

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

SLA9 - SOTTOPASSO PODERALE PK 107+896.000

### RELAZIONE DI CALCOLO VASCA DI SOLLEVAMENTO

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio <b>Cepav due</b>	
Data: _____	Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 2	E	E 2	C L	S L A 9 C 0	0 0 2	A

PROGETTAZIONE								IL PROGETTISTA
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	
A	Emissione	GUIARTE	28/04/20	AIELLO	28/04/20	LIANI	28/04/20	
B								
C								

CIG. 751447334A

File: INOR12EE2CLSLA9C0002A\_10.docx



Progetto cofinanziato  
dalla Unione Europea

CUP: F81H9100000008

**INDICE**

1.	INTRODUZIONE .....	10
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	12
3.	CRITERI DI CALCOLO.....	13
3.1.	CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....	13
3.2.	COMBINAZIONI DI CARICO .....	14
3.2.1.	<i>Combinazioni per la verifica allo SLU .....</i>	<i>14</i>
3.2.2.	<i>Combinazioni per la verifica allo SLE.....</i>	<i>14</i>
4.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	15
4.1.	CALCESTRUZZO PER MAGRONE.....	15
4.2.	CALCESTRUZZO .....	15
4.3.	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO .....	15
4.4.	DURABILITÀ E PRESCRIZIONI SUI MATERIALI .....	16
4.5.	COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE .....	16
4.6.	ACCIAIO PER CHIUSURE BOTOLE E PARAPETTI .....	16
5.	PARAMETRI SISMICI.....	17
6.	PARAMETRI GEOTECNICI .....	18
7.	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA .....	19
8.	MODELLAZIONE STRUTTURALE.....	20
8.1.	CODICE DI CALCOLO – RISPETTO DEL CAPITOLO 10.2 DELLE NTC08 .....	20
8.1.1.	<i>Tipo di analisi svolta .....</i>	<i>20</i>
8.1.2.	<i>Origine e caratteristiche dei codici di calcolo.....</i>	<i>20</i>
8.1.3.	<i>Affidabilità dei codici utilizzati.....</i>	<i>20</i>
8.1.4.	<i>Informazioni generali sull'elaborazione.....</i>	<i>20</i>
8.1.5.	<i>Giudizio motivato di accettabilità dei risultati .....</i>	<i>20</i>
8.2.	MODELLAZIONE ADOTTATA.....	21
9.	ANALISI DEI CARICHI .....	40
9.1.	PESO PROPRIO STRUTTURE (LOAD1) .....	40

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL SLA9 C0 002	Rev. A	Foglio 3 di 169
9.2.	CARICHI PERMANENTI PORTATI (LOAD2).....				40
9.3.	SPINTA DEL TERRENO (LOAD3 ÷ LOAD6).....				40
9.4.	SOVRACCARICHI ACCIDENTALI SULLA SOLETTA SUPERIORE (LOAD 7) .....				41
9.5.	SPINTA DEL SOVRACCARICO SUL RILEVATO (LOAD8 ÷ LOAD11).....				41
9.6.	AZIONE SISMICA (LOAD 12÷17).....				41
10.	CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI .....				43
10.1.	CONDIZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO ADOTTATE .....				43
10.1.1.	<i>Combinazioni SLU</i> .....				44
10.1.2.	<i>Combinazioni SLV</i> .....				44
10.1.3.	<i>Combinazioni SLE – Quasi Permanente – Caratteristica</i> .....				44
10.2.	DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLU - SLV .....				45
10.2.1.	<i>Inviluppi fondazione sp.70cm</i> .....				45
10.2.1.1.	<i>Inviluppo M11 – max</i> .....				45
10.2.1.2.	<i>Inviluppo M11 – min</i> .....				45
10.2.1.3.	<i>Inviluppo M22 – max</i> .....				46
10.2.1.4.	<i>Inviluppo M22 – min</i> .....				46
10.2.1.5.	<i>Inviluppo V13 – max</i> .....				47
10.2.1.6.	<i>Inviluppo V13 – min</i> .....				47
10.2.1.7.	<i>Inviluppo V23 – max</i> .....				48
10.2.1.8.	<i>Inviluppo V23 – min</i> .....				48
10.2.2.	<i>Inviluppi fondazione sp.90cm</i> .....				49
10.2.2.1.	<i>Inviluppo M11 – max</i> .....				49
10.2.2.2.	<i>Inviluppo M11 – min</i> .....				49
10.2.2.3.	<i>Inviluppo M22 – max</i> .....				50
10.2.2.4.	<i>Inviluppo M22 – min</i> .....				50
10.2.2.5.	<i>Inviluppo V13 – max</i> .....				51
10.2.2.6.	<i>Inviluppo V13 – min</i> .....				51
10.2.2.7.	<i>Inviluppo V23 – max</i> .....				52
10.2.2.8.	<i>Inviluppo V23 – min</i> .....				52
10.2.3.	<i>Inviluppi soletta sp.50cm</i> .....				53
10.2.3.1.	<i>Inviluppo M11 – max</i> .....				53
10.2.3.2.	<i>Inviluppo M11 – min</i> .....				53
10.2.3.3.	<i>Inviluppo M22 – max</i> .....				54
10.2.3.4.	<i>Inviluppo M22 – min</i> .....				54
10.2.3.5.	<i>Inviluppo V13 – max</i> .....				55

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL SLA9 C0 002	Rev. A	Foglio 4 di 169
10.2.3.6.	Inviluppo V13 – min				55
10.2.3.7.	Inviluppo V23 – max				56
10.2.3.8.	Inviluppo V23 – min				56
10.2.4.	Inviluppi soletta superiore				57
10.2.4.1.	Inviluppo M11 – max				57
10.2.4.2.	Inviluppo M11 – min				57
10.2.4.3.	Inviluppo M22 – max				58
10.2.4.4.	Inviluppo M22 – min				58
10.2.4.5.	Inviluppo V13 – max				59
10.2.4.6.	Inviluppo V13 – min				59
10.2.4.7.	Inviluppo V23 – max				60
10.2.4.8.	Inviluppo V23 – min				60
10.2.5.	Inviluppi parete est				61
10.2.5.1.	Inviluppo M11 – max				61
10.2.5.2.	Inviluppo M11 – min				61
10.2.5.3.	Inviluppo M22 – max				62
10.2.5.4.	Inviluppo M22 – min				62
10.2.5.5.	Inviluppo V13 – max				63
10.2.5.6.	Inviluppo V13 – min				63
10.2.5.7.	Inviluppo V23 – max				64
10.2.5.8.	Inviluppo V23 – min				64
10.2.6.	Inviluppi parete ovest				65
10.2.6.1.	Inviluppo M11 – max				65
10.2.6.2.	Inviluppo M11 – min				65
10.2.6.3.	Inviluppo M22 – max				66
10.2.6.4.	Inviluppo M22 – min				66
10.2.6.5.	Inviluppo V13 – max				67
10.2.6.6.	Inviluppo V13 – min				67
10.2.6.7.	Inviluppo V23 – max				68
10.2.6.8.	Inviluppo V23 – min				68
10.2.7.	Inviluppi parete nord				69
10.2.7.1.	Inviluppo M11 – max				69
10.2.7.2.	Inviluppo M11 – min				69
10.2.7.3.	Inviluppo M22 – max				70
10.2.7.4.	Inviluppo M22 – min				70
10.2.7.5.	Inviluppo V13 – max				71
10.2.7.6.	Inviluppo V13 – min				71
10.2.7.7.	Inviluppo V23 – max				72
10.2.7.8.	Inviluppo V23 – min				72

10.2.8. Inviluppi parete sud.....	73
10.2.8.1. Inviluppo M11 – max .....	73
10.2.8.2. Inviluppo M11 – min .....	73
10.2.8.3. Inviluppo M22 – max .....	74
10.2.8.4. Inviluppo M22 – min .....	74
10.2.8.5. Inviluppo V13 – max .....	75
10.2.8.6. Inviluppo V13 – min.....	75
10.2.8.7. Inviluppo V23 – max .....	76
10.2.8.8. Inviluppo V23 – min.....	76
10.2.9. Inviluppi parete centrale.....	77
10.2.9.1. Inviluppo M11 – max .....	77
10.2.9.2. Inviluppo M11 – min .....	77
10.2.9.3. Inviluppo M22 – max .....	78
10.2.9.4. Inviluppo M22 – min .....	78
10.2.9.5. Inviluppo V13 – max .....	79
10.2.9.6. Inviluppo V13 – min.....	79
10.2.9.7. Inviluppo V23 – max .....	80
10.2.9.8. Inviluppo V23 – min.....	80
10.3. DIAGRAMMI DI INVILUPPO SLE .....	81
10.3.1. Inviluppi fondazione sp.70cm .....	81
10.3.1.1. Inviluppo QP – M11.....	81
10.3.1.2. Inviluppo QP – M22.....	81
10.3.1.3. Inviluppo CAR – M11 – max.....	82
10.3.1.4. Inviluppo CAR – M11 – min.....	82
10.3.1.5. Inviluppo CAR – M22 – max.....	83
10.3.1.6. Inviluppo CAR – M22 – min.....	83
10.3.2. Inviluppi fondazione sp.90cm .....	84
10.3.2.1. Inviluppo QP.....	84
10.3.2.2. Inviluppo QP – M22.....	84
10.3.2.3. Inviluppo CAR – M11 – max.....	85
10.3.2.4. Inviluppo CAR – M11 – min.....	85
10.3.2.5. Inviluppo CAR – M22 – max.....	86
10.3.2.6. Inviluppo CAR – M22 – min.....	86
10.3.3. Inviluppi soletta sp.50cm.....	87
10.3.3.1. Inviluppo QP – M11.....	87
10.3.3.2. Inviluppo QP – M22.....	87
10.3.3.3. Inviluppo CAR – M11 – max.....	88
10.3.3.4. Inviluppo CAR – M11 – min.....	88

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL SLA9 C0 002	Rev. A	Foglio 6 di 169
10.3.3.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....				89
10.3.3.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....				89
10.3.4.	Inviluppi soletta superiore.....				90
10.3.4.1.	Inviluppo QP – M11.....				90
10.3.4.2.	Inviluppo QP – M22.....				90
10.3.4.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....				91
10.3.4.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....				91
10.3.4.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....				92
10.3.4.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....				92
10.3.5.	Inviluppi parete est.....				93
10.3.5.1.	Inviluppo QP – M11.....				93
10.3.5.2.	Inviluppo QP – M22.....				93
10.3.5.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....				94
10.3.5.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....				94
10.3.5.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....				95
10.3.5.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....				95
10.3.6.	Inviluppi parete ovest.....				96
10.3.6.1.	Inviluppo QP – M11.....				96
10.3.6.2.	Inviluppo QP – M22.....				96
10.3.6.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....				97
10.3.6.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....				97
10.3.6.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....				98
10.3.6.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....				98
10.3.7.	Inviluppi parete nord.....				99
10.3.7.1.	Inviluppo QP – M11.....				99
10.3.7.2.	Inviluppo QP – M22.....				99
10.3.7.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....				100
10.3.7.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....				100
10.3.7.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....				101
10.3.7.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....				101
10.3.8.	Inviluppi parete sud.....				102
10.3.8.1.	Inviluppo QP – M11.....				102
10.3.8.2.	Inviluppo QP – M22.....				102
10.3.8.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....				103
10.3.8.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....				103
10.3.8.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....				104
10.3.8.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....				104
10.3.9.	Inviluppi parete centrale.....				105

10.3.9.1.	Inviluppo QP – M11.....	105
10.3.9.2.	Inviluppo QP – M22.....	105
10.3.9.3.	Inviluppo CAR – M11 – max.....	106
10.3.9.4.	Inviluppo CAR – M11 – min.....	106
10.3.9.5.	Inviluppo CAR – M22 – max.....	107
10.3.9.6.	Inviluppo CAR – M22 – min.....	107
11.	VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO .....	108
11.1.	FONDAZIONE SP.70CM .....	109
11.1.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M11 .....	110
11.1.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M22 .....	111
11.1.3.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....	112
11.1.4.	Verifiche allo stato limite di esercizio M11 .....	113
11.1.5.	Verifiche allo stato limite di esercizio M22 .....	114
11.2.	FONDAZIONE SP.90CM .....	115
11.2.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M11 .....	116
11.2.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M22 .....	117
11.2.3.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....	118
11.2.4.	Verifiche allo stato limite di esercizio M11 .....	119
11.2.5.	Verifiche allo stato limite di esercizio M22 .....	120
11.3.	SOLETTA SP.50CM.....	121
11.3.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M11 .....	122
11.3.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M22 .....	123
11.3.3.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....	124
11.3.4.	Verifiche allo stato limite di esercizio M11 .....	125
11.3.5.	Verifiche allo stato limite di esercizio M22 .....	126
11.4.	SOLETTA SUPERIORE.....	127
11.4.1.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M11 .....	128
11.4.2.	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M22 .....	129
11.4.3.	Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....	130
11.4.4.	Verifiche allo stato limite di esercizio M11 .....	131

11.4.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22 .....	132
11.5. PARETE EST.....	133
11.5.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M11 .....	134
11.5.2. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M22 .....	135
11.5.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	136
11.5.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11 .....	137
11.5.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22 .....	138
11.6. PARETE OVEST .....	139
11.6.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M11 .....	140
11.6.2. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M22 .....	141
11.6.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	142
11.6.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11 .....	143
11.6.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22 .....	144
11.7. PARETE SUD.....	145
11.7.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M11 .....	146
11.7.2. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M22 .....	147
11.7.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	148
11.7.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11 .....	149
11.7.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22 .....	150
11.8. PARETE CENTRALE.....	151
11.8.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M11 .....	152
11.8.2. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M22 .....	153
11.8.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio .....	154
11.8.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11 .....	155
11.8.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22 .....	156
11.9. PARETE NORD .....	157
11.9.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M11 .....	158
11.9.2. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M22 .....	159



11.9.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio.....	160
11.9.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11 .....	161
11.9.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22 .....	162
12. VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE.....	163
13. BOTOLE DI CHIUSURA E GRIGLIATI.....	164
13.1. ANALISI DEI CARICHI .....	164
13.1.1. Peso proprio strutture (Load1).....	164
13.1.2. Sovraccarichi accidentali uniformemente distribuiti.....	164
13.1.3. Sovraccarichi accidentali lineari.....	164
13.1.4. Azione sismica per SLV.....	164
13.2. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI .....	164
13.3. BOTOLE DI CHIUSURA .....	165
13.3.1. Calcolo delle sollecitazioni di progetto sui profilati.....	165
13.3.2. Calcolo delle sollecitazioni di progetto sulla sezione in appoggio della lamiera .....	166
13.3.3. Calcolo delle sollecitazioni di progetto sulla sezione in mezzeria.....	166
13.3.4. Verifiche di resistenza (SLU) - profilati.....	166
13.3.5. Verifiche di resistenza (SLU) - lamiera .....	167
13.3.6. Verifiche di defomabilità (SLE).....	167
13.4. GRIGLIATI.....	167
13.4.1. Calcolo delle sollecitazioni di progetto sui profilati.....	167
13.4.2. Verifiche di resistenza (SLU).....	168
13.4.3. Verifiche di defomabilità (SLE).....	168
14. RIFERIMENTI .....	169
14.1. DOCUMENTI REFERENZIATI.....	169
14.2. DOCUMENTI CORRELATI .....	169
14.3. DOCUMENTI SUPERATI.....	169

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione di calcolo riguarda l'impianto di sollevamento delle acque meteoriche, posto in adiacenza al sottovia denominato "SLA9 – Sottopasso poderale PK 107+896.000", previsto nell'ambito dei lavori inerenti la linea A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA, tratta MILANO – VERONA, lotto funzionale Brescia – Verona, ubicato al km 107+896.000 della linea ferroviaria.

La vasca in esame è costituita principalmente da una struttura scatolare che alloggia il vano pompe di dimensioni interne pari a 5.10m × 3.20m, altezza 7.53m e quota di fondazione posta a +130.62m.

A chiusura dell'impianto è presente una soletta di 0.35m, il cui estradosso è posto a quota +139.20m; su di essa è previsto un foro di dimensioni 3.00 × 2.80m per l'alloggiamento del chiusino necessario all'ispezione delle pompe.

A tale struttura scatolare è incastrata una soletta carrabile di spessore 0.90m avente quota di fondazione pari a +133.12m; in considerazione del dislivello tra la quota della soletta carrabile e quella del piano campagna, al fine di garantire il sostegno del rilevato, viene realizzata una parete verticale di spessore variabile e altezza pari a 5.18m.

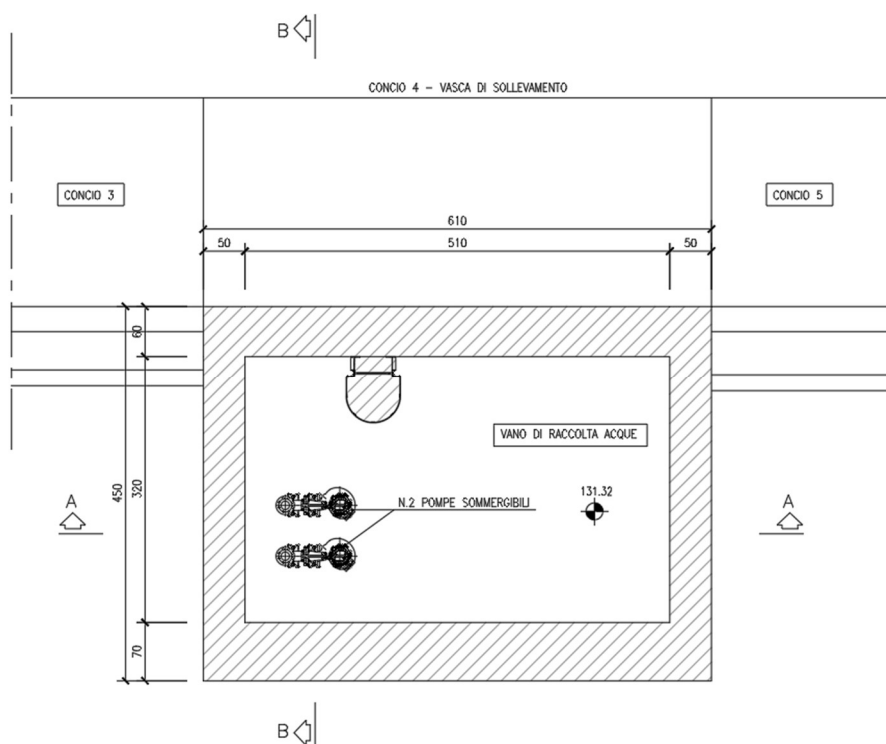
Tutti i setti e le solette che costituiscono la vasca sono realizzati in c.a. gettato in opera.

Le azioni considerate nel calcolo sono quelle tipiche di una struttura interrata con le aggiunte delle azioni di tipo stradale e applicazione della Normativa sui ponti stradali D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni.

L'opera, ubicata nel Comune di Calcinato (BS), ricade in zona sismica: verranno pertanto considerate anche le azioni derivanti dall'analisi sismica, secondo quanto previsto dal D.M. 14/01/08.

Per il dimensionamento viene realizzato un modello tridimensionale ad elementi finiti (elementi shell) vincolato su molle elastiche.

Si riportano, di seguito, le sezioni più significative della struttura.



Pianta

Doc. N.

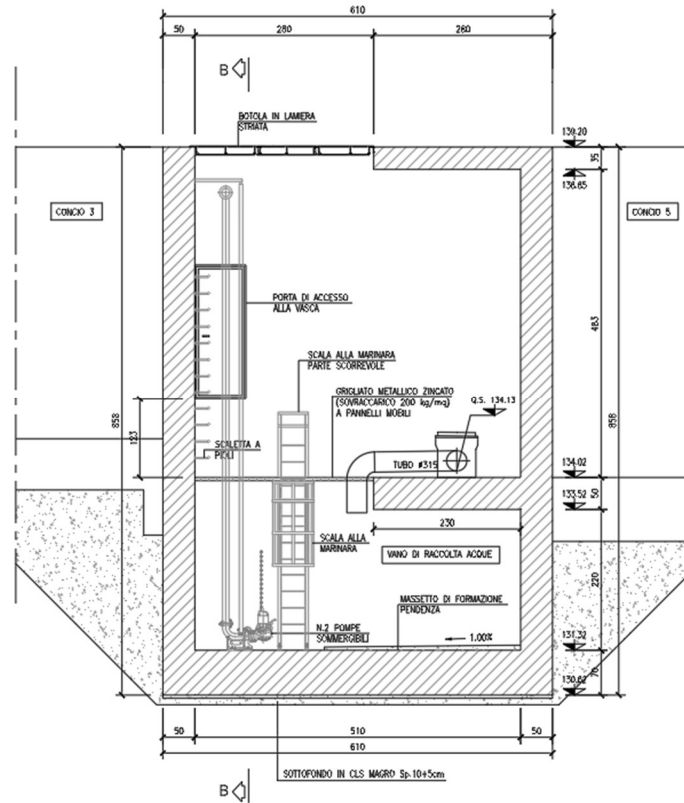
Progetto  
INOR

Lotto  
12

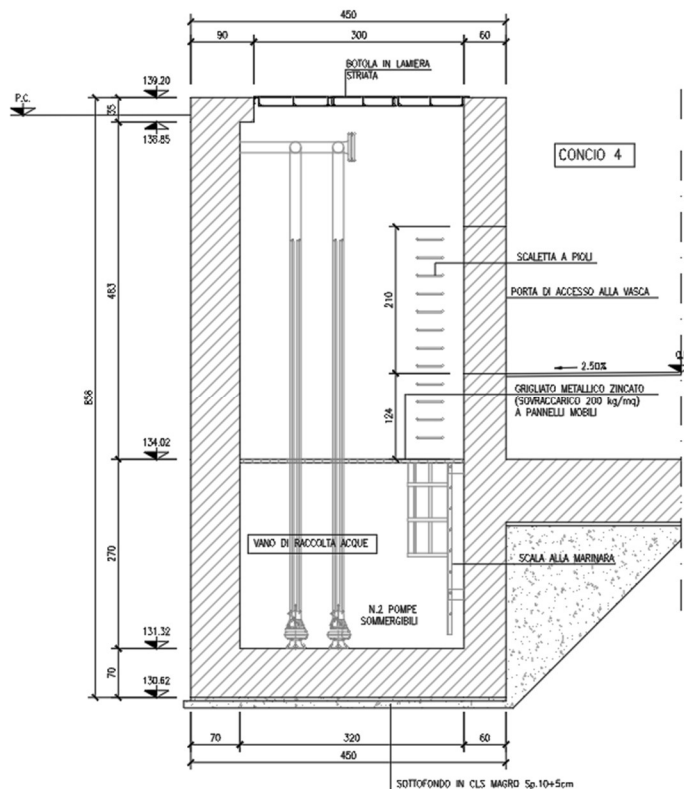
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
11 di 169



Sezione A-A



Sezione B-B

## 2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- UNI EN 197-1 giugno 2001 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”;
- UNI EN 11104 luglio 2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1: Regole generali e regole per edifici”;
- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- RFI DTC SI MA IFS 001 A - Manuale di Progettazione delle Opere Civili;
- RFI DTC SI SP IFS 001 A Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili.

### 3. CRITERI DI CALCOLO

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), i calcoli sono condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

#### 3.1. Criteri e definizione dell'azione sismica

L'azione sismica viene considerata al fine del dimensionamento e della verifica strutturale solo per il rostro poiché non sarà completamente demolito dopo la di spinta.

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidità) nei confronti delle azioni verticali.

In merito alle opere scatolari di cui trattasi, nel rispetto del punto § 7.9.2, assimilando l'opera scatolare alla categoria delle spalle da ponte, rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica un comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

Per la definizione dell'azione sismica occorre definire il periodo di riferimento PVR in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale ( $V_N$ ) dell'opera è stata assunta pari a 100 anni.

La classe d'uso assunta è la III.

Il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso, vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 150 \text{ anni}$$

Il valore di probabilità di superamento del periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, è:

$$P_{VR}(SLV) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  espresso in anni vale:

$$T_R(SLV) = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{VR})} = 1424 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ .

$a_g$  → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

$F_0$  → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_c^*$  → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

$S$  → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_t$ ).

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico (N.T. par. 7.11.6). In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Le spinte delle terre, considerando la vasca una struttura rigida e priva di spostamenti (NT par. 7.11.6.2.1 e EC8-5 par.7.3.2.1), sono calcolate in regime di spinta a riposo, condizione che comporta il calcolo delle spinte in condizione sismica con l'incremento dinamico di spinta del terreno calcolato secondo la formula di Wood:  $\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$

La spinta si considera come un carico uniformemente distribuito su  $h_{tot}$ .

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali e verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per le accelerazioni sismiche massime attese al suolo.

### 3.2. Combinazioni di carico

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle N.T.C..

#### 3.2.1. Combinazioni per la verifica allo SLU

Gli stati limite ultimi delle opere interrato si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche strutturali agli stati limite ultimi sono eseguiti in riferimento allo stato limite SLU di tipo strutturale (STR), raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche vengono condotte secondo l'“Approccio 1” e combinazione 1  $\rightarrow (A1+M1+R1) \rightarrow STR$ .

Ai fini delle verifiche degli stati limiti ultimi si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limiti ultimi SLU:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \gamma_{Qi} \cdot \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limiti ultimi connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

Gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali.

$$G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

Le verifiche allo stato limite ultimo sismico § 7.11.1(NTC) devono essere effettuate ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e impiegando i parametri geotecnici e le resistenze di progetto, con i valori dei coefficienti parziali indicati nel Cap. 6.

#### 3.2.2. Combinazioni per la verifica allo SLE

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (fessurazione/stato tensionale) si definiscono le seguenti combinazioni:

$$\text{Quasi permanente} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{Frequente} \Rightarrow G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{Rara} \Rightarrow G_1 + G_2 + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \Rightarrow (\Phi_d' = \Phi_k').$$

#### 4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Per la realizzazione dell'opera è previsto l'impiego dei sottoelencati materiali:

##### 4.1. Calcestruzzo per magrone

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe Rck 15.

##### 4.2. Calcestruzzo

Per la realizzazione dell'impianto di sollevamento, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo avente classe di resistenza C35/45 ( $R_{ck} \geq 45 \text{ N/mm}^2$ ) che presenta le seguenti caratteristiche:

- Resistenza caratteristica a compressione (cilindrica)  $\rightarrow f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 37.35 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza media a compressione  $\rightarrow f_{cm} = f_{ck} + 8 = 45.35 \text{ N/mm}^2$
- Modulo elastico  $\rightarrow E_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 34625 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza di calcolo a compressione  $\rightarrow f_{cd} = \alpha_{cc} \times f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 = 21.17 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione media  $\rightarrow f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} = 3.35 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione  $\rightarrow f_{ctk} = 0.7 \times f_{ctm} = 2.346 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a trazione di calcolo  $\rightarrow f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.564 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Rara)  $\rightarrow \sigma_c = 0.55 \times f_{ck} = 20.54 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza a compressione (comb. Quasi permanente)  $\rightarrow \sigma_c = 0.40 \times f_{ck} = 14.94 \text{ N/mm}^2$

##### 4.3. Acciaio per cemento armato

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C saldabile, controllato in stabilimento e che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450 \text{ MPa}$
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7.5\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y \text{ misurato}}/f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

- Tensione di snervamento caratteristica  $\rightarrow f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica a rottura  $\rightarrow f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- Tensione in condizione di esercizio (comb. Rara)  $\rightarrow \sigma_s = 0.75 * f_{yk} = 337.50 \text{ N/mm}^2$
- Fattore di sicurezza acciaio  $\rightarrow \gamma_s = 1.15$
- Resistenza a trazione di calcolo  $\rightarrow f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.30 \text{ N/mm}^2$

#### 4.4. Durabilità e prescrizioni sui materiali

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Per le opere della presente relazione si adotta quanto segue:

CLASSE DI ESPOSIZIONE                      XD3 + XC4

#### 4.5. Copriferro minimo e copriferro nominale

Al fine di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale  $c_{nom}$  è somma di due contributi, il copriferro minimo  $c_{min}$  e la tolleranza di posizionamento  $h$ . Vale pertanto:  $c_{nom} = c_{min} + h$ . Considerate le condizioni ambientali dell'opera e le classi di resistenza del calcestruzzo, si adotta un copriferro nominale pari a  $c_{nom} = 60$  mm.

#### 4.6. Acciaio per chiusure botole e parapetti

Si adotta acciaio per carpenteria metallica S275 che presenta le seguenti caratteristiche:

- Tensione di rottura a trazione  $f_t \geq 430$  N/mm<sup>2</sup>
- Tensione di snervamento caratteristico  $f_{yk} \geq 275$  N/mm<sup>2</sup>
- Tensione di snervamento di progetto  $f_{yd} \geq f_{yk} / \gamma_M = 275 / 1.05 = 261$  N/mm<sup>2</sup>
- Modulo di elasticità  $E = 210000$  MPa



## 5. PARAMETRI SISMICI

Le azioni sismiche impiegate sono rappresentative del territorio Comunale dove è ubica l'opera e risultano maggiori rispetto ai valori calcolati considerando le coordinate geografiche.

L'opera ricade nel Comune di Calcinato in provincia di Brescia.

I corrispondenti valori delle caratteristiche sismiche per lo SLV (TR=1424 anni) sono i seguenti:

$$a_g = 0.230 \text{ g}$$

$$a_{gv} = 0.149 \text{ g};$$

$$F_0 = 2.476;$$

$$T^*_c = 0.281 \text{ s};$$

Per quanto riguarda il sottosuolo su cui insiste, l'opera ricade in categoria sismica "B" e categoria topografica "T1". Il coefficiente di amplificazione stratigrafica e topografica risultano quindi:

$$S_s = 1.173$$

$$S_T = 1.0$$

L'accelerazione massima orizzontale viene valutata pari a:

$$a_{\max} (\text{SLV}) = S a_g = 1.173 \times 1.00 \times 0.230 \text{ g} = 0.270 \text{ g}.$$



## 6. PARAMETRI GEOTECNICI

I parametri geotecnici caratteristici impiegati per caratterizzare i materiali da rilevato, sono:

- $\Phi'_k = 35^\circ$
- $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

I parametri geotecnici caratteristici impiegati per caratterizzare i materiali da rinterri, sono:

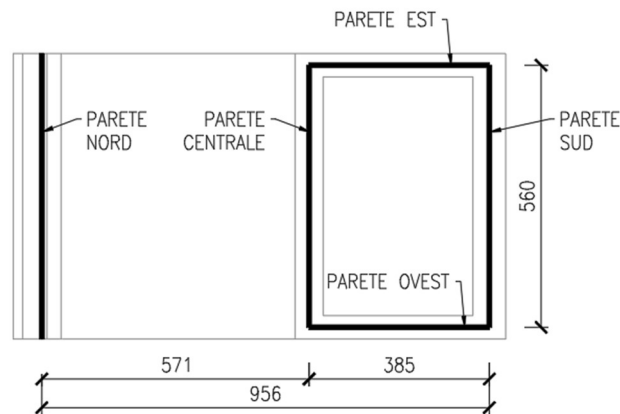
- $\Phi'_k = 30^\circ$
- $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 10 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$

Per quanto riguarda il terreno di fondazione, in base alle caratteristiche geotecniche riportate nello specifico documento Rif. [1], si assumono i seguenti parametri:

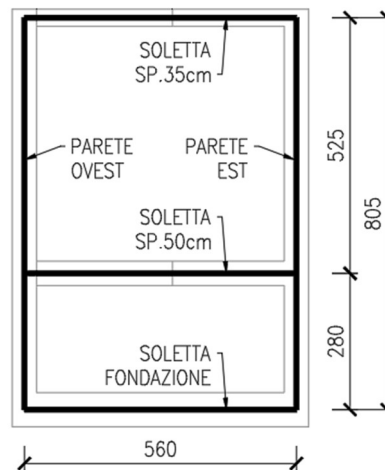
- $\Phi'_k = 35^\circ$
- $\gamma_m = 19 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma' = 9 \text{ kN/m}^3$
- $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$
- $k_w = 5000 \text{ kN/m}^3$

## 7. GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

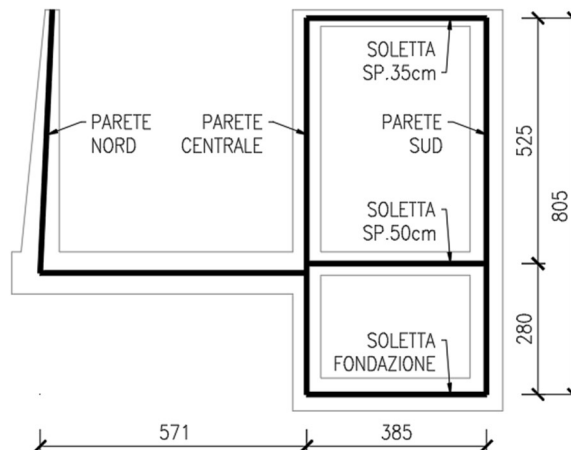
Si riportano, di seguito, le dimensioni geometriche assunte nella modellazione della struttura con indicati i nomi adottati nella relazione per identificare le pareti.



*Pianta*



*Sezione trasversale*



*Sezione trasversale*

## 8. MODELLAZIONE STRUTTURALE

### 8.1. Codice di calcolo – rispetto del capitolo 10.2 delle NTC08

L'analisi della struttura scatolare è stata condotta con un programma agli elementi finiti schematizzando i vari setti con elementi mutuamente incastrati.

#### 8.1.1. Tipo di analisi svolta

Trattandosi di opera interrata di tipo rigido la determinazione delle sollecitazioni sia in campo statico che in campo sismico è stata svolta mediante analisi statica lineare secondo le teorie classiche della Scienza delle Costruzioni, trascurando le eventuali capacità dissipative della struttura ( $q=1$ ) e sfruttando il principio di sovrapposizione degli effetti;

L'analisi strutturale è stata svolta mediante un codice di calcolo FEM attraverso la modellazione con elementi di tipo "shell" a 4 nodi con 6 g.d.l.. Il metodo FEM sfrutta l'analisi di calcolo matriciale mediante costruzione della matrice di rigidezza della struttura. Le sollecitazioni ottenute per ciascun caso di carico vengono combinate tra loro mediante gli opportuni coefficienti di combinazione previsti dalla normativa secondo il principio di sovrapposizione degli effetti.

La verifica delle sezioni è stata svolta mediante calcolo dei valori di sollecitazione resistente allo SLU e mediante determinazione delle tensioni sui materiali o dell'ampiezza delle fessure per le verifiche agli SLE. Le operazioni di calcolo dei valori resistenti sono sviluppate mediante metodo analitico con l'ausilio di fogli di calcolo autoprodotti per automatizzare la procedura.

Le combinazioni di carico considerate per ciascuno stato limite sono riportate in forma tabellare nei capitoli specifici.

#### 8.1.2. Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Per la determinazione delle sollecitazioni è stato impiegato il software FEM denominato SAP2000, prodotto dalla Computer e Structure inc. e distribuito dalla CSI Italia srl.

#### 8.1.3. Affidabilità dei codici utilizzati

Riguardo il codice FEM impiegato, la casa produttrice ha provveduto alla produzione di tutti i documenti di validazione del software che non sono allegati alla presente relazione di calcolo per ragioni di sintesi, ma che possono essere forniti in qualsiasi momento o richiesti direttamente alla casa produttrice.

#### 8.1.4. Informazioni generali sull'elaborazione

Sono stati eseguiti i seguenti controlli relativi al calcolo svolto mediante software FEM:

- verifica analitica della risultante dei carichi applicati al modello;
- verifica a vista della rispondenza dei diagrammi di momento flettente e delle deformate con i carichi applicati;
- verifica analitica dei valori di sollecitazione mediante combinazione dei carichi elementari.

#### 8.1.5. Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

Le verifiche svolte in corso di analisi, riassunte precedentemente, consentono l'individuazione di eventuali errori grossolani di modellazione geometrica o di modellazione, applicazione e combinazione dei carichi.

Le verifiche strutturali svolte in via analitica secondo la formulazione classiche della Scienza delle Costruzioni, escludono la possibilità di errori numerici di calcolo.

## 8.2. Modellazione adottata

La struttura viene schematizzata attraverso un modello analitico agli elementi finiti.

La mesh è composta da 1360 shell elements e da 1379 nodi.

L'analisi strutturale viene condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici.

Il suolo viene modellato facendo ricorso all'usuale artificio delle molle elastiche alla Winkler.

La caratteristica elastica della generica molla viene calcolata nel seguente modo:

- $K_s$  = costante di sottofondo [ $F/L^3$ ]
- $b_t$  = interasse trasversale di competenza della generica molla
- $b_l$  = interasse longitudinale di competenza della generica molla (= 1.00 m)
- $W_s = K_s / (b_t \times b_l)$  = caratteristica elastica della generica molla

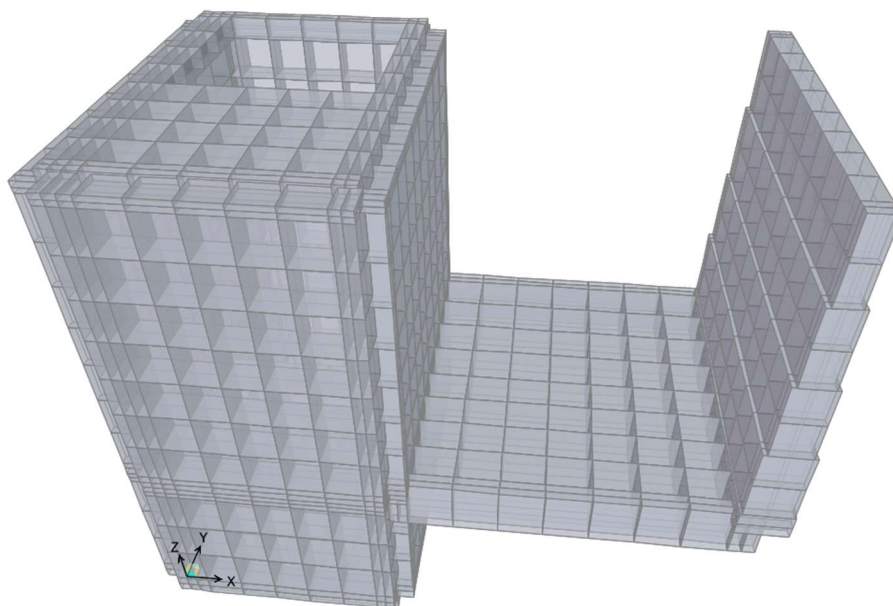
La costante di sottofondo adottata per la modellazione, funzione del tipo di terreno presente in sito, è pari a:

$$K_s = 5000 \text{ kN/m}^3$$

Per quanto riguarda la rigidità degli elementi del modello 3D si è assunto:

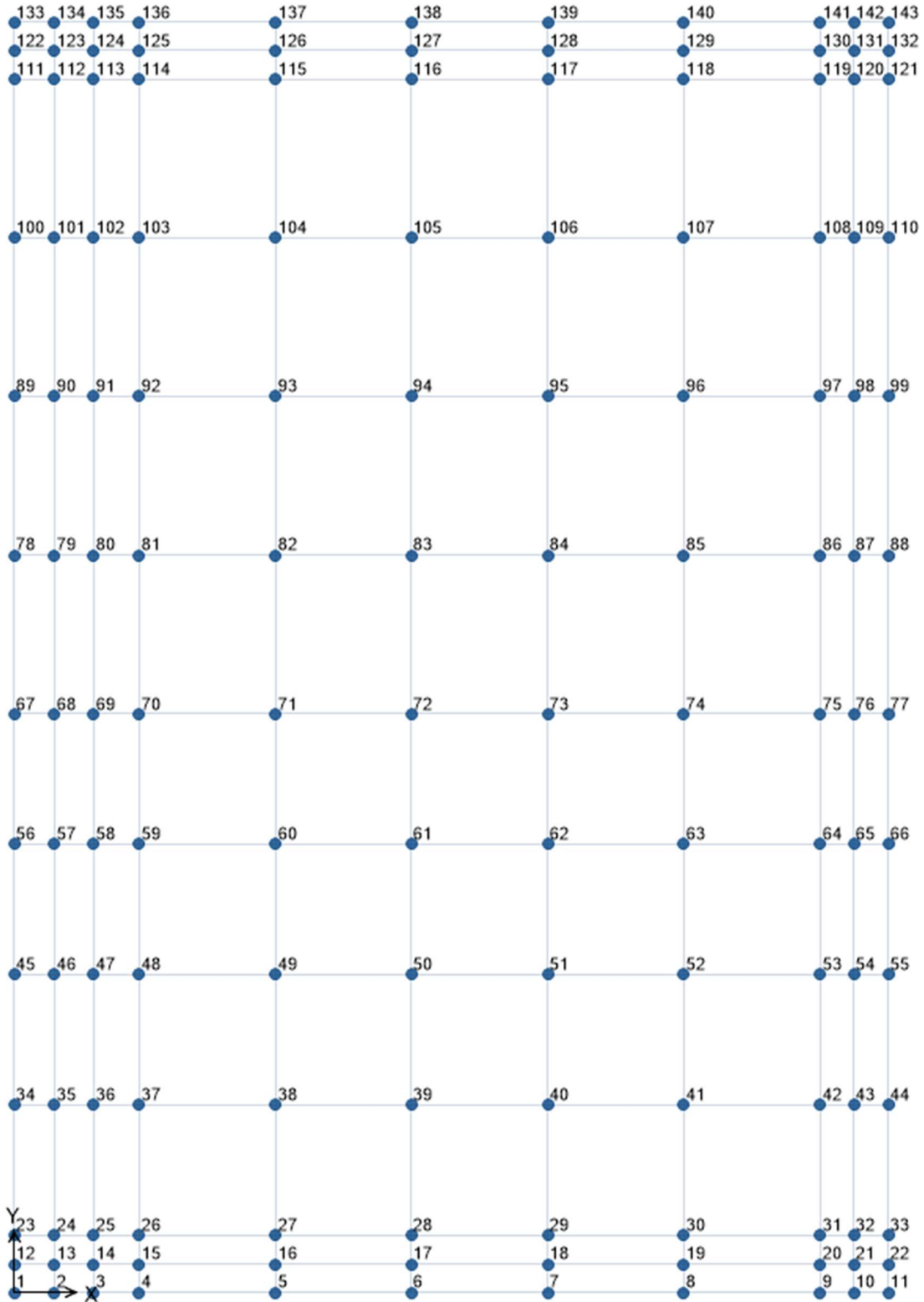
- $E_c = 34625 \text{ N/mm}^2$  (Per cls Rck 45);

Lo schema statico della struttura e la numerazione di shell e nodi sono riportati nelle seguenti figure.



*Modello tridimensionale con spessore elementi*

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL SLA9 C0 002	Rev. A	Foglio 22 di 169
---------	------------------	-------------	---	-----------	---------------------



Numerazione nodi fondazione sp.70cm

Doc. N.

