	3	2,01	5	0
4	20	-7,5	4	2,01	15	0

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 21,53 0 kN
M_{xEd} 5,84 0 kNm
M_{yEd} 12,8 0

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 348,75

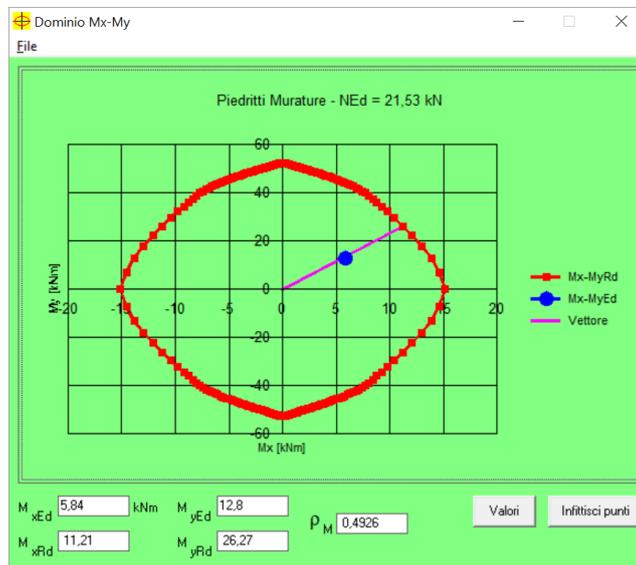
Precompresso

Materiali

B450C C30/37

ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 17 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 11,5
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6933
τ_{c1} 2,029

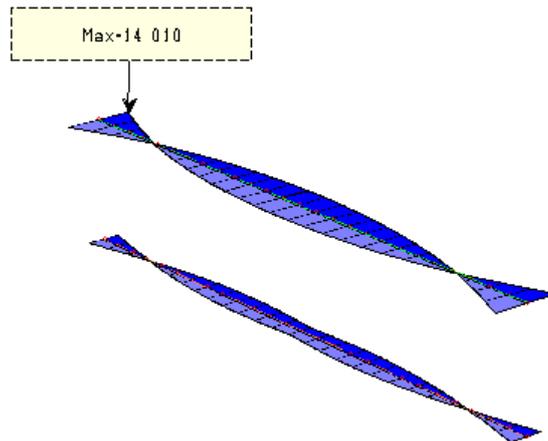
M_{xRd} 10,42 kN m
M_{yRd} 29,58 kN m
σ_c -17 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 2,514 ‰
d 14,18 cm
x 8,254 x/d 0,582
δ 1





15.2 CORDOLI – SLU CONDIZIONE STATICA E DINAMICA

My [daN cm]



15.2.1 Verifiche Strutturali

Verifica C.A. S.L.U. - File: Cordoli Murature

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

TITOLO: Cordoli Murature

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 2 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-7,5	-10
2	-7,5	10
3	7,5	10
4	7,5	-10

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2,01	-4	0
2	2,01	4	0

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Diagramma di sezione con coordinate xN e yN.

Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n
 N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: 0 kNm
 M_{yEd}: 1,4 kNm

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

Tipologia rottura:
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipologia flessione:
 Retta Deviata