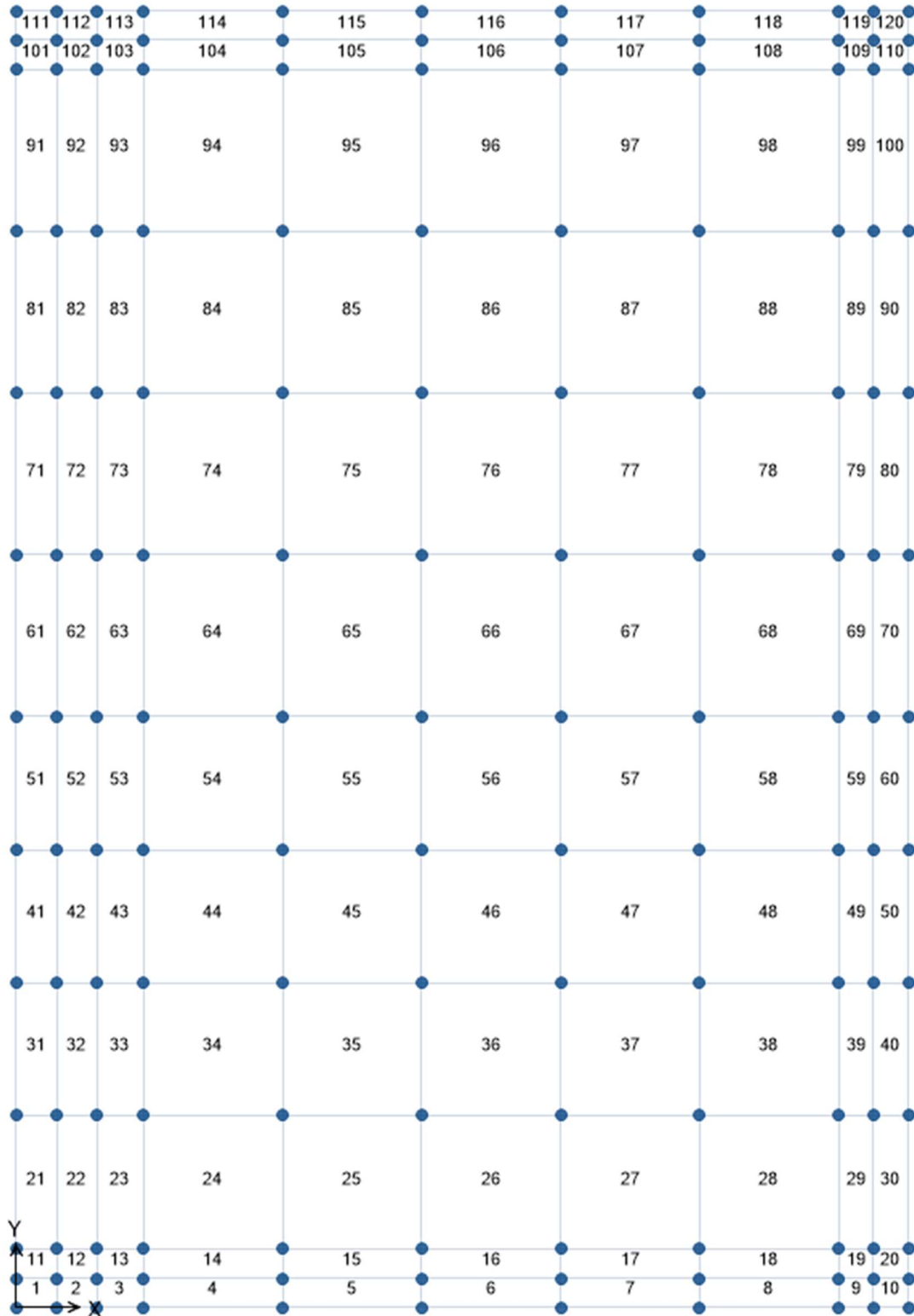
Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
23 di 169



Numerazione shell fondazione sp.70cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

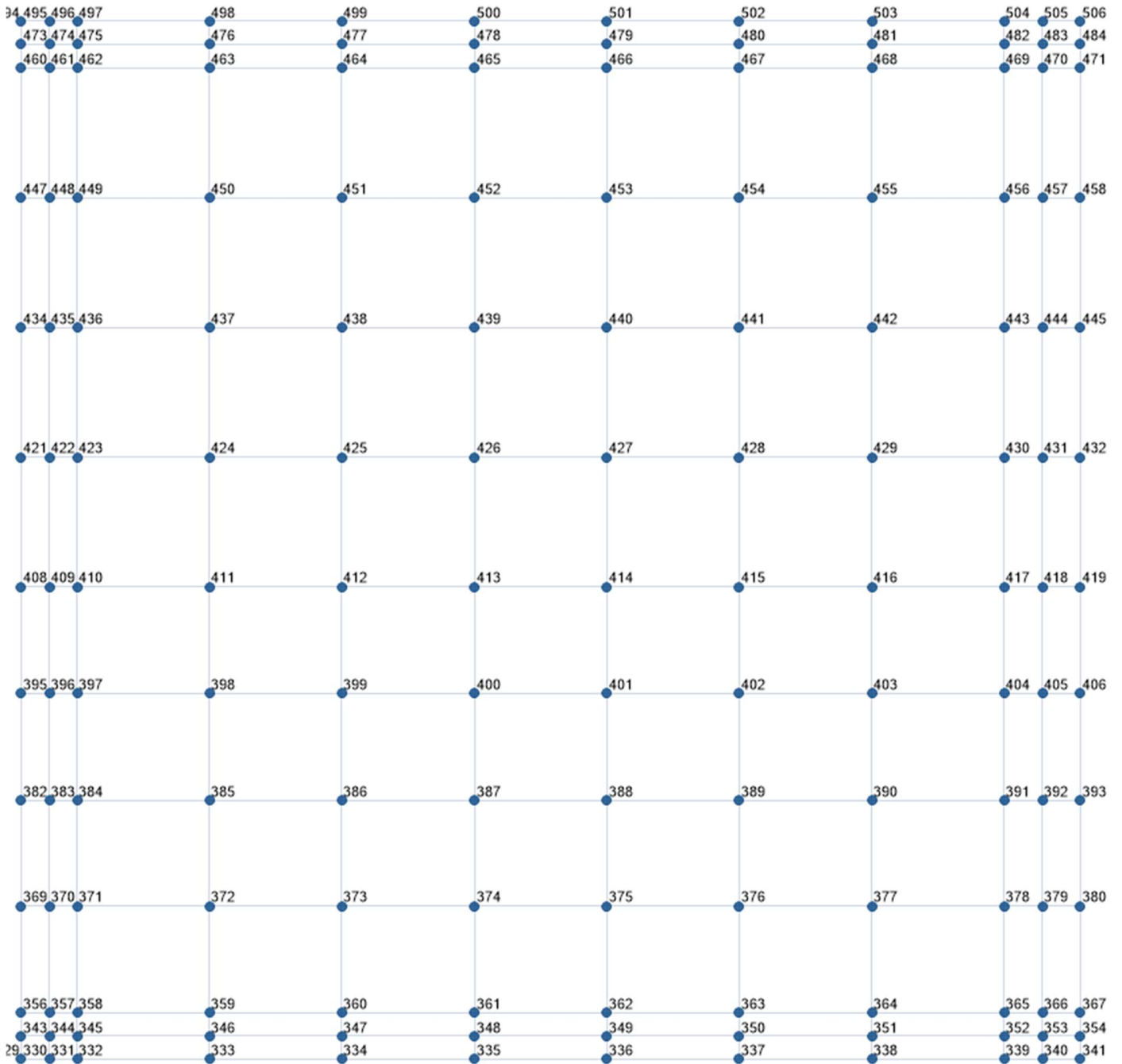
Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
24 di 169



*Numerazione nodi fondazione sp.90cm*



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

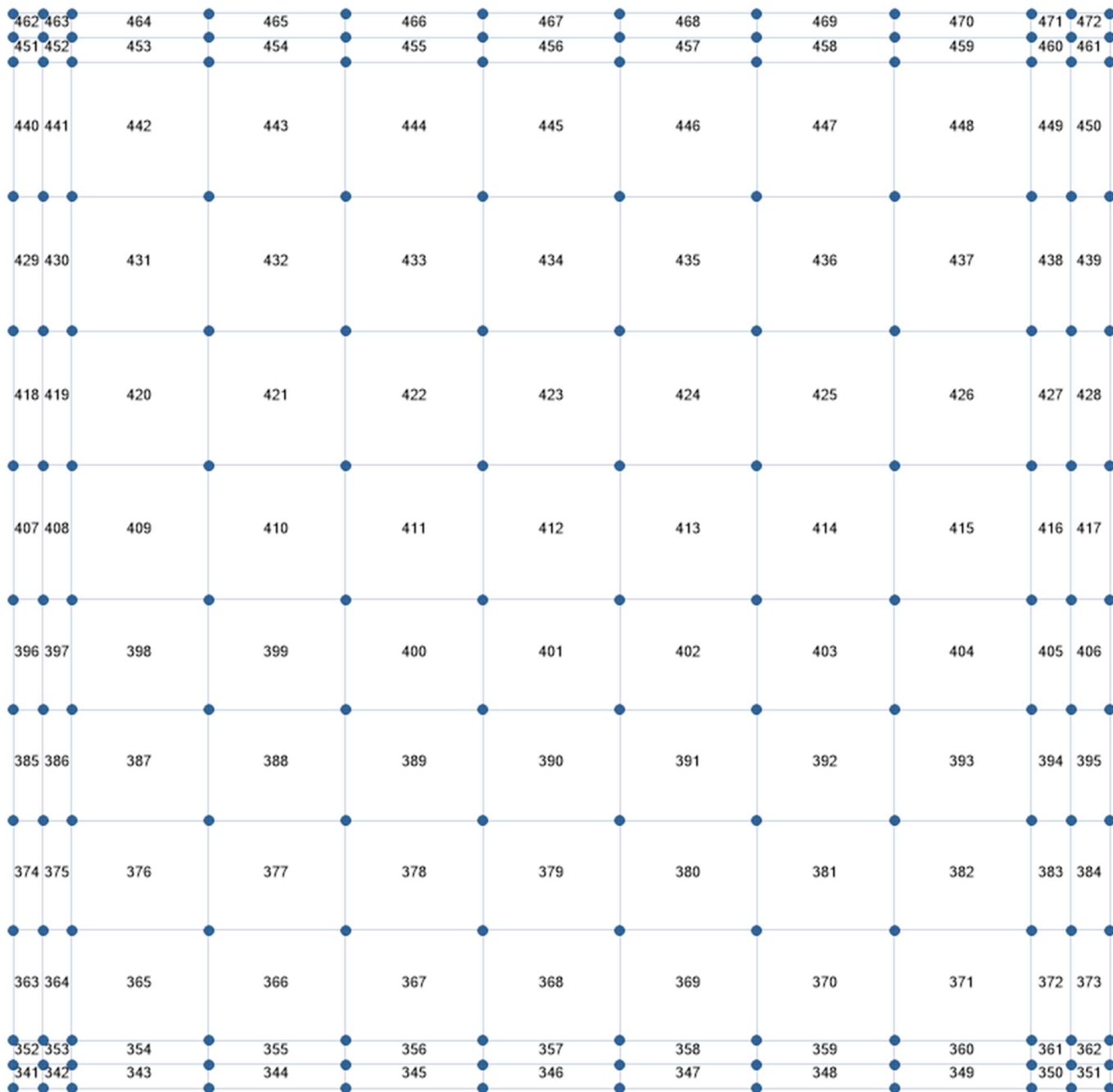
Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

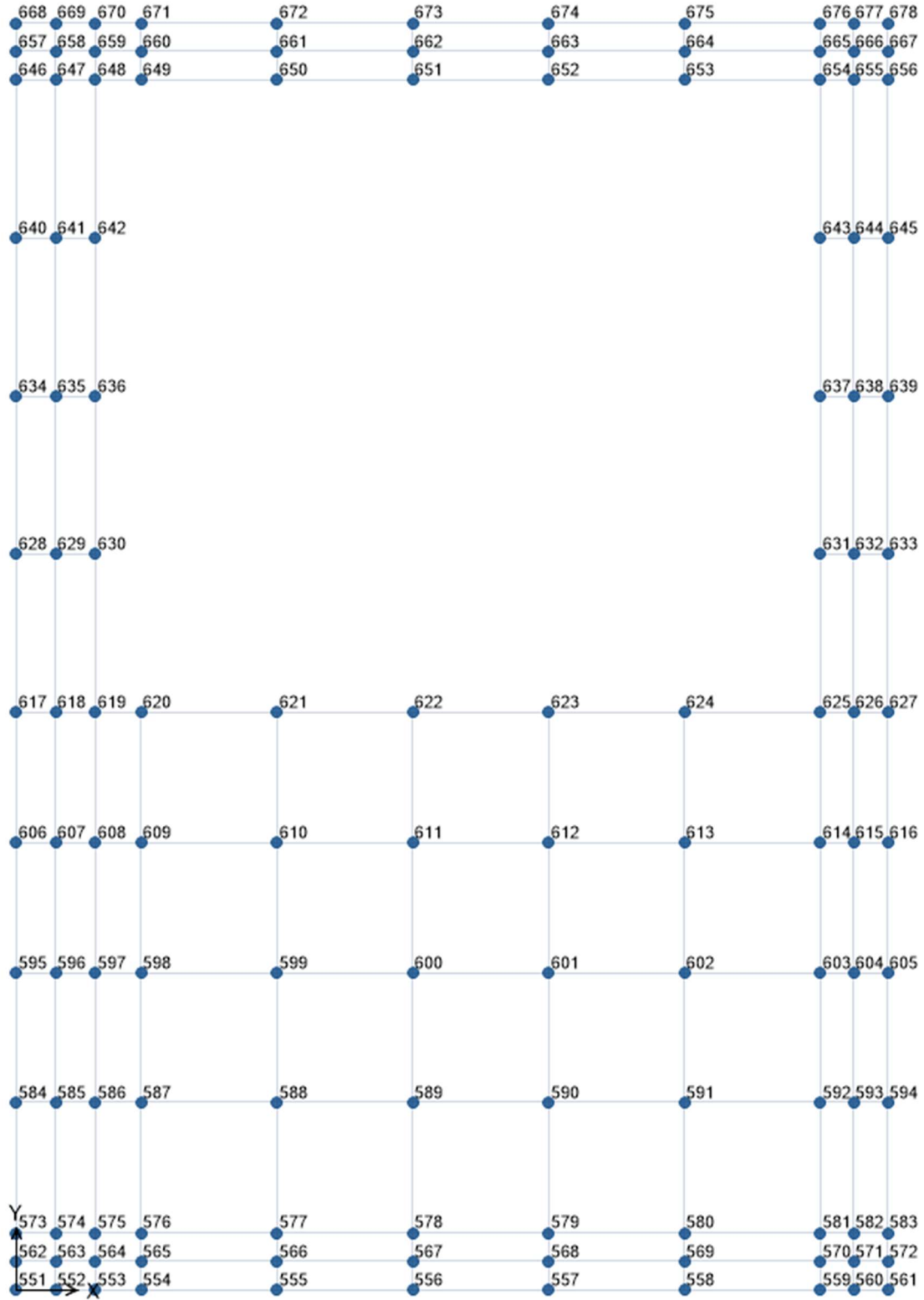
Rev.  
A

Foglio  
25 di 169



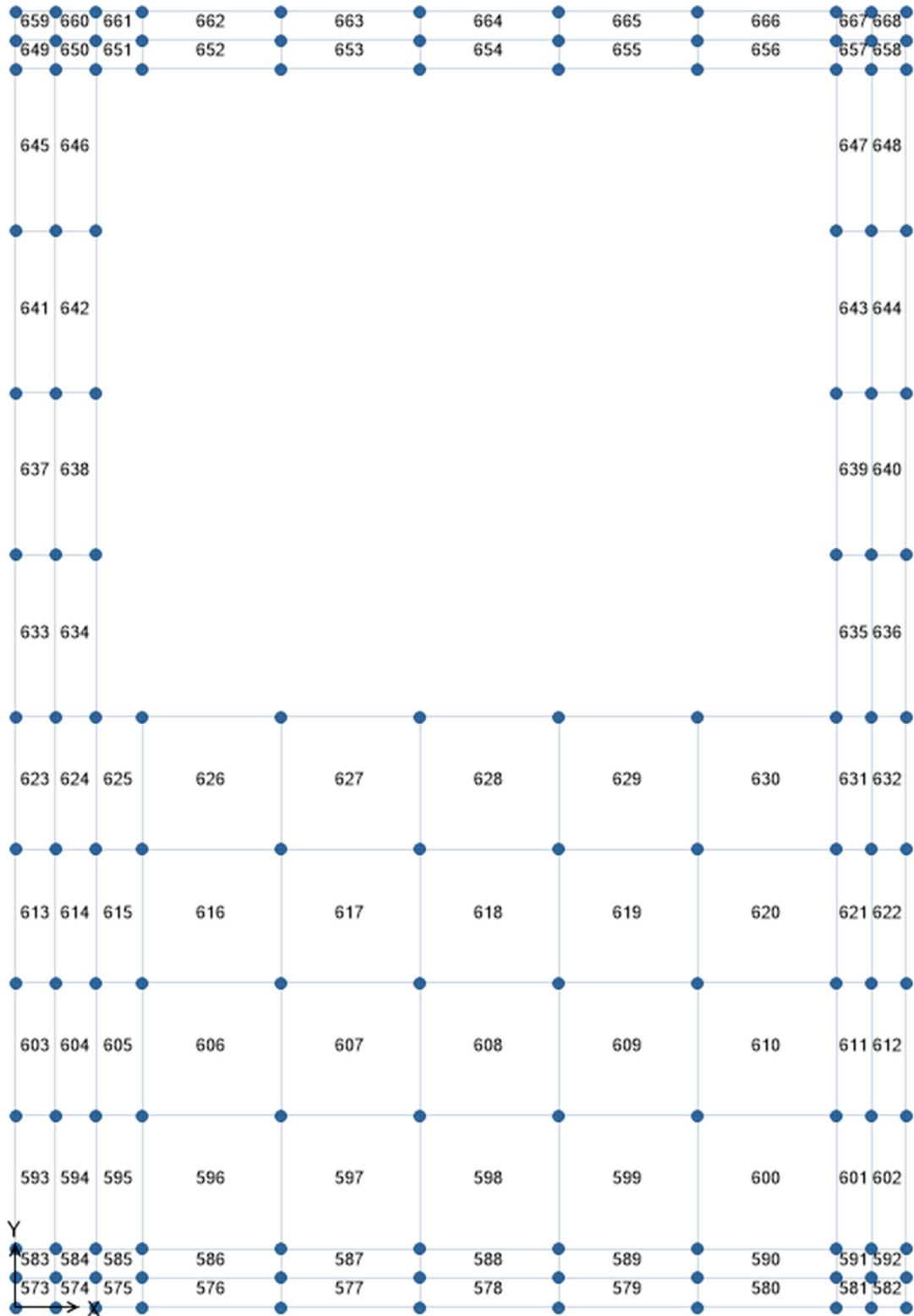
Numerazione shell fondazione sp.9cm

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL SLA9 C0 002	Rev. A	Foglio 26 di 169
---------	------------------	-------------	---	-----------	---------------------



Numerazione nodi soletta sp.50cm

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL SLA9 C0 002	Rev. A	Foglio 27 di 169
---------	------------------	-------------	---	-----------	---------------------



Numerazione shell soletta sp.50cm



Doc. N.

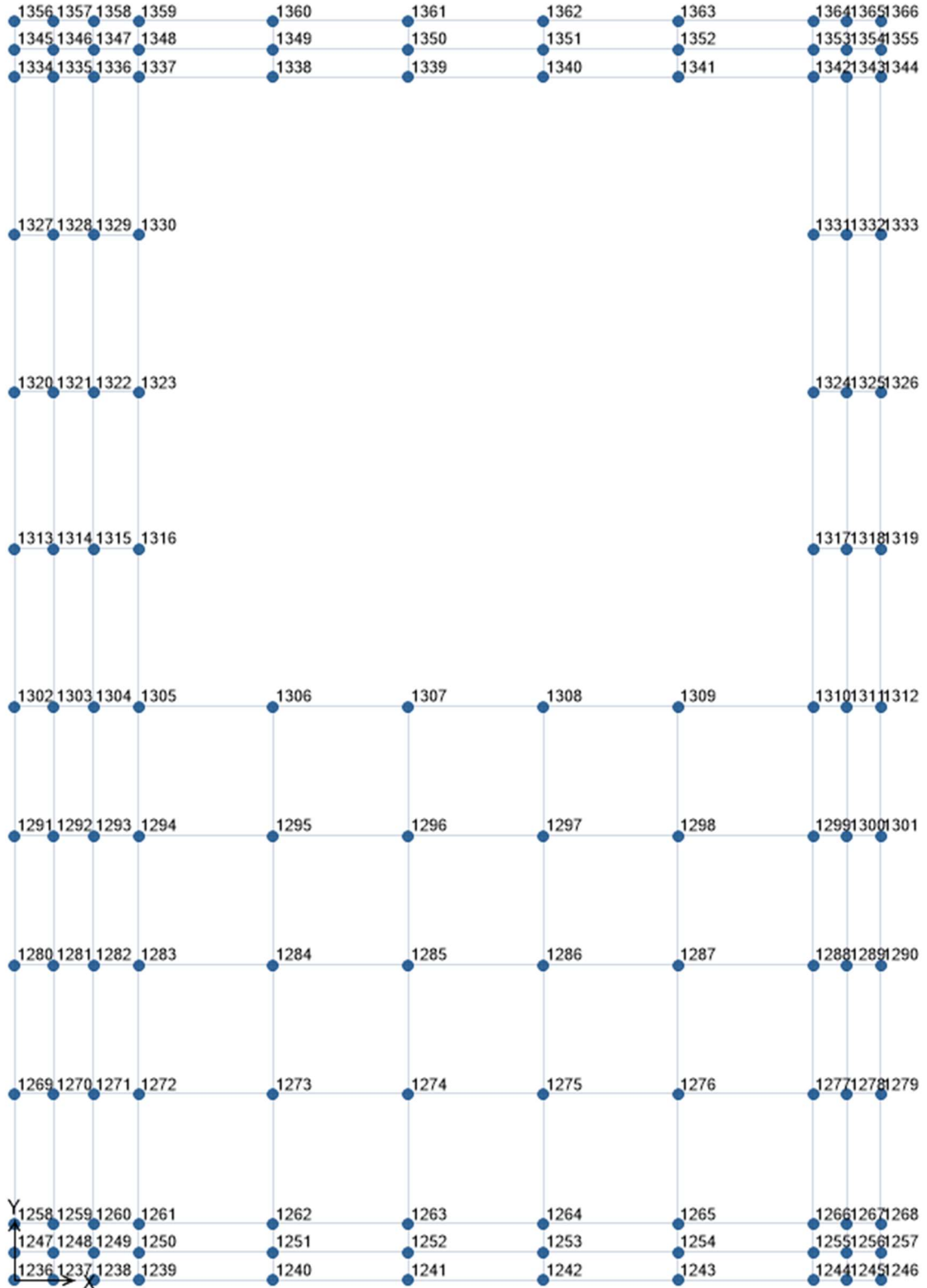
Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
28 di 169



Numerazione nodi soletta superiore sp.35cm

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

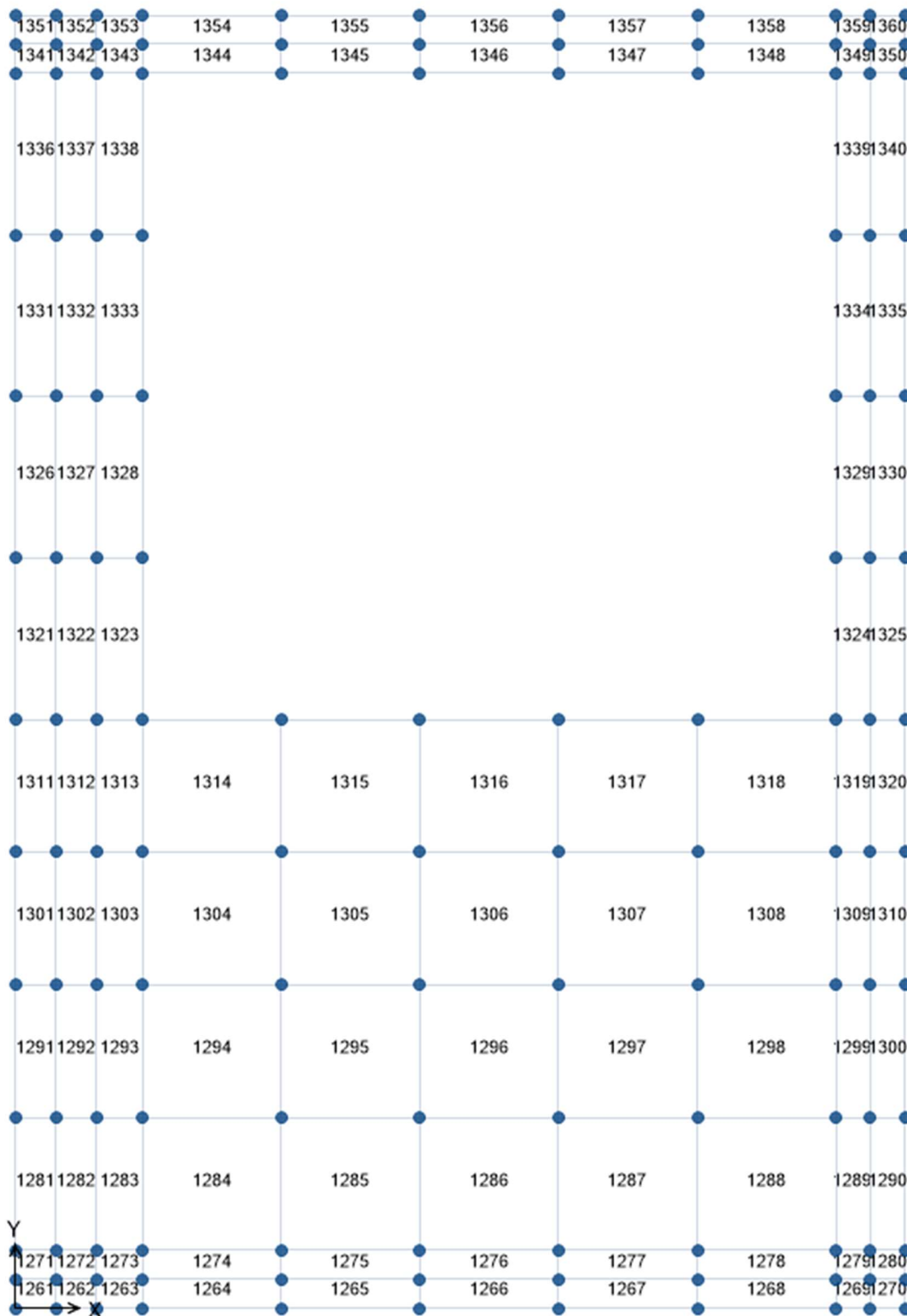
Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
29 di 169



Numerazione shell soletta superiore sp.35cm



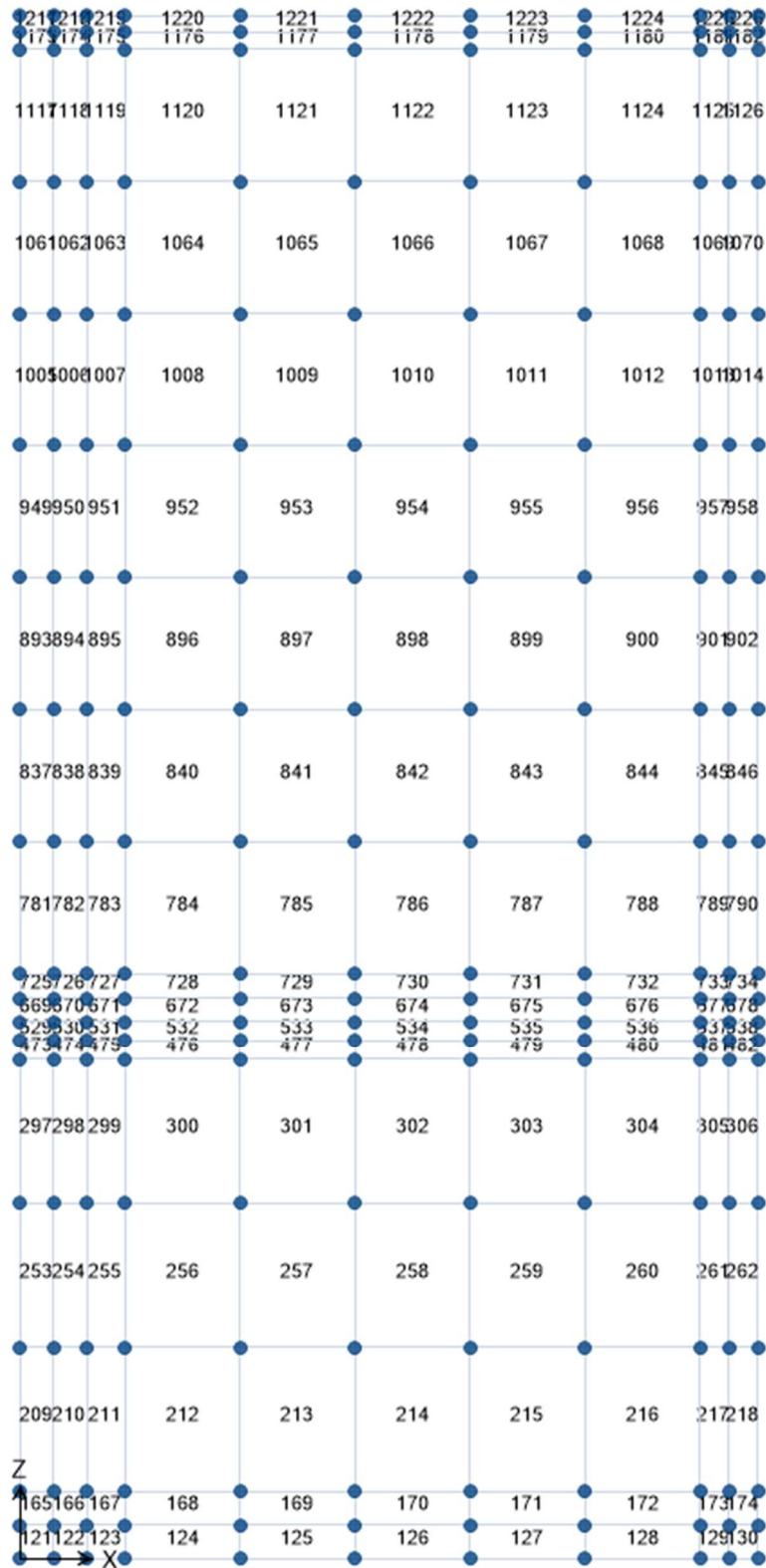
GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL SLA9 C0 002	Rev. A	Foglio 31 di 169
---------	------------------	-------------	---	-----------	---------------------



Numerazione shell parete est

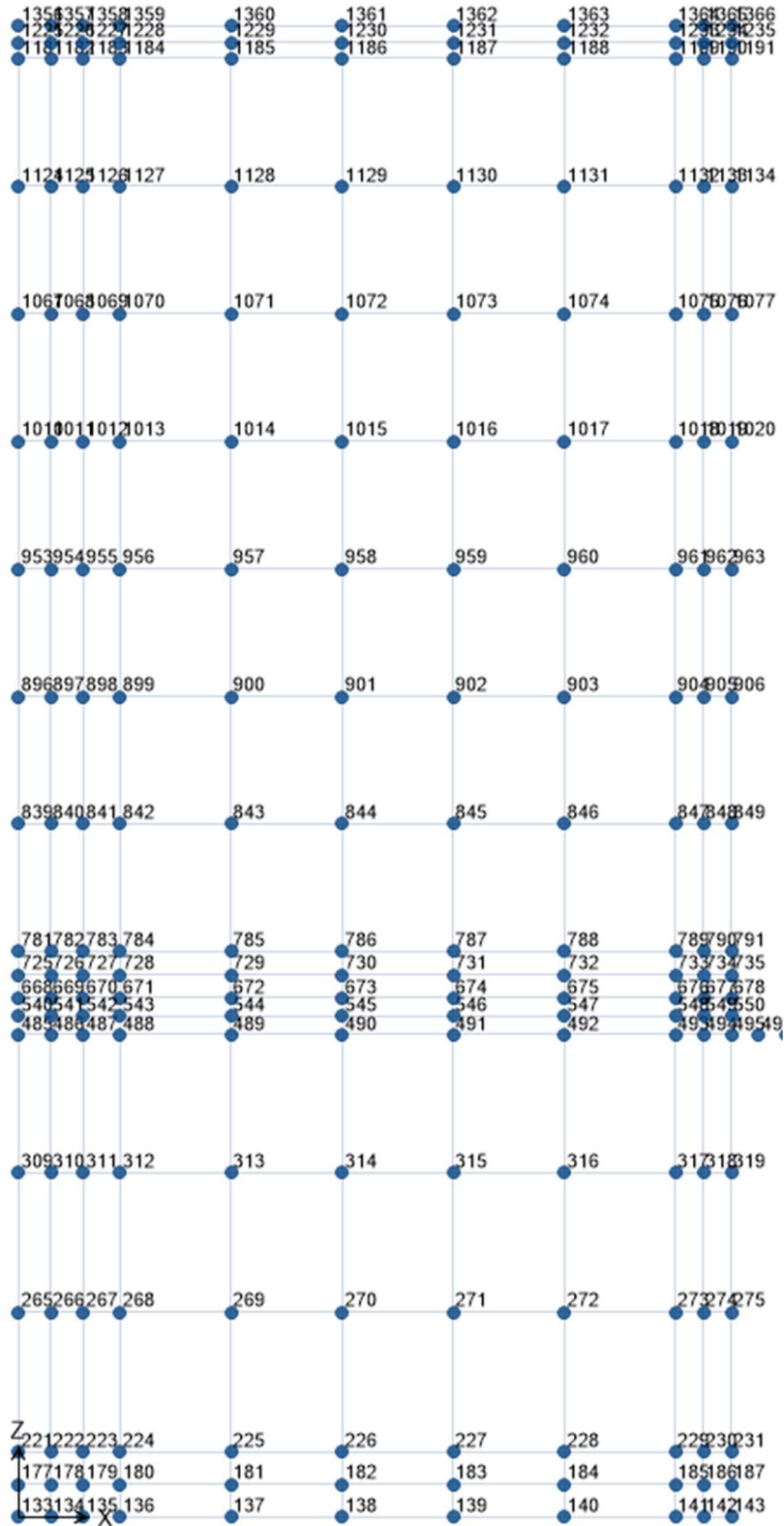
GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



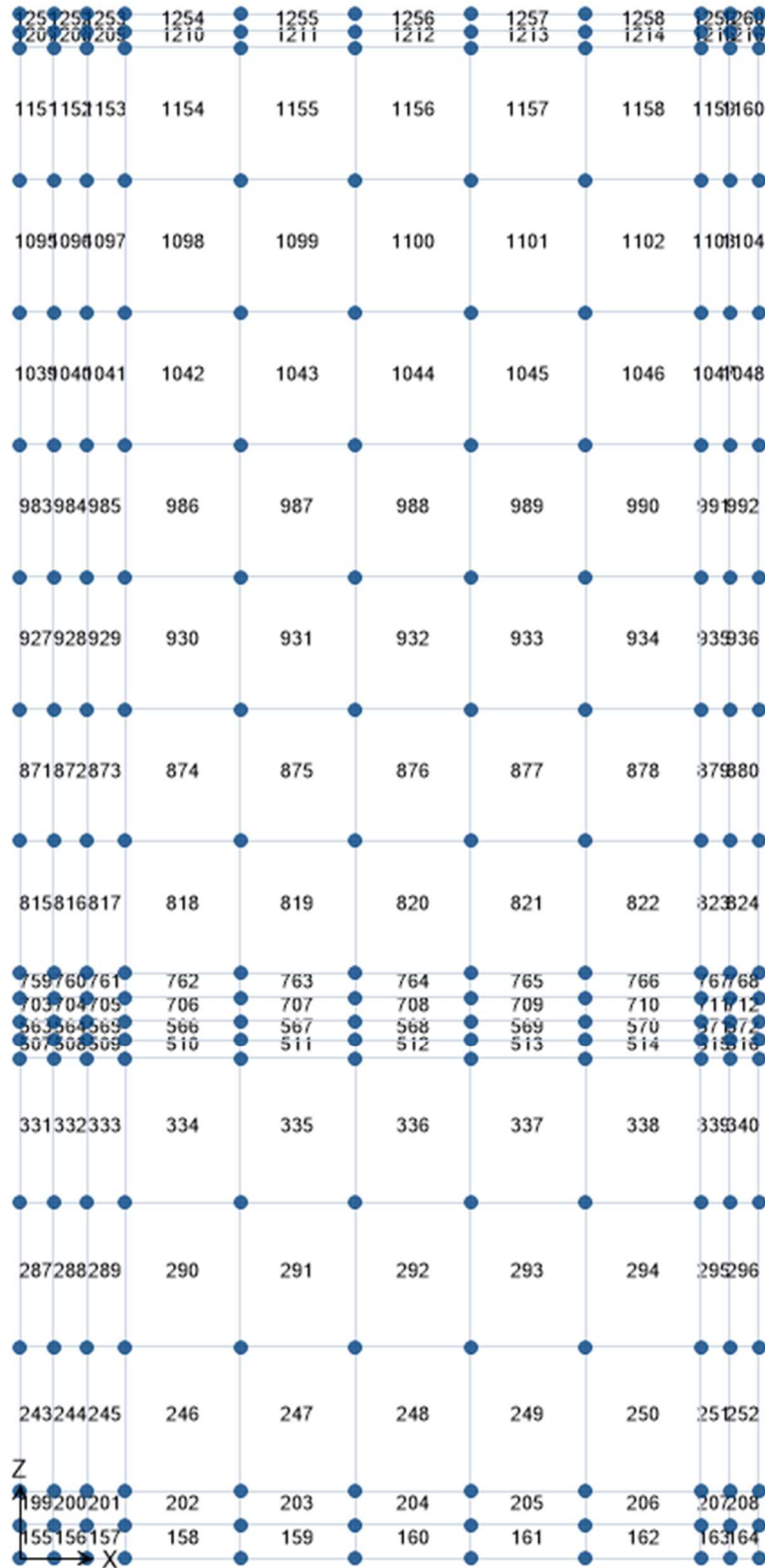
Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL SLA9 C0 002	Rev. A	Foglio 32 di 169
---------	------------------	-------------	---	-----------	---------------------



Numerazione nodi parete ovest



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL SLA9 C0 002	Rev. A	Foglio 33 di 169
---------	------------------	-------------	---	-----------	---------------------



Numerazione shell parete ovest

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

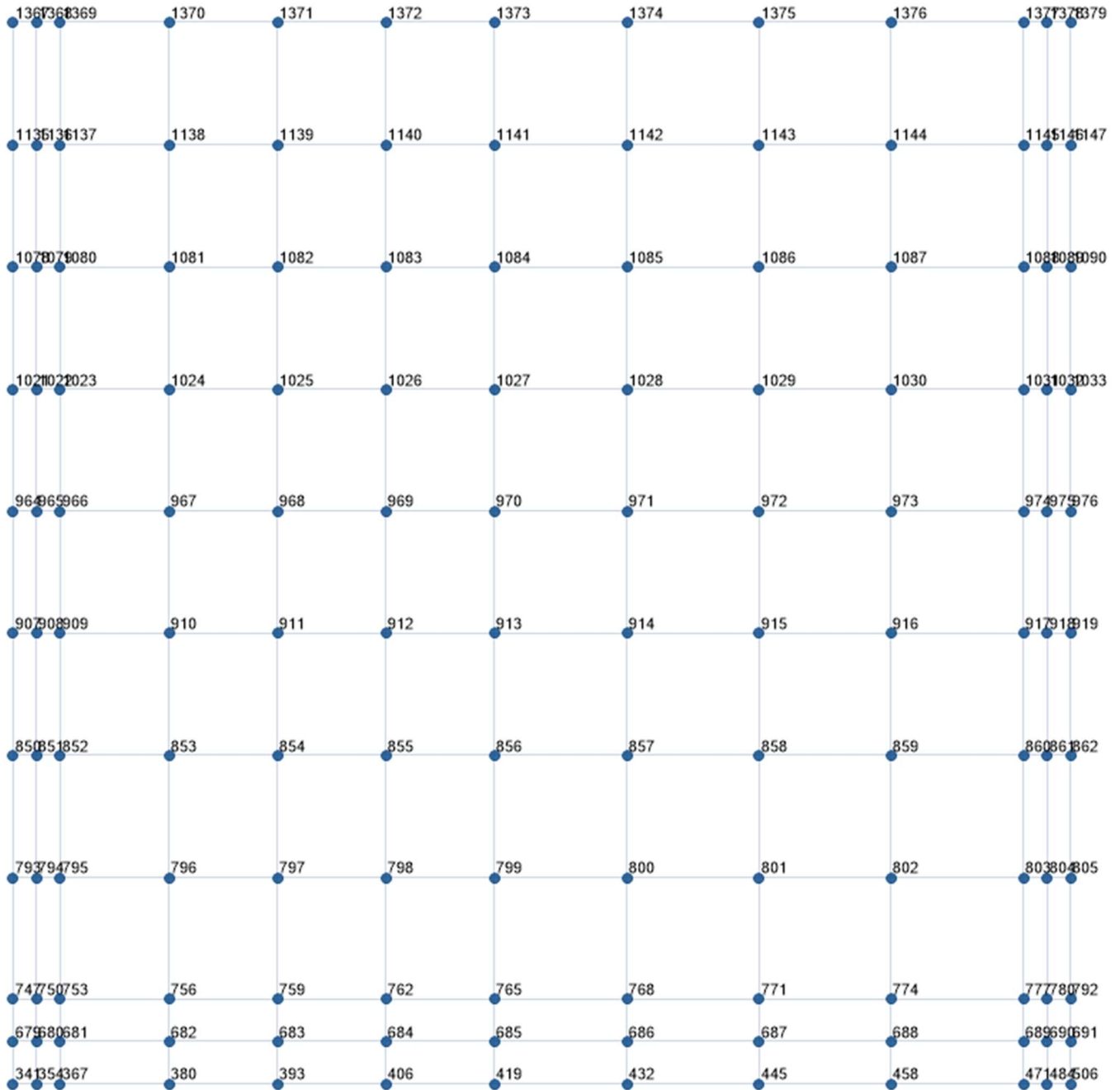
Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
34 di 169



*Numerazione nodi parete nord*

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

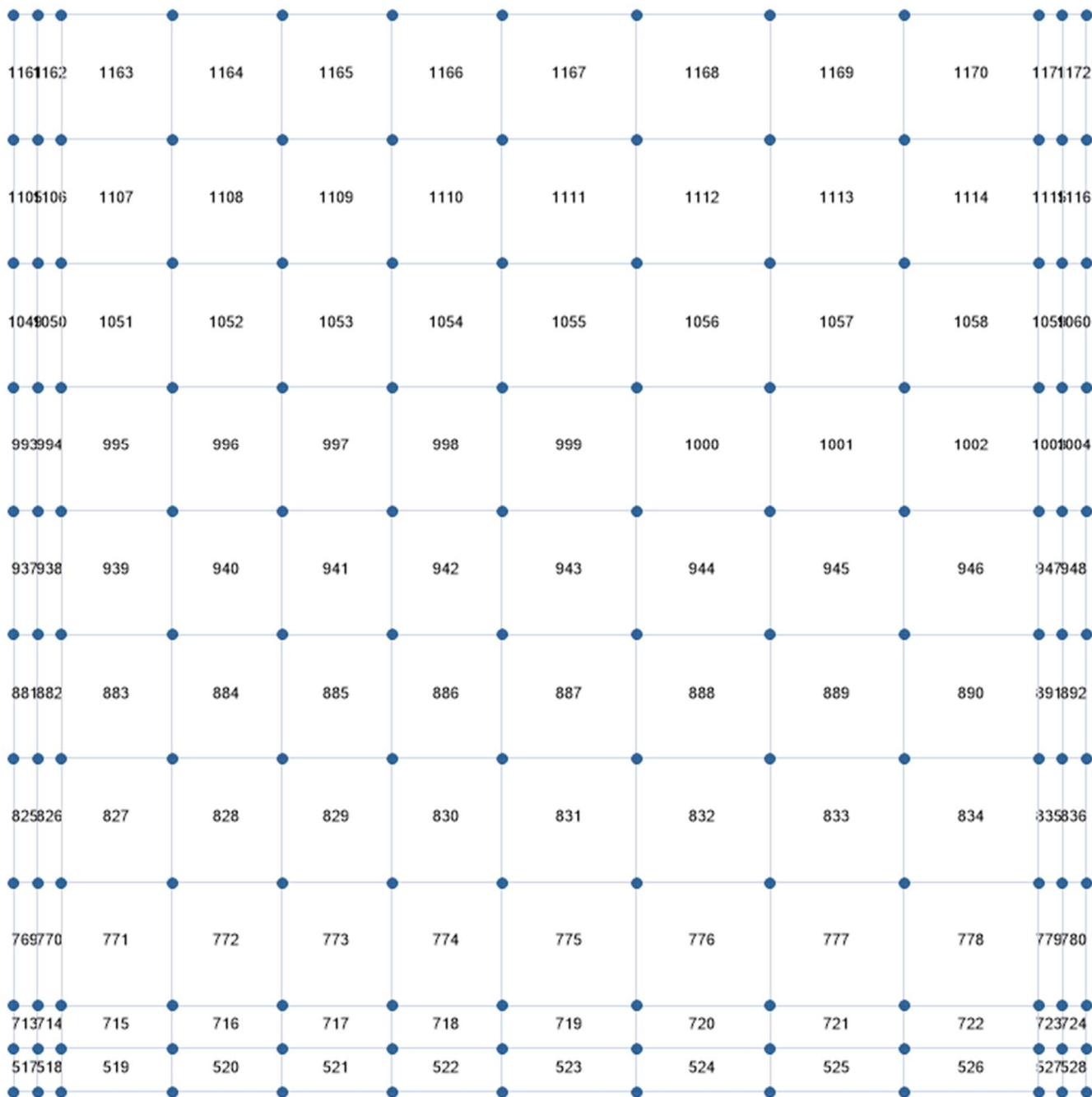
Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

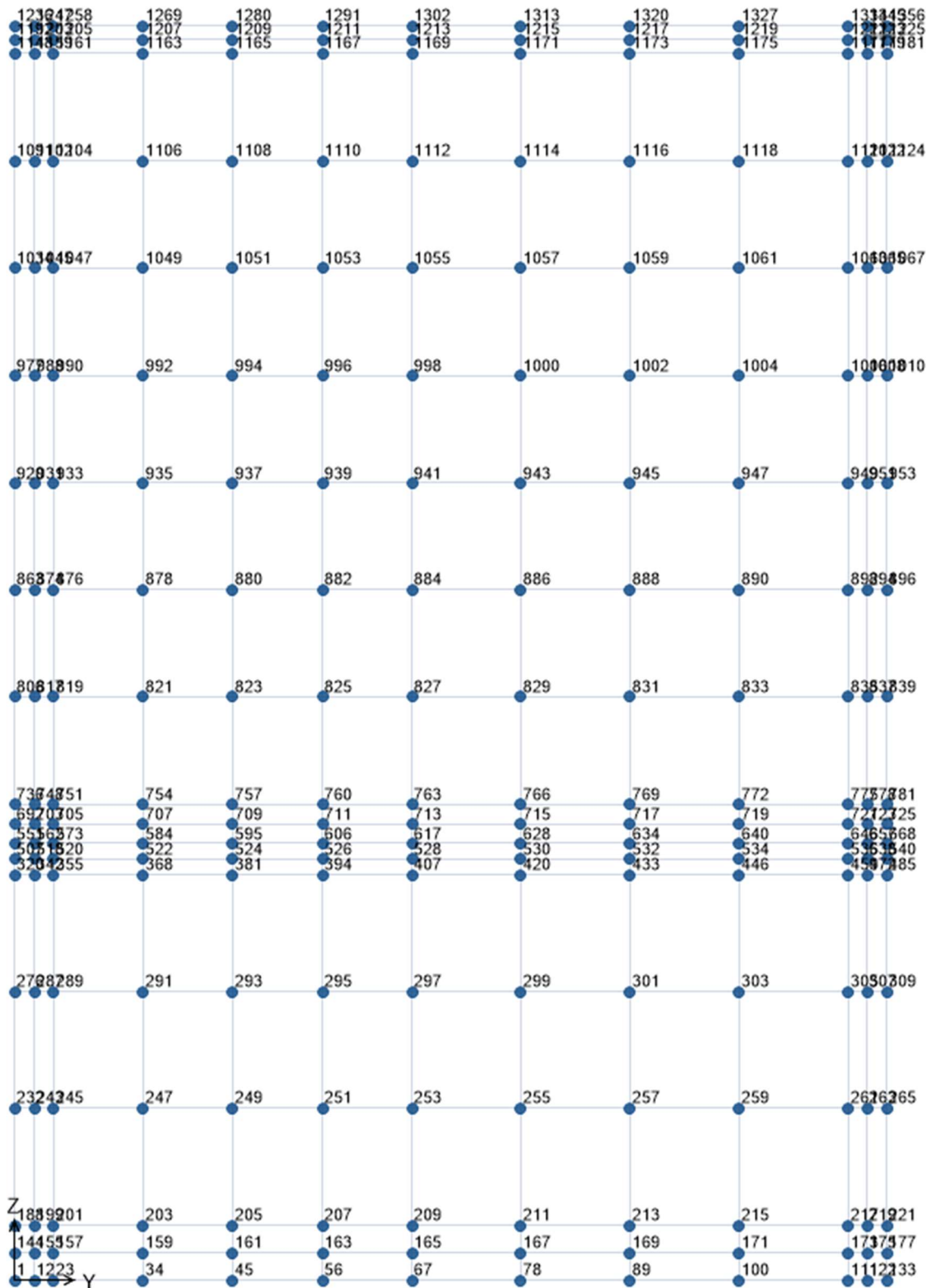
Foglio  
35 di 169



*Numerazione shell parete nord*



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL SLA9 C0 002	Rev. A	Foglio 36 di 169
---------	------------------	-------------	---	-----------	---------------------



Numerazione nodi parete sud

Doc. N.

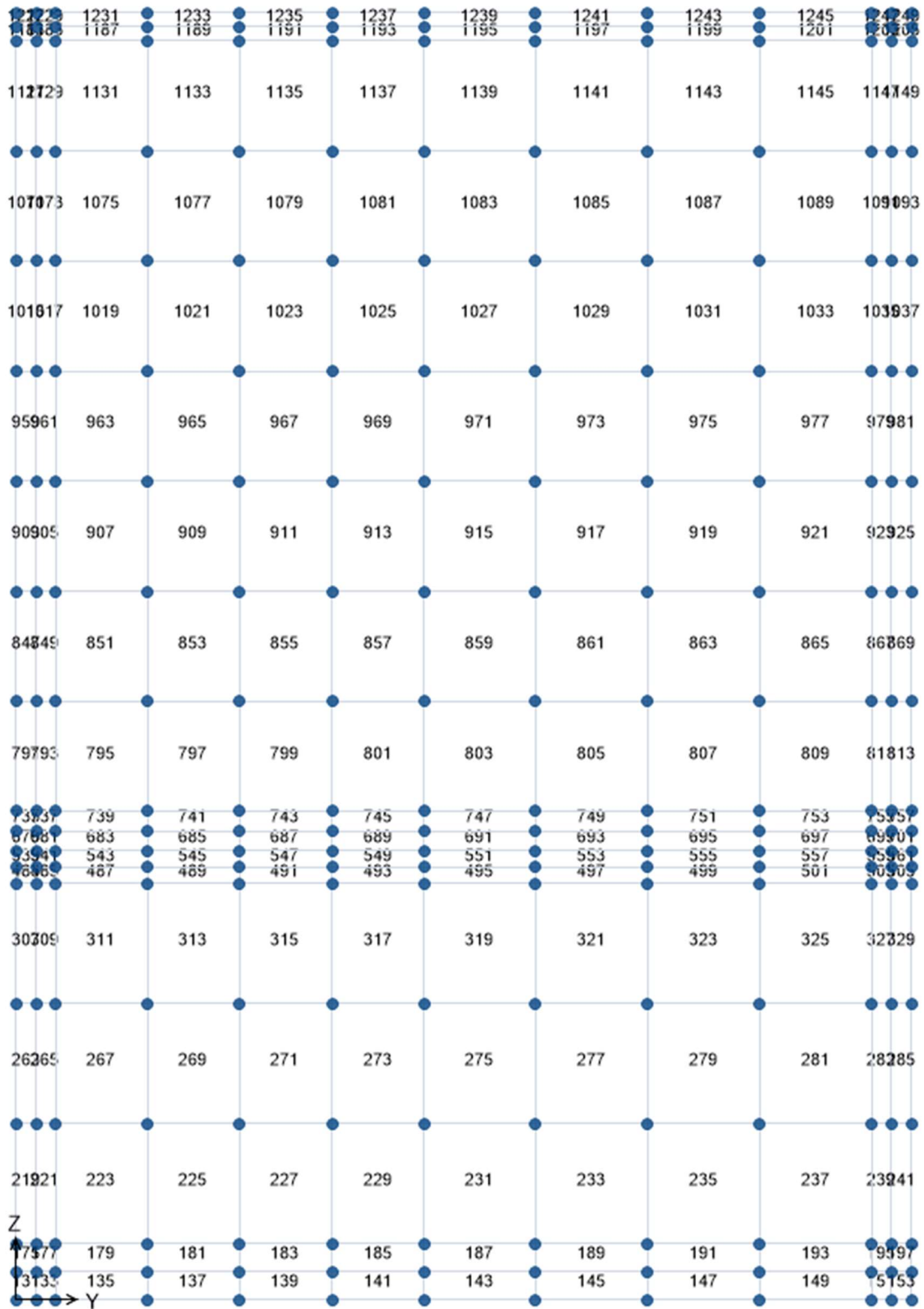
Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
37 di 169



Numerazione shell parete sud

Doc. N.

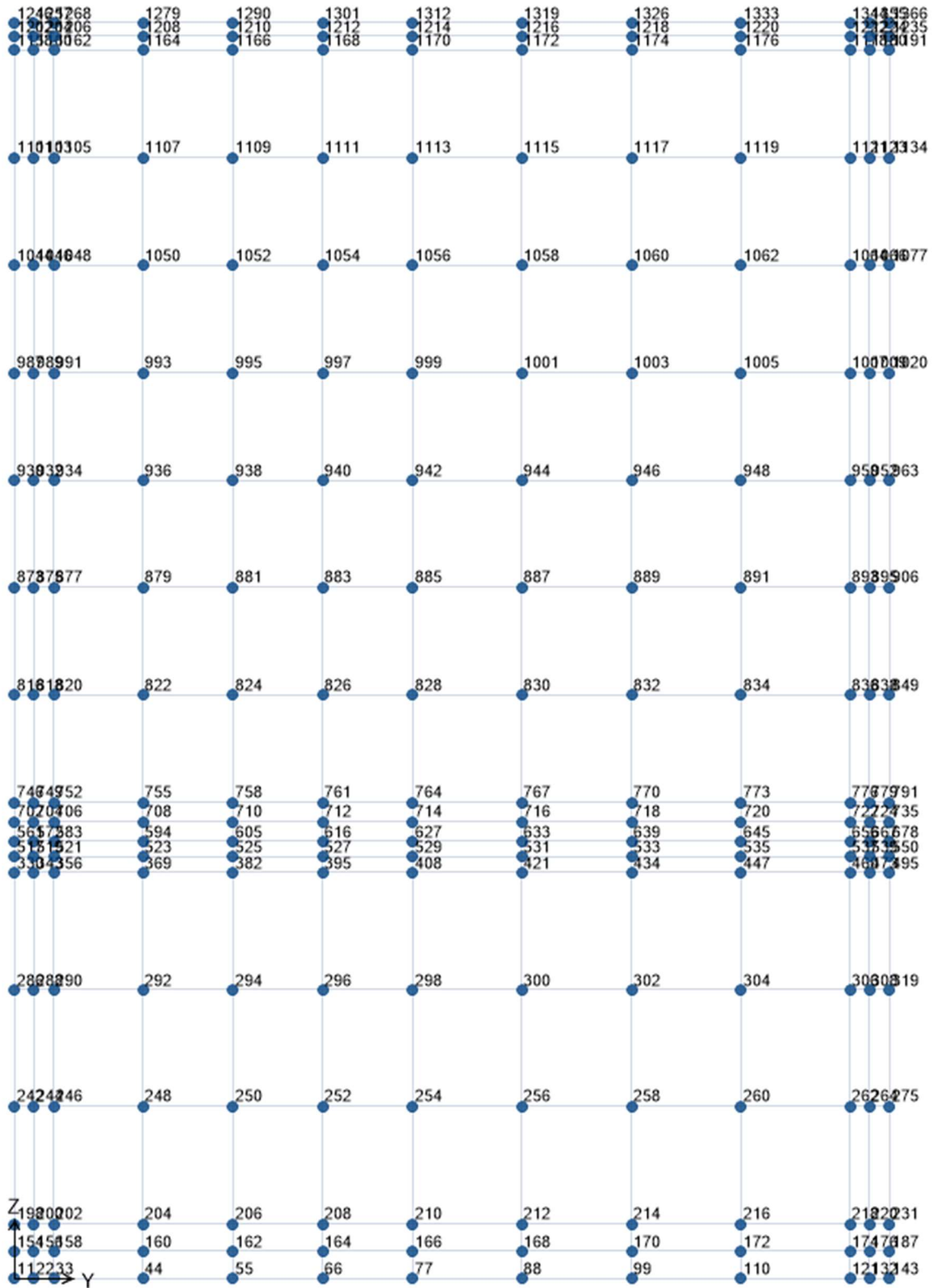
Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
38 di 169



Doc. N.

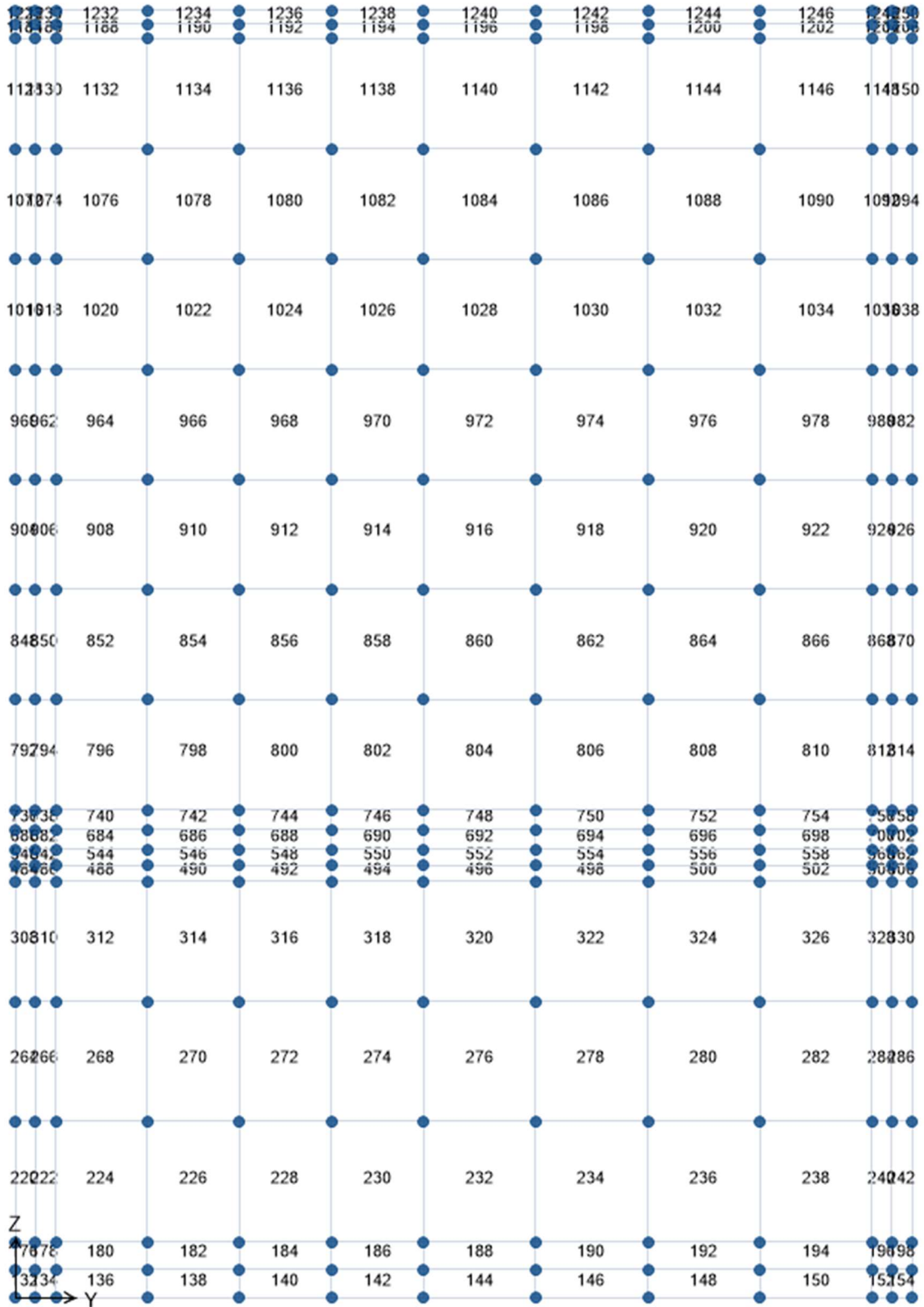
Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
39 di 169



Numerazione shell parete centrale

## 9. ANALISI DEI CARICHI

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

Vengono prese in considerazione le condizioni elementari di carico di seguito determinate.

Tali Combinazioni Elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo armato:  $\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$
- rilevato:  $\gamma_{ril} = 20 \text{ kN/m}^3$

### 9.1. Peso proprio strutture (Load1)

- fondazione sp. 70  $S_s \times \gamma_{c.a.} = 0.70 \times 25.00 = 17.50 \text{ kN/m}^2$
- fondazione sp. 90  $S_s \times \gamma_{c.a.} = 0.90 \times 25.00 = 22.50 \text{ kN/m}^2$
- soletta sp. 50  $S_s \times \gamma_{c.a.} = 0.50 \times 25.00 = 12.50 \text{ kN/m}^2$
- soletta superiore  $S_s \times \gamma_{c.a.} = 0.35 \times 25.00 = 8.75 \text{ kN/m}^2$
- parete Est  $S_p \times \gamma_{c.a.} = 0.50 \times 25.00 = 12.50 \text{ kN/m}^2$
- parete Ovest  $S_p \times \gamma_{c.a.} = 0.50 \times 25.00 = 12.50 \text{ kN/m}^2$
- parete Nord  $S_p \times \gamma_{c.a.} = 0.30 \div 0.82 \times 25.00 = 7.50 \div 20.50 \text{ kN/m}^2$
- parete Sud  $S_p \times \gamma_{c.a.} = 0.70 \times 25.00 = 17.50 \text{ kN/m}^2$
- parete centrale  $S_p \times \gamma_{c.a.} = 0.60 \times 25.00 = 15.00 \text{ kN/m}^2$

### 9.2. Carichi permanenti portati (Load2)

Si considera che il pacchetto stradale abbia uno spessore di 125cm:

$$p_1 = H \times \gamma_{ril} = 1.25 \times 20.00 = 25.00 \text{ kN/m}^2$$

### 9.3. Spinta del terreno (Load3 ÷ Load6)

Il rinterro a ridosso dello scatolare verrà realizzato tramite materiale arido di buone caratteristiche meccaniche. Secondo quanto riportato in precedenza per il rinterro si assumono i seguenti parametri:

$$\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi'_k = 30^\circ$$

$$k_{0,k} = k_{0,M1} = 0.5$$

Si riporta di seguito il calcolo delle pressioni agenti sulla struttura, eseguito per la Combinazione 1 (A1+M1+R1) indicando con:



- Load 3: spinta a riposo su parete Est
- Load 4: spinta a riposo su parete Ovest
- Load 5: spinta a riposo su parete Nord
- Load 6: spinta a riposo su parete Sud

$$\begin{aligned} \text{Pressione in asse soletta superiore: } P_1 (h_1 = 0.175\text{m}) &= k_{0,M1} \times h_1 \times \gamma_t = \\ &= 0.5 \times 0.175 \times 20 = \mathbf{1.75 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pressione in asse soletta inferiore: } P_2 (h_2 = 8.23\text{m}) &= P_1 + k_{0,M1} \times (h_2 - h_1) \times \gamma_t = \\ &= 1.75 + 0.5 \times (8.23 - 0.175) \times 20 = \mathbf{82.30 \text{ kN/m}^2} \end{aligned}$$

#### 9.4. Sovraccarichi accidentali sulla soletta superiore (Load 7)

Sulla soletta superiore si considera agente un sovraccarico accidentale di **4.0 kN/m<sup>2</sup>** in corrispondenza della viabilità stradale si considera agente un sovraccarico accidentale di **20.0 kN/m<sup>2</sup>**.

#### 9.5. Spinta del sovraccarico sul rilevato (Load 8 ÷ Load 11)

Si assume, cautelativamente, che sul terrapieno adiacente le pareti del manufatto agisca un sovraccarico di 20kN/m<sup>2</sup>:

$$q_h = k_{0,M1} \times q_v = 0.5 \times 20 = \mathbf{10 \text{ kN/m}^2} \text{ (Load 8 - Load 9 - Load 10 - Load 11).}$$

#### 9.6. Azione sismica (Load 12÷17)

La risultante delle forze inerziali orizzontali indotte dal sisma viene valutata con la seguente espressione:

$$F_h = P \times a_{gh};$$

$$F_v = P \times a_{gv};$$

P = peso proprio;

$a_g$  = accelerazioni sismiche al suolo.

$a_{gh} = 0.270 \text{ g}$ , accelerazione orizzontale;

$a_{gv} = 0.149 \text{ g}$ , accelerazione verticale.

Per tener conto dell'incremento di spinta del terreno dovuta al sisma si fa riferimento all'EC8-5, appendice E – “Analisi semplificata per le strutture di contenimento”, punto 9 – “Forze causate dalla spinta del terreno per strutture rigide”, in cui l'incremento di spinta sismica  $\Delta P$  per la condizione a riposo viene valutato come:

$$\Delta P_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot}^2$$

La risultante di tale incremento di spinta (Load 12÷ Load 15) viene considerata uniformemente distribuita su tutta l'altezza della sezione verticale rigida di riferimento  $h_{tot}$ .

- Parete Est:  $\Delta p_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot} = 0.270 \times 20.0 \times 8.23 = \mathbf{44.44 \text{ kN/m}^2}$  (Load 12)
- Parete Ovest:  $\Delta p_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot} = 0.270 \times 20.0 \times 8.23 = \mathbf{44.44 \text{ kN/m}^2}$  (Load 13)

- Parete Nord:  $\Delta p_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot} = 0.270 \times 20.0 \times 5.63 = \mathbf{30.40 \text{ kN/m}^2}$  (Load 14)  
Parete Centrale:  $\Delta p_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot} = 0.270 \times 20.0 \times 2.15 = \mathbf{11.61 \text{ kN/m}^2}$  (Load 14)
- Parete Sud:  $\Delta p_d = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{tot} = 0.270 \times 20.0 \times 8.23 = \mathbf{44.44 \text{ kN/m}^2}$  ( Load 15)

Per il calcolo delle azioni sismiche dovute all'inerzia degli elementi strutturali si considera solo il contributo in direzione orizzontale delle pareti perpendicolari alla direzione dello sbilanciamento (Load 16 - Load 17):

- fondazione sp. 70  $\Delta p_{p,h} = S_s \times \gamma_{c.a.} \times a_{gh} = 0.70 \times 25.00 \times 0.270 = \mathbf{4.73 \text{ kN/m}^2}$
- fondazione sp. 90  $\Delta p_{p,h} = S_s \times \gamma_{c.a.} \times a_{gh} = 0.90 \times 25.00 \times 0.270 = \mathbf{6.08 \text{ kN/m}^2}$
- soletta sp. 50  $\Delta p_{p,h} = S_s \times \gamma_{c.a.} \times a_{gh} = 0.50 \times 25.00 \times 0.270 = \mathbf{3.38 \text{ kN/m}^2}$
- soletta superiore  $\Delta p_{p,h} = S_s \times \gamma_{c.a.} \times a_{gh} = 0.35 \times 25.00 \times 0.270 = \mathbf{2.36 \text{ kN/m}^2}$
- parete Est  $\Delta p_{p,h} = S_p \times \gamma_{c.a.} \times a_{gh} = 0.50 \times 25.00 \times 0.270 = \mathbf{3.38 \text{ kN/m}^2}$
- parete Ovest  $\Delta p_{p,h} = S_p \times \gamma_{c.a.} \times a_{gh} = 0.50 \times 25.00 \times 0.270 = \mathbf{3.38 \text{ kN/m}^2}$
- parete Nord  $\Delta p_{p,h} = S_p \times \gamma_{c.a.} \times a_{gh} = 0.30 \div 0.82 \times 25.00 \times 0.270 = \mathbf{2.03 \div 5.54 \text{ kN/m}^2}$
- parete Sud  $\Delta p_{p,h} = S_p \times \gamma_{c.a.} \times a_{gh} = 0.70 \times 25.00 \times 0.270 = \mathbf{4.73 \text{ kN/m}^2}$
- parete centrale  $\Delta p_{p,h} = S_p \times \gamma_{c.a.} \times a_{gh} = 0.60 \times 25.00 \times 0.270 = \mathbf{4.05 \text{ kN/m}^2}$

## 10. CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI

### 10.1. Condizioni e combinazioni di carico adottate

Le condizioni elementari di carico considerate sono di seguito riassunte:

Load	Tipo	Carico
1	$G_{g,k}$	Peso proprio della struttura
2	$G_k$	Peso rilevato
3	$G_k$	Spinta terre a riposo su parete Est
4	$G_k$	Spinta terre a riposo su parete Ovest
5	$G_k$	Spinta terre a riposo su parete Nord
6	$G_k$	Spinta terre a riposo su parete Sud
7	$Q_k$	Sovraccarico accidentale
8	$Q_k$	Spinta sovraccarico accidentale su parete Est
9	$Q_k$	Spinta sovraccarico accidentale su parete Ovest
10	$Q_k$	Spinta sovraccarico accidentale su parete Nord
11	$Q_k$	Spinta sovraccarico accidentale su parete Sud
12	$Q_k$	Incremento dinamico terreno su parete Est
13	$Q_k$	Incremento dinamico terreno su parete Ovest
14	$Q_k$	Incremento dinamico terreno su parete Nord
15	$Q_k$	Incremento dinamico terreno su parete Sud
16	$Q_k$	Azioni sismiche inerziali orizzontali lungo asse X (Est – Ovest)
17	$Q_k$	Azioni sismiche inerziali orizzontali lungo asse Y (Nord – Sud)

I carichi caratteristici sopra elencati, al fine di ottenere le sollecitazioni di progetto per effettuare le successive verifiche, sono opportunamente combinati fra loro.

I valori numerici riportati nelle colonne delle seguenti tabelle di combinazione indicano il coefficiente moltiplicativo con il quale la condizione elementare è considerata. Tali valori sono il risultato dei prodotti tra coefficienti parziali operanti sulle azioni.



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

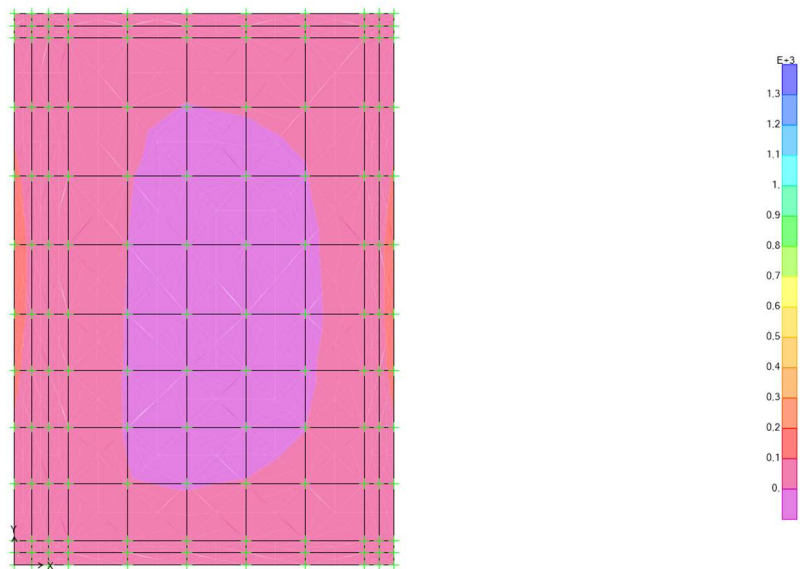
Foglio  
45 di 169

## 10.2. Diagrammi di involuppo SLU - SLV

### 10.2.1. Involuppi fondazione sp.70cm

#### 10.2.1.1. Involuppo M11 – max

Resultant M11 Diagram (ENV\_STR - Max)

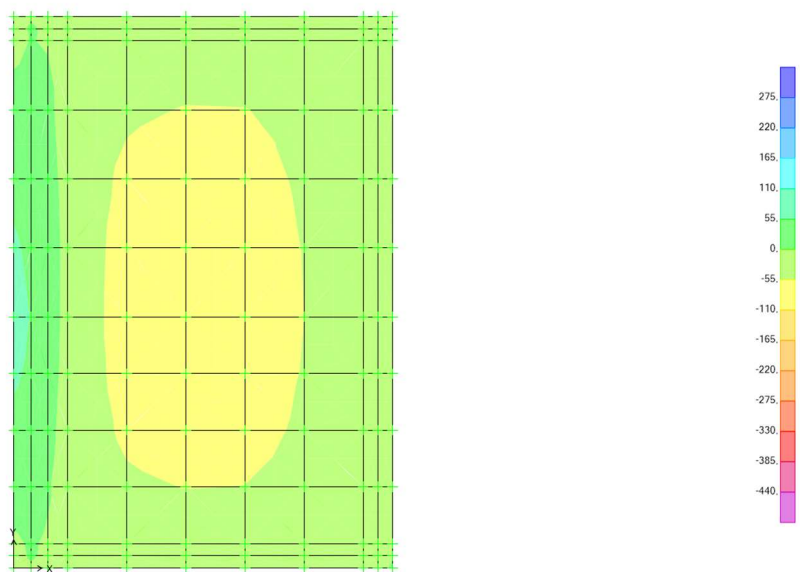


N=52.652, MAX=1304.919, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

#### 10.2.1.2. Involuppo M11 – min

Resultant M11 Diagram (ENV\_STR - Min)



N=490.11, MAX=268.048, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

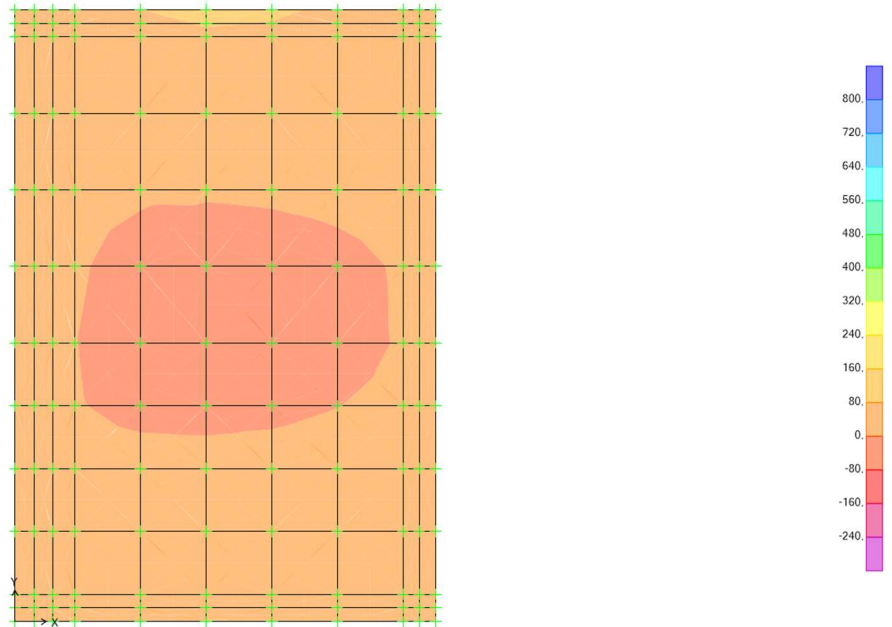
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
46 di 169

### 10.2.1.3. Inviluppo M22 – max

Resultant M22 Diagram (ENV\_STR - Max)

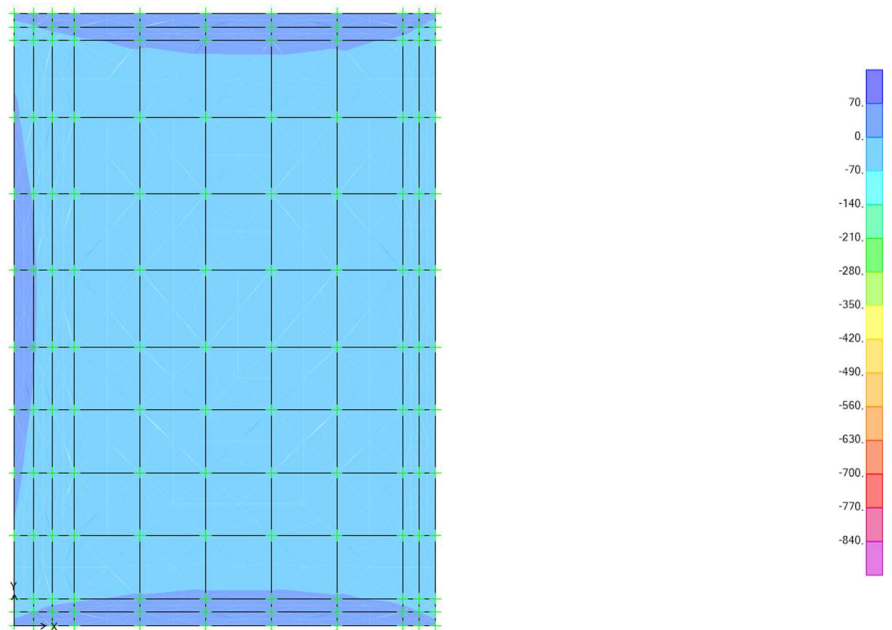


N=-267.994, MAX=830.208, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.2.1.4. Inviluppo M22 – min

Resultant M22 Diagram (ENV\_STR - Min)



N=-881.075, MAX=84.416, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

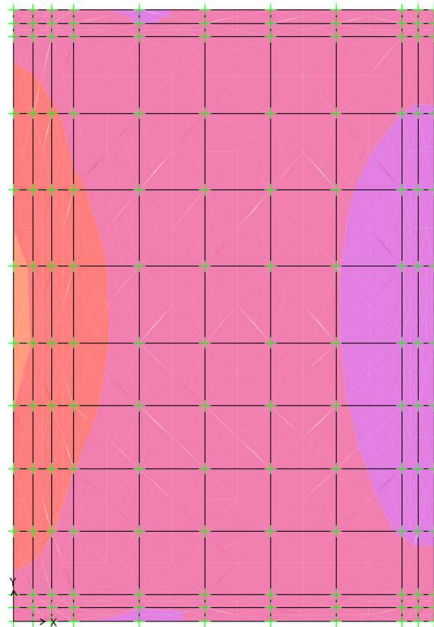
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
47 di 169

### 10.2.1.5. Inviluppo V13 – max

Resultant V13 Diagram (ENV\_STR - Max)

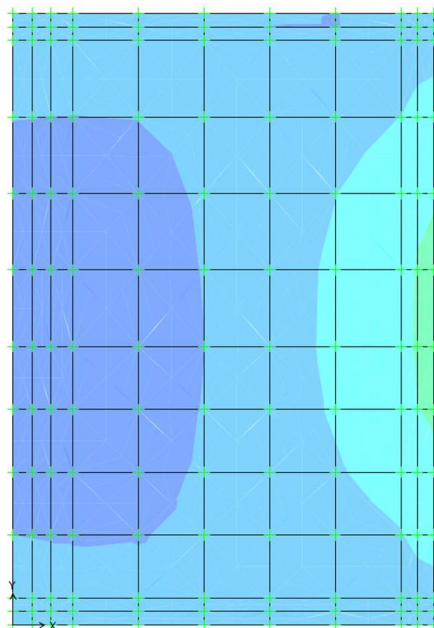


N=96.699, MAX=1801.788, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.2.1.6. Inviluppo V13 – min

Resultant V13 Diagram (ENV\_STR - Min)



N=1352.28, MAX=109.722, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

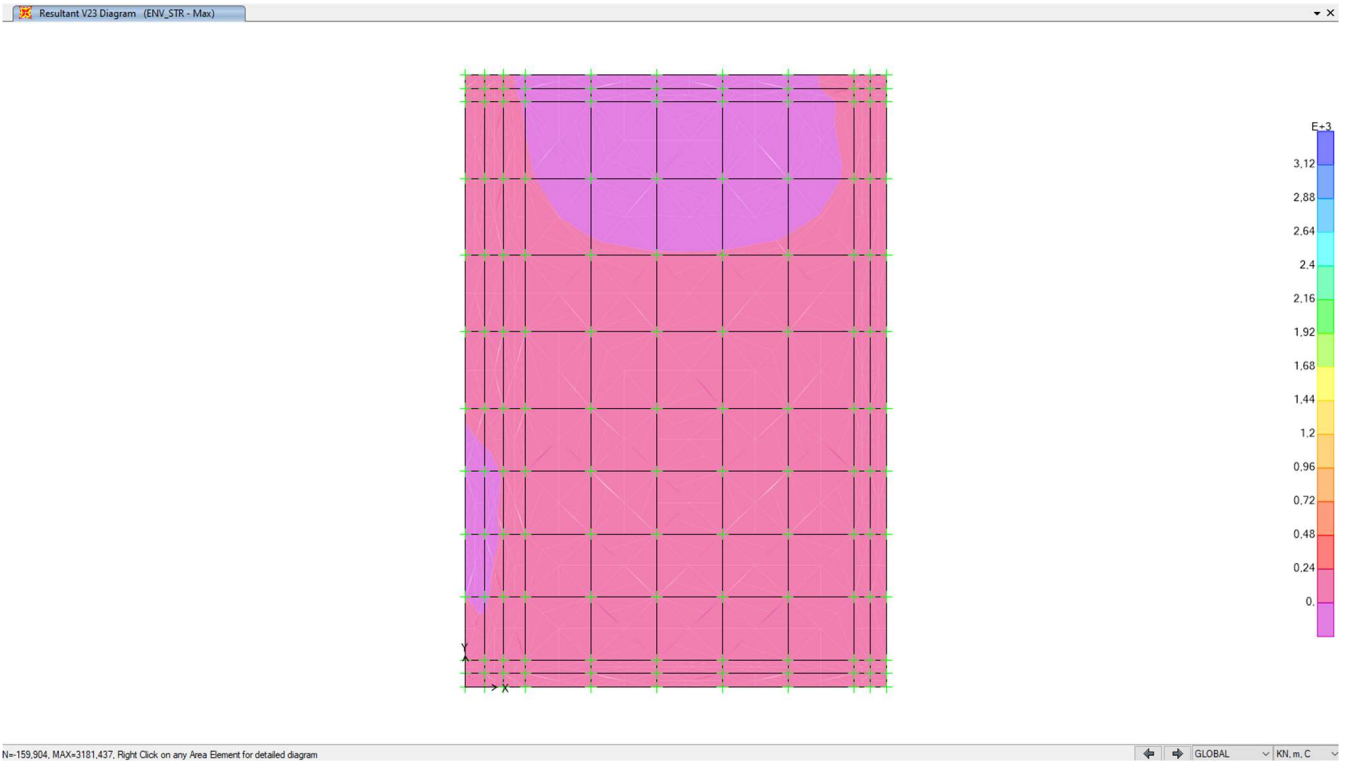
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

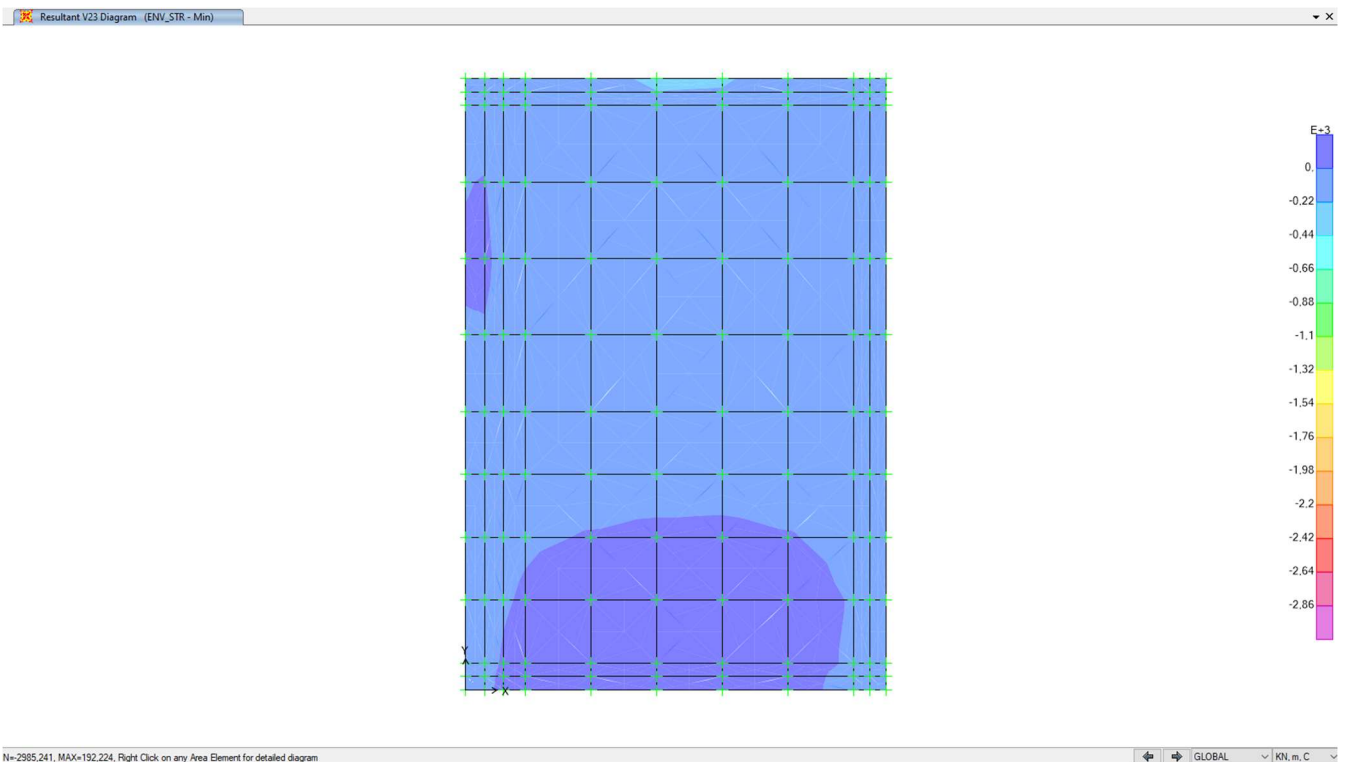
Rev.  
A

Foglio  
48 di 169

### 10.2.1.7. Inviluppo V23 – max



### 10.2.1.8. Inviluppo V23 – min





Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

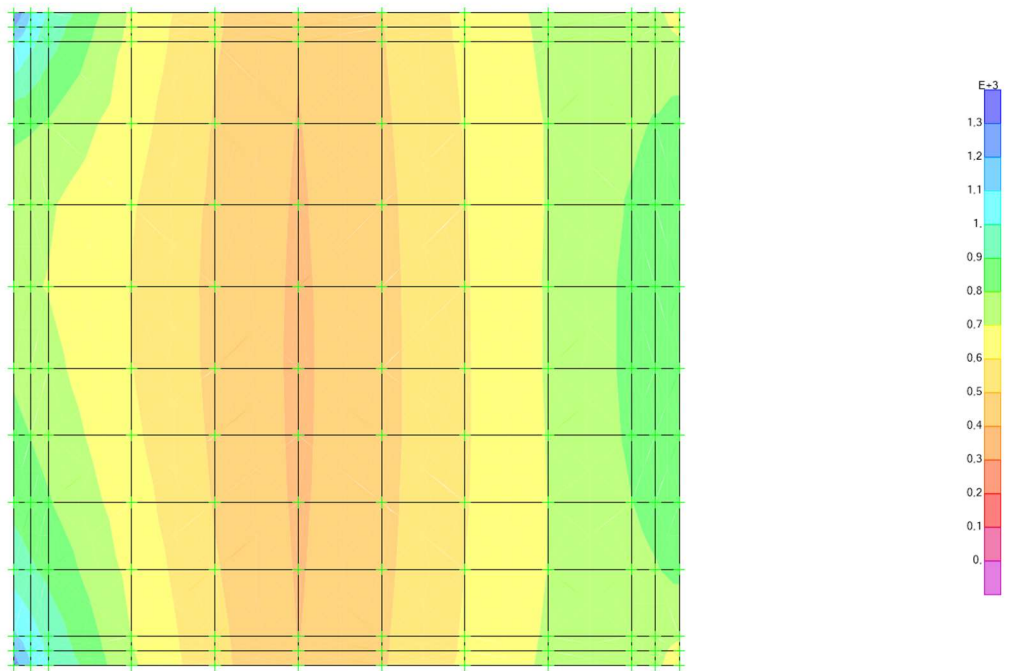
Rev.  
A

Foglio  
49 di 169

### 10.2.2. Involuppi fondazione sp.90cm

#### 10.2.2.1. Involuppo M11 – max

Resultant M11 Diagram (ENV\_STR - Max)

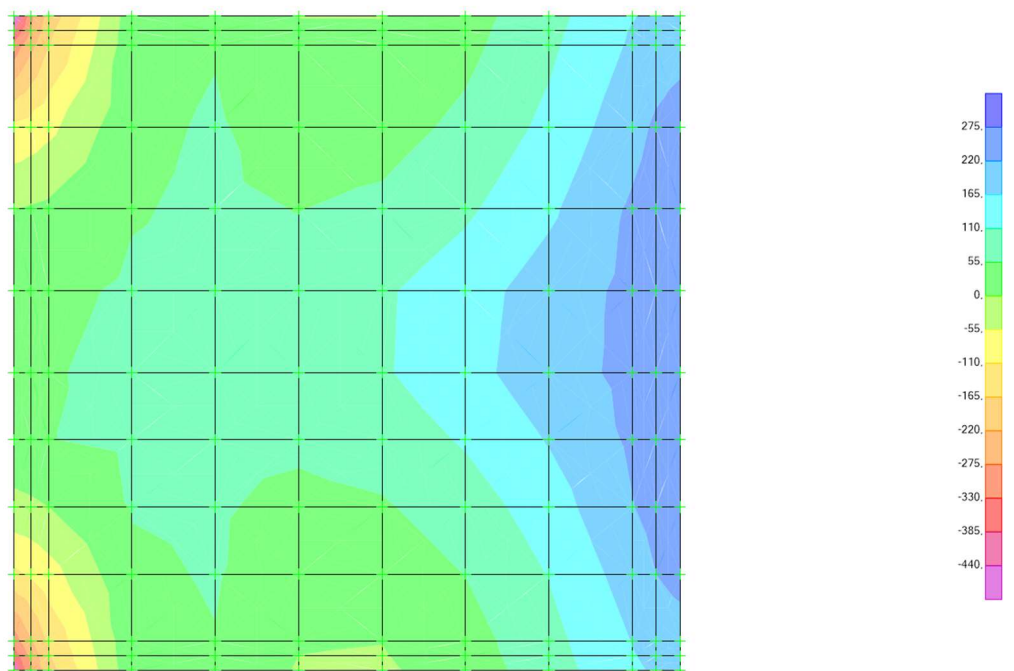


V=52,652, MAX=1304,919, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

#### 10.2.2.2. Involuppo M11 – min

Resultant M11 Diagram (ENV\_STR - Min)



N=-490,11, MAX=268,048, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

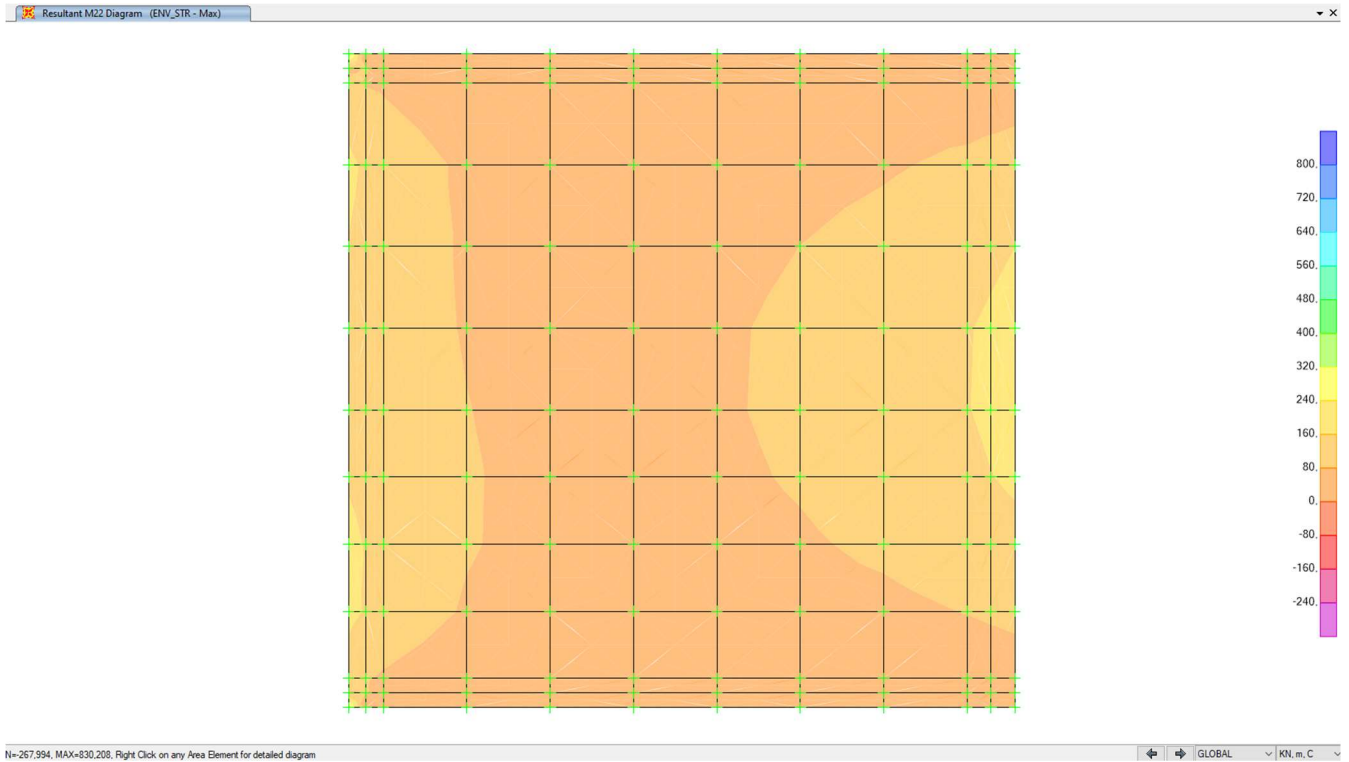
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

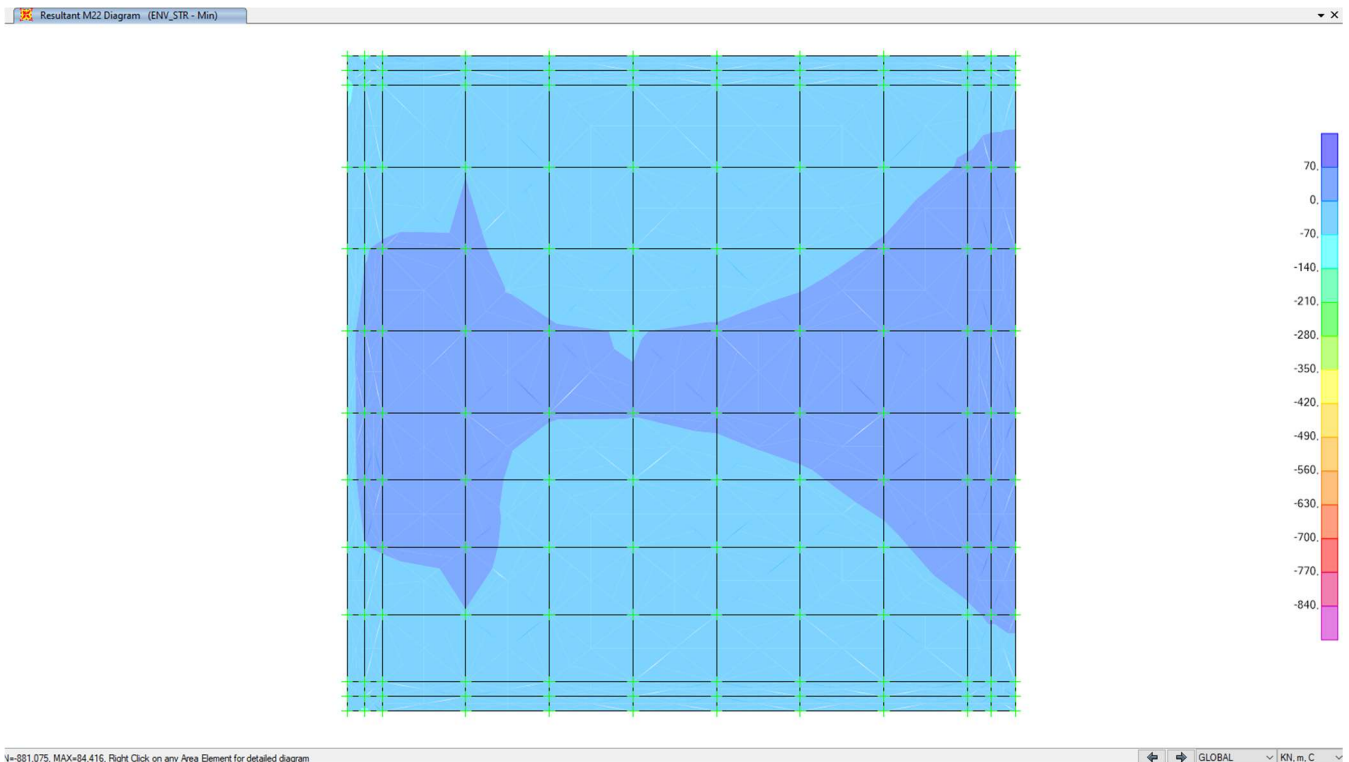
Rev.  
A

Foglio  
50 di 169

### 10.2.2.3. Inviluppo M22 – max



### 10.2.2.4. Inviluppo M22 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

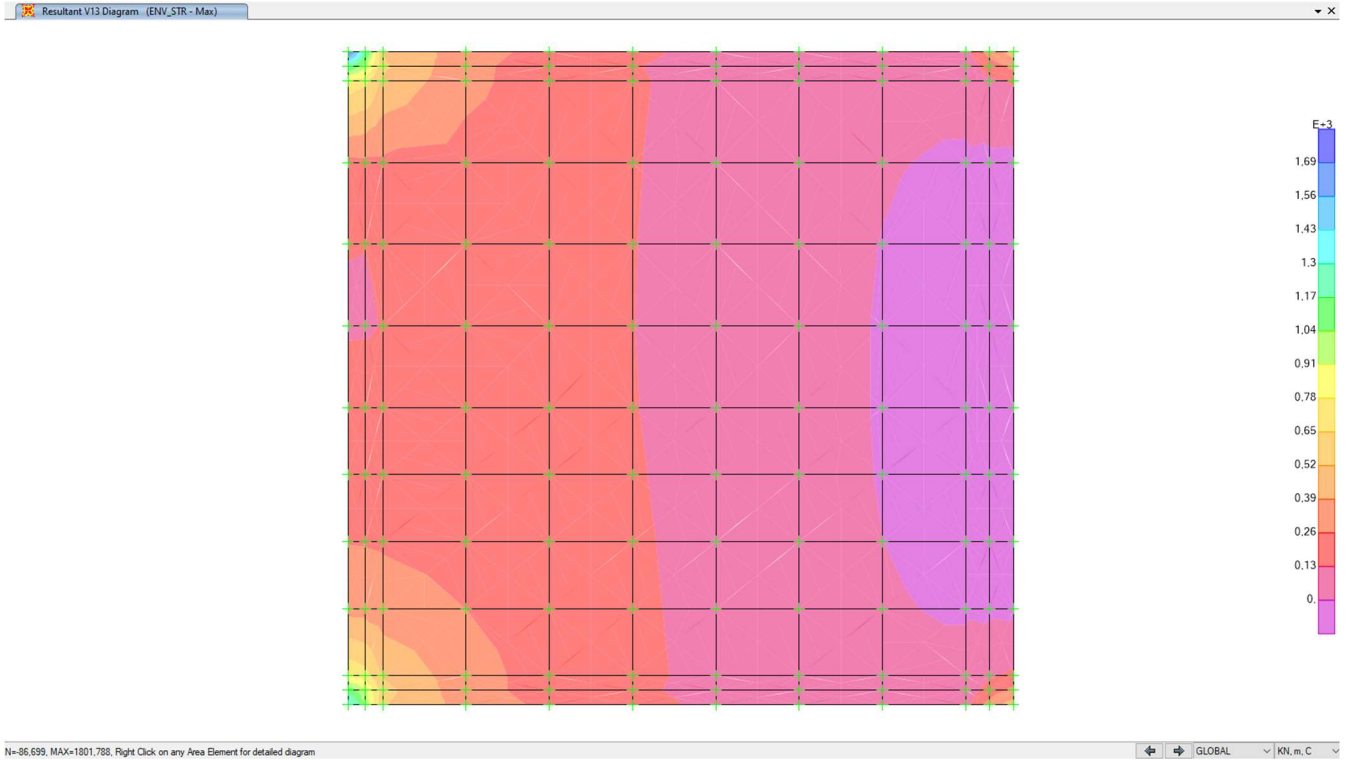
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