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

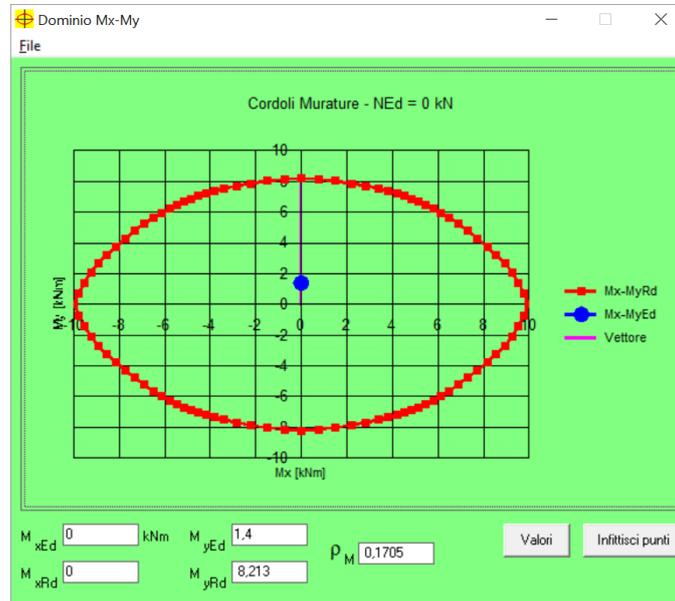
angolo asse neutro θ°: 270

Precompresso

Materiali

B450C		C30/37	
ε _{su}	67,5 ‰	ε _{c2}	2 ‰
f _{yd}	391,3 N/mm²	ε _{cu}	3,5 ‰
E _s	200.000 N/mm²	f _{cd}	17
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0,8
ε _{syd}	1,957 ‰	σ _{c,adm}	11,5
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0,6933
		τ _{c1}	2,029

M_{xRd}: 0 kNm
 M_{yRd}: 8,213 kNm
 σ_c: -17 N/mm²
 σ_s: 391,3 N/mm²
 ε_c: 3,5 ‰
 ε_s: 8,885 ‰
 d: 11,5 cm
 x: 3,25 x/d: 0,2826
 δ: 0,7932



16. VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIONE MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ

Il programma di calcolo utilizzato MasterSap è idoneo a riprodurre nel modello matematico il comportamento della struttura e gli elementi finiti disponibili e utilizzati sono rappresentativi della realtà costruttiva. Le funzioni di controllo disponibili, innanzitutto quelle grafiche, consentono di verificare la riproduzione della realtà costruttiva ed accertare la corrispondenza del modello con la geometria strutturale e con le condizioni di carico ipotizzate. Si evidenzia che il modello viene generato direttamente dal disegno architettonico riproducendone così fedelmente le proporzioni geometriche. In ogni caso sono stati effettuati alcuni controlli dimensionali con gli strumenti software a disposizione dell'utente. Tutte le proprietà di rilevanza strutturale (materiali, sezioni, carichi, sconnessioni, etc.) sono state controllate attraverso le funzioni di indagine specificatamente previste.

Sono state sfruttate le funzioni di autodiagnostica presenti nel software che hanno accertato che non sussistono difetti formali di impostazione.

E' stato accertato che le risultanti delle azioni verticali sono in equilibrio con i carichi applicati.

Sono state controllate le azioni taglianti di piano ed accertata la loro congruenza con quella ricavabile da semplici ed agevoli elaborazioni. Le sollecitazioni prodotte da alcune combinazioni di carico di prova hanno prodotto valori prossimi a quelli ricavabili adottando consolidate formulazioni ricavate della Scienza delle Costruzioni. Anche le deformazioni risultano prossime ai valori attesi. Il dimensionamento e le verifiche di sicurezza hanno determinato risultati che sono in linea con casi di comprovata validità, confortati anche dalla propria esperienza.



17. AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO

In base a quanto richiesto al par. 10.2 del D.M. 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) il produttore e distributore Studio Software AMV s.r.l. espone la seguente relazione riguardante il solutore numerico e, più in generale, la procedura di analisi e dimensionamento MasterSap. Si fa presente che sul proprio sito (www.amv.it) è disponibile sia il manuale teorico del solutore sia il documento comprendente i numerosi esempi di validazione. Essendo tali documenti (formati da centinaia di pagine) di pubblico dominio, si ritiene pertanto sufficiente proporre una sintesi, sia pure adeguatamente esauriente, dell'argomento.

Il motore di calcolo adottato da MasterSap, denominato LiFE-Pack, è un programma ad elementi finiti che permette l'analisi statica e dinamica in ambito lineare e non lineare, con estensioni per il calcolo degli effetti del secondo ordine.

Il solutore lineare usato in analisi statica ed in analisi modale è basato su un classico algoritmo di fattorizzazione multifrontale per matrici sparse che utilizza la tecnica di condensazione supernodale ai fini di velocizzare le operazioni. Prima della fattorizzazione viene eseguito un riordino simmetrico delle righe e delle colonne del sistema lineare al fine di calcolare un percorso di eliminazione ottimale che massimizza la sparsità del fattore.