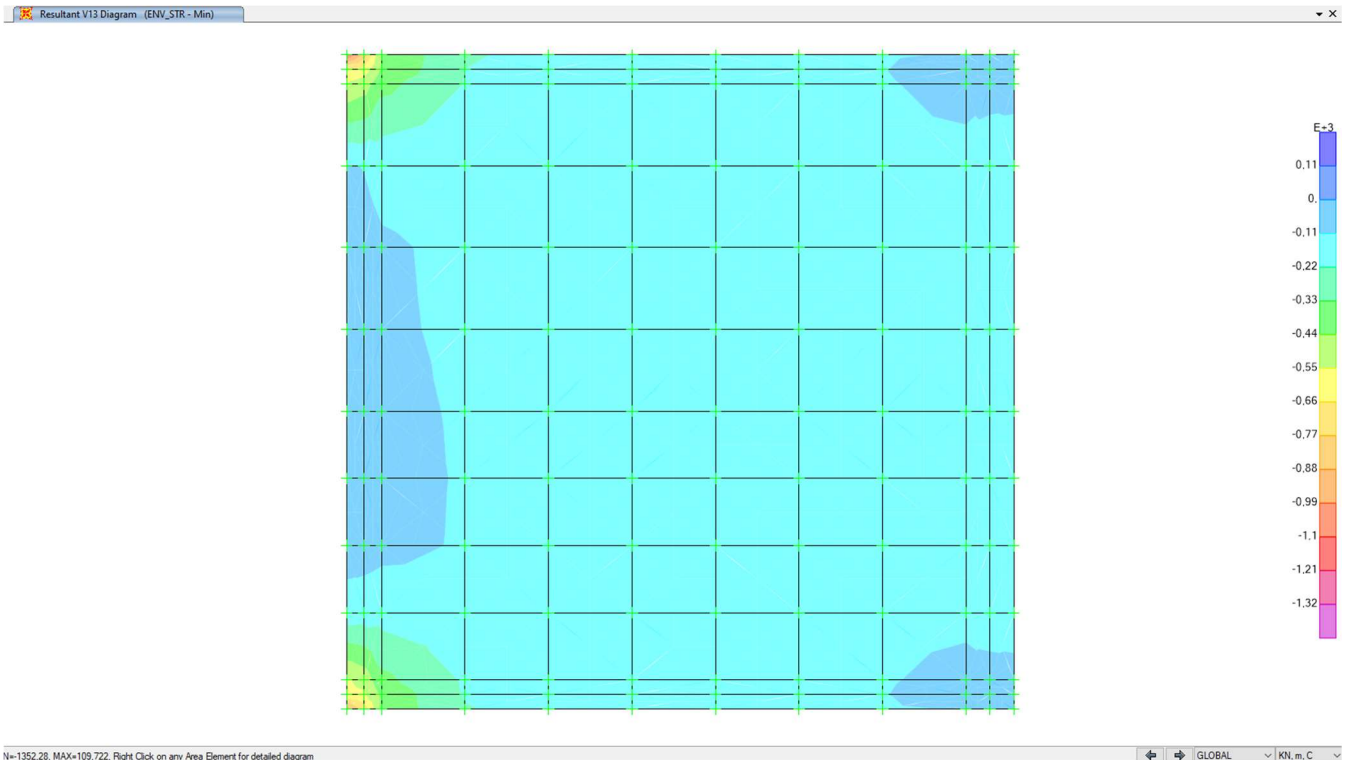
Rev.  
A

Foglio  
51 di 169

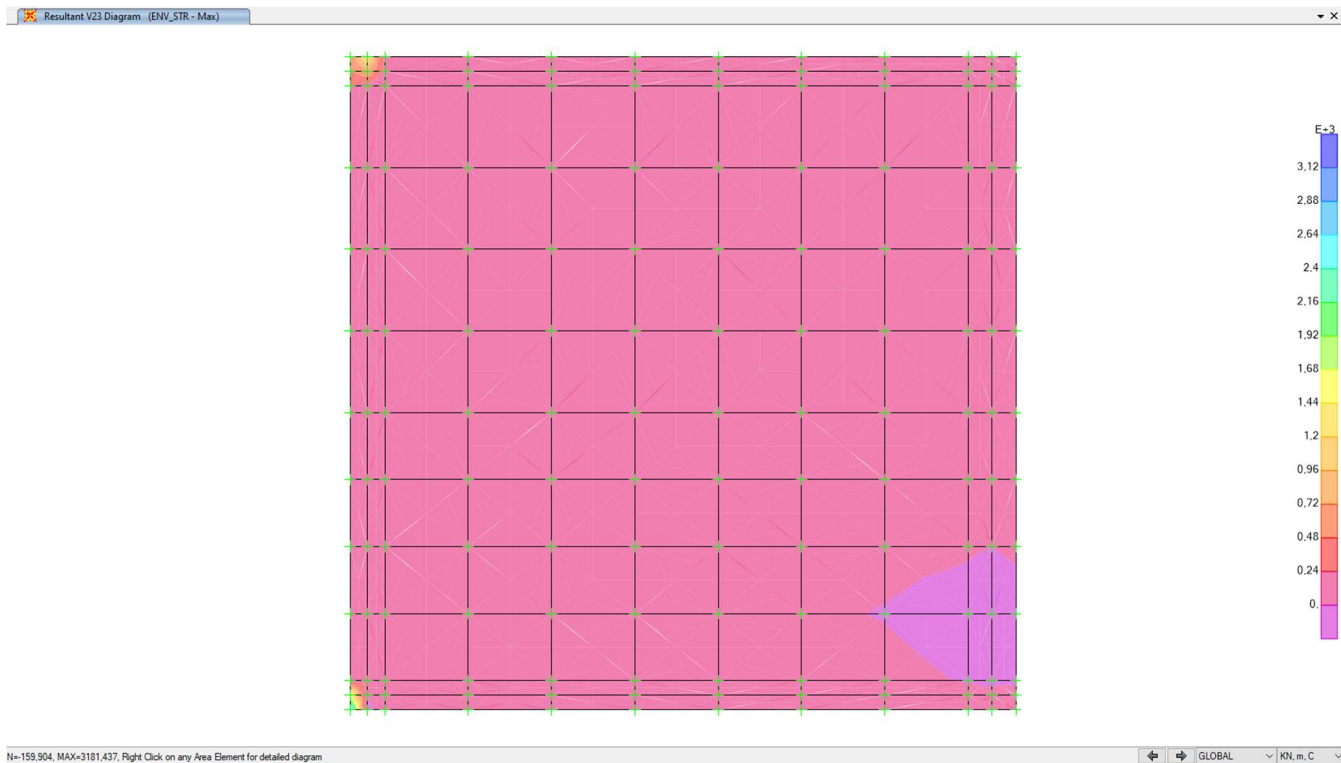
### 10.2.2.5. Inviluppo V13 – max



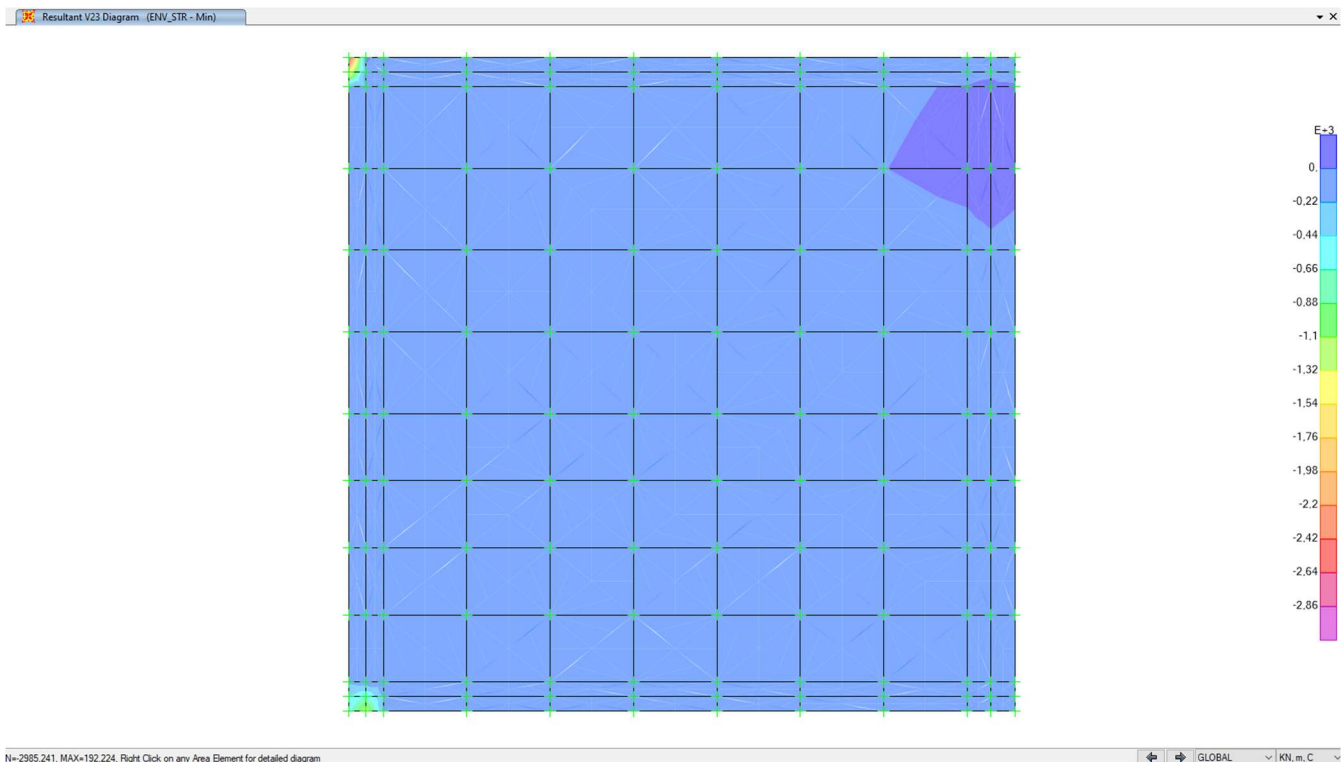
### 10.2.2.6. Inviluppo V13 – min



### 10.2.2.7. Inviluppo V23 – max



### 10.2.2.8. Inviluppo V23 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

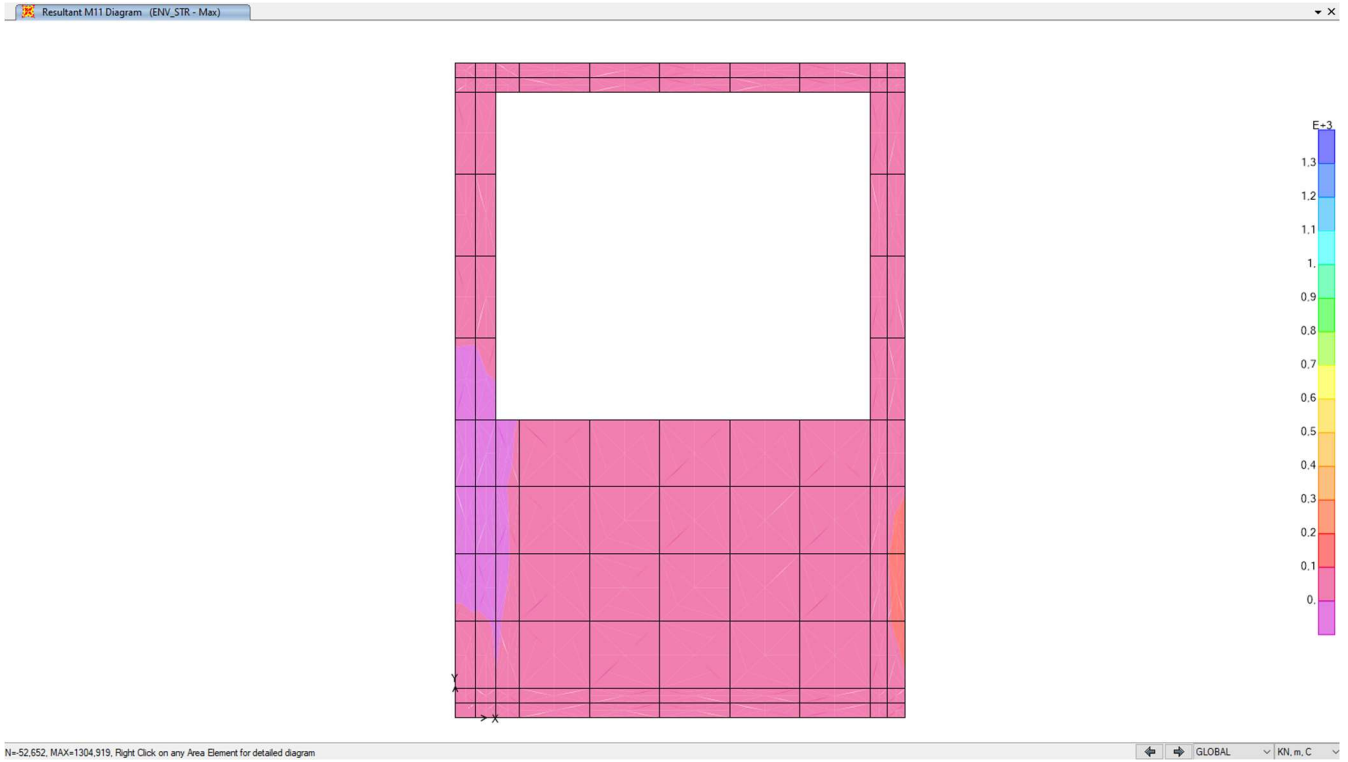
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

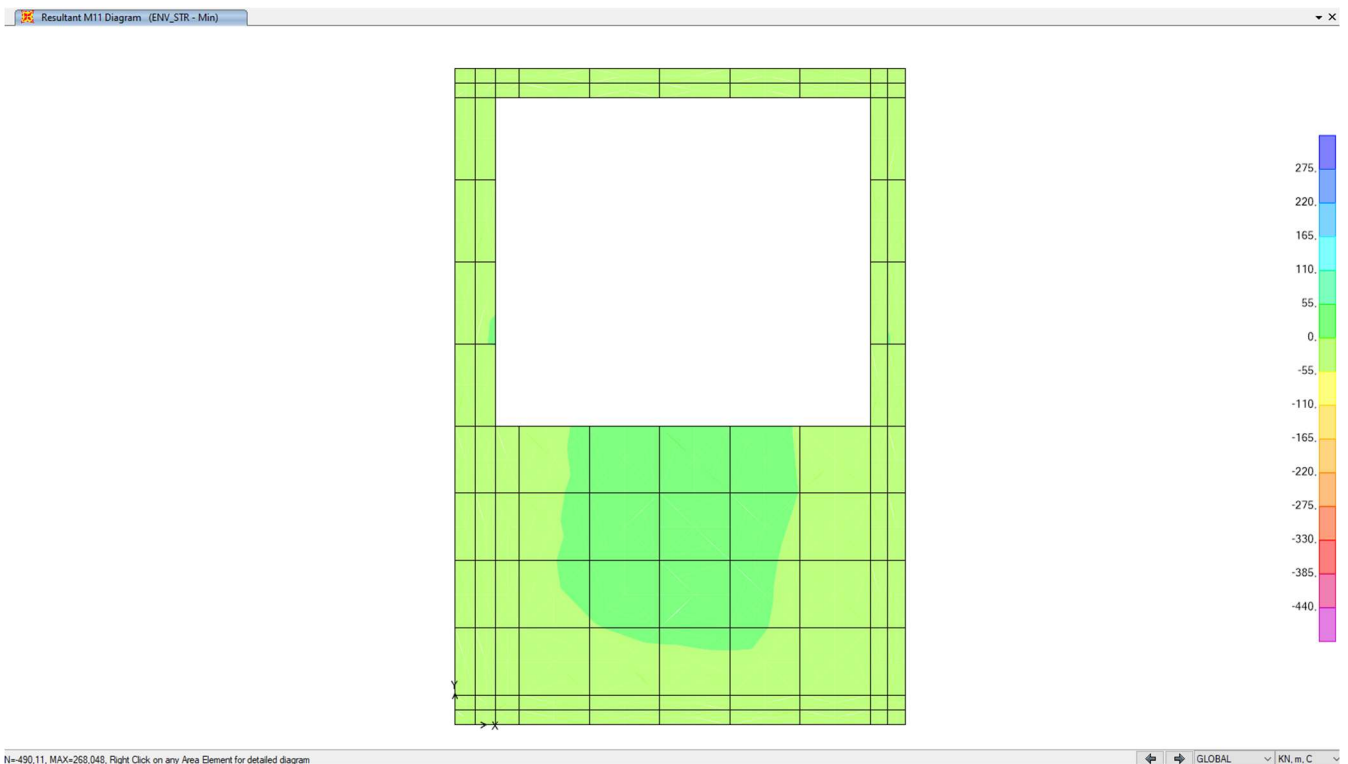
Foglio  
53 di 169

### 10.2.3. Inviluppi soletta sp.50cm

#### 10.2.3.1. Inviluppo M11 – max



#### 10.2.3.2. Inviluppo M11 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

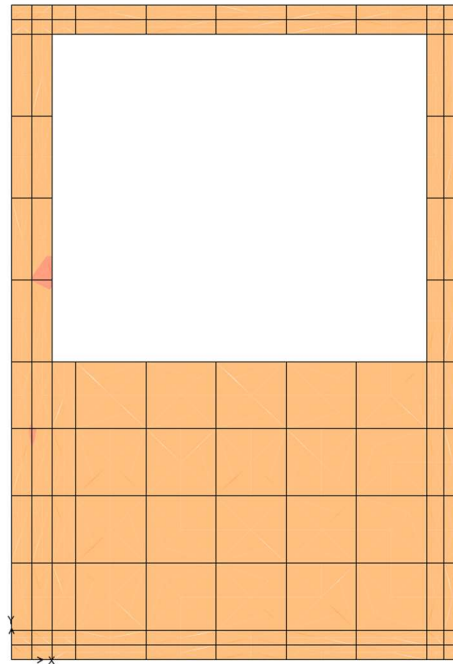
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
54 di 169

### 10.2.3.3. Inviluppo M22 – max

Resultant M22 Diagram (ENV\_STR - Max)

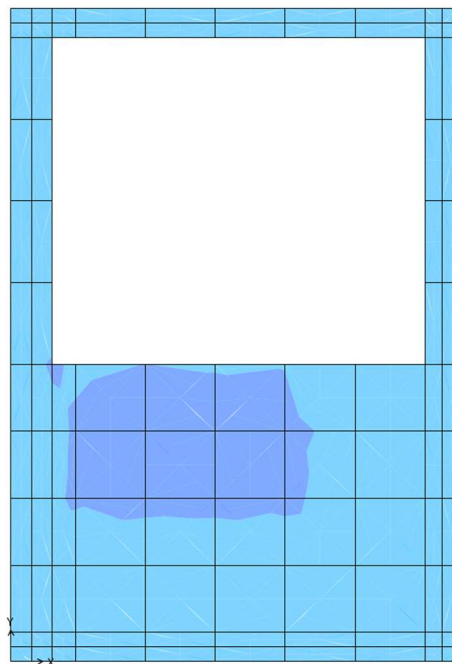


N=-267.994, MAX=830.208, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.2.3.4. Inviluppo M22 – min

Resultant M22 Diagram (ENV\_STR - Min)



N=-881.075, MAX=84.416, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

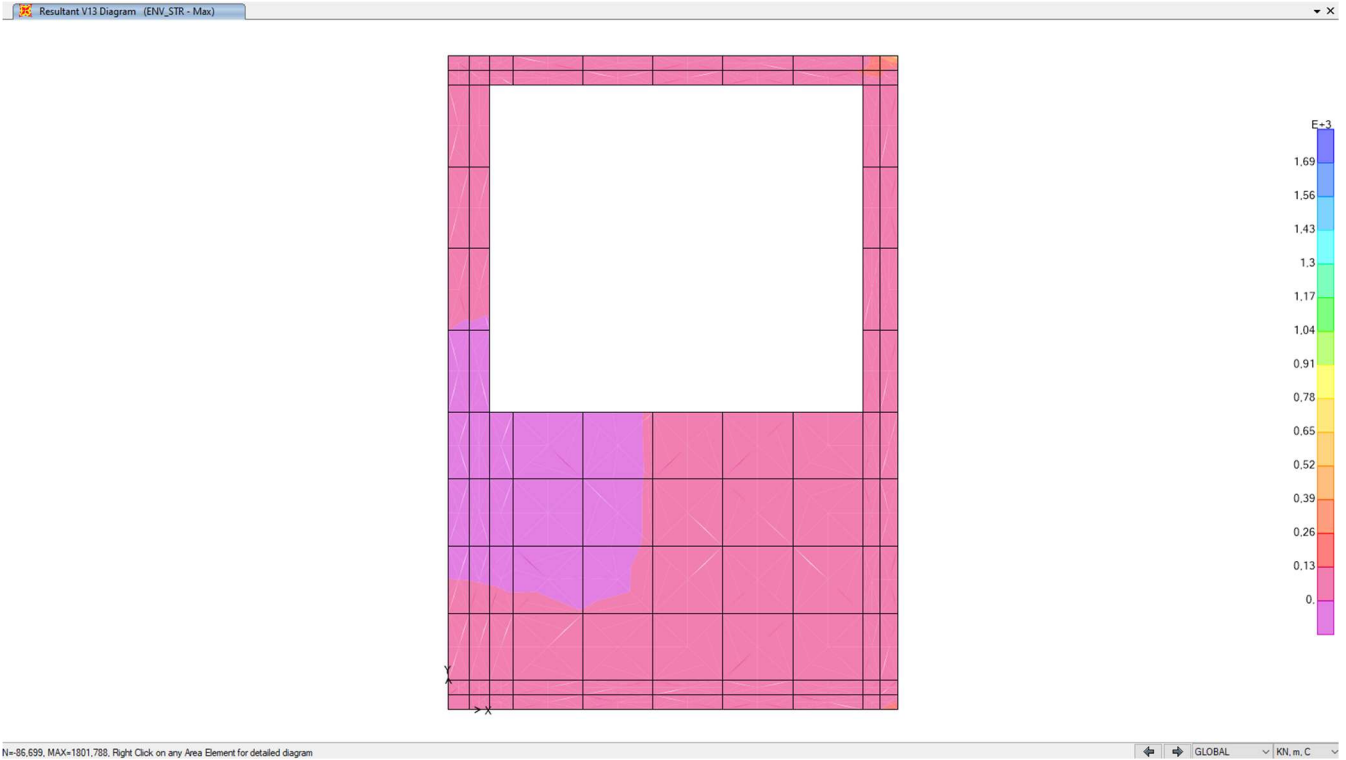
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

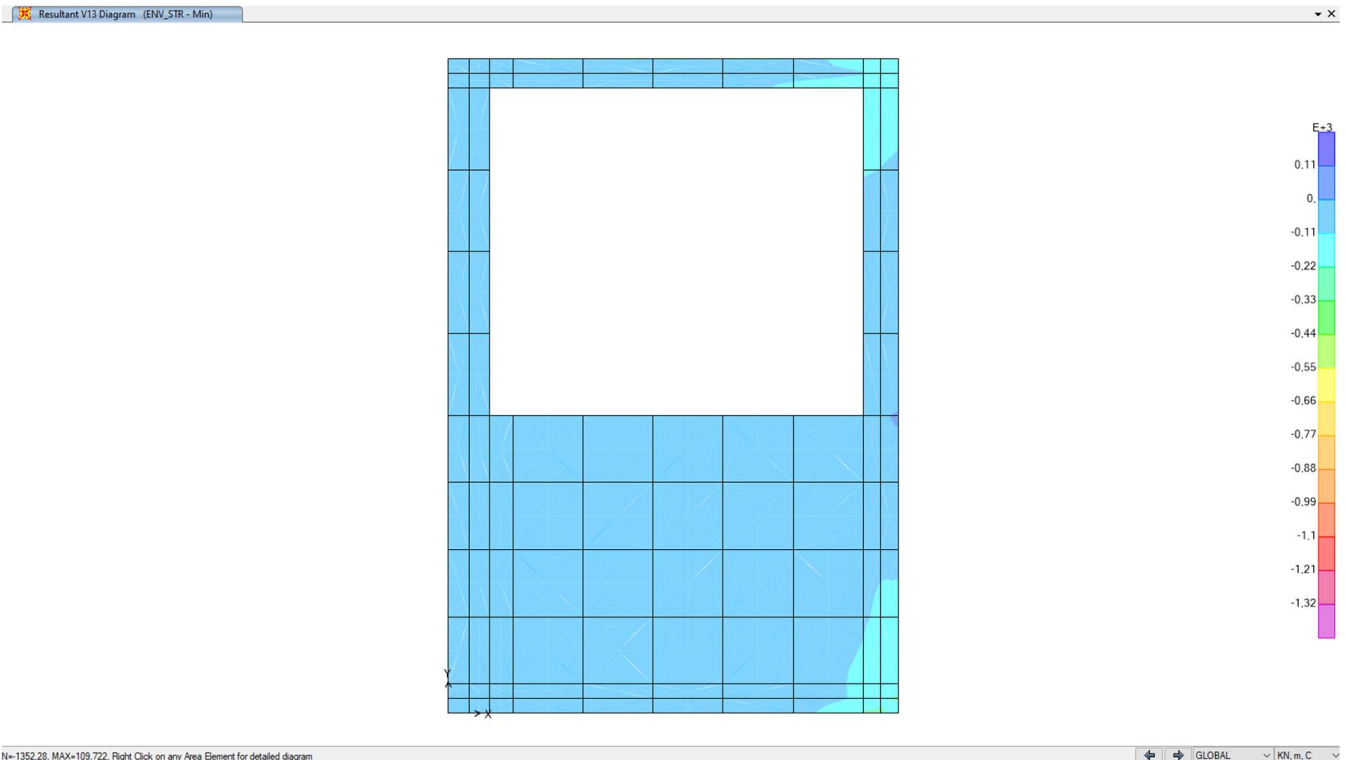
Rev.  
A

Foglio  
55 di 169

### 10.2.3.5. Inviluppo V13 – max



### 10.2.3.6. Inviluppo V13 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

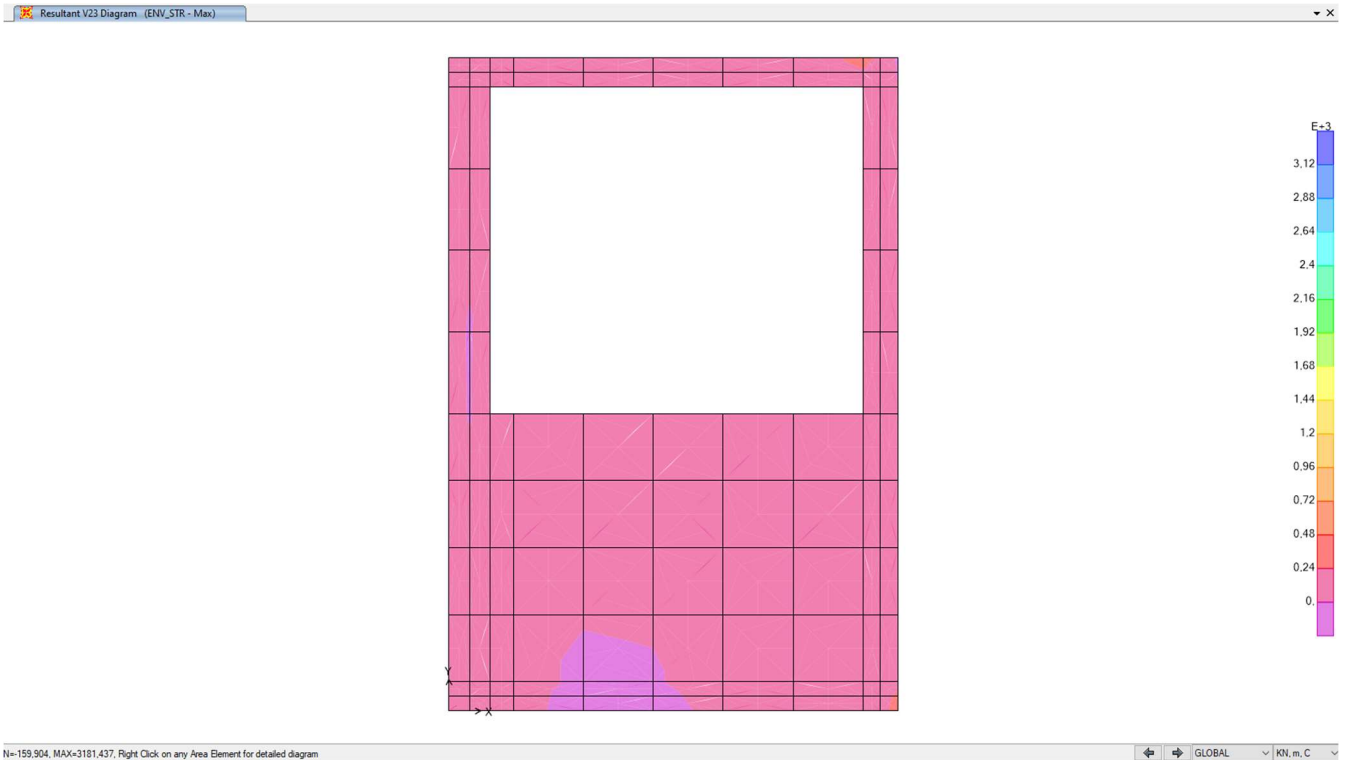
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

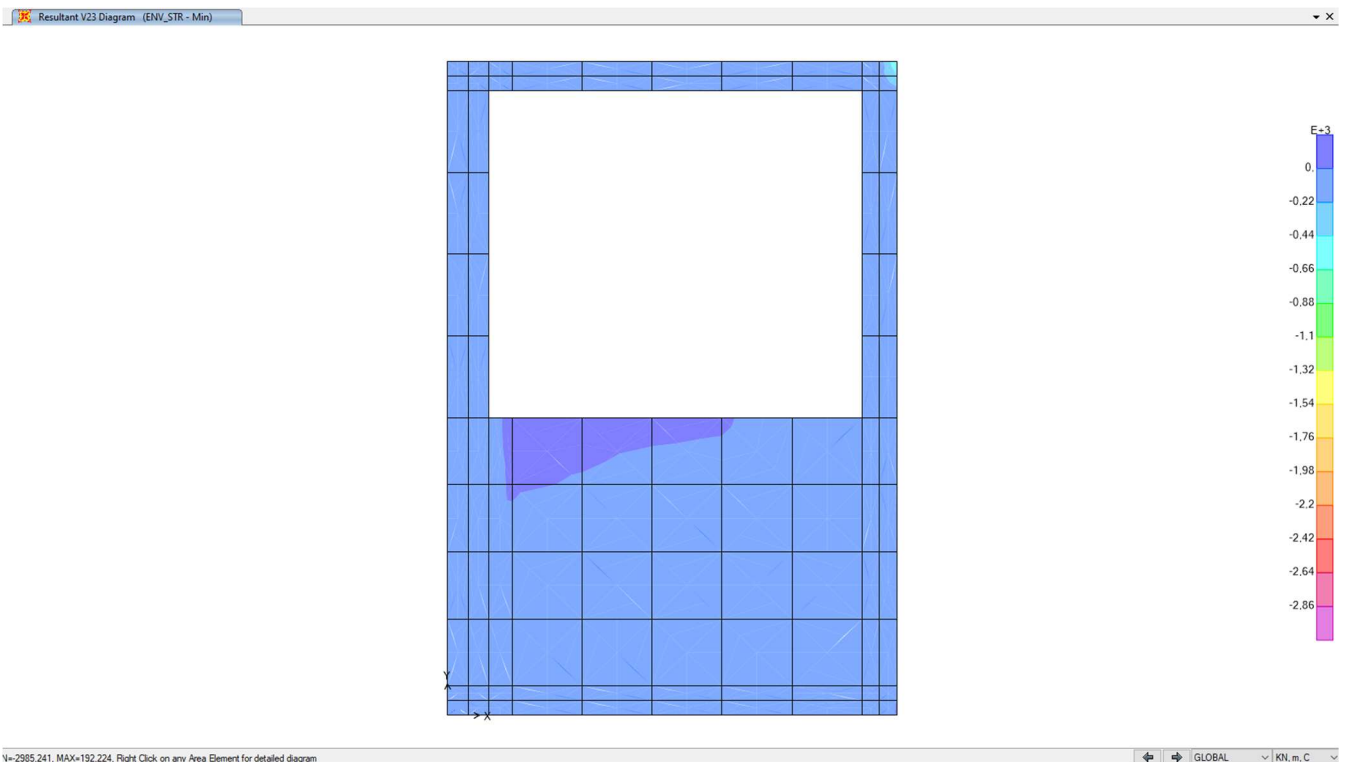
Rev.  
A

Foglio  
56 di 169

### 10.2.3.7. Inviluppo V23 – max



### 10.2.3.8. Inviluppo V23 – min





Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

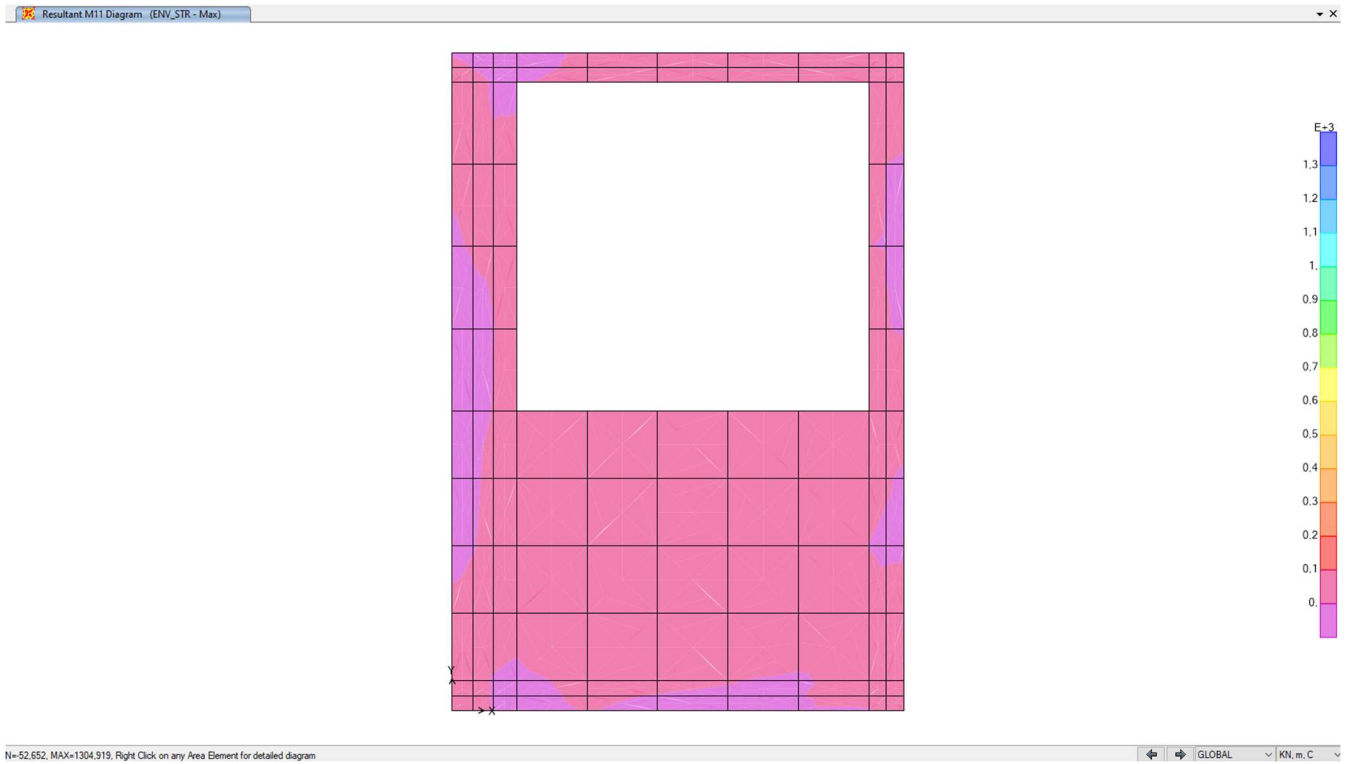
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

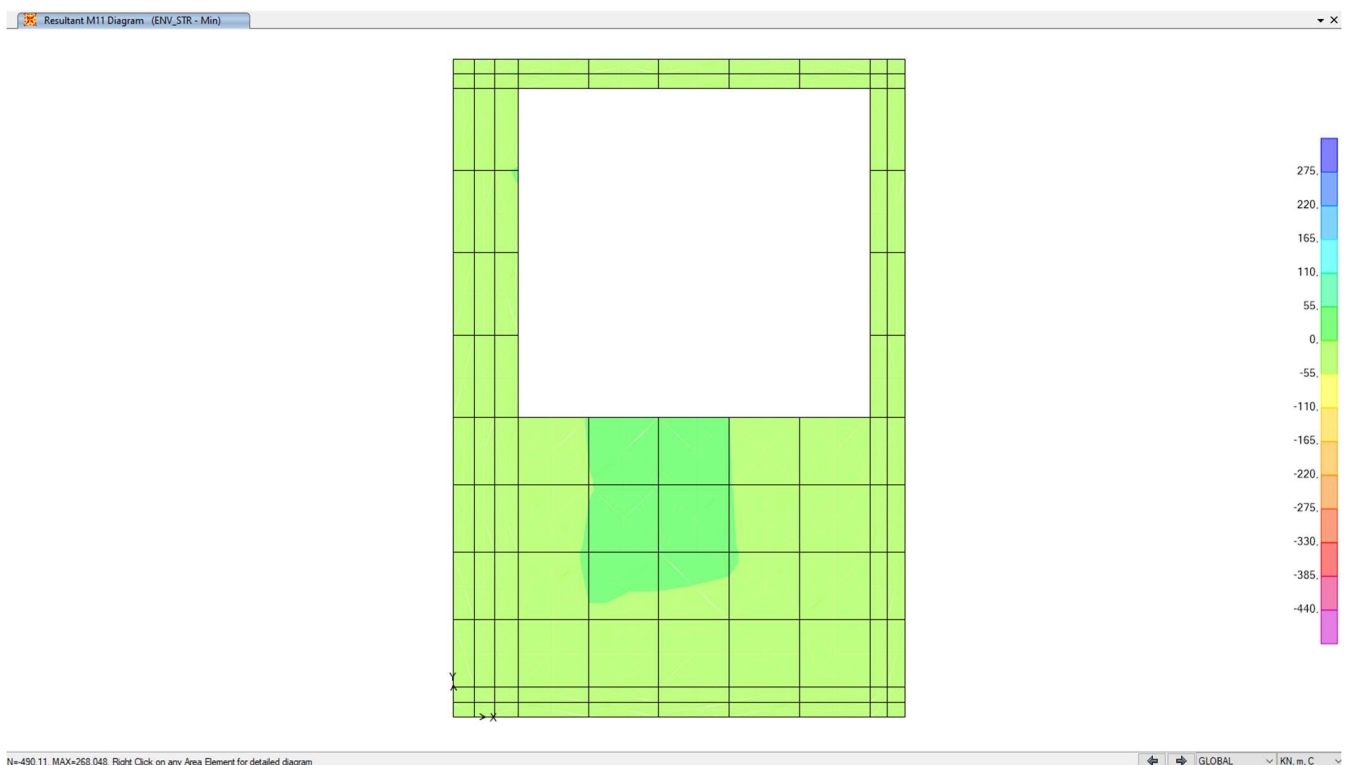
Foglio  
57 di 169

### 10.2.4. Involuppi soletta superiore

#### 10.2.4.1. Involuppo M11 – max



#### 10.2.4.2. Involuppo M11 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

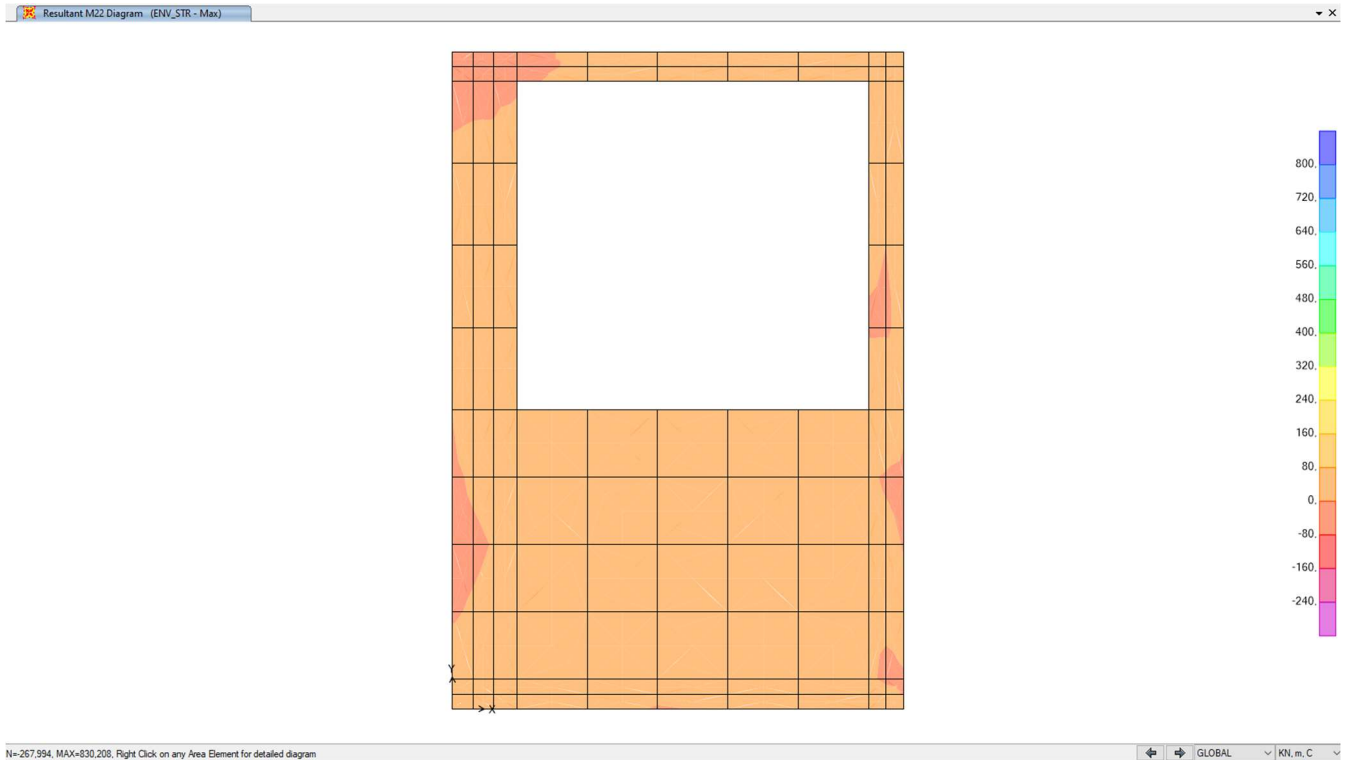
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

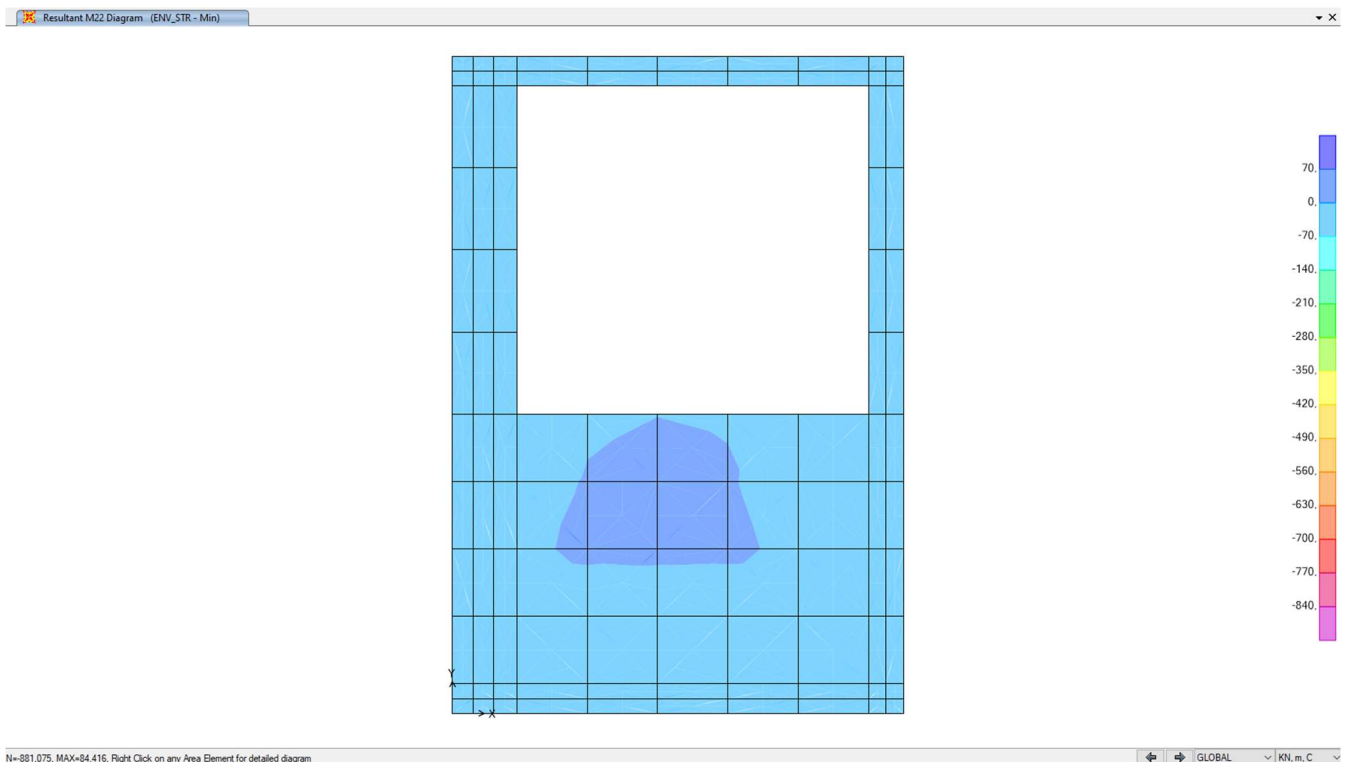
Rev.  
A

Foglio  
58 di 169

### 10.2.4.3. Inviluppo M22 – max



### 10.2.4.4. Inviluppo M22 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

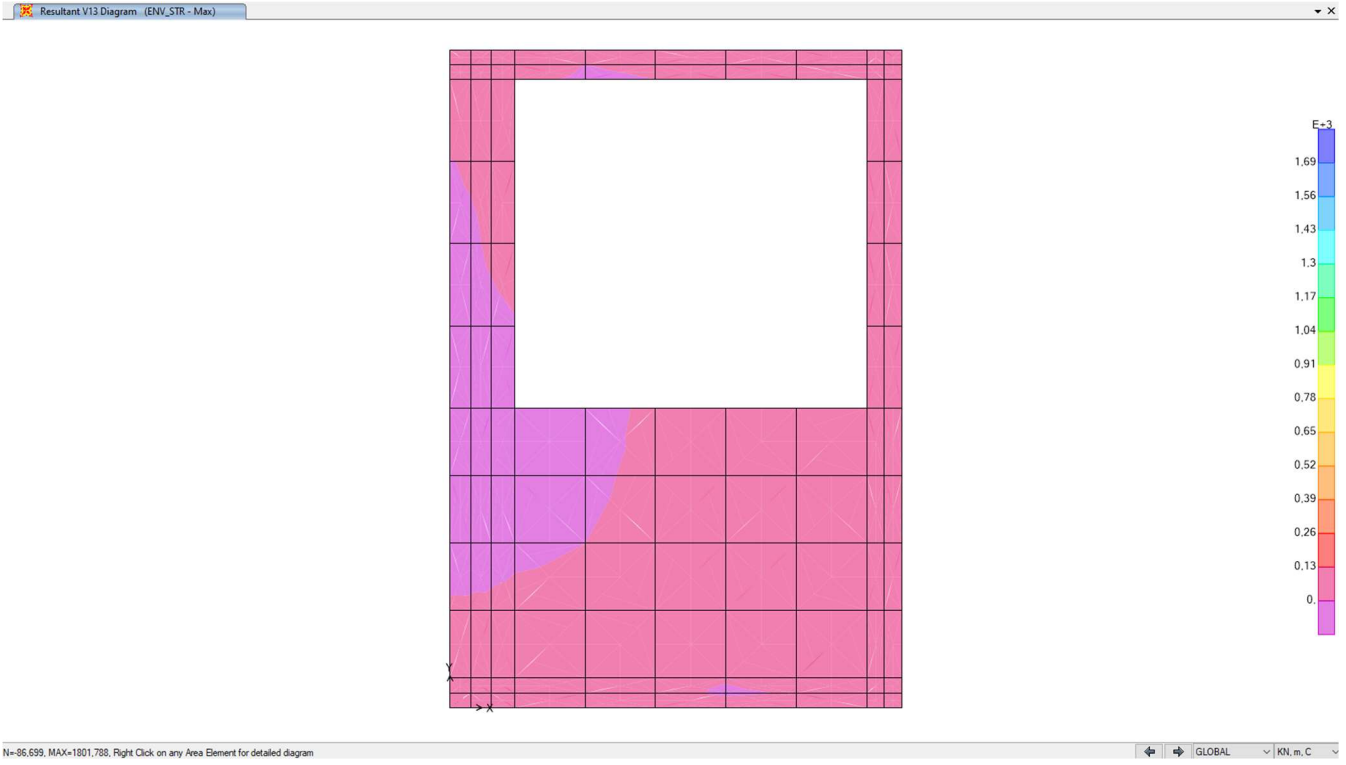
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

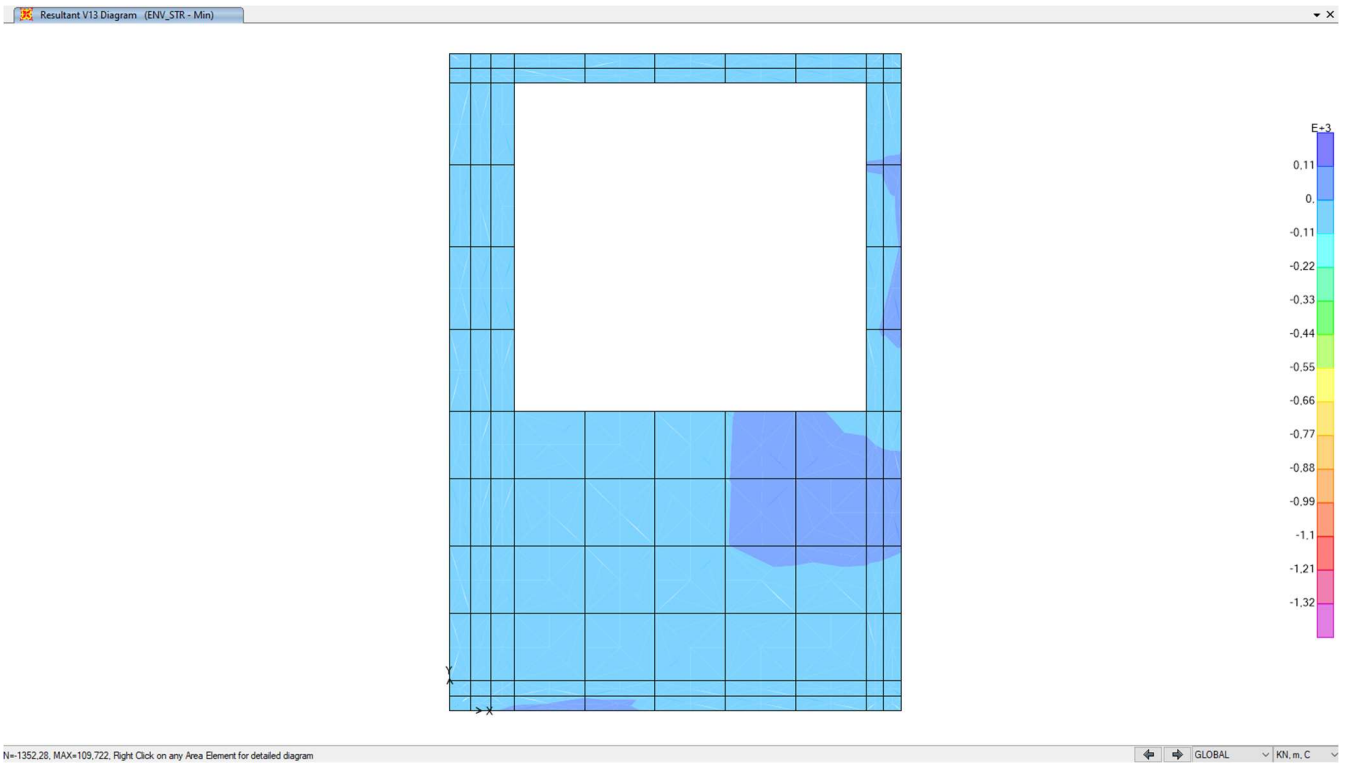
Rev.  
A

Foglio  
59 di 169

10.2.4.5. Inviluppo V13 – max



10.2.4.6. Inviluppo V13 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

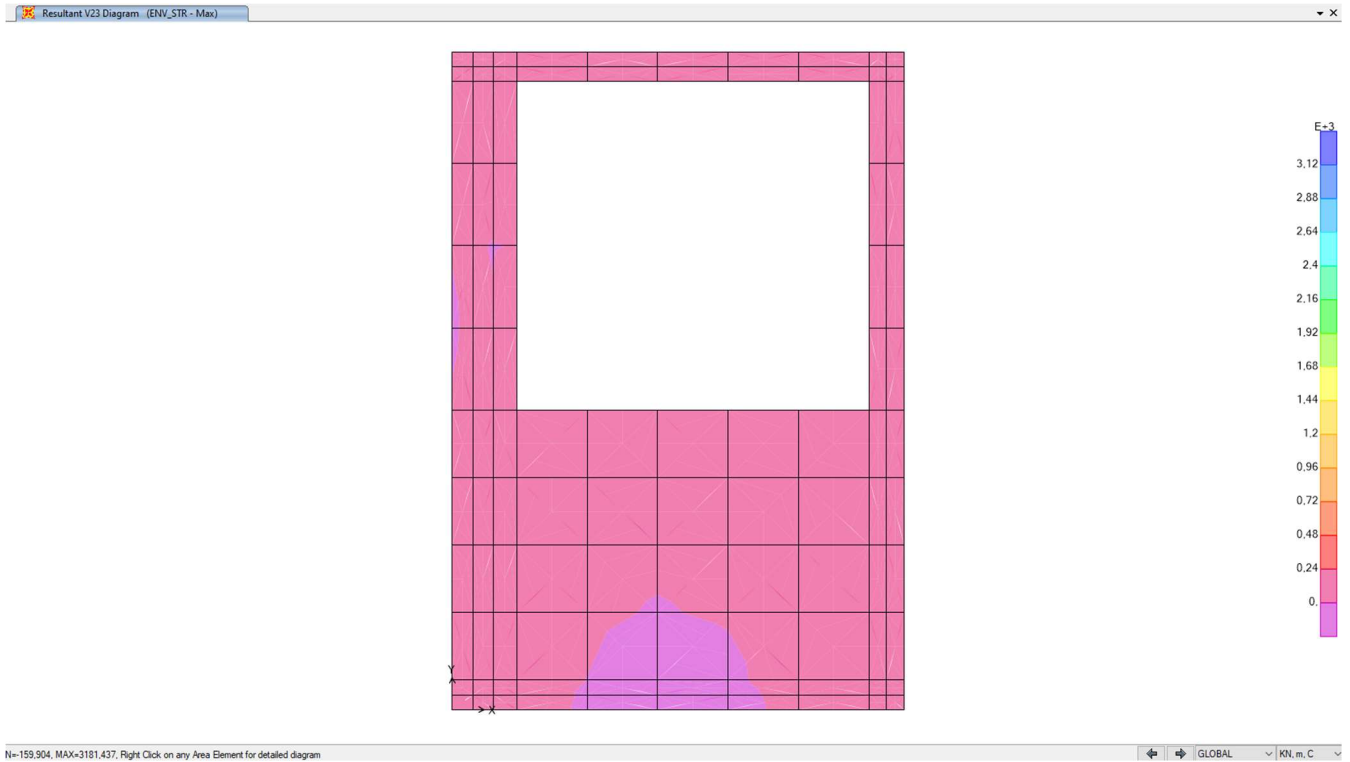
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

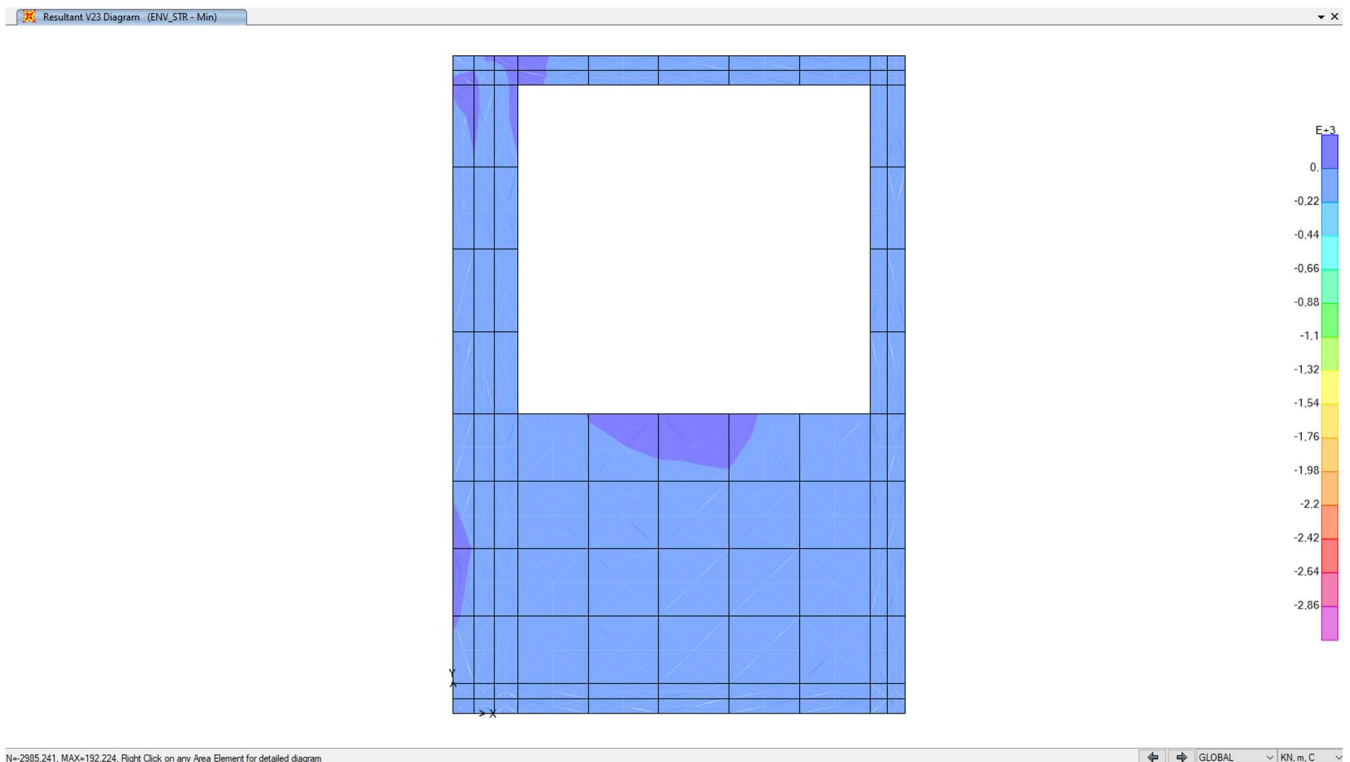
Rev.  
A

Foglio  
60 di 169

### 10.2.4.7. Inviluppo V23 – max



### 10.2.4.8. Inviluppo V23 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

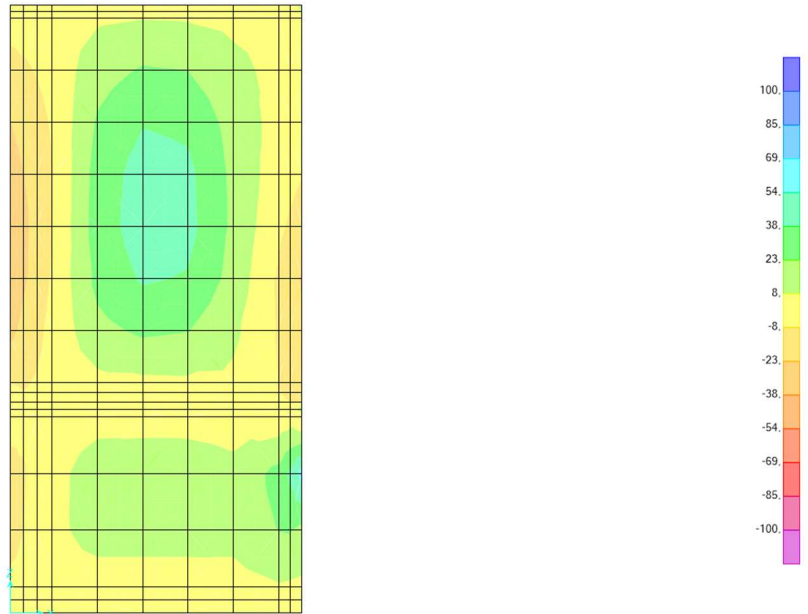
Rev.  
A

Foglio  
61 di 169

### 10.2.5. Inviluppi parete est

#### 10.2.5.1. Inviluppo M11 – max

Resultant M11 Diagram (ENV\_STR - Max)

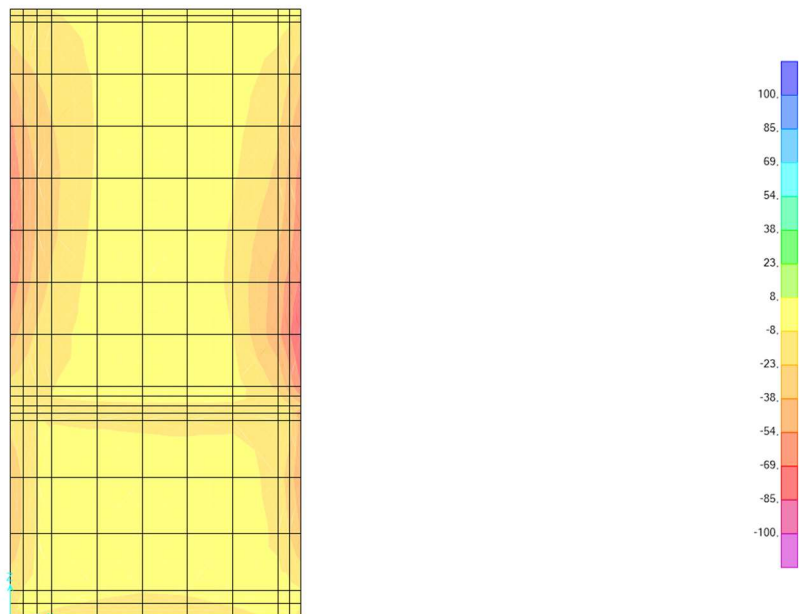


N=52,652, MAX=1304,919. Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

#### 10.2.5.2. Inviluppo M11 – min

Resultant M11 Diagram (ENV\_STR - Min)



N=490,11, MAX=268,048. Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

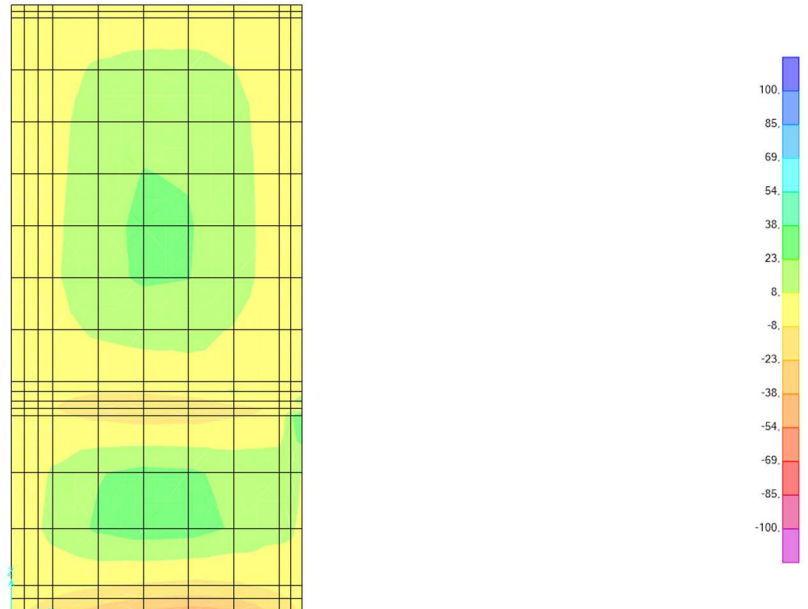
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
62 di 169

### 10.2.5.3. Inviluppo M22 – max

Resultant M22 Diagram (ENV\_STR - Max)

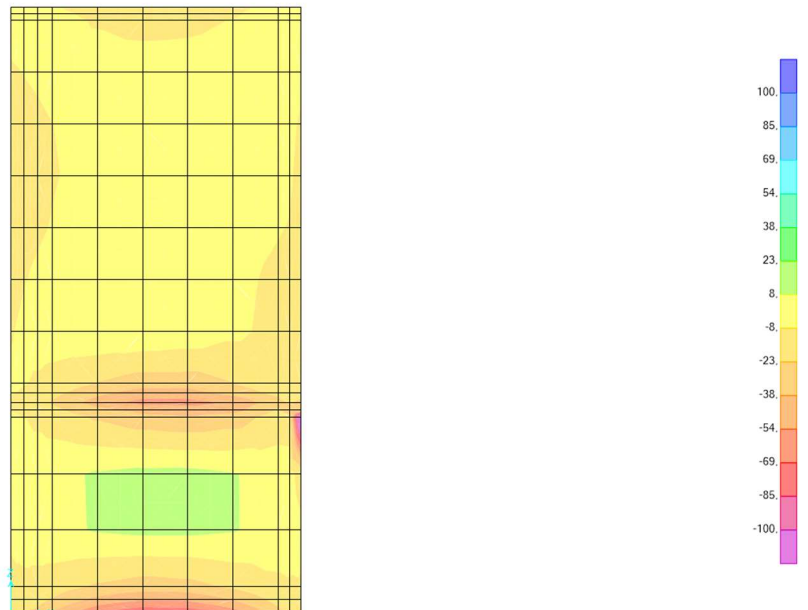


N=267.994, MAX=830.208, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.2.5.4. Inviluppo M22 – min

Resultant M22 Diagram (ENV\_STR - Min)



N=881.075, MAX=84.416, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

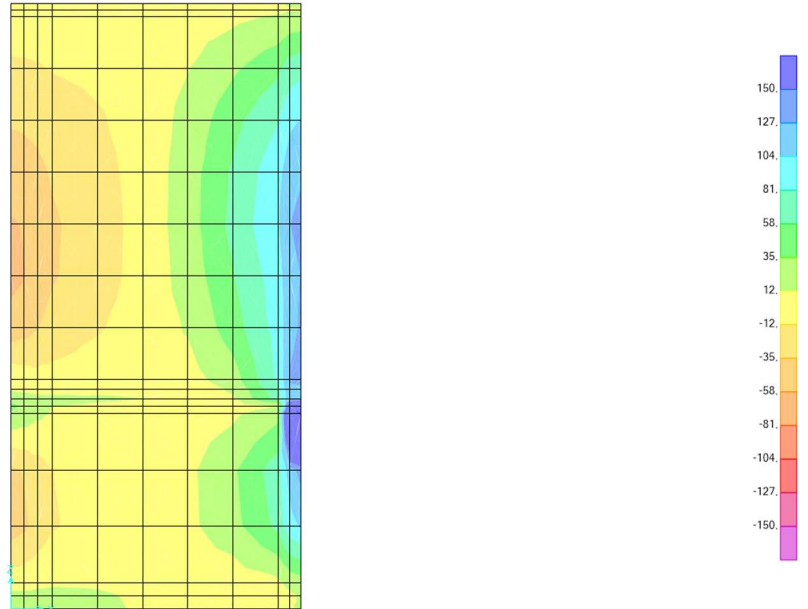
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
63 di 169

### 10.2.5.5. Inviluppo V13 – max

Resultant V13 Diagram (ENV\_STR - Max)

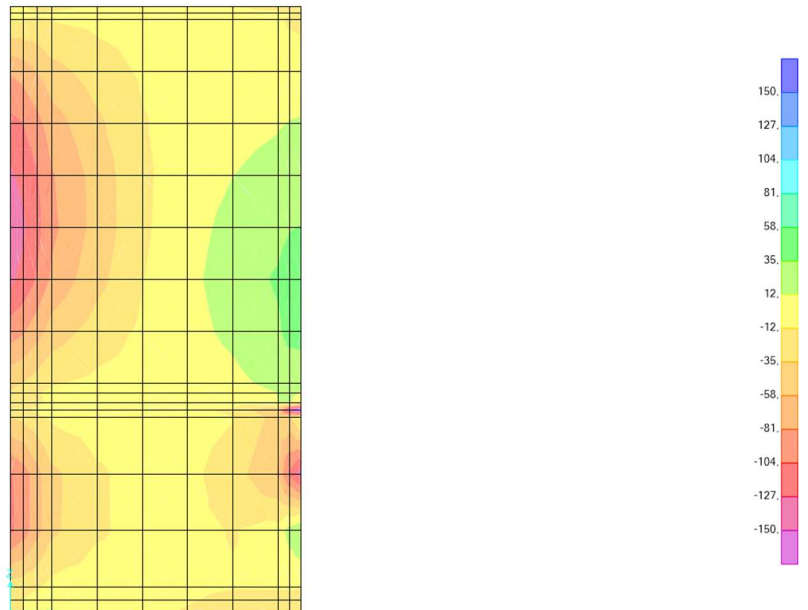


N=-96.699, MAX=1901.788, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.2.5.6. Inviluppo V13 – min

Resultant V13 Diagram (ENV\_STR - Min)



N=-1352.28, MAX=109.722, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

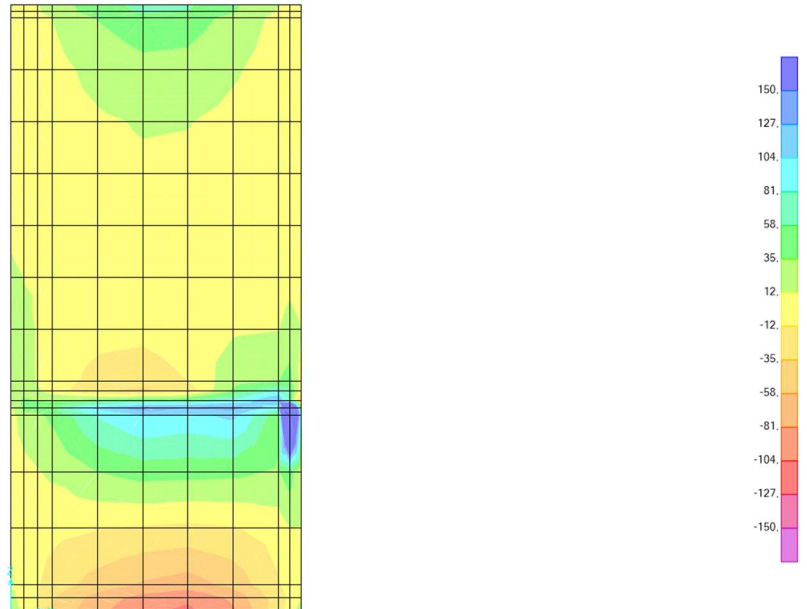
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
64 di 169

### 10.2.5.7. Inviluppo V23 – max

Resultant V23 Diagram (ENV\_STR - Max)

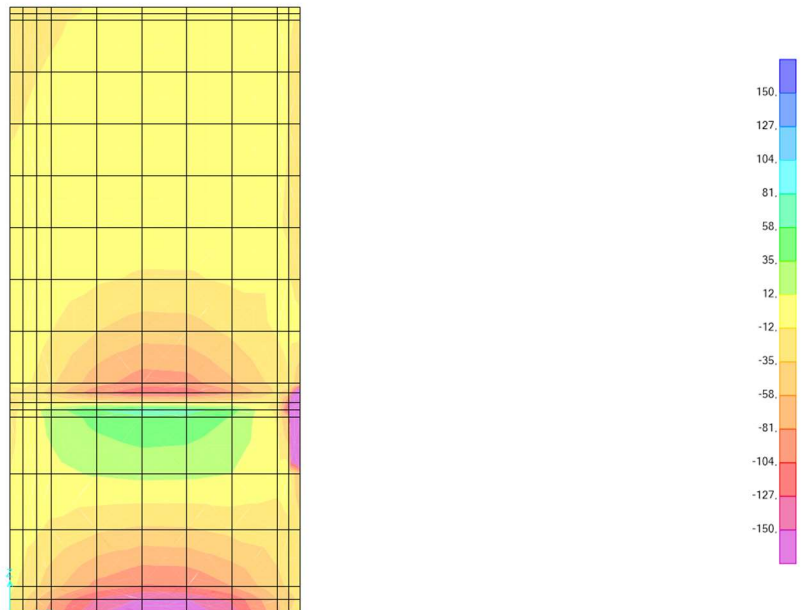


N=-159.904, MAX=3181.437. Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.2.5.8. Inviluppo V23 – min

Resultant V23 Diagram (ENV\_STR - Min)



N=-2985.241, MAX=192.224. Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

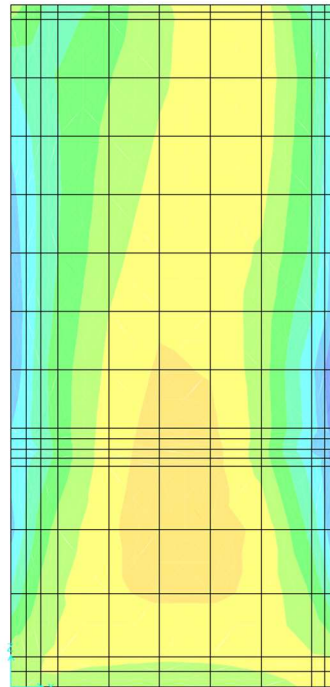
Rev.  
A

Foglio  
65 di 169

### 10.2.6. Involuppi parete ovest

#### 10.2.6.1. Involuppo M11 – max

Resultant M11 Diagram (ENV\_STR - Max)

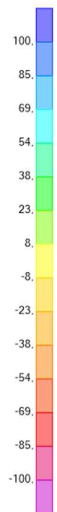
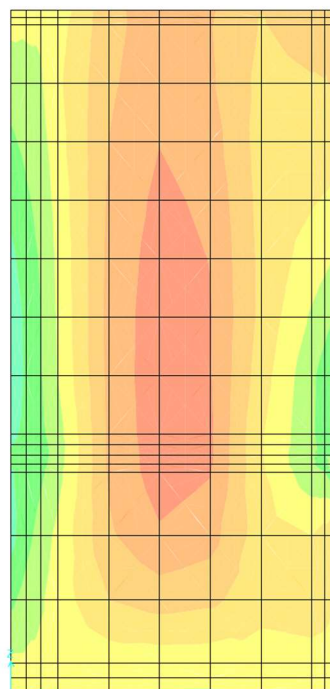


N=52,652, MAX=1304,919, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

#### 10.2.6.2. Involuppo M11 – min

Resultant M11 Diagram (ENV\_STR - Min)



N=490,11, MAX=268,048, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

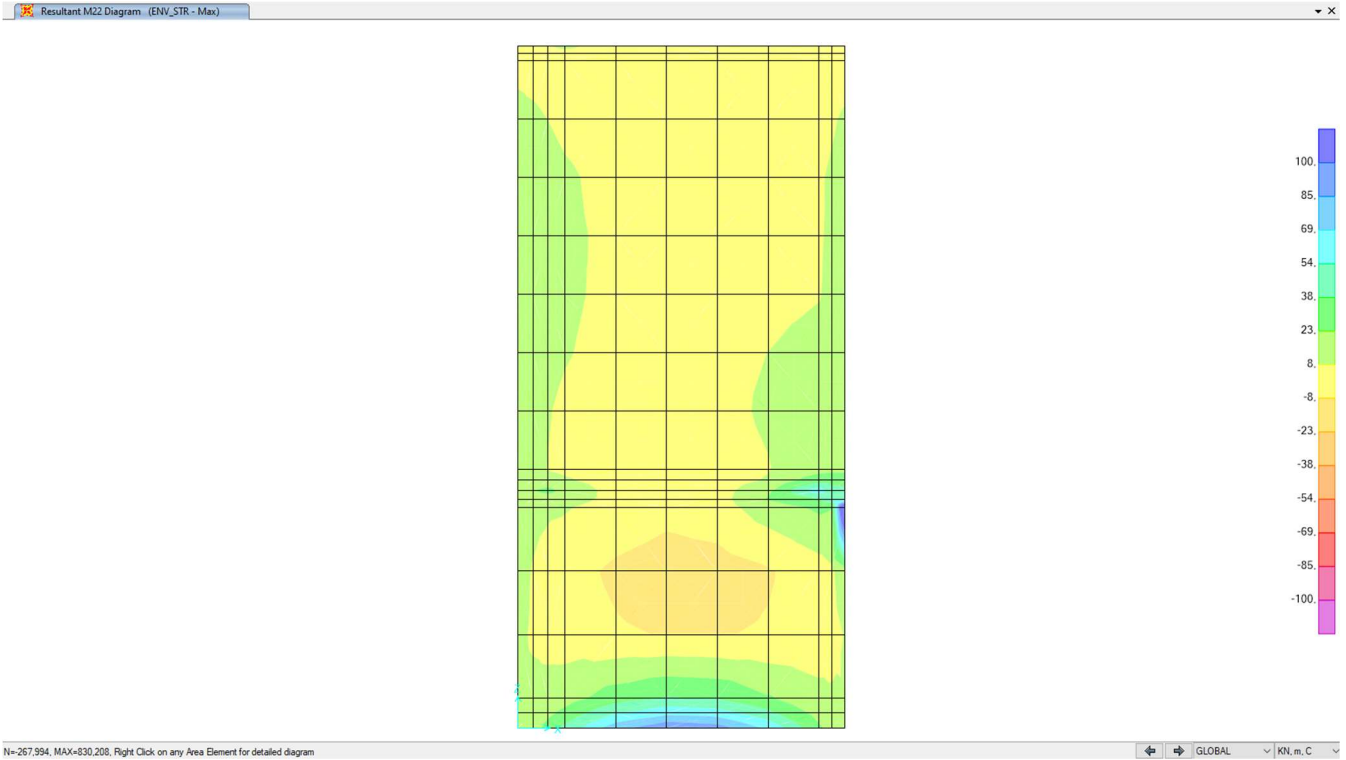
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

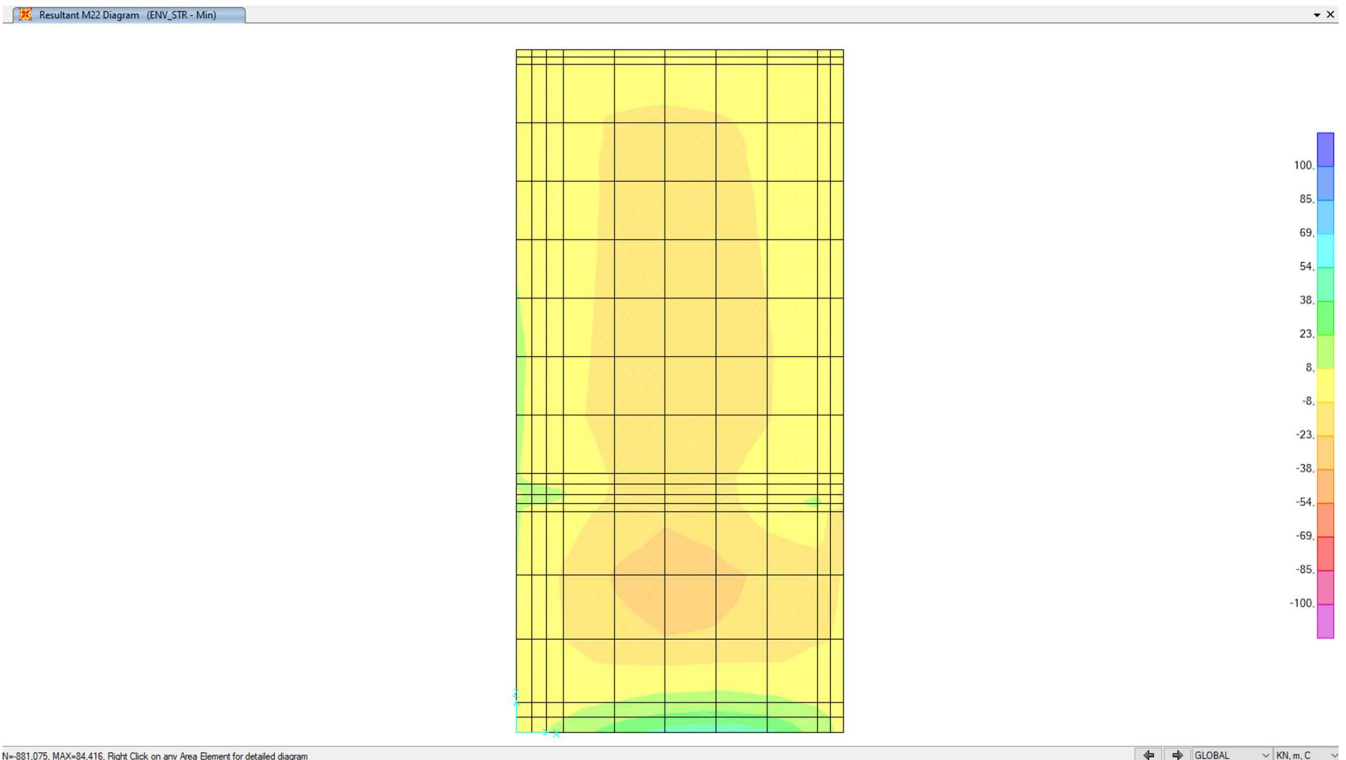
Rev.  
A

Foglio  
66 di 169

### 10.2.6.3. Inviluppo M22 – max



### 10.2.6.4. Inviluppo M22 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

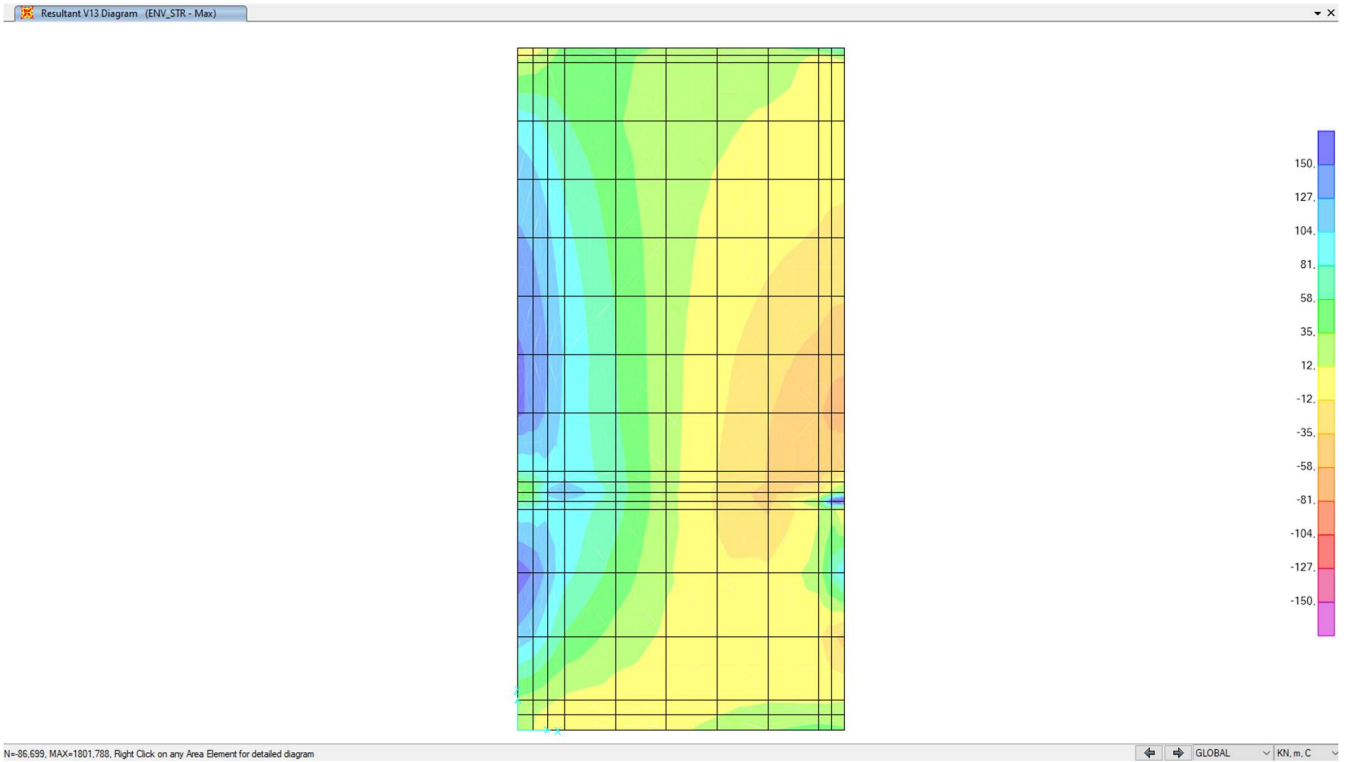
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

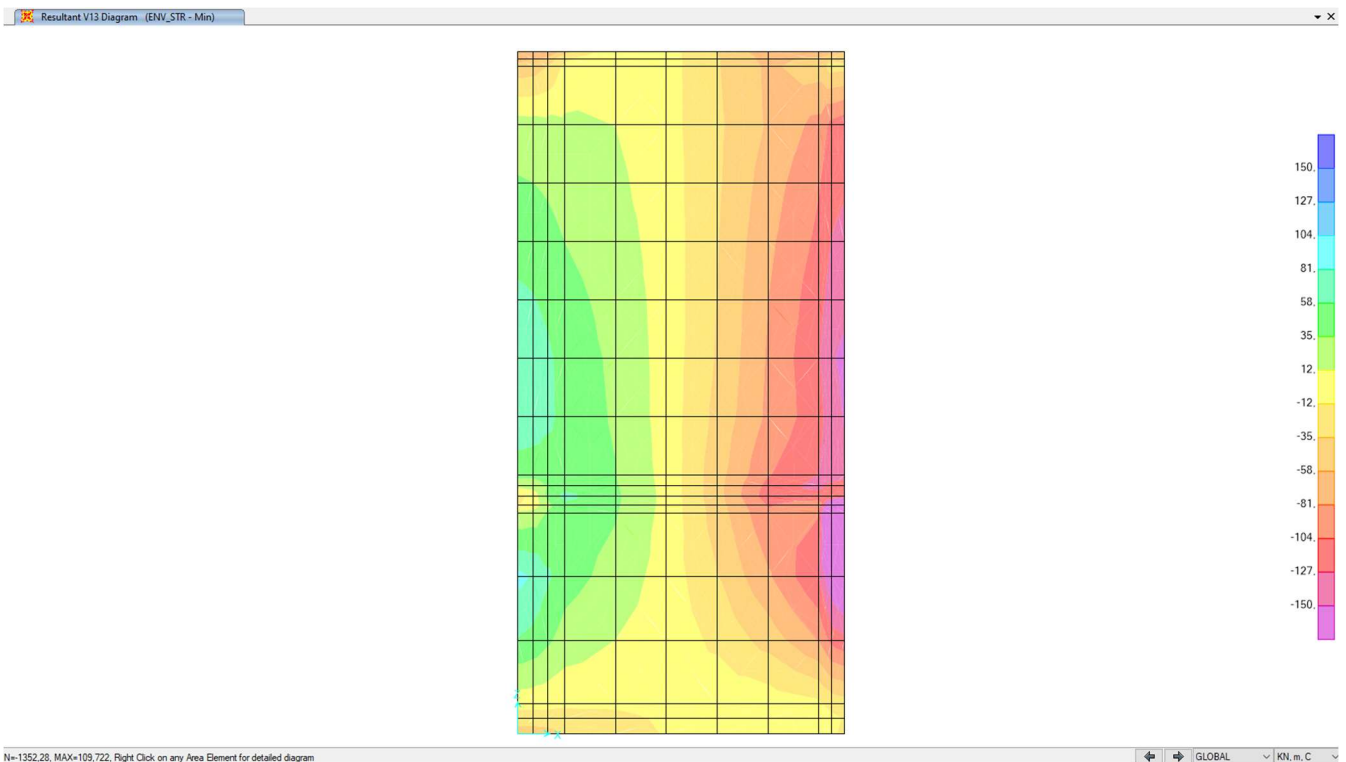
Rev.  
A

Foglio  
67 di 169

### 10.2.6.5. Inviluppo V13 – max



### 10.2.6.6. Inviluppo V13 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

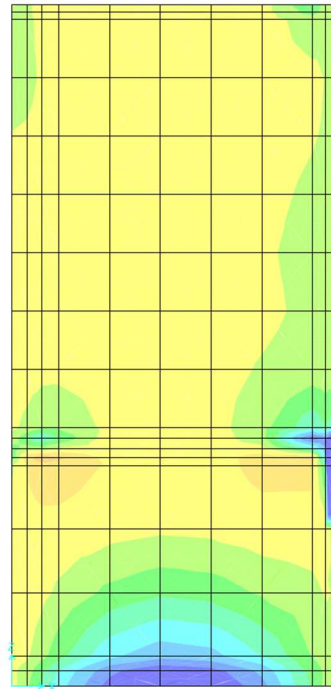
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
68 di 169

### 10.2.6.7. Inviluppo V23 – max

Resultant V23 Diagram (ENV\_STR - Max)

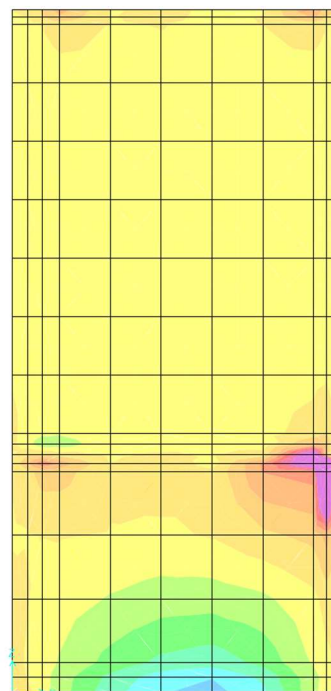


N=-159.904, MAX=3181.437. Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.2.6.8. Inviluppo V23 – min

Resultant V23 Diagram (ENV\_STR - Min)



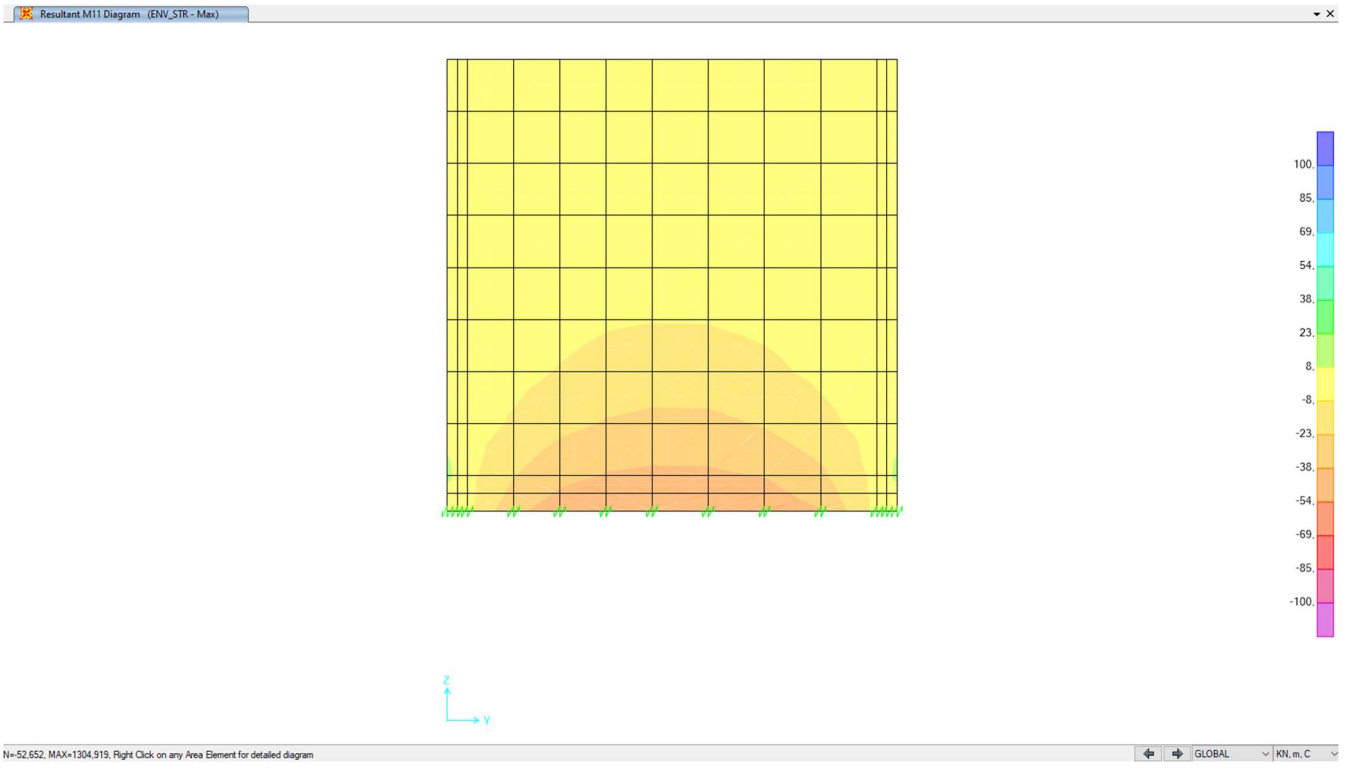
N=-2985.241, MAX=192.224. Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

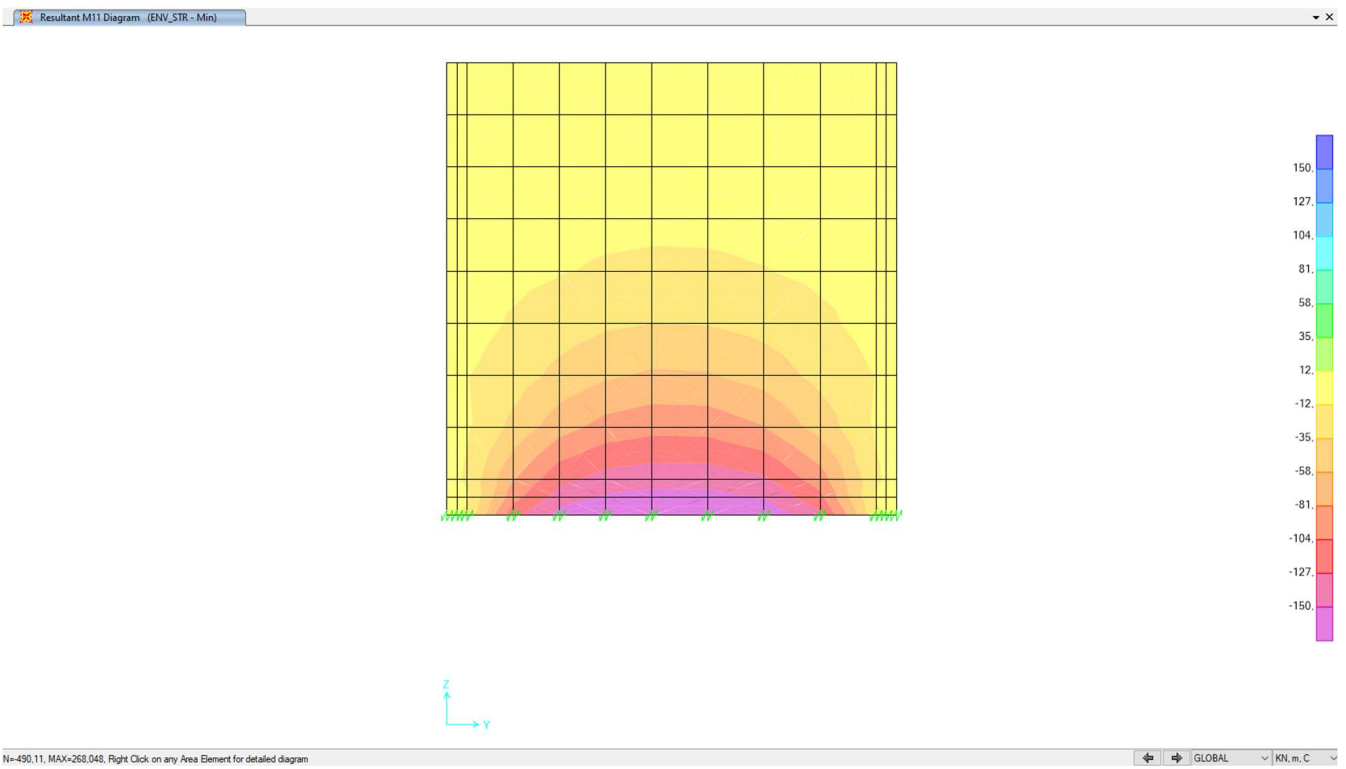
Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL SLA9 C0 002	Rev. A	Foglio 69 di 169
---------	------------------	-------------	---	-----------	---------------------

### 10.2.7. Involuppi parete nord

#### 10.2.7.1. Involuppo M11 – max



#### 10.2.7.2. Involuppo M11 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

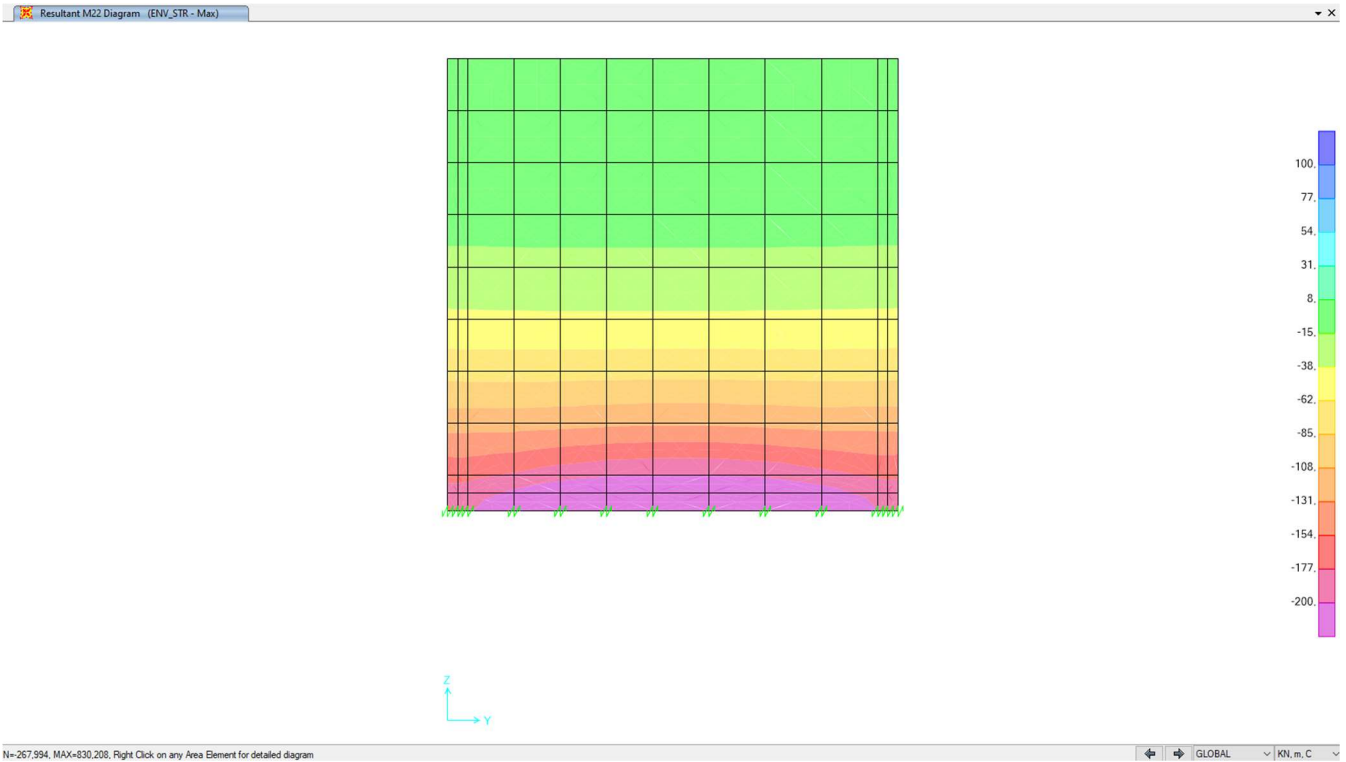
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

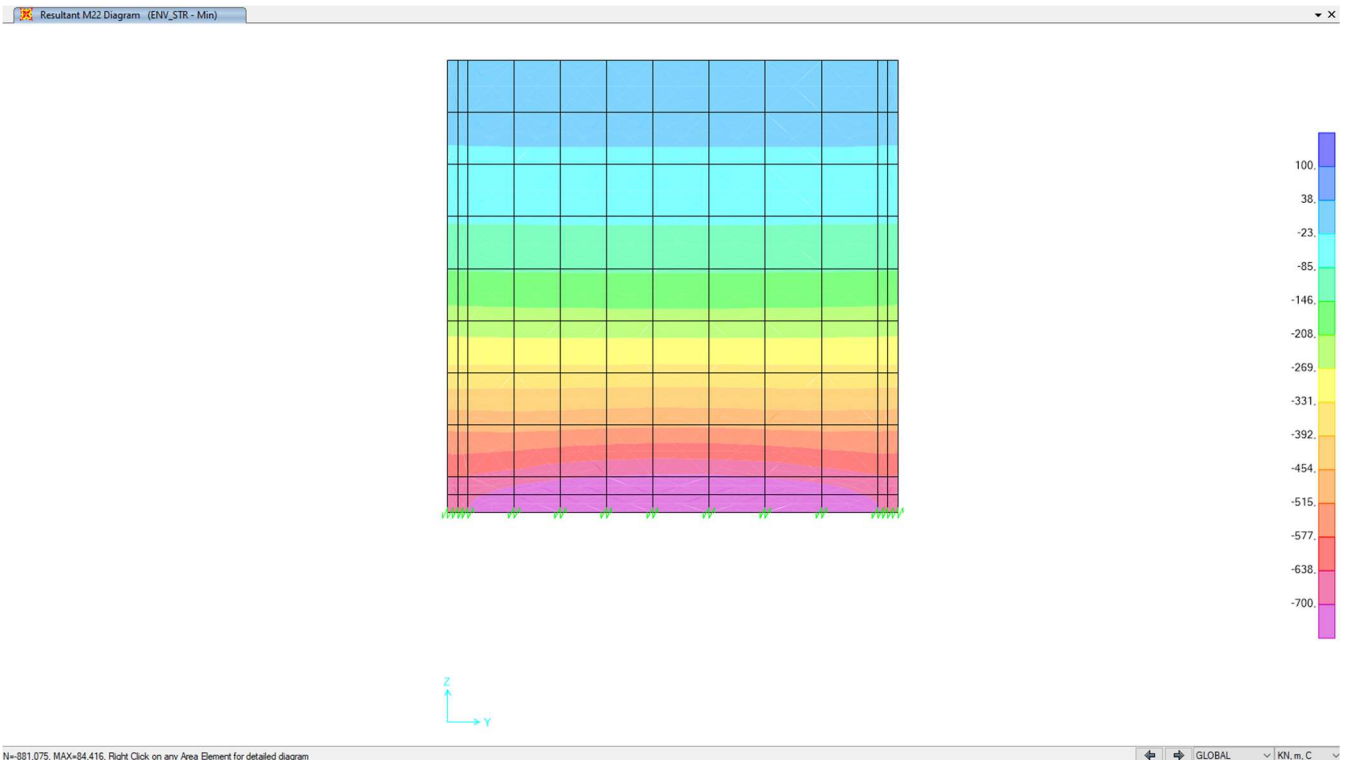
Rev.  
A

Foglio  
70 di 169

### 10.2.7.3. Inviluppo M22 – max



### 10.2.7.4. Inviluppo M22 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

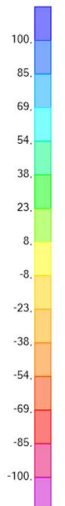
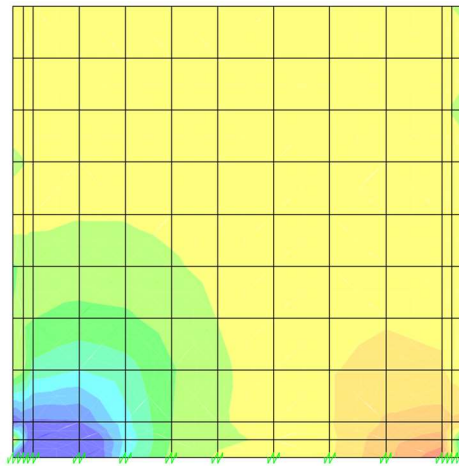
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
71 di 169

### 10.2.7.5. Inviluppo V13 – max

Resultant V13 Diagram (ENV\_STR - Max)

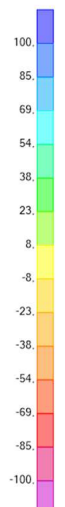
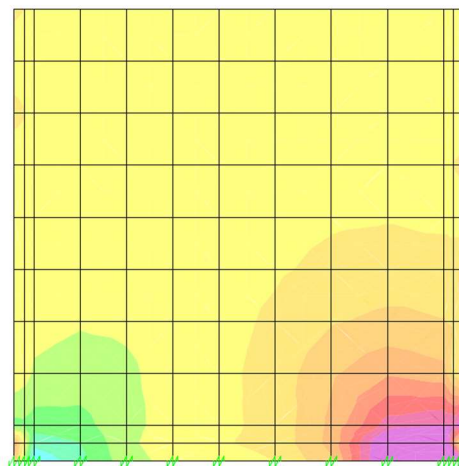