Il solutore modale è basato sulla formulazione inversa dell'algoritmo di *Lanczos* noto come *Thick Restarted Lanczos* ed è particolarmente adatto alla soluzione di problemi di grande e grandissima dimensione ovvero con molti gradi di libertà. L'algoritmo di Lanczos oltre ad essere supportato da una rigorosa teoria matematica, è estremamente efficiente e competitivo e non ha limiti superiori nella dimensione dei problemi, se non quelli delle risorse hardware della macchina utilizzata per il calcolo.

Per la soluzione modale di piccoli progetti, caratterizzati da un numero di gradi di libertà inferiore a 500, l'algoritmo di Lanczos non è ottimale e pertanto viene utilizzato il classico solutore modale per matrici dense simmetriche contenuto nella ben nota libreria *LAPACK*.

L'analisi con i contributi del secondo ordine viene realizzata aggiornando la matrice di rigidezza elastica del sistema con i contributi della matrice di rigidezza geometrica.

Un'estensione non lineare, che introduce elementi a comportamento multilineare, si avvale di un solutore incrementale che utilizza nella fase iterativa della soluzione il metodo del gradiente coniugato preconditionato.

Grande attenzione è stata riservata agli esempi di validazione del solutore. Gli esempi sono stati tratti dalla letteratura tecnica consolidata e i confronti sono stati realizzati con i risultati teorici e, in molti casi, con quelli prodotti, sugli esempi stessi, da prodotti internazionali di comparabile e riconosciuta validità. Il manuale di validazione è disponibile sul sito www.amv.it.



È importante segnalare, forse ancora con maggior rilievo, che l'affidabilità del programma trova riscontro anche nei risultati delle prove di collaudo eseguite su sistemi progettati con MasterSap. I verbali di collaudo (per alcuni progetti di particolare importanza i risultati sono disponibili anche nella letteratura tecnica) documentano che i risultati delle prove, sia in campo statico che dinamico, sono corrispondenti con quelli dedotti dalle analisi numeriche, anche per merito della possibilità di dar luogo, con MasterSap, a raffinate modellazioni delle strutture.

In MasterSap sono presenti moltissime procedure di controllo e filtri di autodiagnostica. In fase di input, su ogni dato, viene eseguito un controllo di compatibilità. Un ulteriore procedura di controllo può essere lanciata dall'utente in modo da individuare tutti gli errori gravi o gli eventuali difetti della modellazione. Analoghi controlli vengono eseguiti da MasterSap in fase di calcolo prima della preparazione dei dati per il solutore. I dati trasferiti al solutore sono facilmente consultabili attraverso la lettura del file di input in formato XML, leggibili in modo immediato dall'utente.

Apposite procedure di controllo sono predisposte per i programmi di dimensionamento per il c.a., acciaio, legno, alluminio, muratura etc.

Tali controlli riguardano l'esito della verifica: vengono segnalati, per via numerica e grafica (vedi esempio a fianco), i casi in contrasto con le comuni tecniche costruttive e gli errori di dimensionamento (che bloccano lo sviluppo delle fasi successive della progettazione, ad esempio il disegno esecutivo). Nei casi previsti dalla norma, ad esempio qualora contemplato dalle disposizioni sismiche in applicazione, vengono eseguiti i controlli sulla geometria strutturale, che vengono segnalati con la stessa modalità dei difetti di progettazione. Ulteriori funzioni, a disposizione dell'utente, agevolano il controllo dei dati e dei risultati. E' possibile eseguire una funzione di ricerca su tutte le proprietà (geometriche, fisiche, di carico etc) del modello individuando gli elementi interessati.

Si possono rappresentare e interrogare graficamente, in ogni sezione desiderata, tutti i risultati dell'analisi e del dimensionamento strutturale. Nel caso sismico viene evidenziata la posizione del centro di massa e di rigidità del sistema.

Per gli edifici è possibile, per ogni piano, a partire dalle fondazioni, conoscere la risultante delle azioni verticali orizzontali. Analoghi risultati sono disponibili per i vincoli esterni.

Il rilascio di ogni nuova versione dei programmi è sottoposto a rigorosi check automatici che mettono a confronto i risultati della release in esame con quelli già validati realizzati da versioni precedenti. Inoltre, sessioni specifiche di lavoro sono condotte da personale esperto per controllare il corretto funzionamento delle varie procedure software, con particolare riferimento a quelle che sono state oggetto di interventi manutentivi o di aggiornamento.