N=-96.699, MAX=1801.788, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.2.7.6. Inviluppo V13 – min

Resultant V13 Diagram (ENV\_STR - Min)



N=-1352.28, MAX=109.722, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

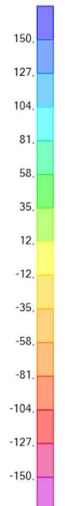
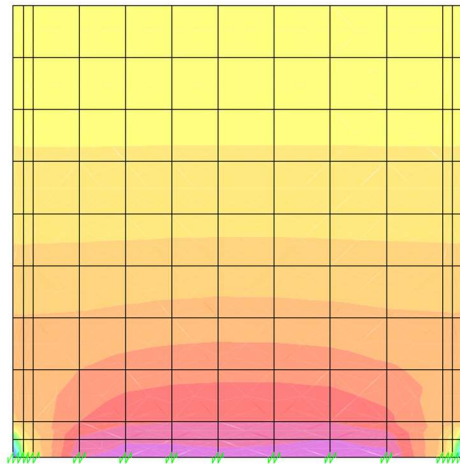
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
72 di 169

### 10.2.7.7. Inviluppo V23 – max

Resultant V23 Diagram (ENV\_STR - Max)

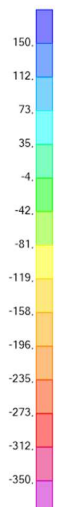
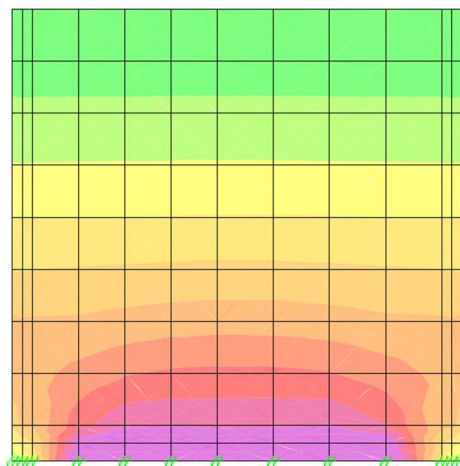


N=-159.904, MAX=3181.437, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.2.7.8. Inviluppo V23 – min

Resultant V23 Diagram (ENV\_STR - Min)



N=-2985.241, MAX=192.224, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

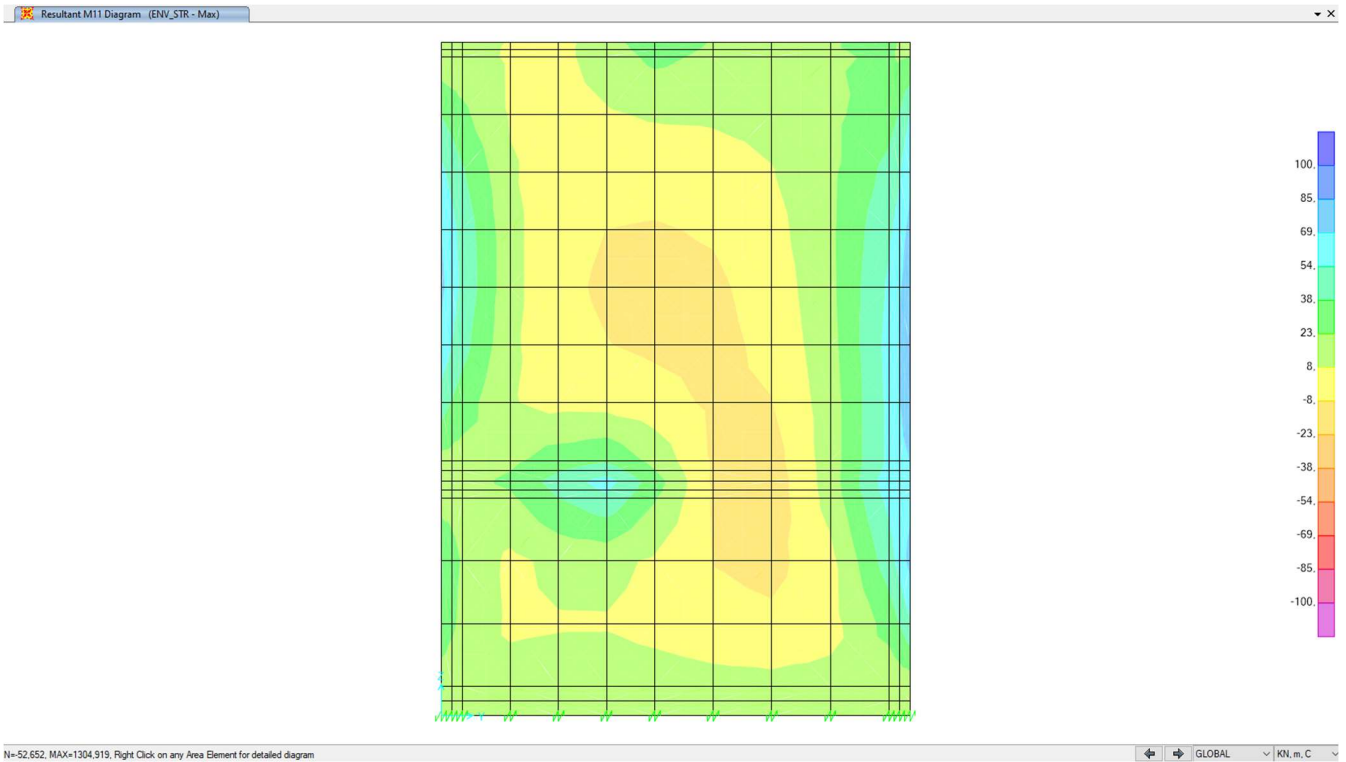
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

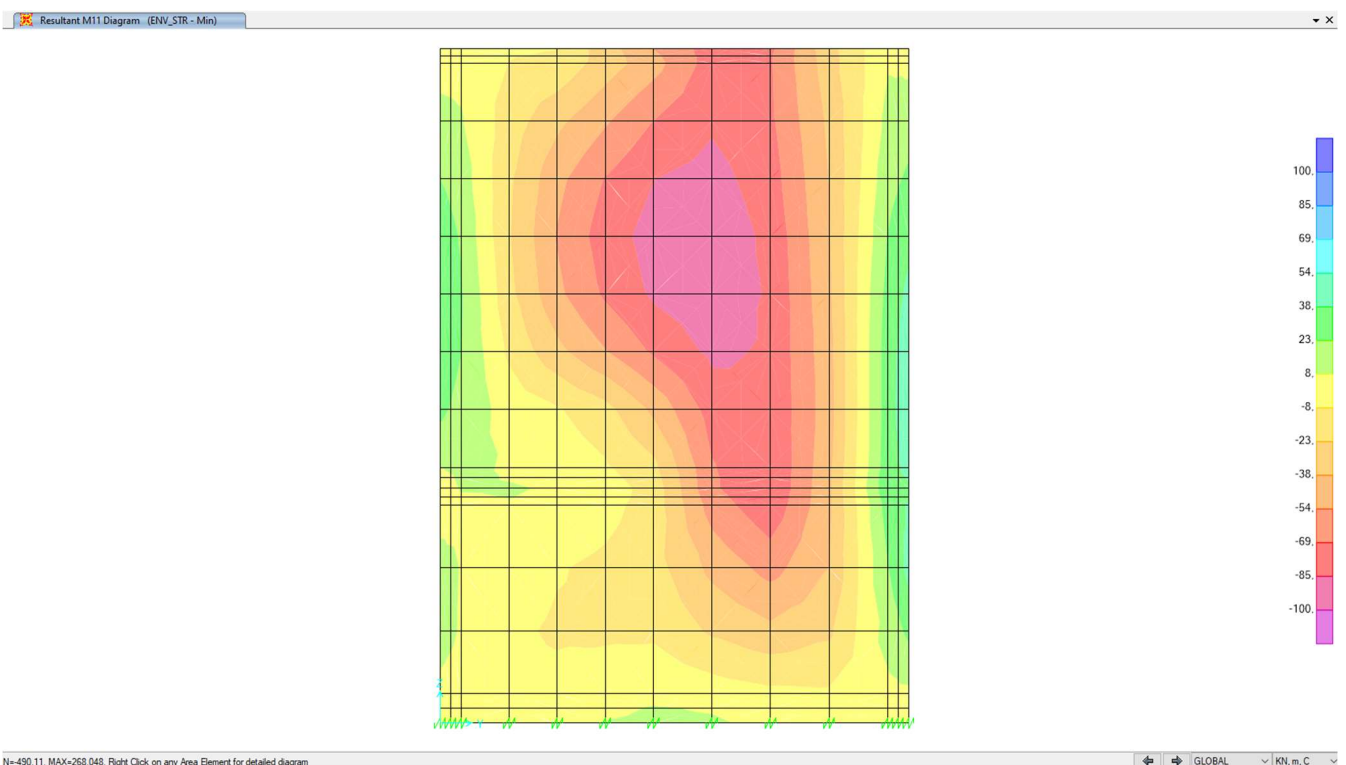
Foglio  
73 di 169

### 10.2.8. Inviluppi parete sud

#### 10.2.8.1. Inviluppo M11 – max



#### 10.2.8.2. Inviluppo M11 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

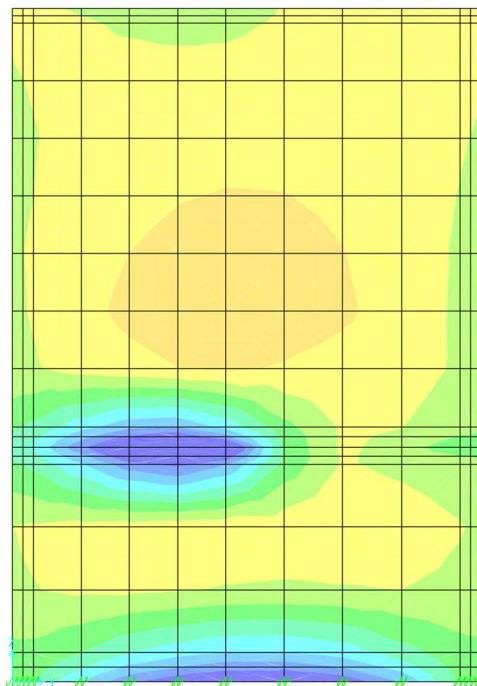
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
74 di 169

### 10.2.8.3. Inviluppo M22 – max

Resultant M22 Diagram (ENV\_STR - Max)

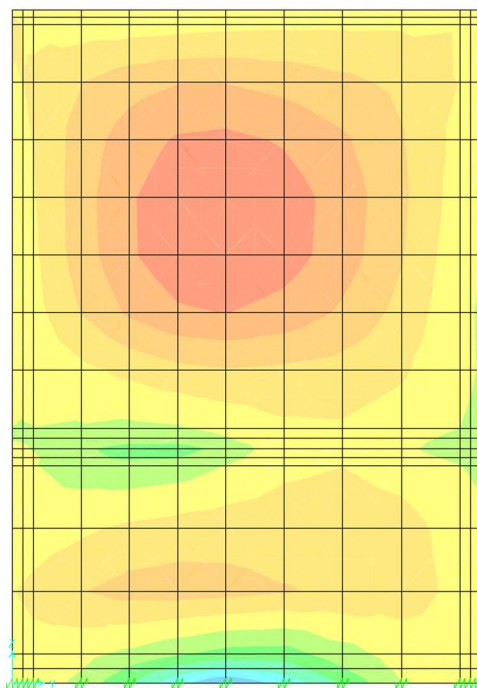


N=-267,994, MAX=930,208, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.2.8.4. Inviluppo M22 – min

Resultant M22 Diagram (ENV\_STR - Min)



N=-881,075, MAX=84,416, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

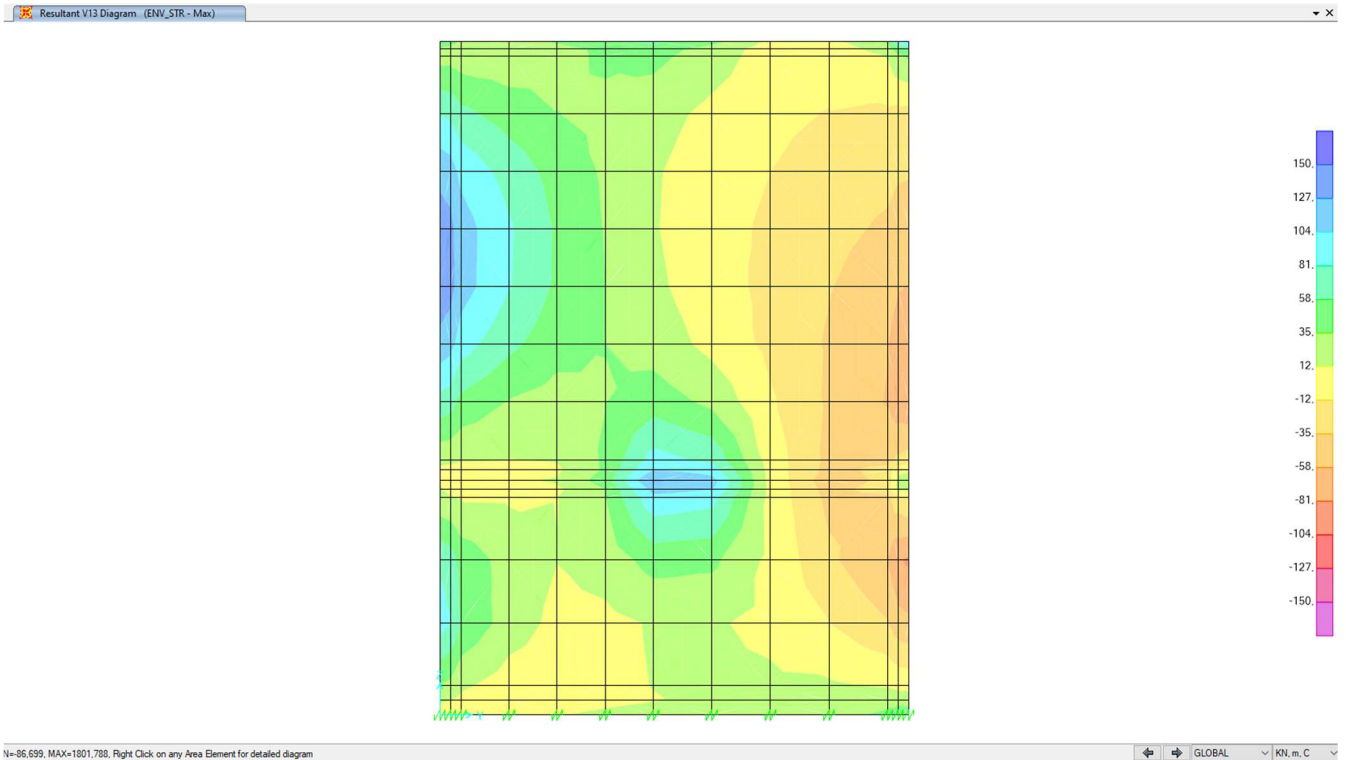
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

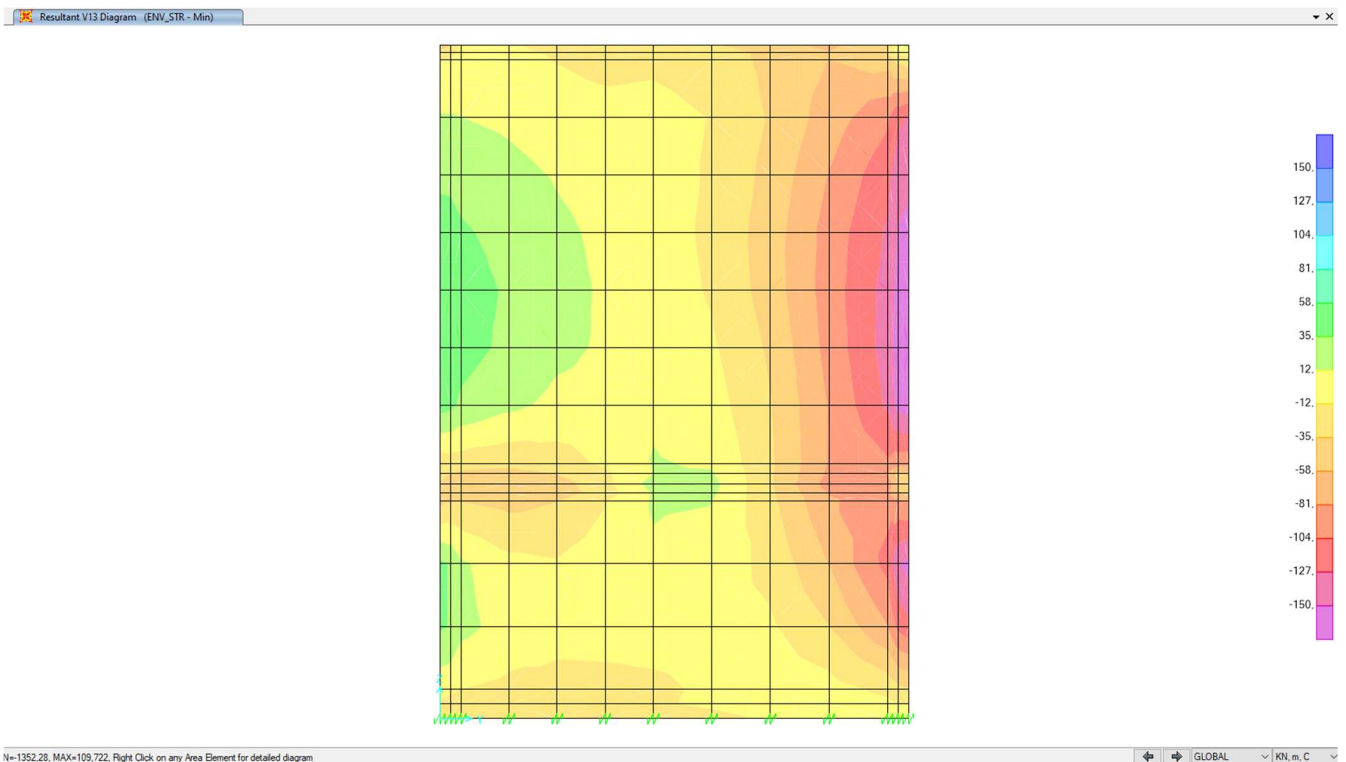
Rev.  
A

Foglio  
75 di 169

### 10.2.8.5. Inviluppo V13 – max



### 10.2.8.6. Inviluppo V13 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

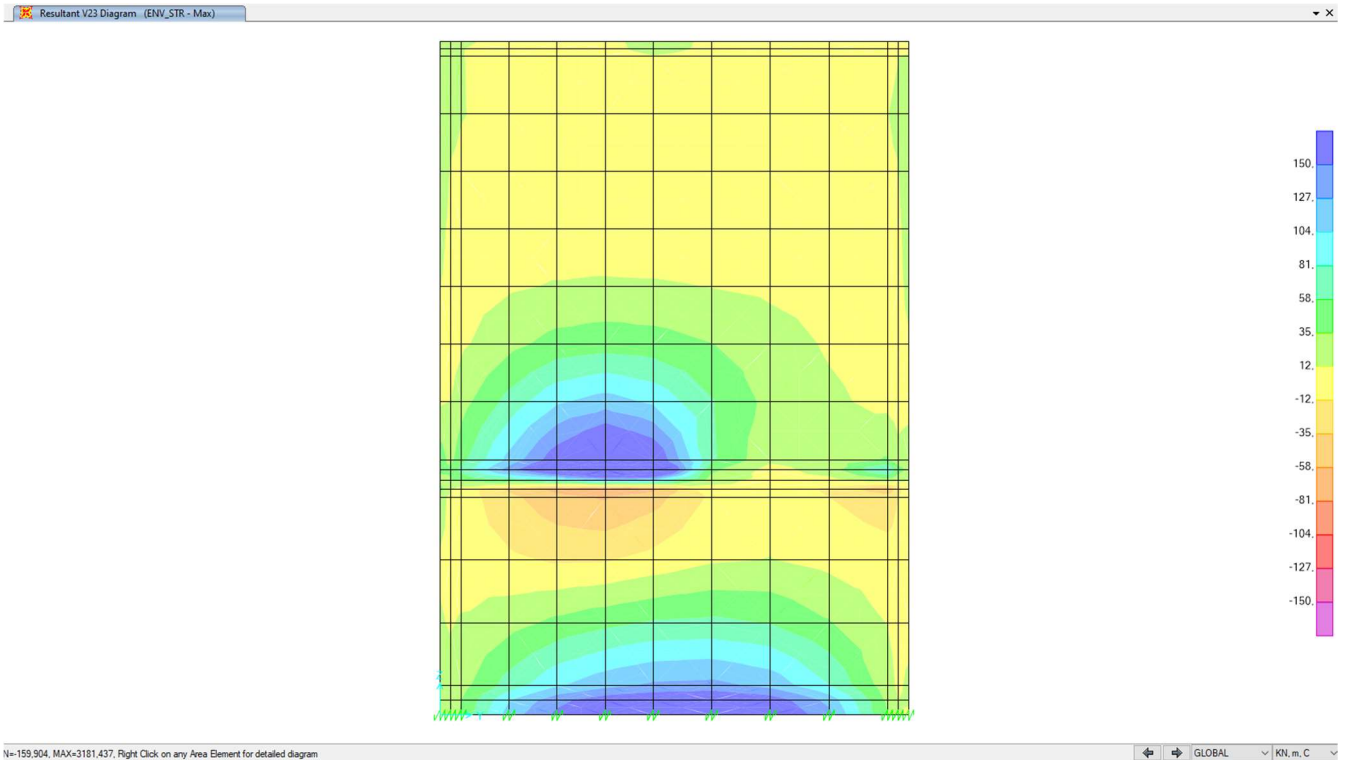
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

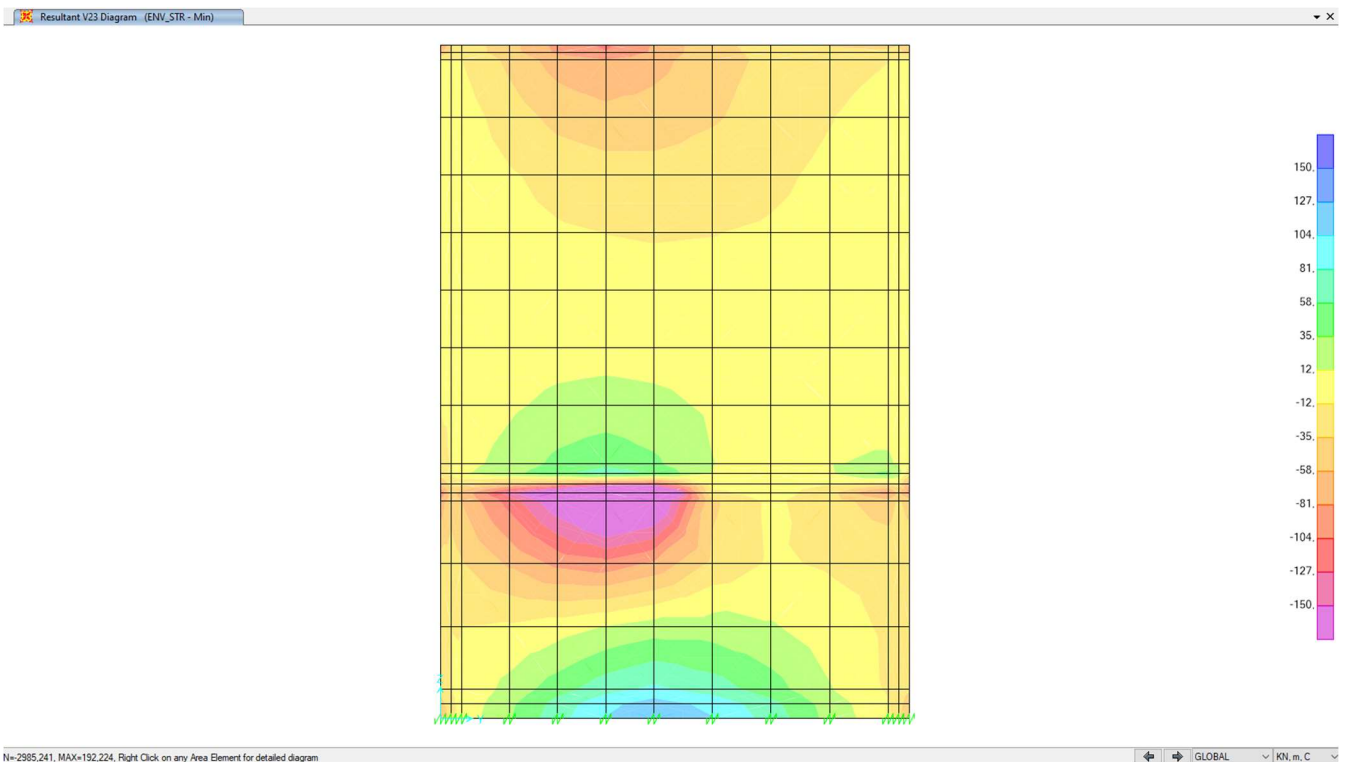
Rev.  
A

Foglio  
76 di 169

### 10.2.8.7. Inviluppo V23 – max

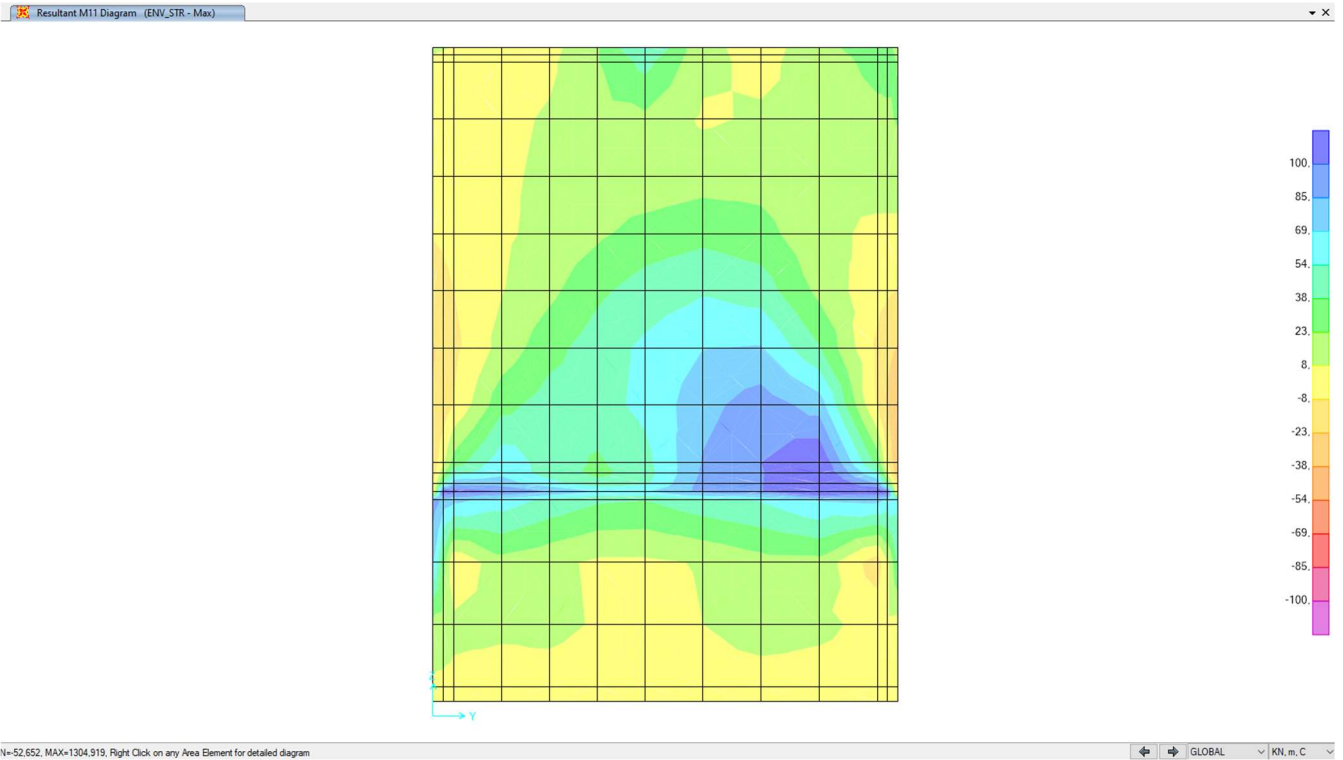


### 10.2.8.8. Inviluppo V23 – min

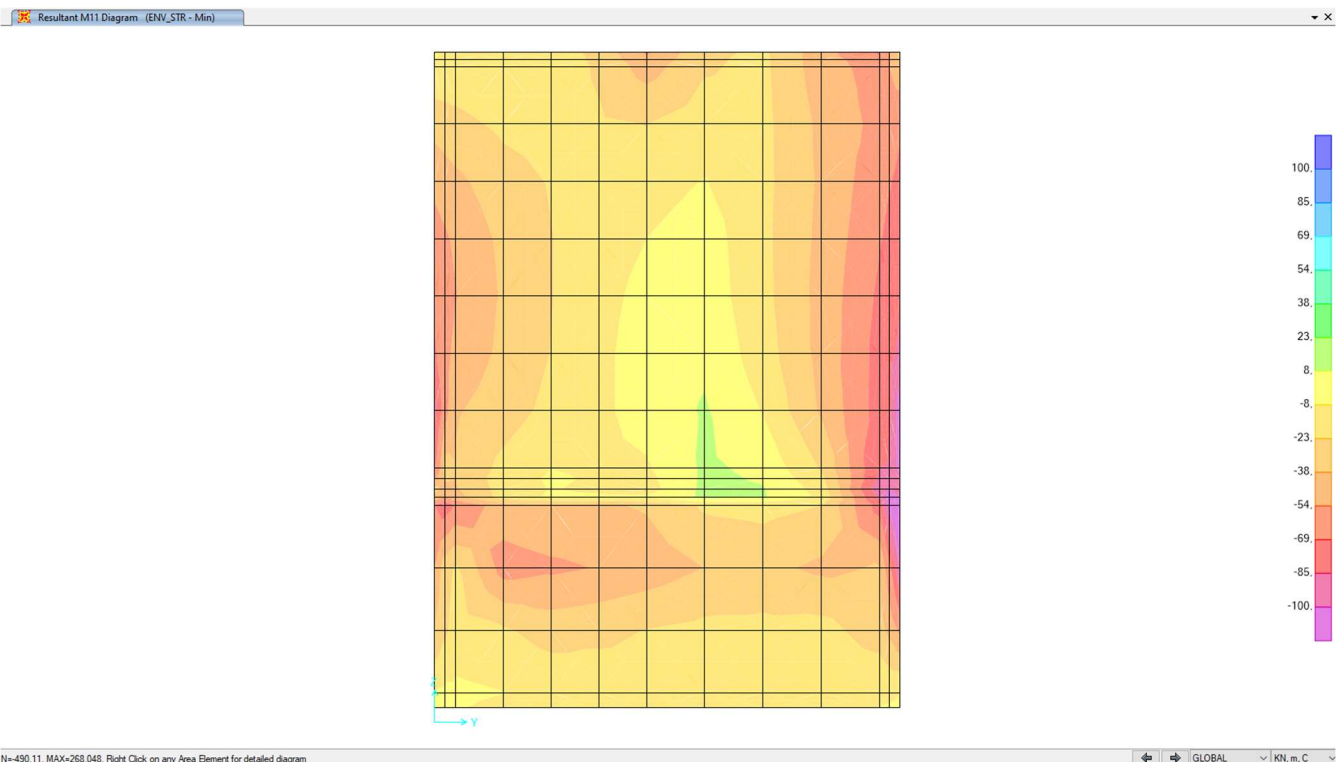


### 10.2.9. Inviluppi parete centrale

#### 10.2.9.1. Inviluppo M11 – max



#### 10.2.9.2. Inviluppo M11 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

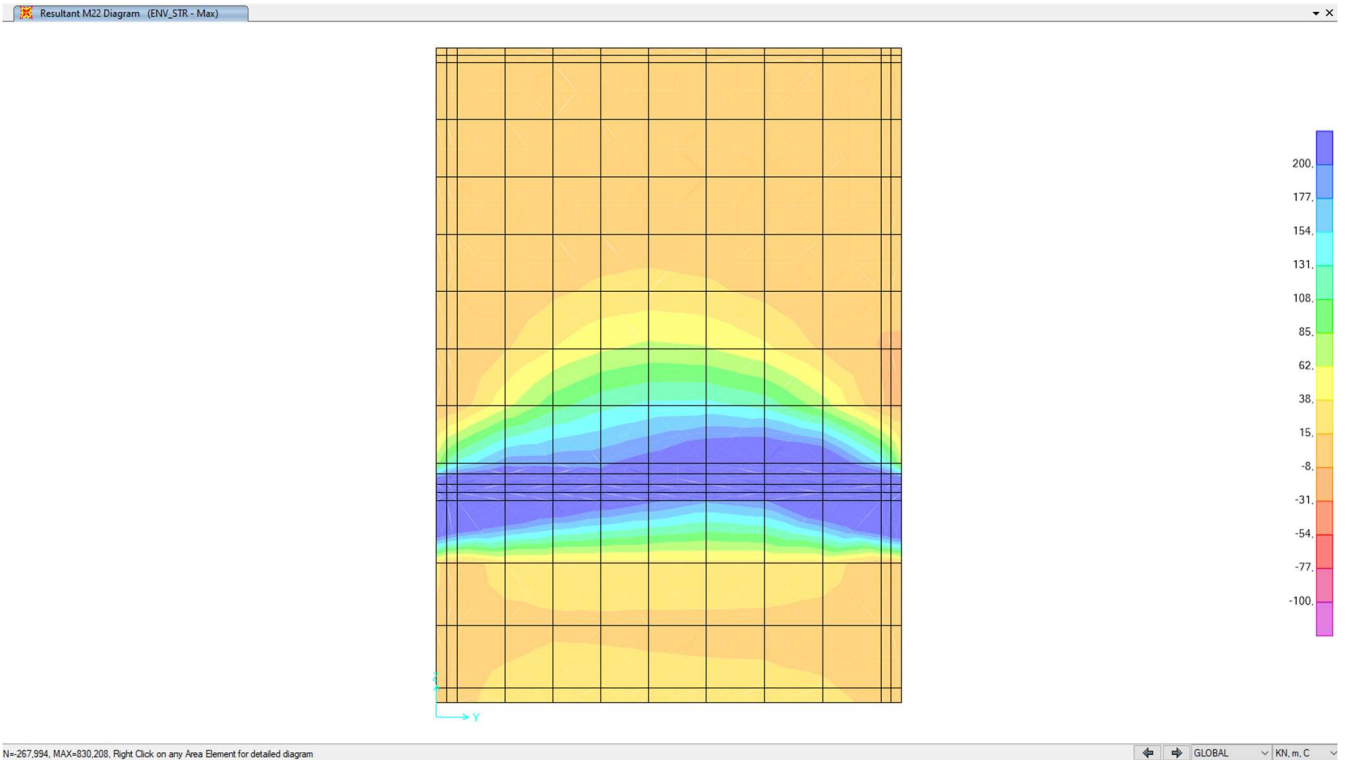
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

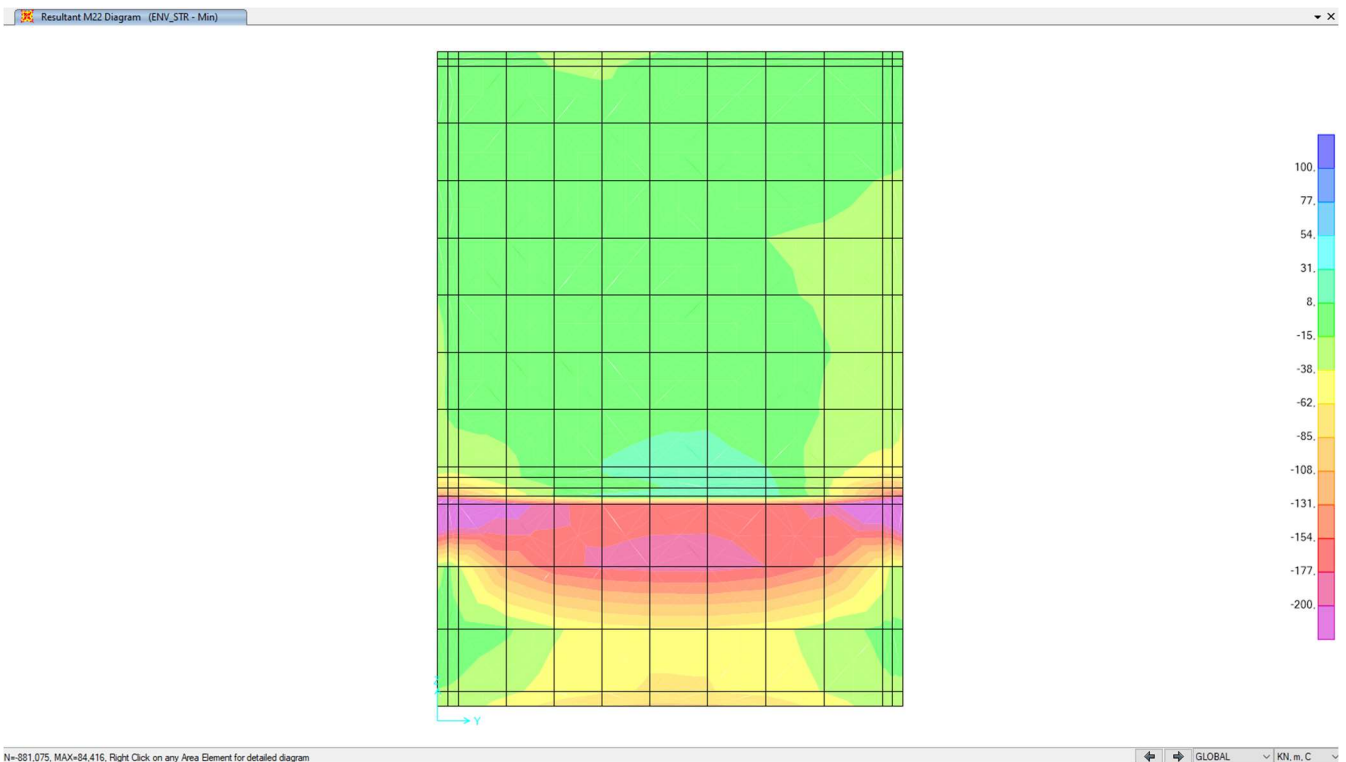
Rev.  
A

Foglio  
78 di 169

### 10.2.9.3. Inviluppo M22 – max



### 10.2.9.4. Inviluppo M22 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

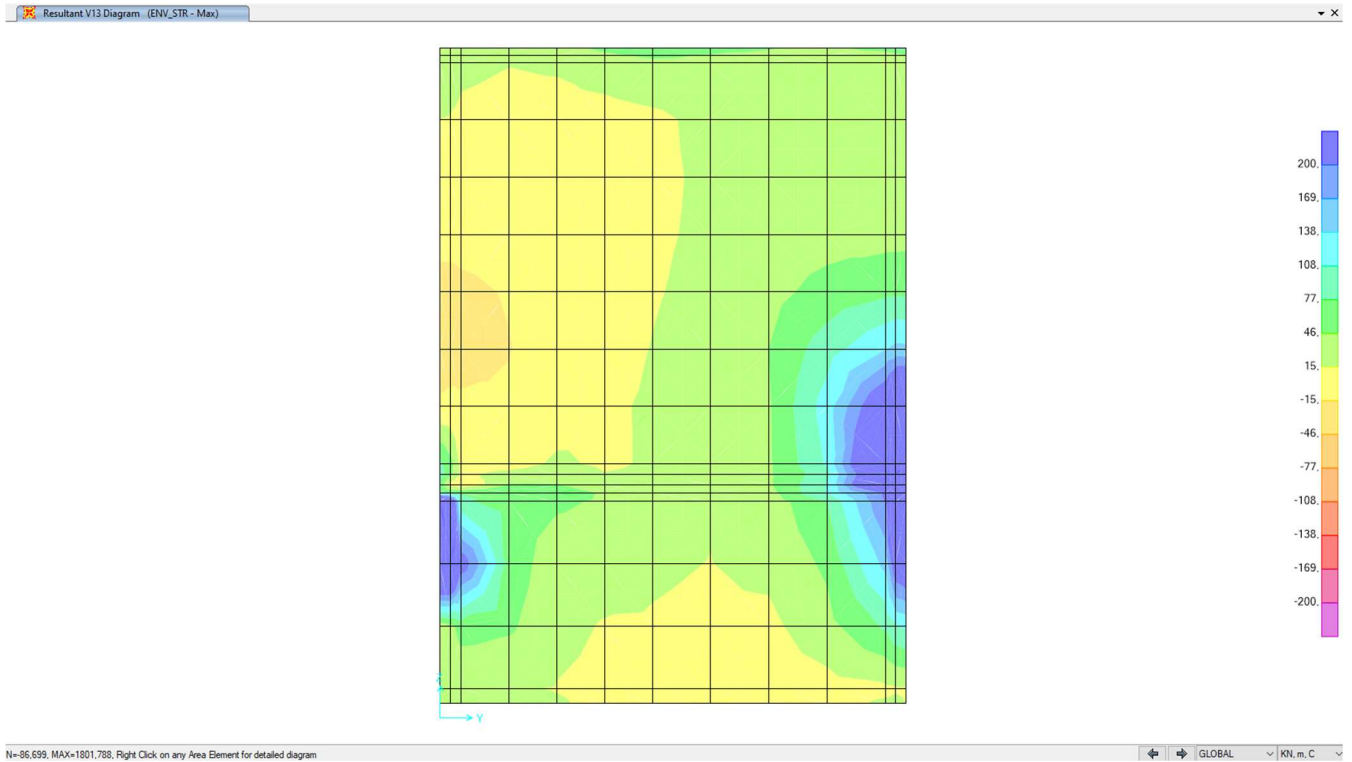
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

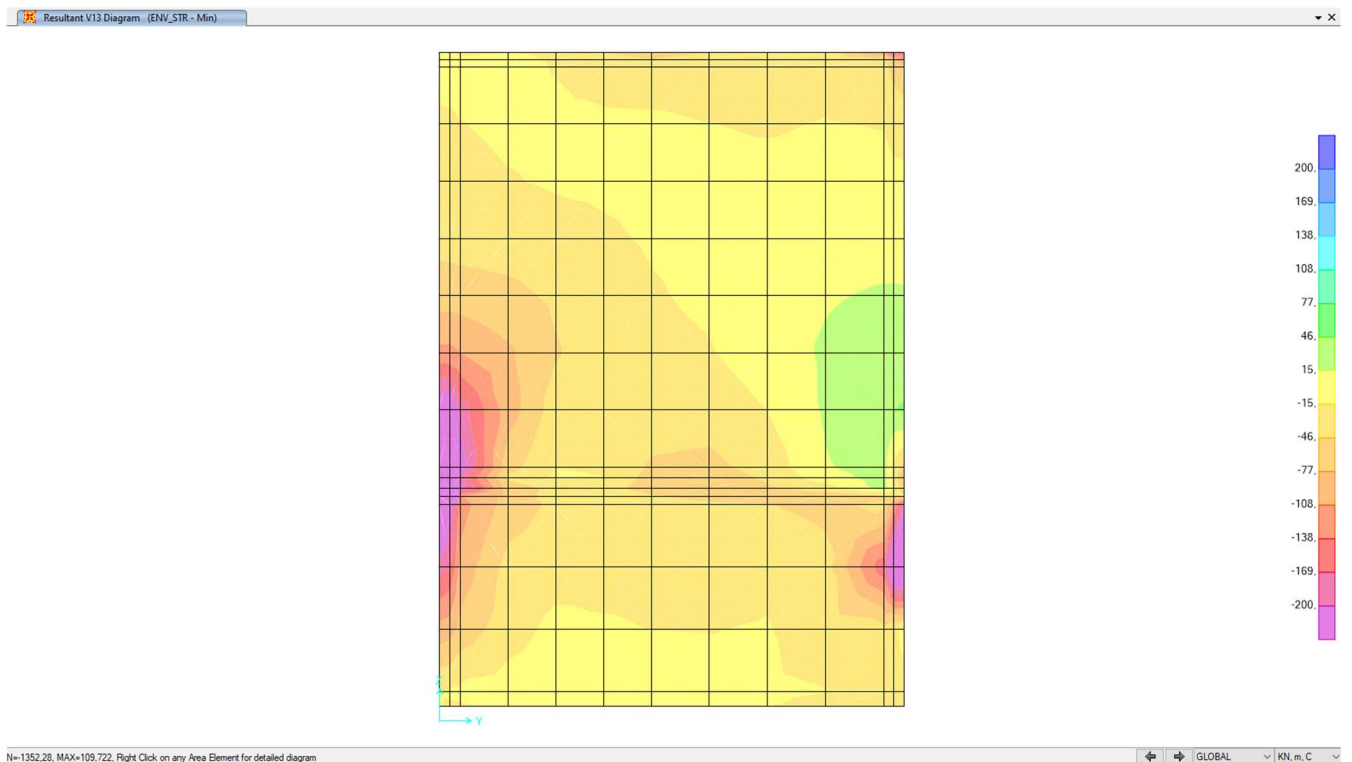
Rev.  
A

Foglio  
79 di 169

### 10.2.9.5. Inviluppo V13 – max



### 10.2.9.6. Inviluppo V13 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

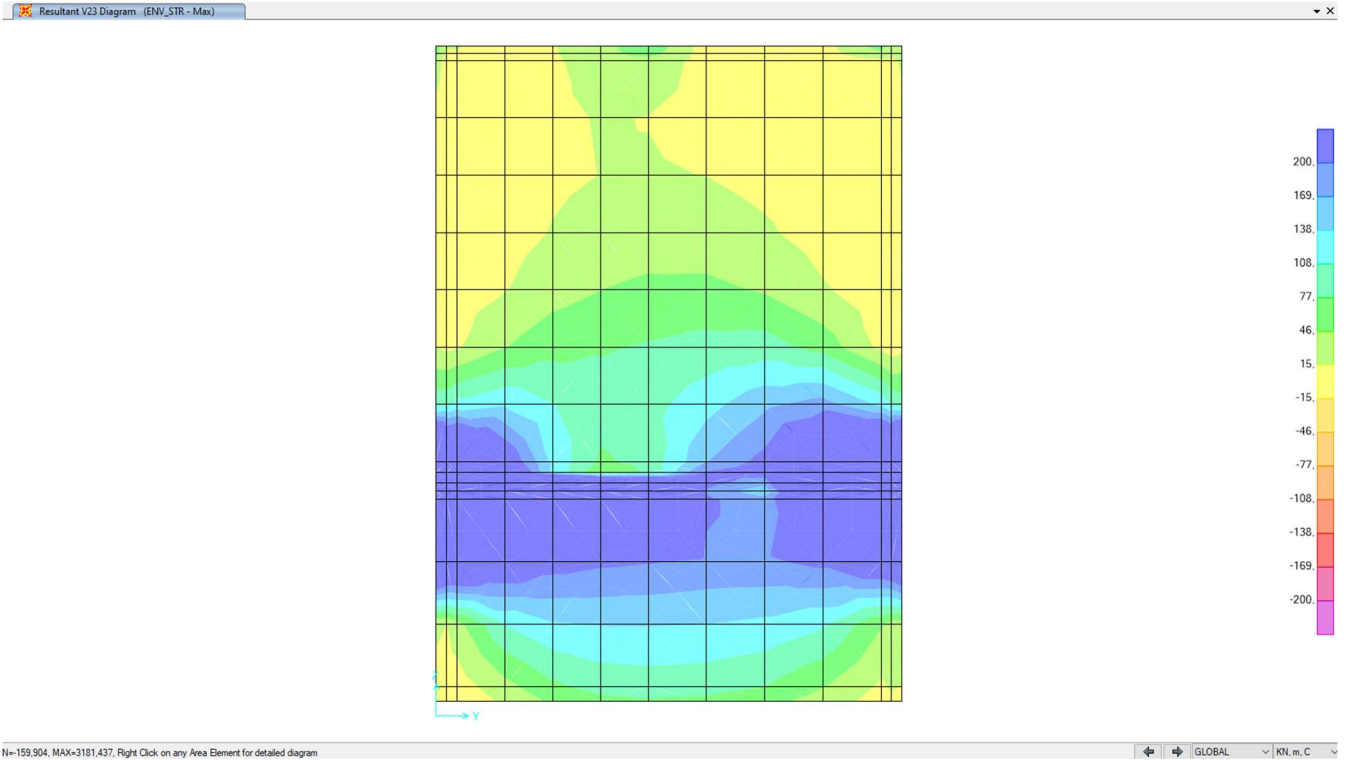
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

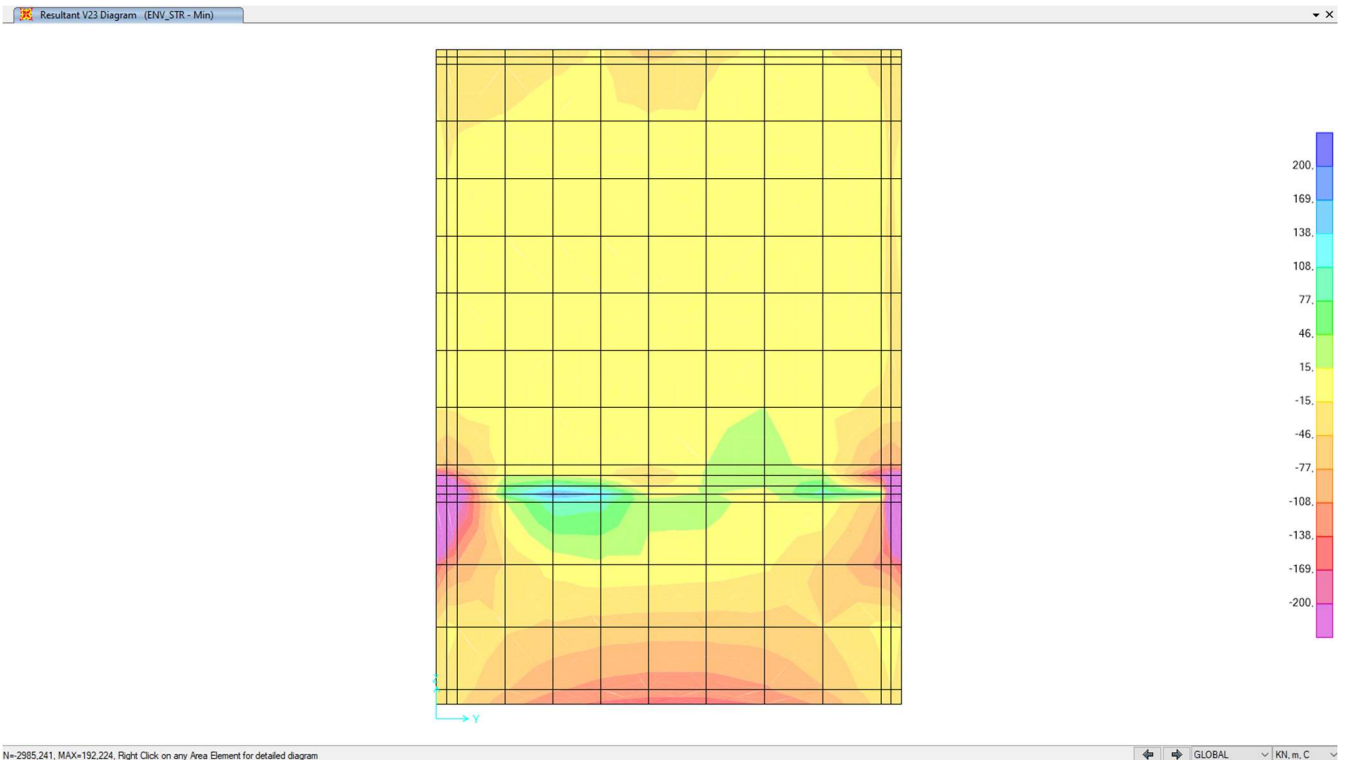
Rev.  
A

Foglio  
80 di 169

### 10.2.9.7. Inviluppo V23 – max



### 10.2.9.8. Inviluppo V23 – min





Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

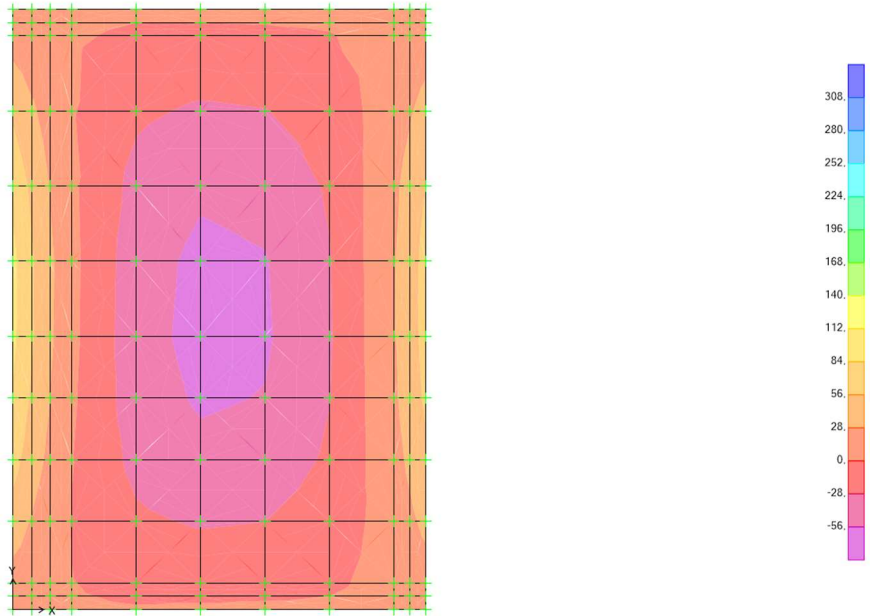
Foglio  
81 di 169

### 10.3. Diagrammi di involucro SLE

#### 10.3.1. Involuppi fondazione sp.70cm

##### 10.3.1.1. Involuppo QP – M11

Resultant M11 Diagram (QP1) x

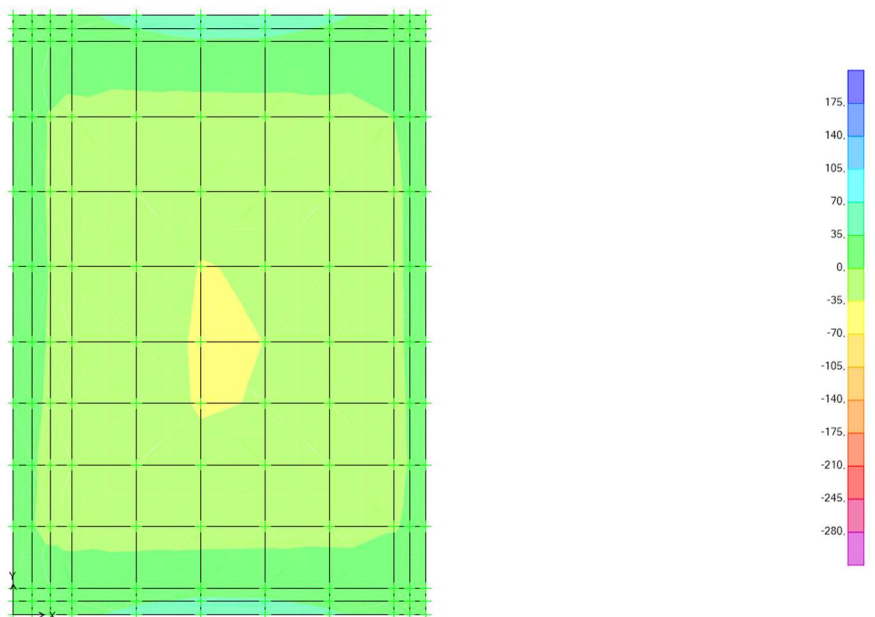


N=64.671, MAX=313.418, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL | KN, m, C

##### 10.3.1.2. Involuppo QP – M22

Resultant M22 Diagram (QP1) x



N=313.397, MAX=137.342, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL | KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

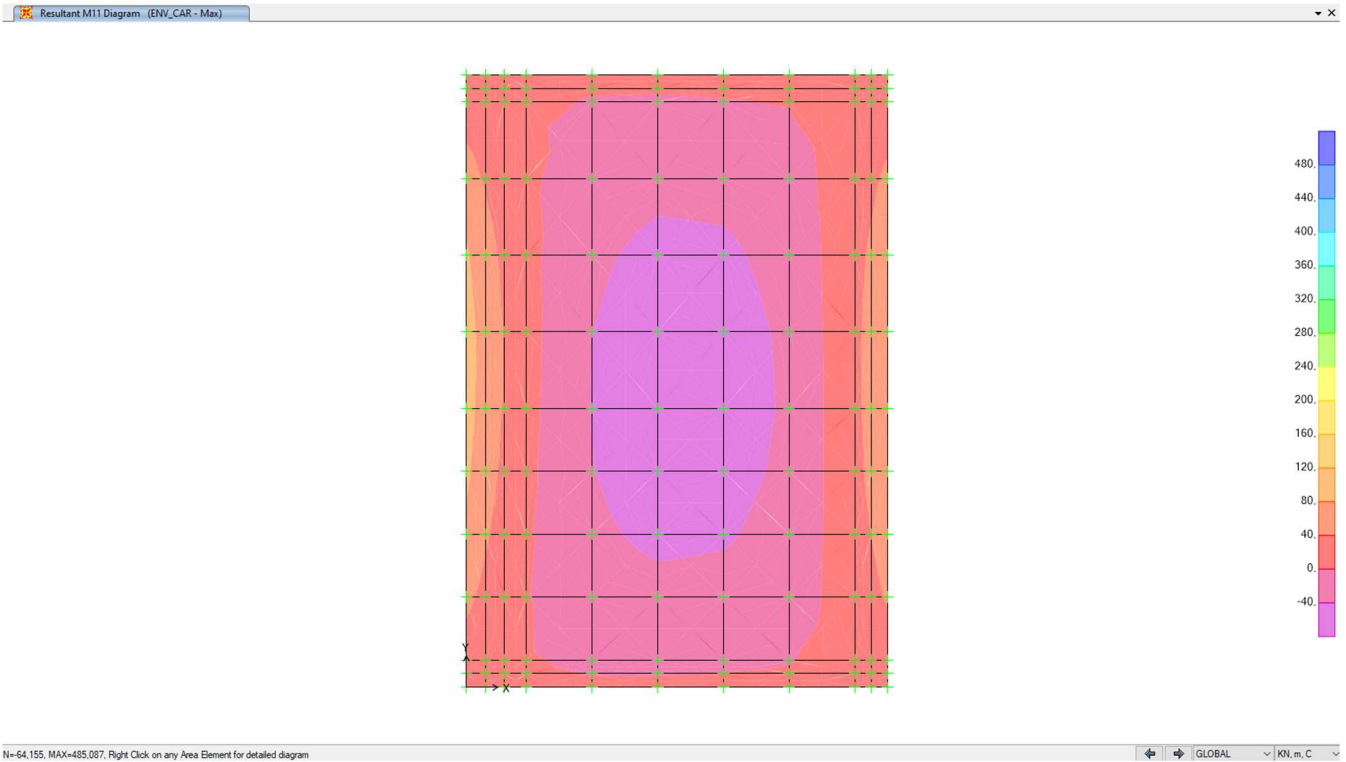
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

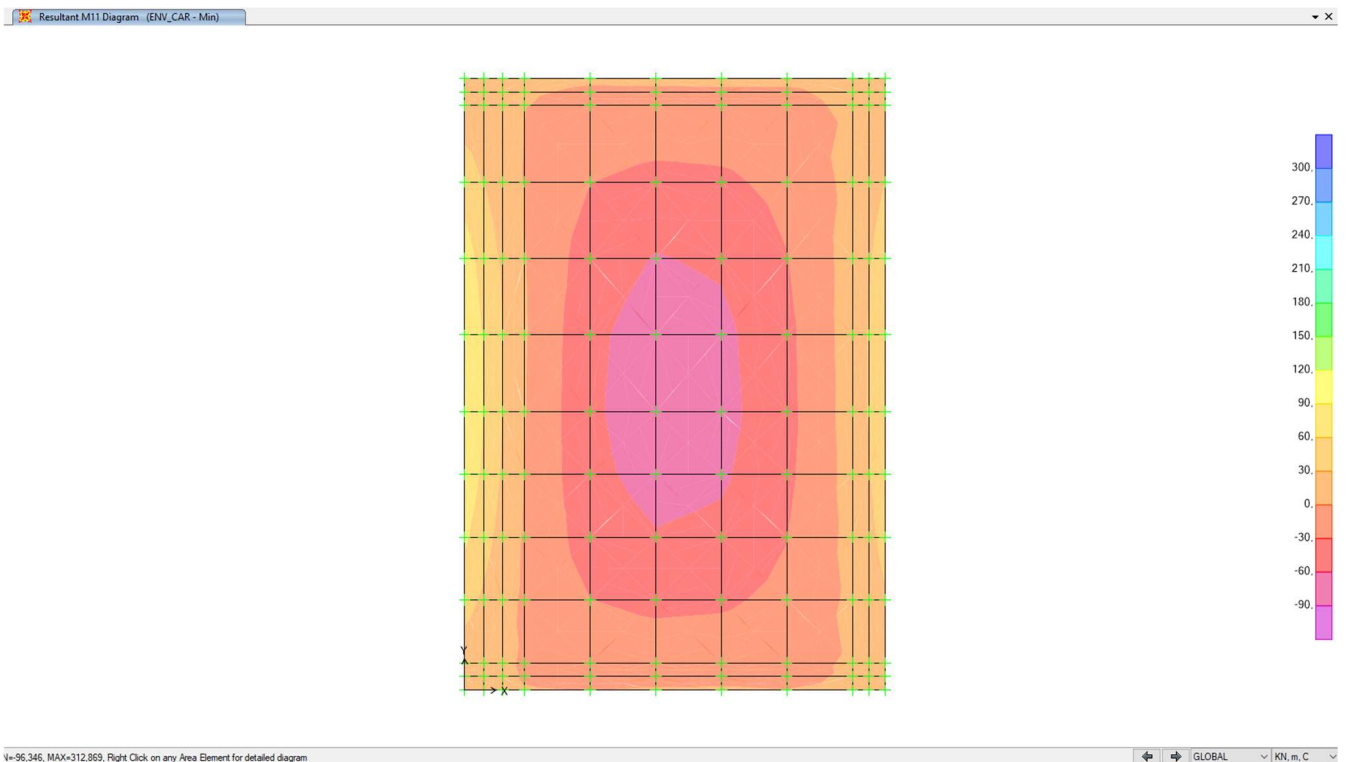
Rev.  
A

Foglio  
82 di 169

### 10.3.1.3. Inviluppo CAR – M11 – max



### 10.3.1.4. Inviluppo CAR – M11 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

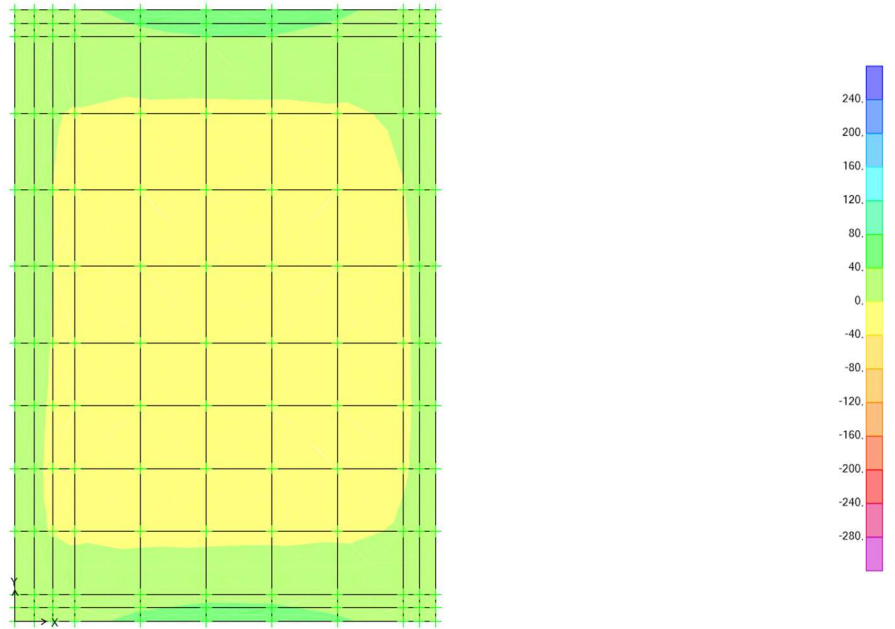
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
83 di 169

### 10.3.1.5. Inviluppo CAR – M22 – max

Resultant M22 Diagram (ENV\_CAR - Max)

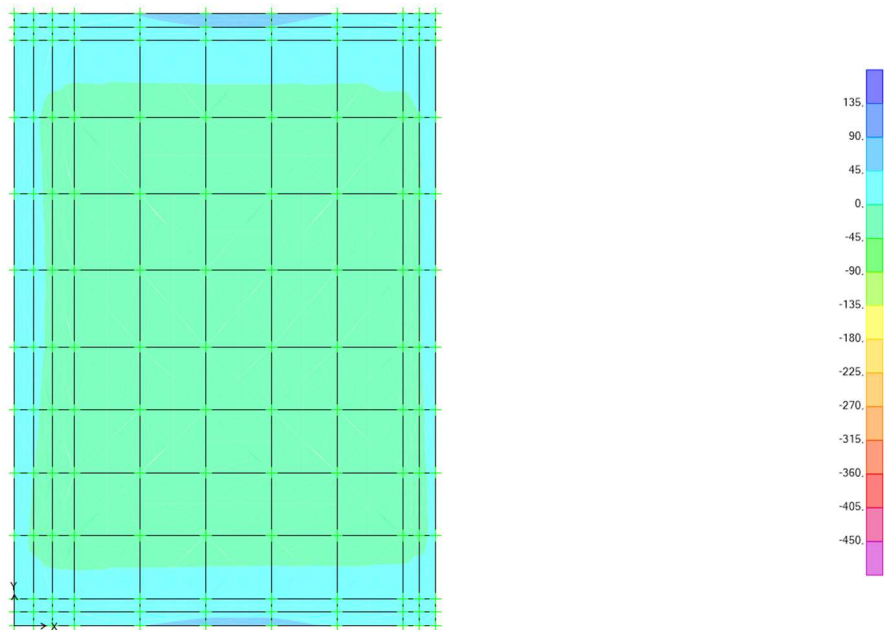


N=-312.857, MAX=263.979, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.3.1.6. Inviluppo CAR – M22 – min

Resultant M22 Diagram (ENV\_CAR - Min)



N=-485.046, MAX=92.75, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

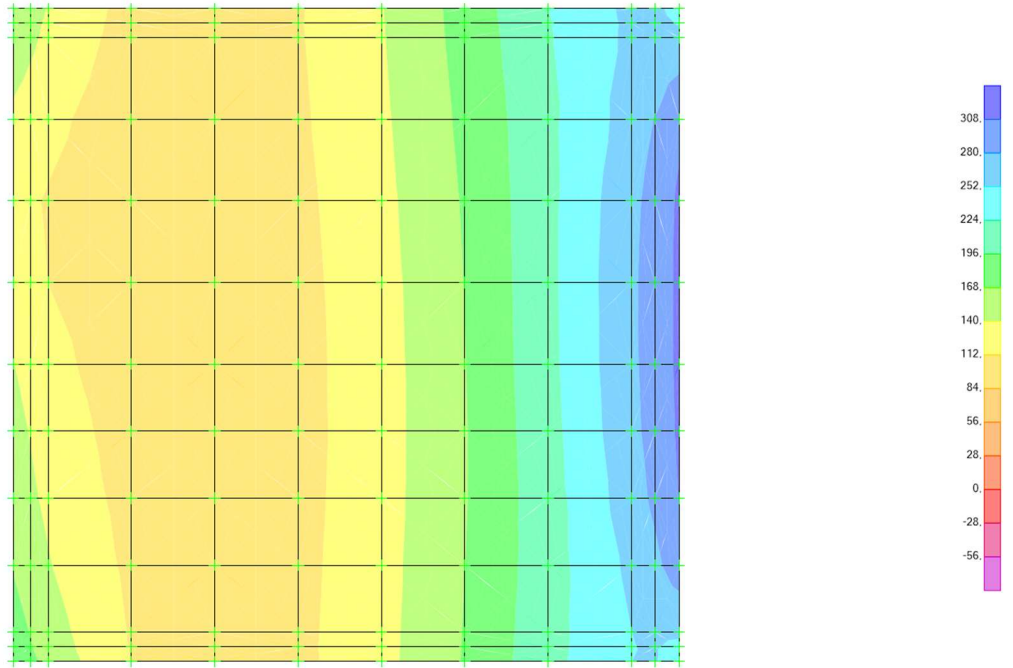
Rev.  
A

Foglio  
84 di 169

### 10.3.2. Involuppi fondazione sp.90cm

#### 10.3.2.1. Involuppo QP

Resultant M11 Diagram (QP1)

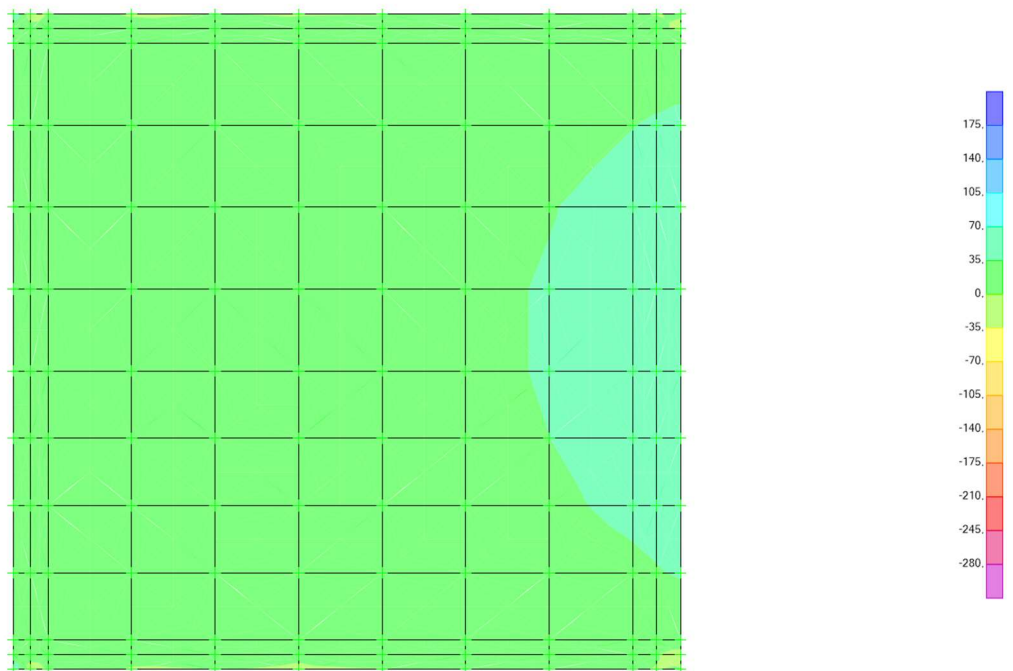


N=64.671, MAX=313.418, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

#### 10.3.2.2. Involuppo QP – M22

Resultant M22 Diagram (QP1)



N=313.397, MAX=137.342, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

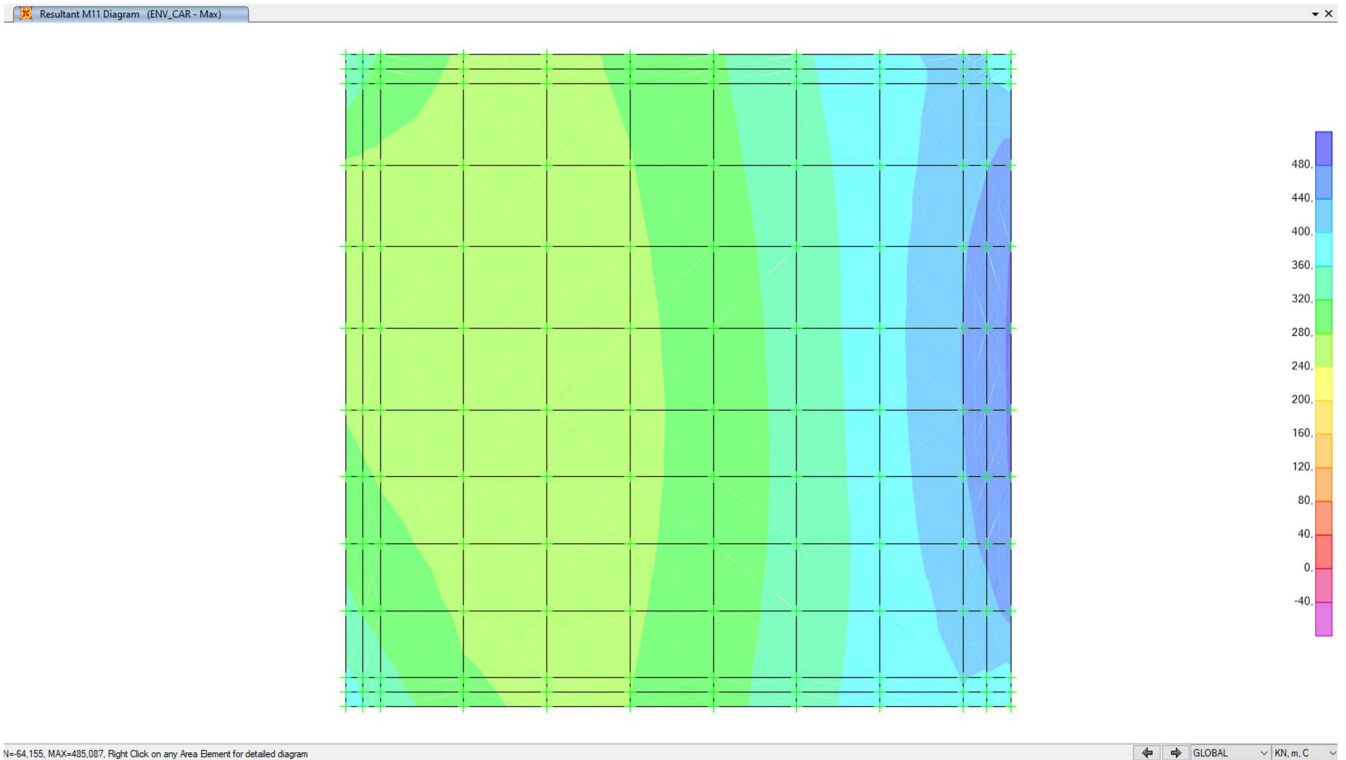
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

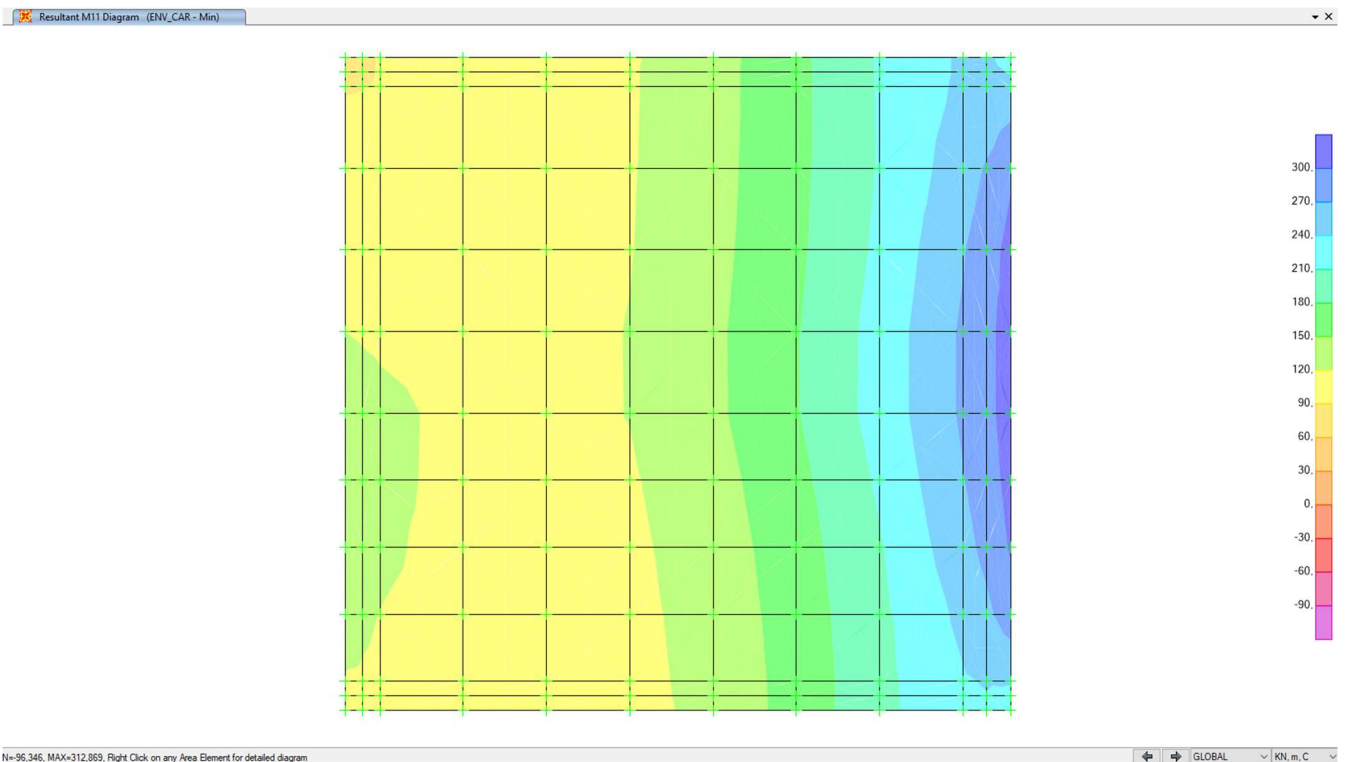
Rev.  
A

Foglio  
85 di 169

### 10.3.2.3. Inviluppo CAR – M11 – max



### 10.3.2.4. Inviluppo CAR – M11 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

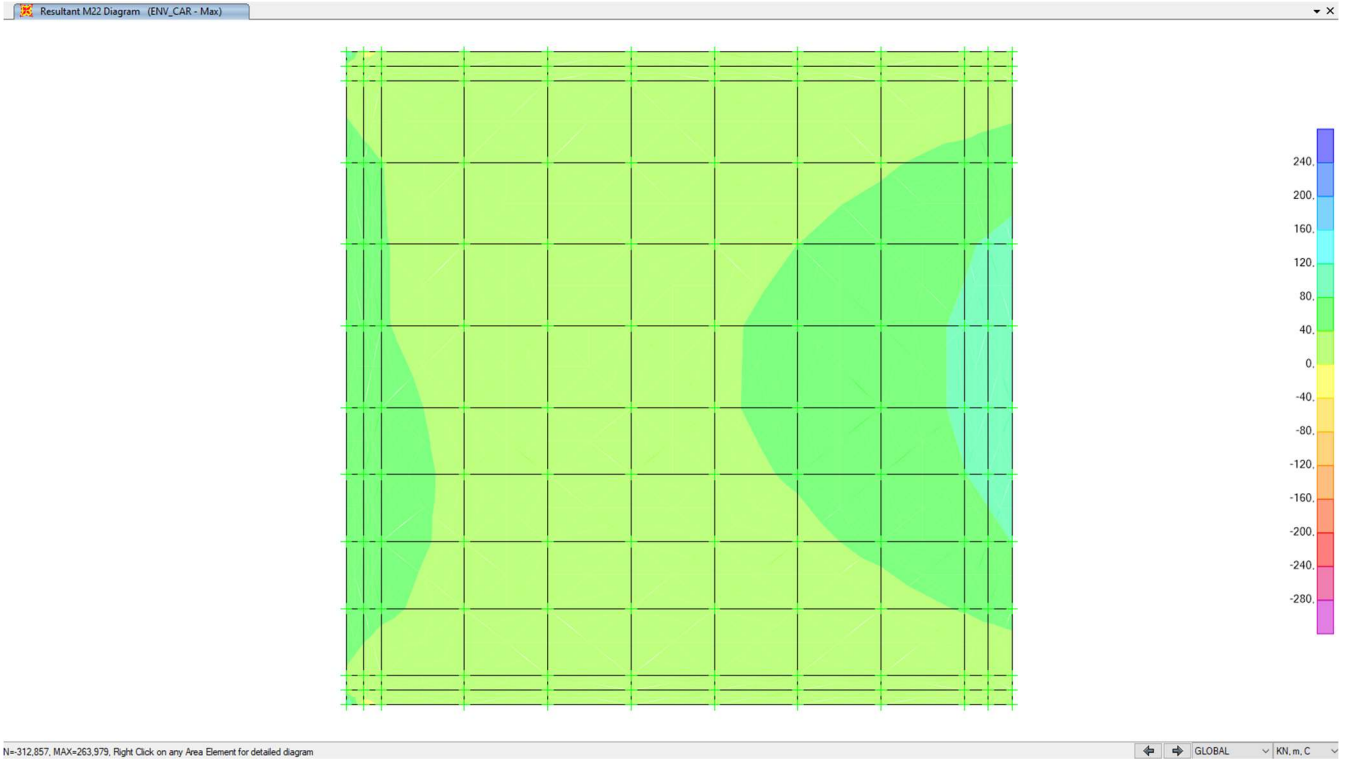
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

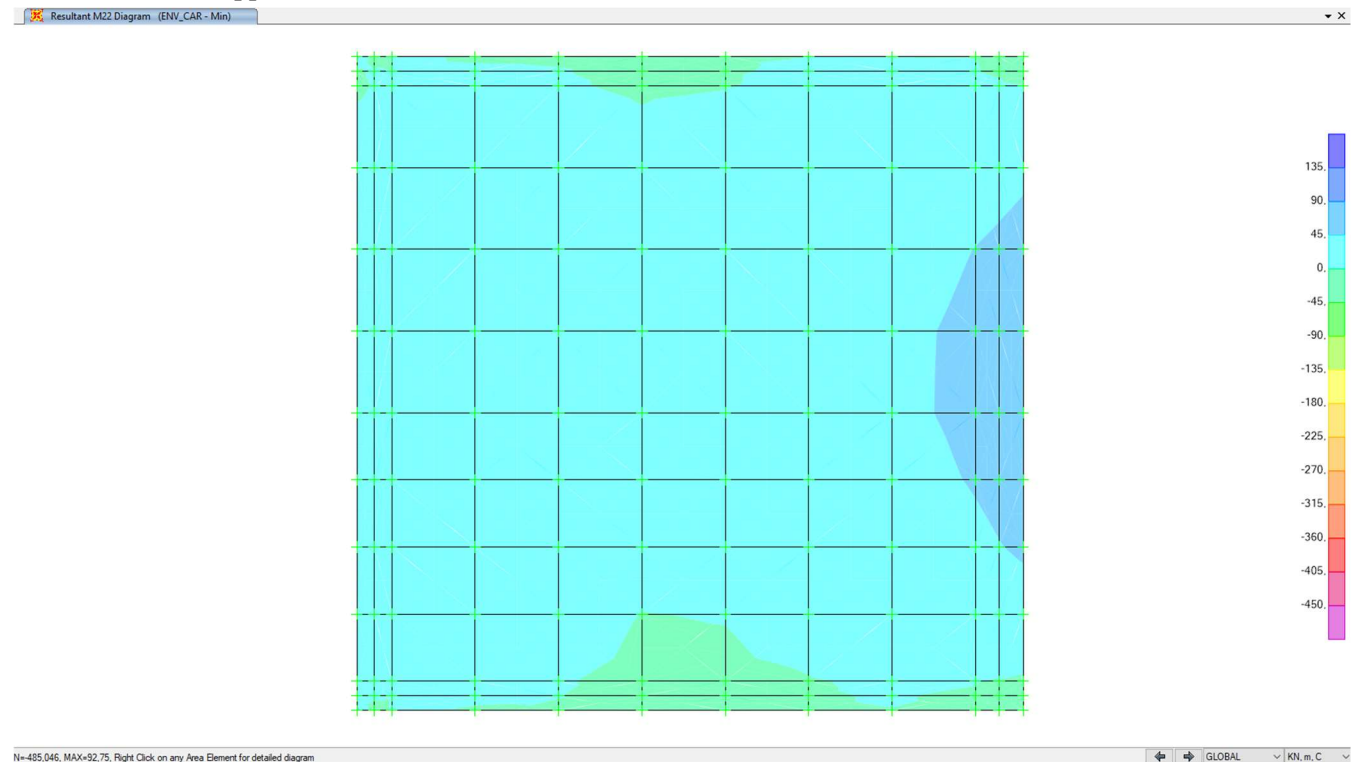
Rev.  
A

Foglio  
86 di 169

### 10.3.2.5. Inviluppo CAR – M22 – max



### 10.3.2.6. Inviluppo CAR – M22 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

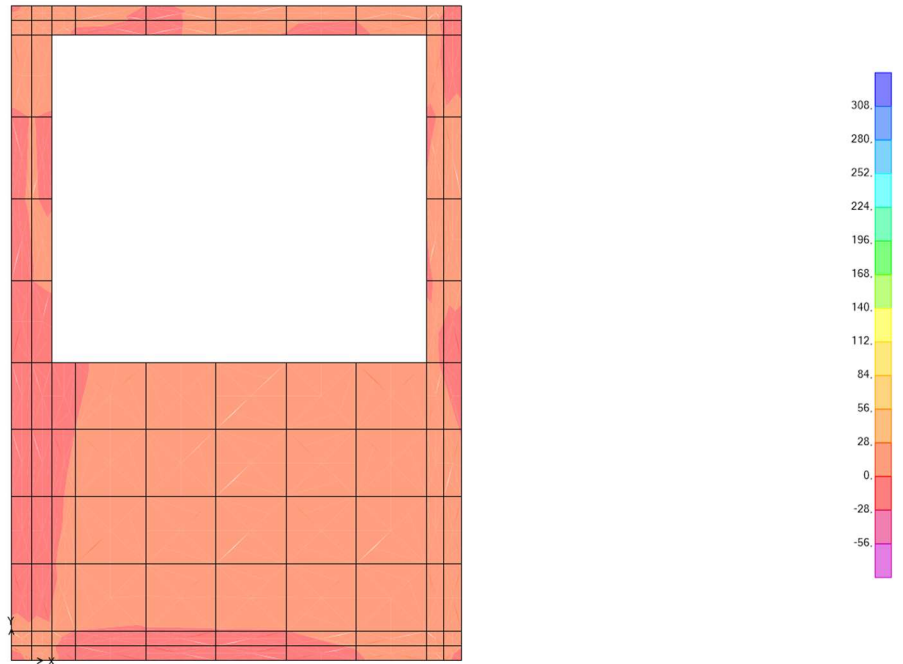
Rev.  
A

Foglio  
87 di 169

### 10.3.3. Inviluppi soletta sp.50cm

#### 10.3.3.1. Inviluppo QP – M11

Resultant M11 Diagram (QP1) x

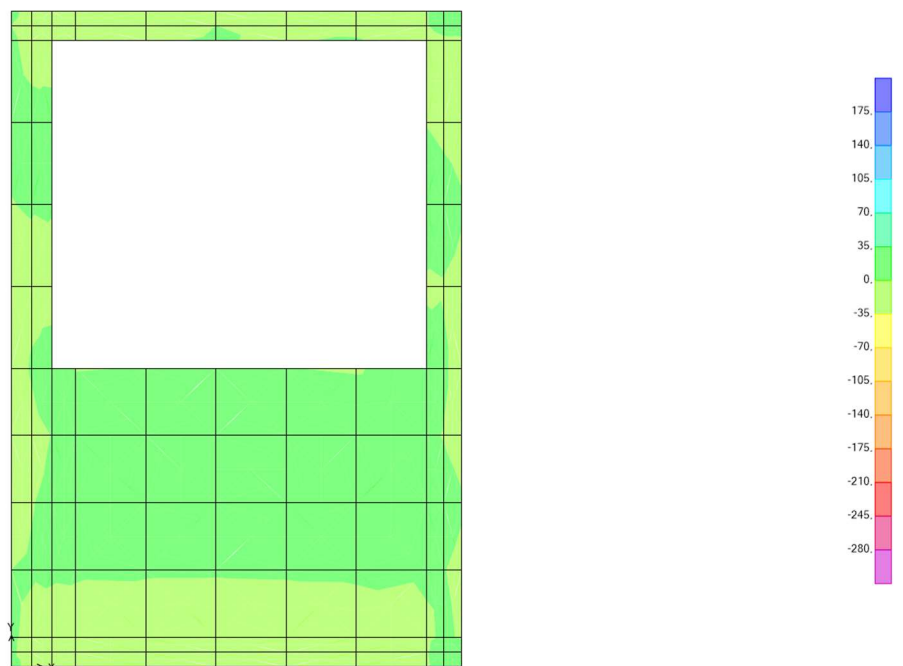


N=64.671, MAX=313.418, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

#### 10.3.3.2. Inviluppo QP – M22

Resultant M22 Diagram (QP1) x



N=313.397, MAX=137.342, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

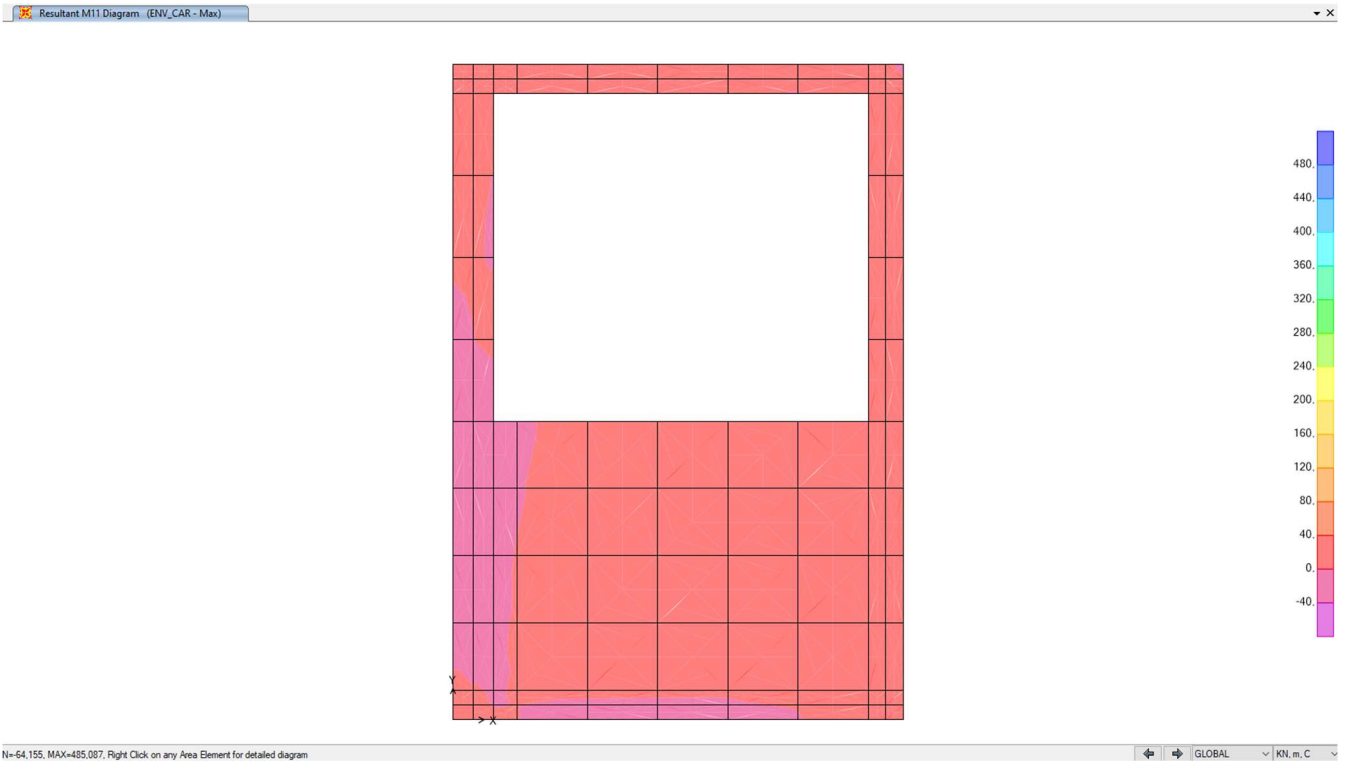
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

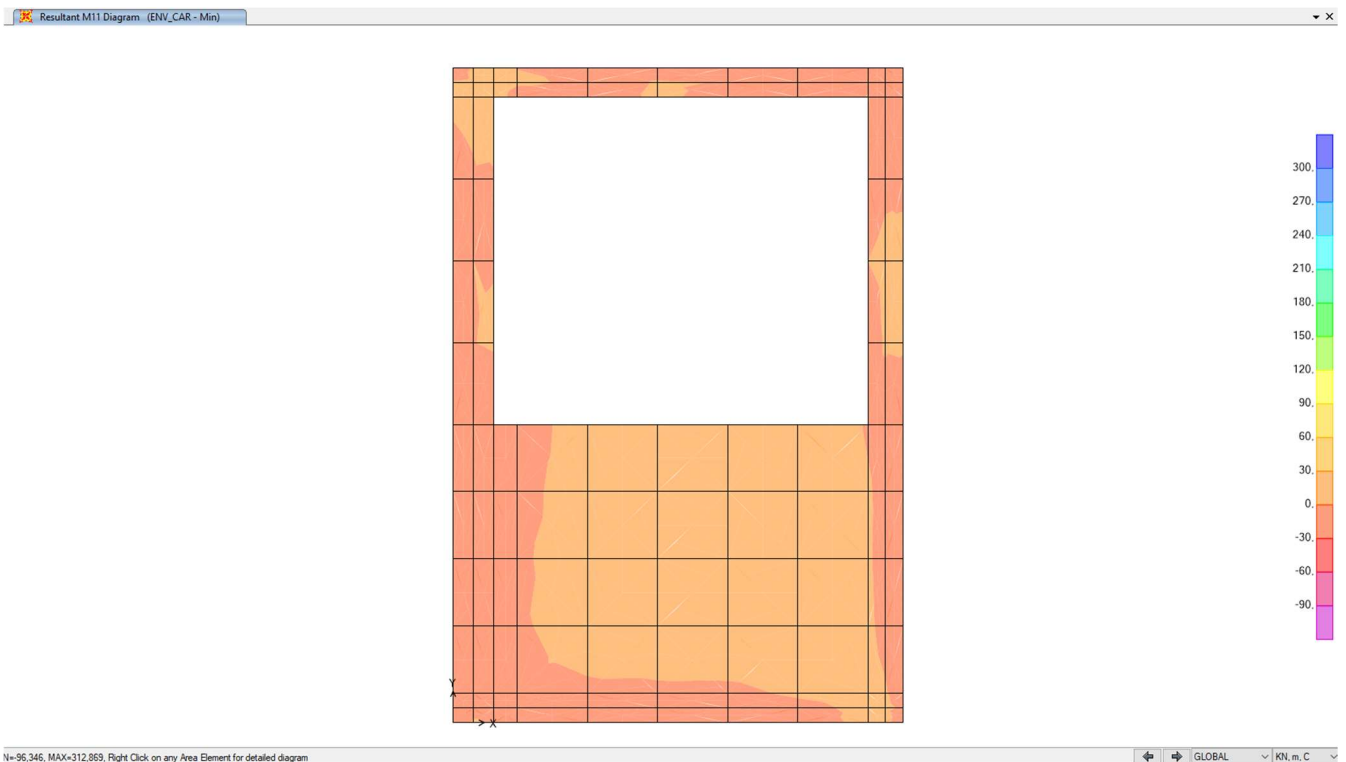
Rev.  
A

Foglio  
88 di 169

### 10.3.3.3. Inviluppo CAR – M11 – max



### 10.3.3.4. Inviluppo CAR – M11 – min





Doc. N.

Progetto  
INOR

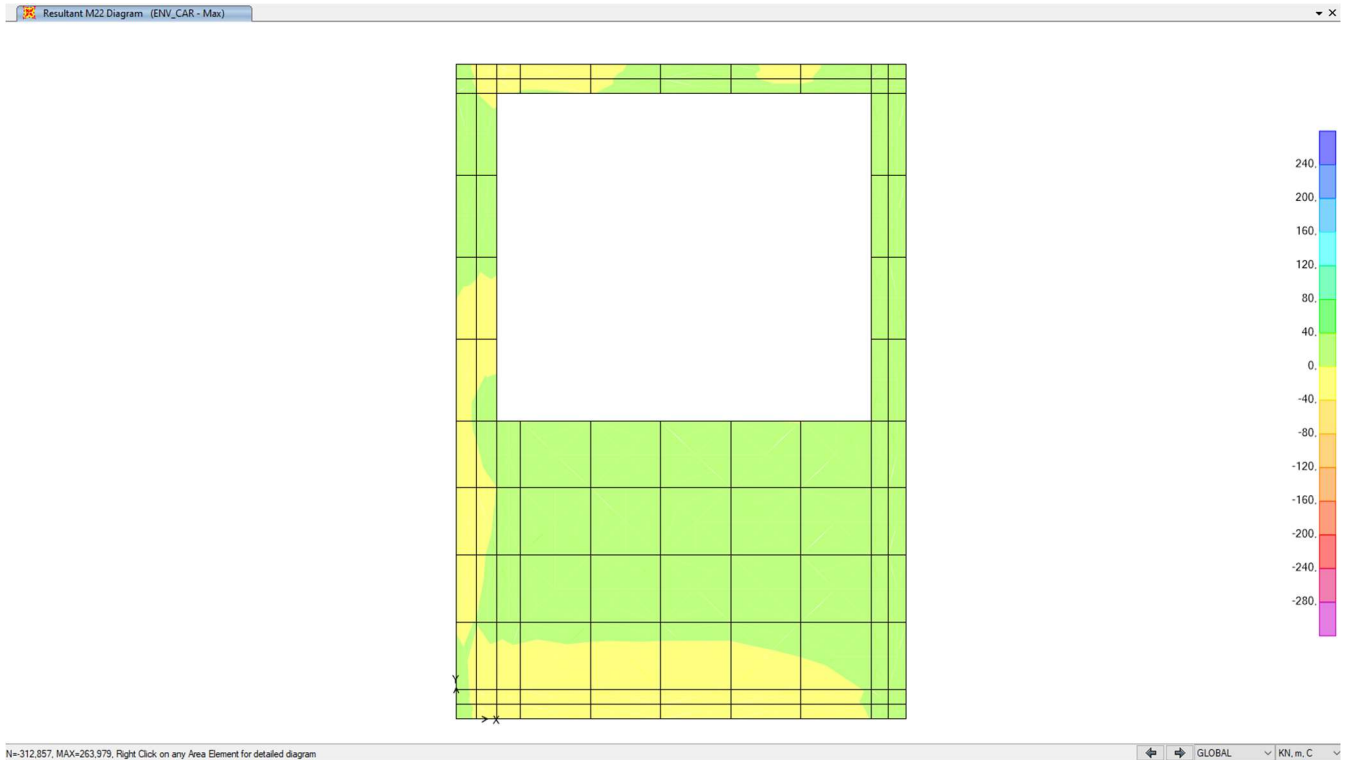
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

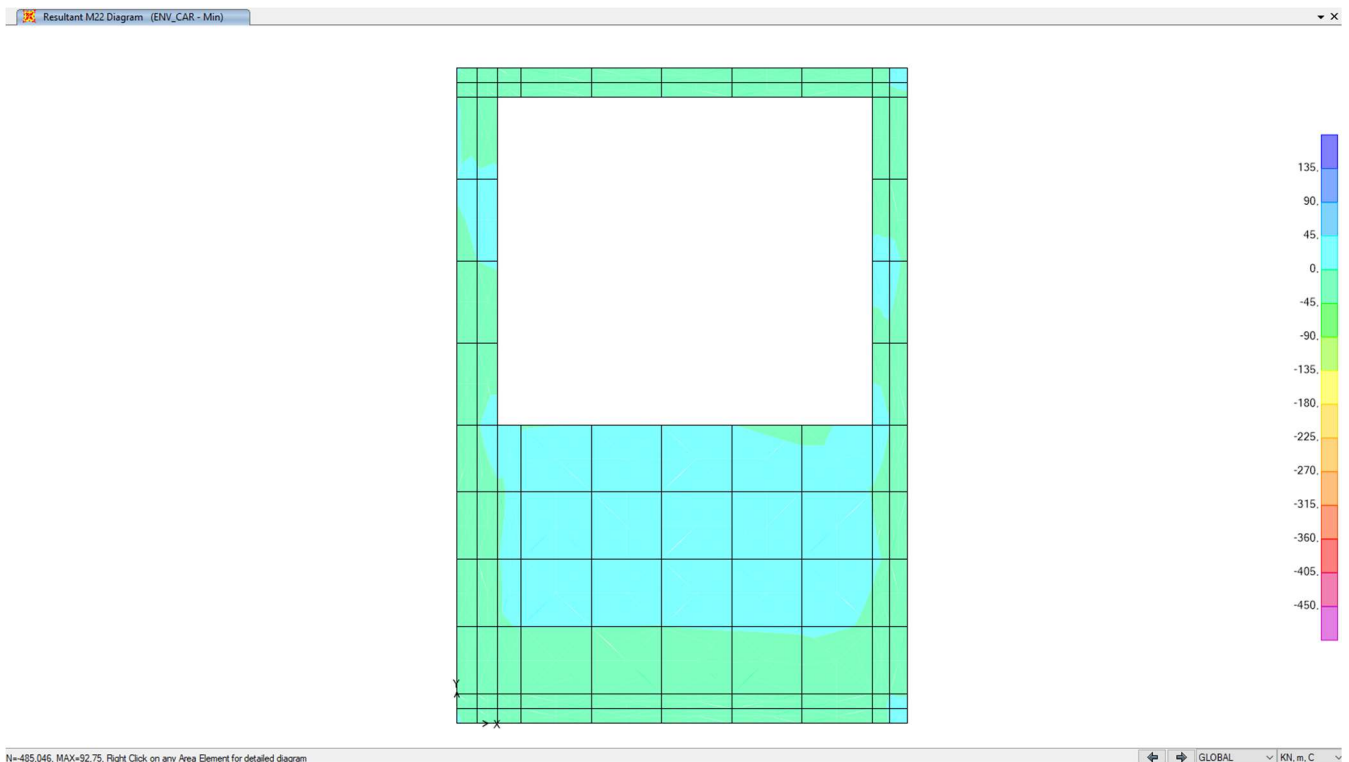
Rev.  
A

Foglio  
89 di 169

### 10.3.3.5. Inviluppo CAR – M22 – max



### 10.3.3.6. Inviluppo CAR – M22 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

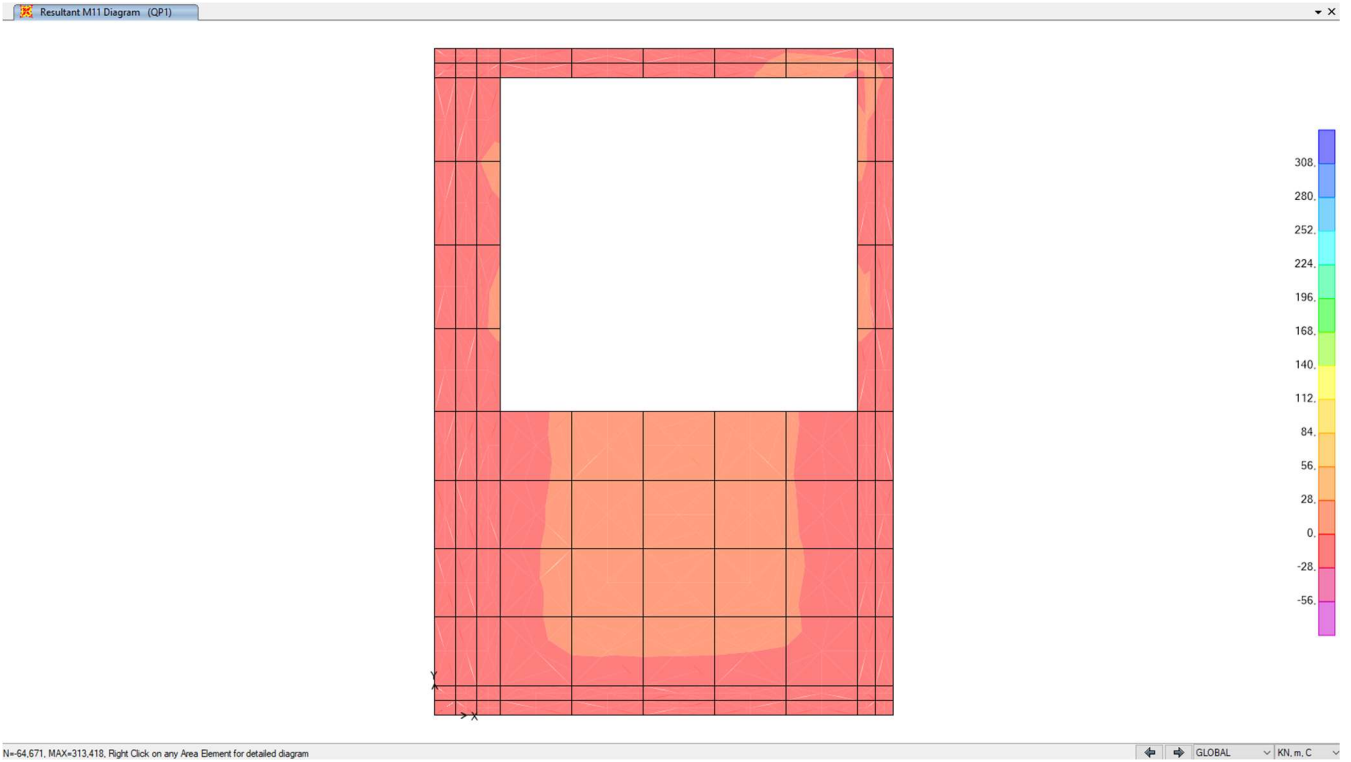
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

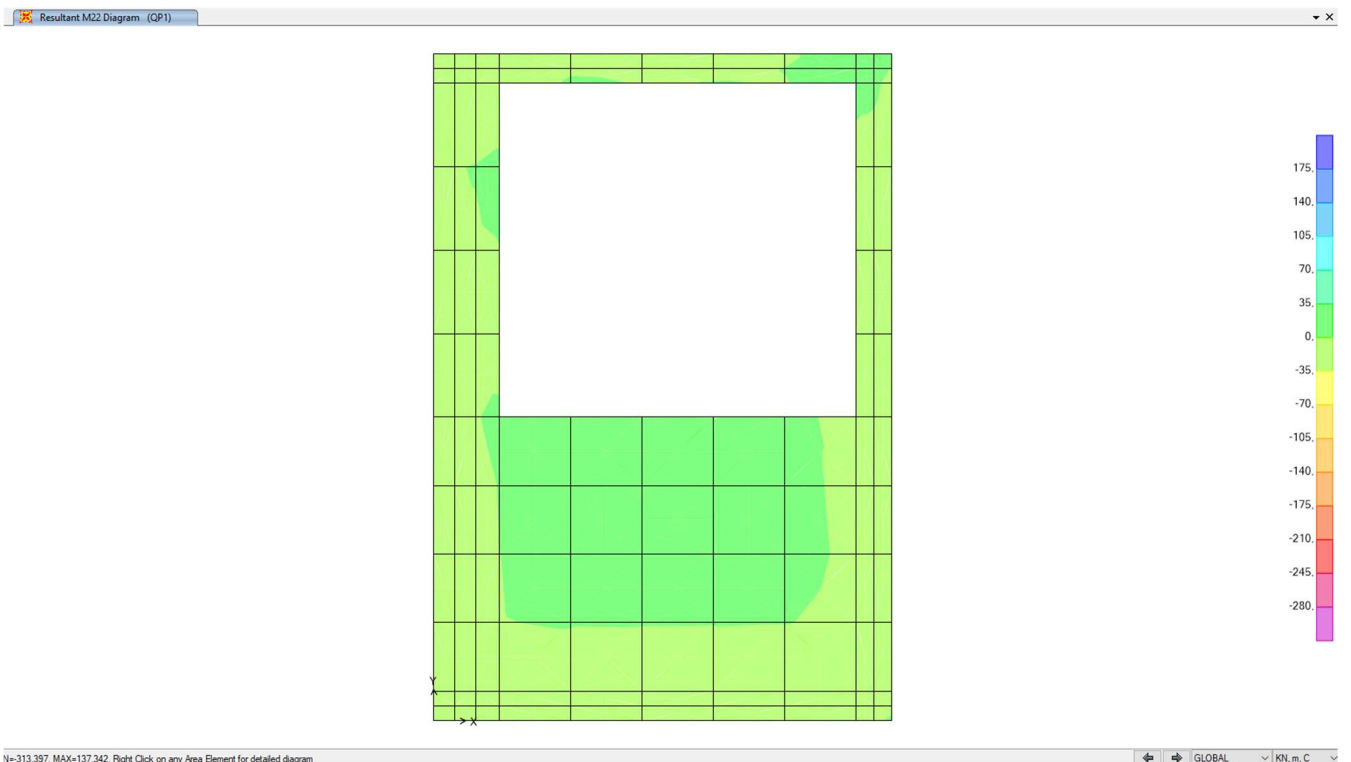
Foglio  
90 di 169

### 10.3.4. Involuppi soletta superiore

#### 10.3.4.1. Involuppo QP – M11



#### 10.3.4.2. Involuppo QP – M22



Doc. N.

Progetto  
INOR

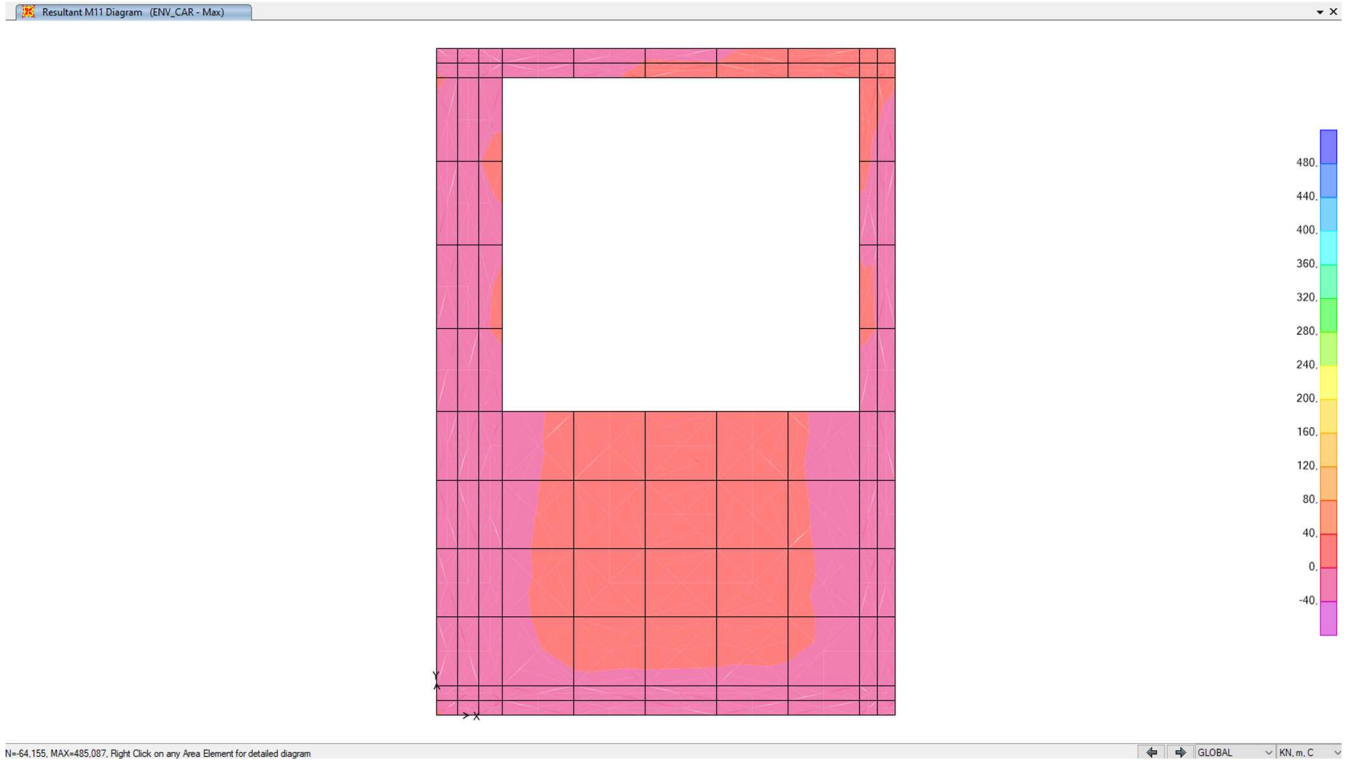
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

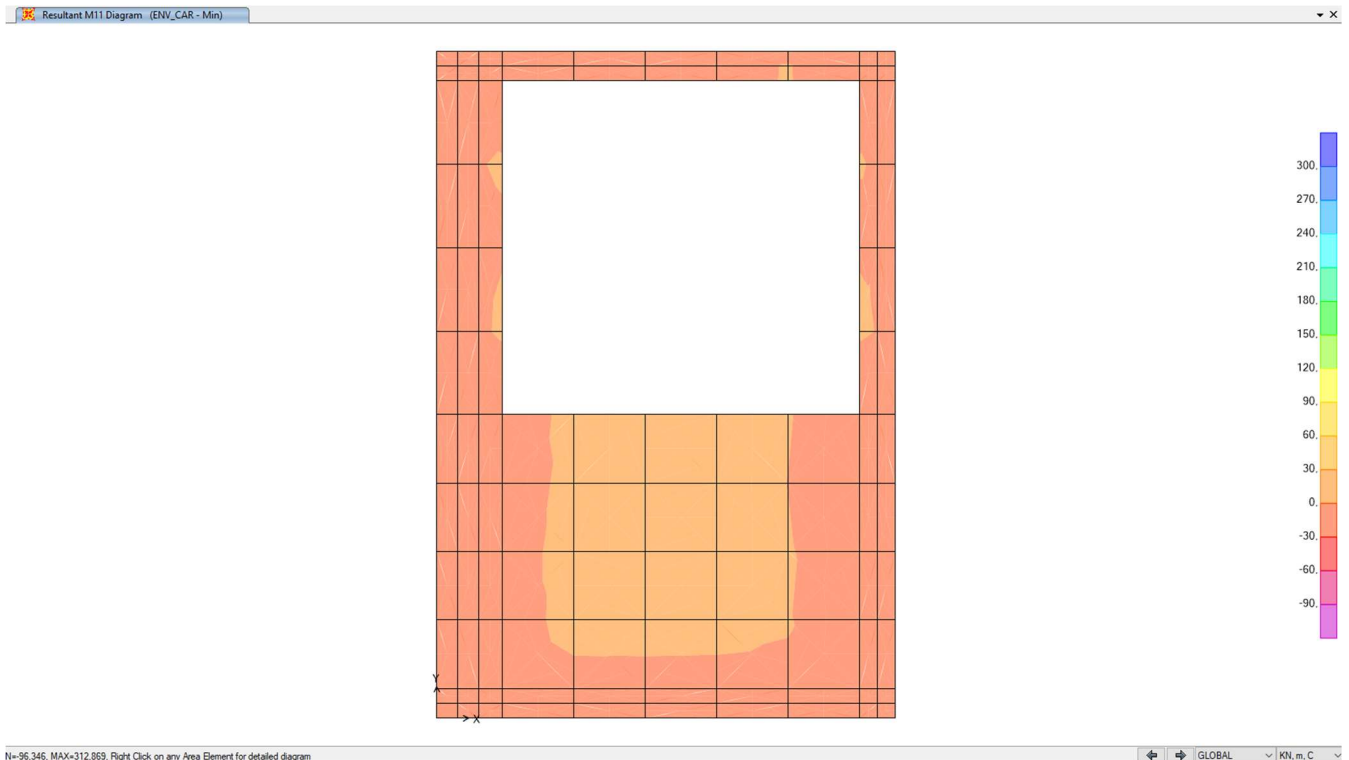
Rev.  
A

Foglio  
91 di 169

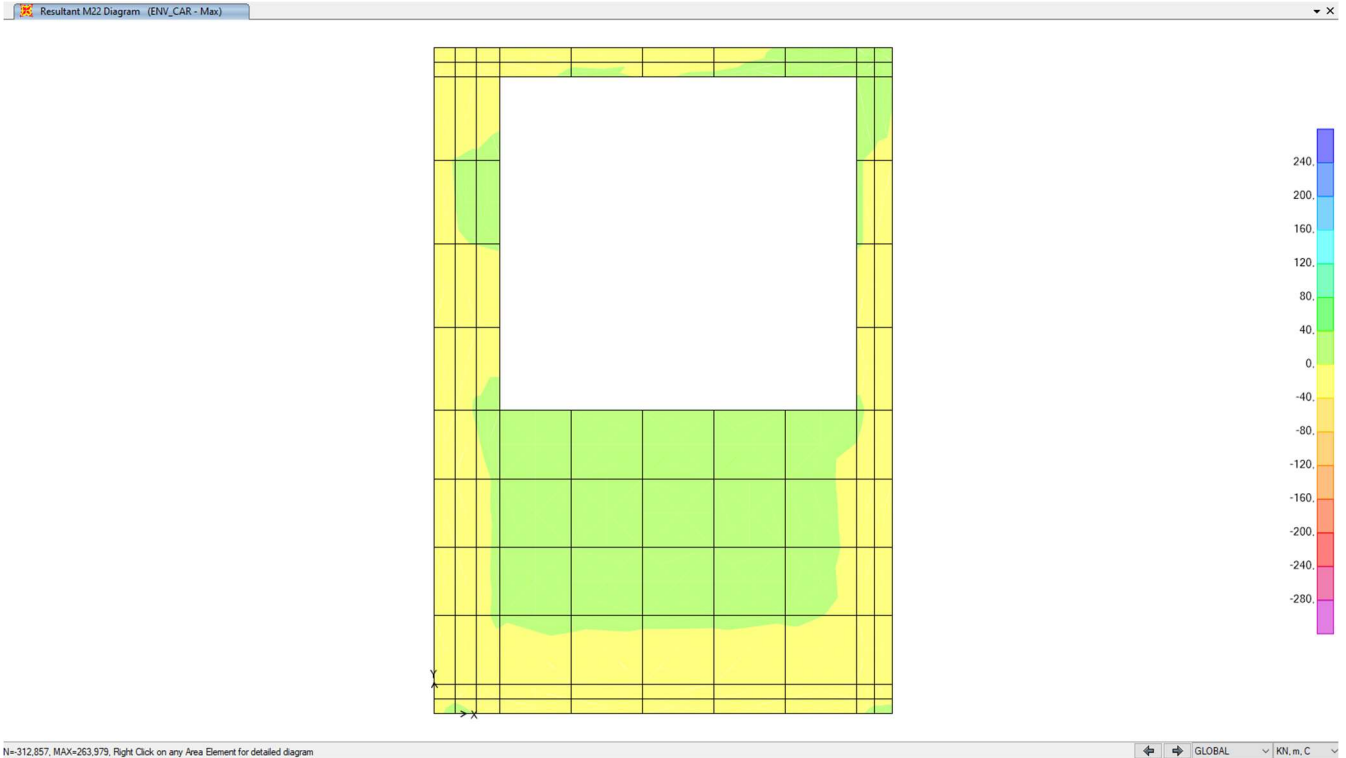
### 10.3.4.3. Inviluppo CAR – M11 – max



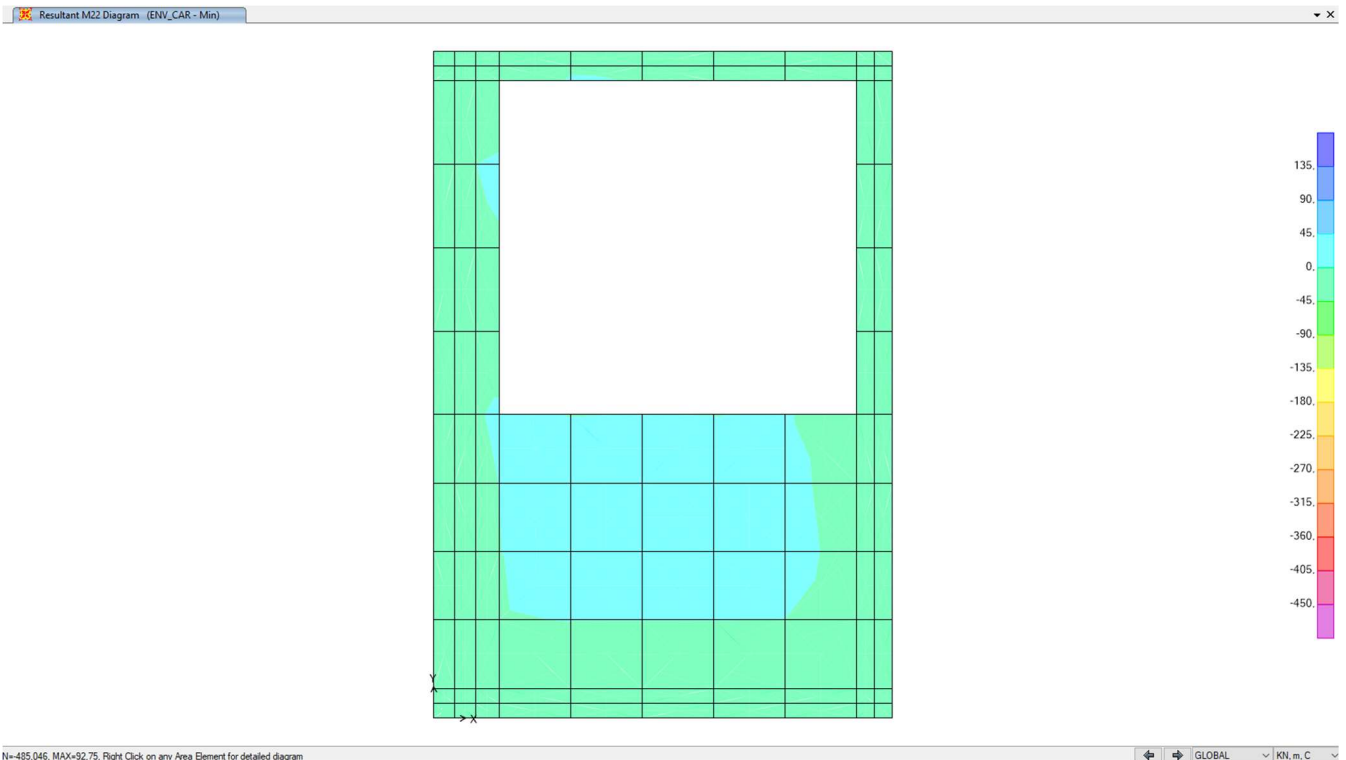
### 10.3.4.4. Inviluppo CAR – M11 – min



### 10.3.4.5. Inviluppo CAR – M22 – max



### 10.3.4.6. Inviluppo CAR – M22 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

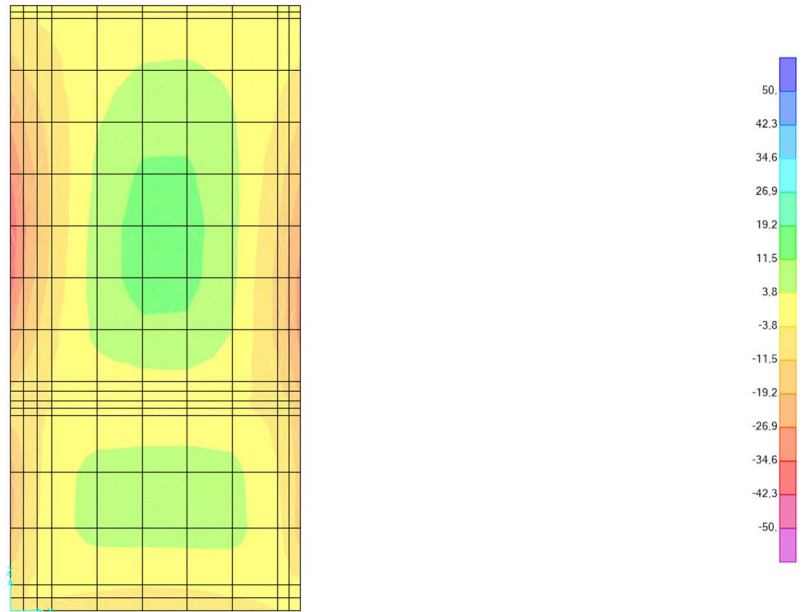
Rev.  
A

Foglio  
93 di 169

### 10.3.5. Inviluppi parete est

#### 10.3.5.1. Inviluppo QP – M11

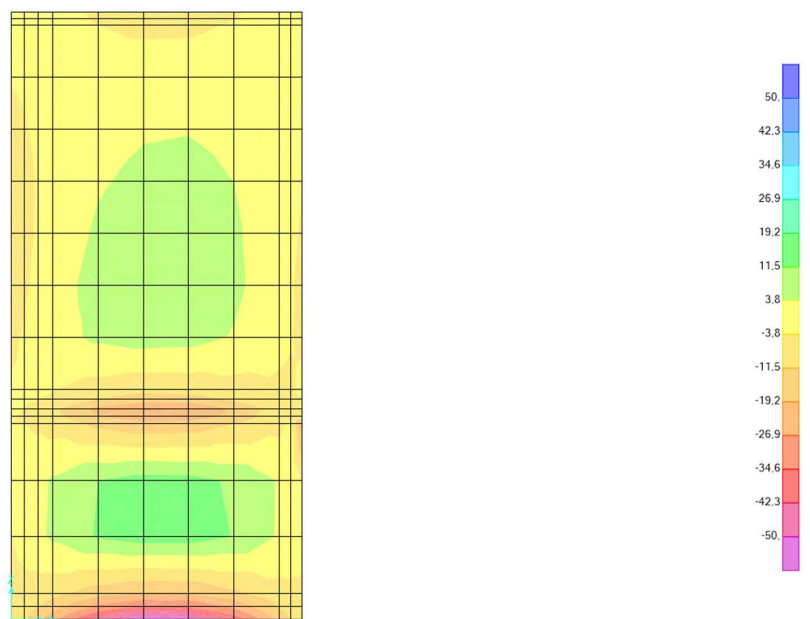
Resultant M11 Diagram (QP1) x



N=64.671, MAX=313.418, Right Click on any Area Element for detailed diagram GLOBAL KN, m, C

#### 10.3.5.2. Inviluppo QP – M22

Resultant M22 Diagram (QP1) x



N=313.397, MAX=137.342, Right Click on any Area Element for detailed diagram GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

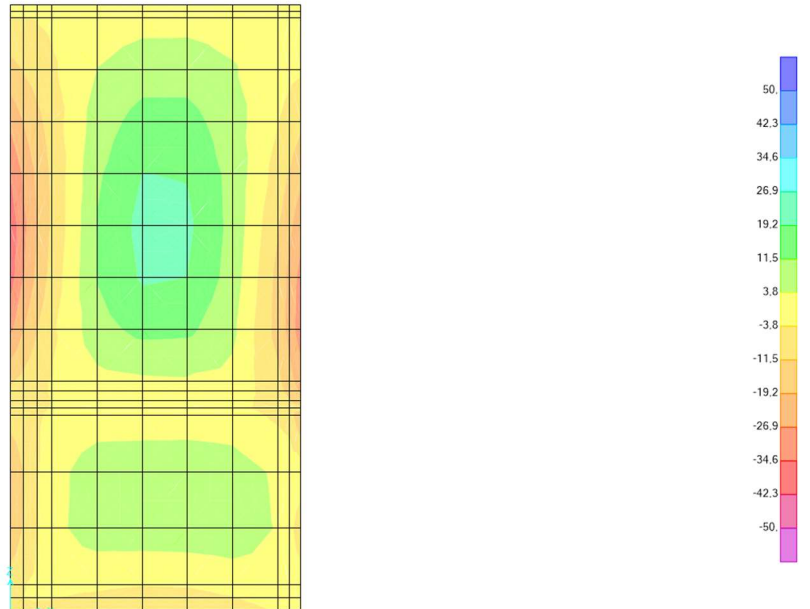
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
94 di 169

### 10.3.5.3. Inviluppo CAR – M11 – max

Resultant M11 Diagram (ENV\_CAR - Max) x

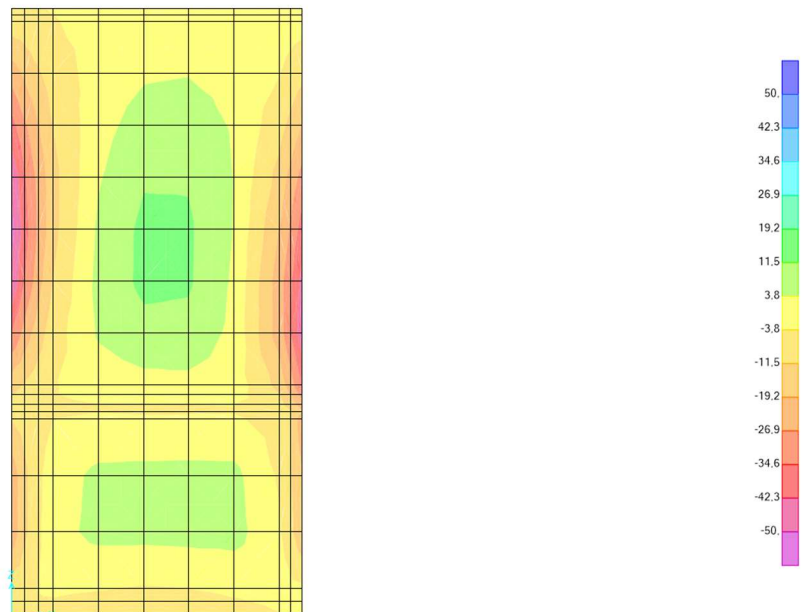


N=64,155, MAX=485,087, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.3.5.4. Inviluppo CAR – M11 – min

Resultant M11 Diagram (ENV\_CAR - Min) x



N=96,346, MAX=312,869, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

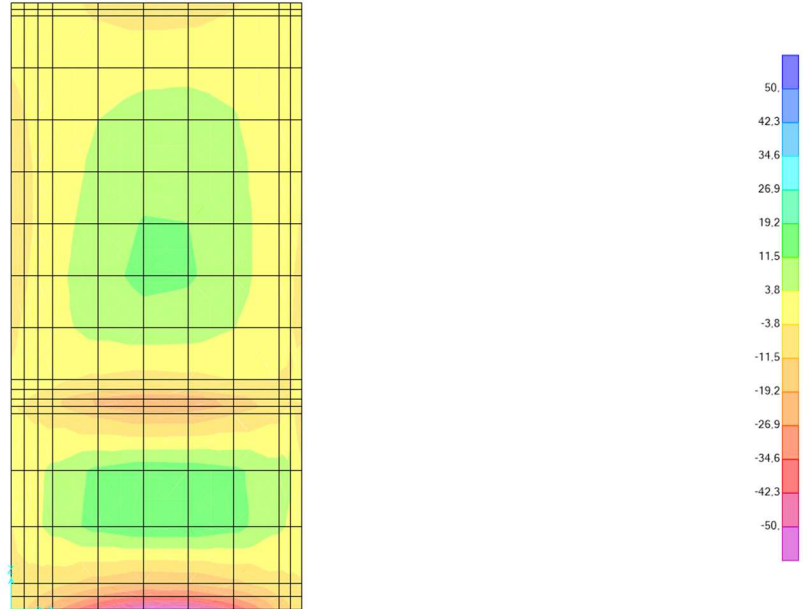
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
95 di 169

### 10.3.5.5. Inviluppo CAR – M22 – max

Resultant M22 Diagram (ENV\_CAR - Max)

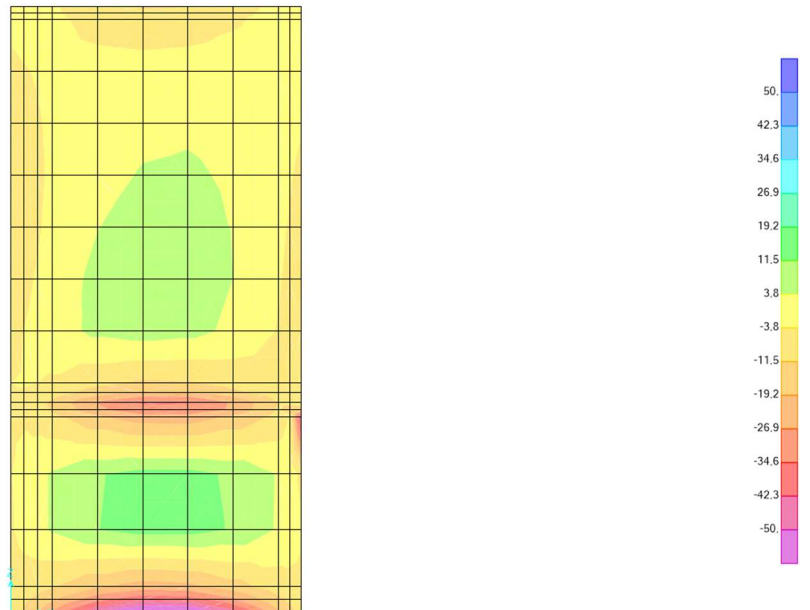


N=-312.857, MAX=263.979, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN.m.C

### 10.3.5.6. Inviluppo CAR – M22 – min

Resultant M22 Diagram (ENV\_CAR - Min)



N=-485.046, MAX=92.75, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN.m.C

Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

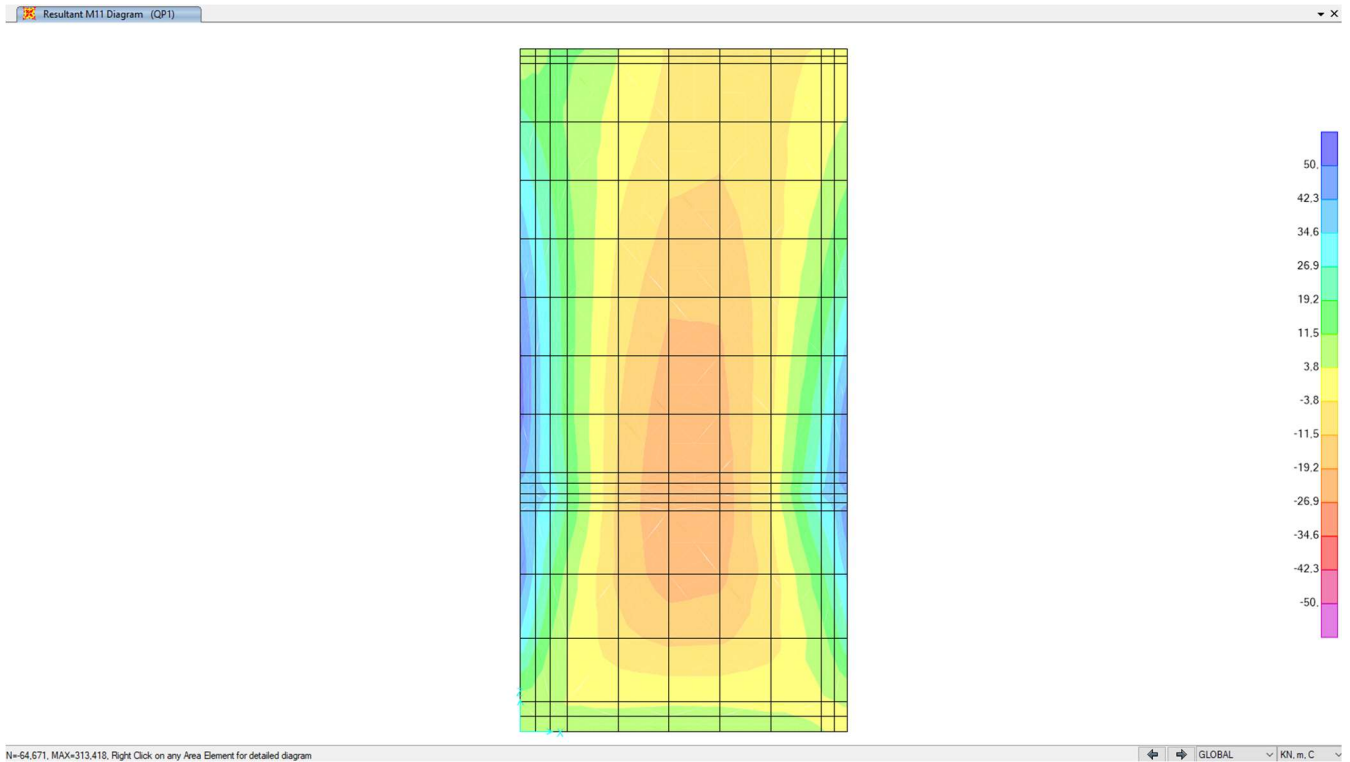
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

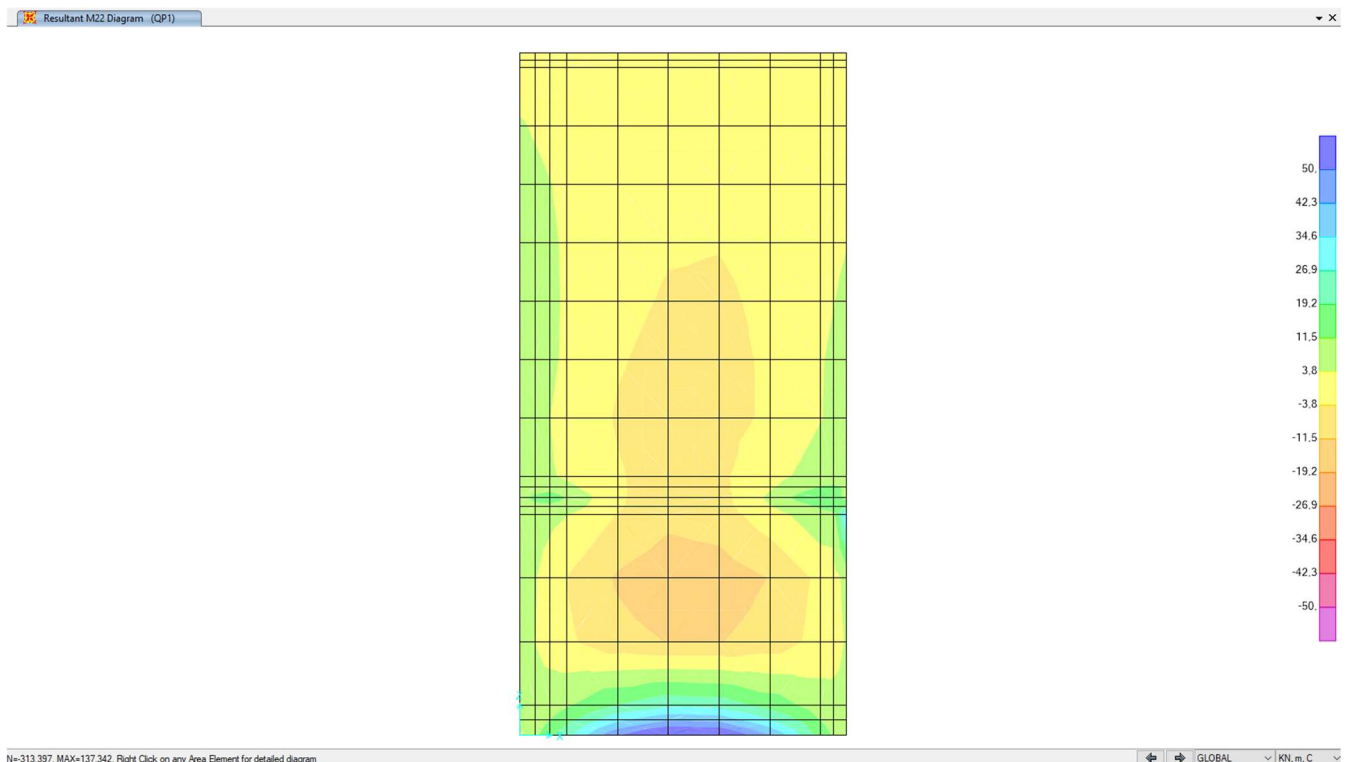
Foglio  
96 di 169

### 10.3.6. Inviluppi parete ovest

#### 10.3.6.1. Inviluppo QP – M11



#### 10.3.6.2. Inviluppo QP – M22





Doc. N.

Progetto  
INOR

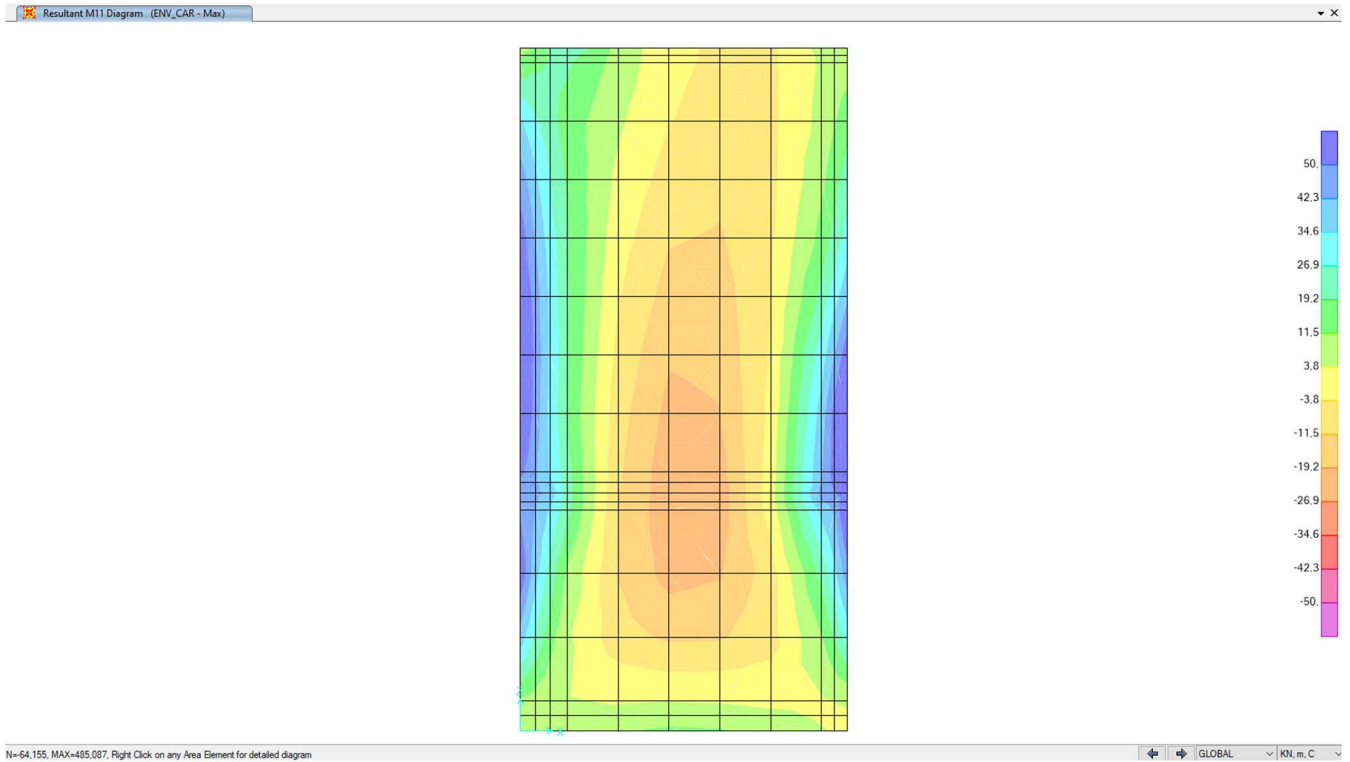
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

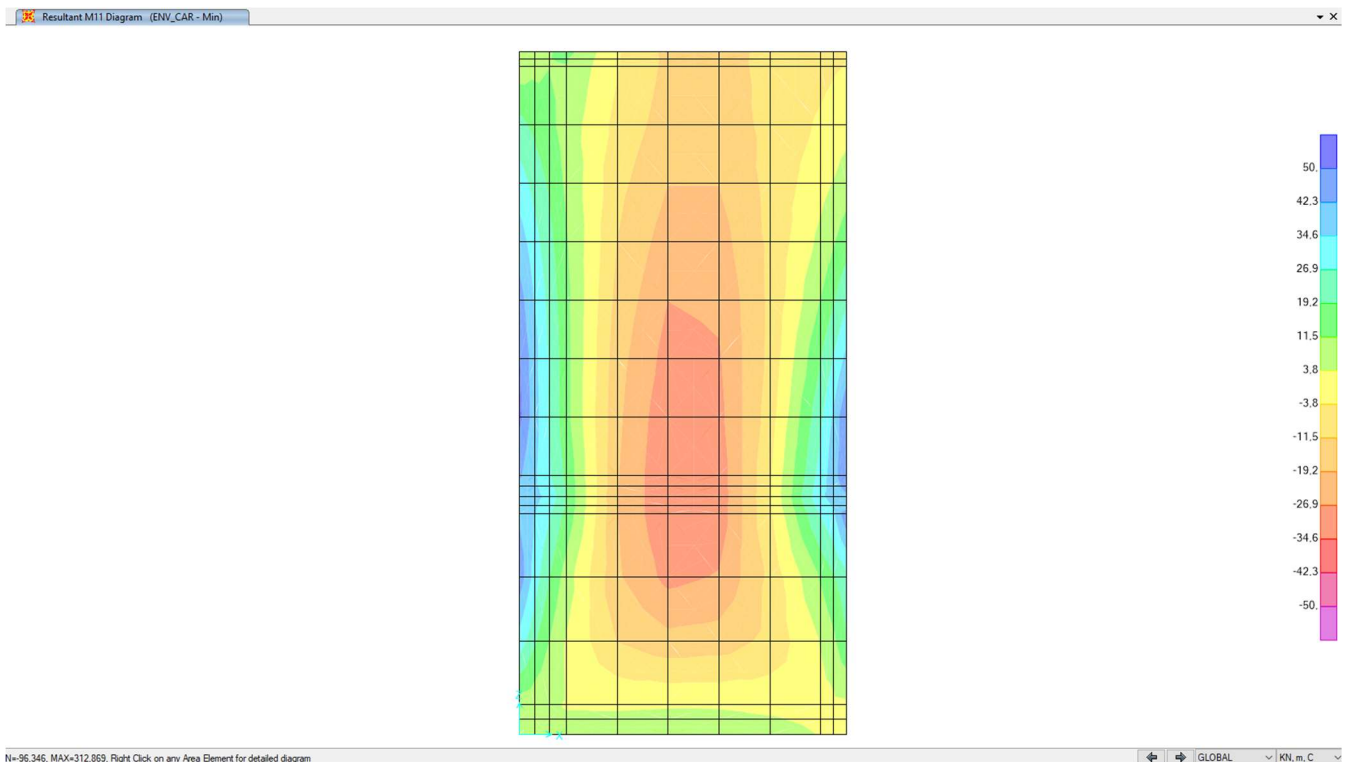
Rev.  
A

Foglio  
97 di 169

### 10.3.6.3. Inviluppo CAR – M11 – max



### 10.3.6.4. Inviluppo CAR – M11 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

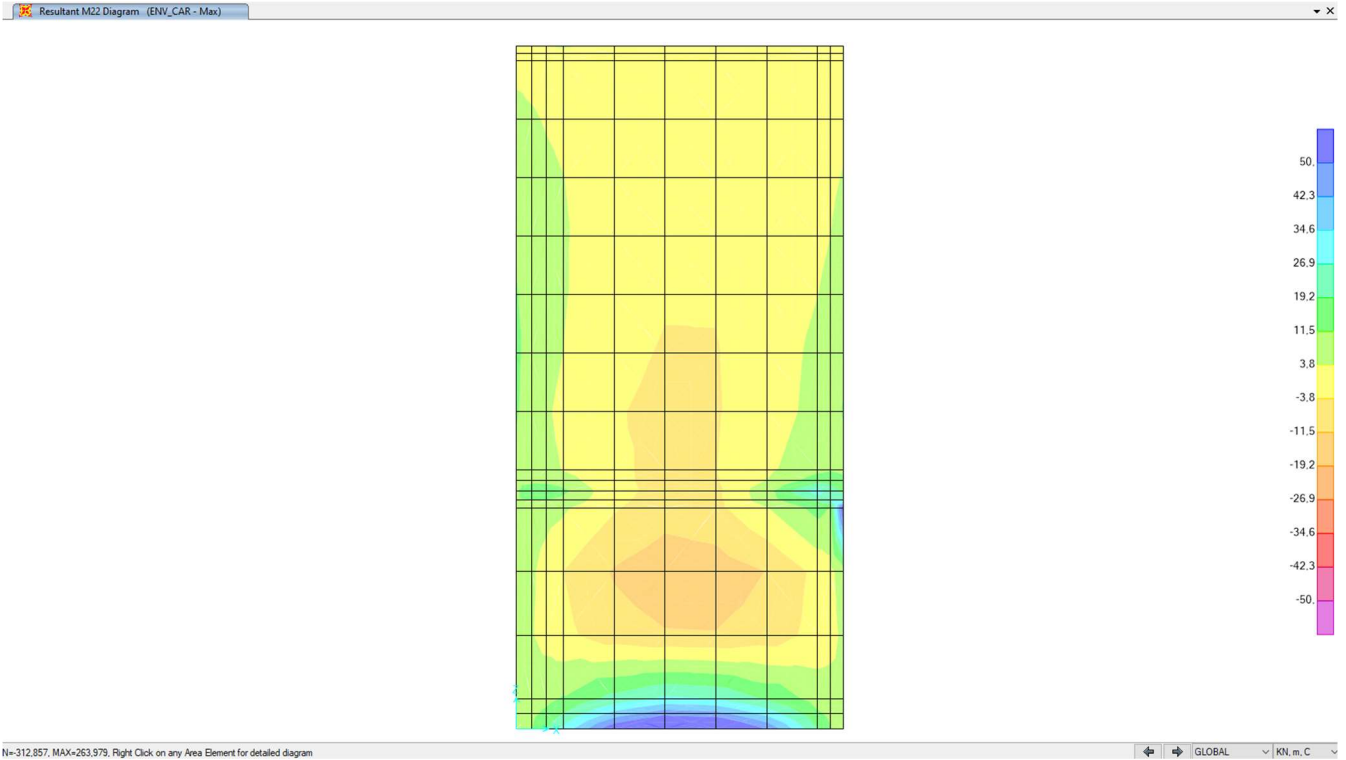
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

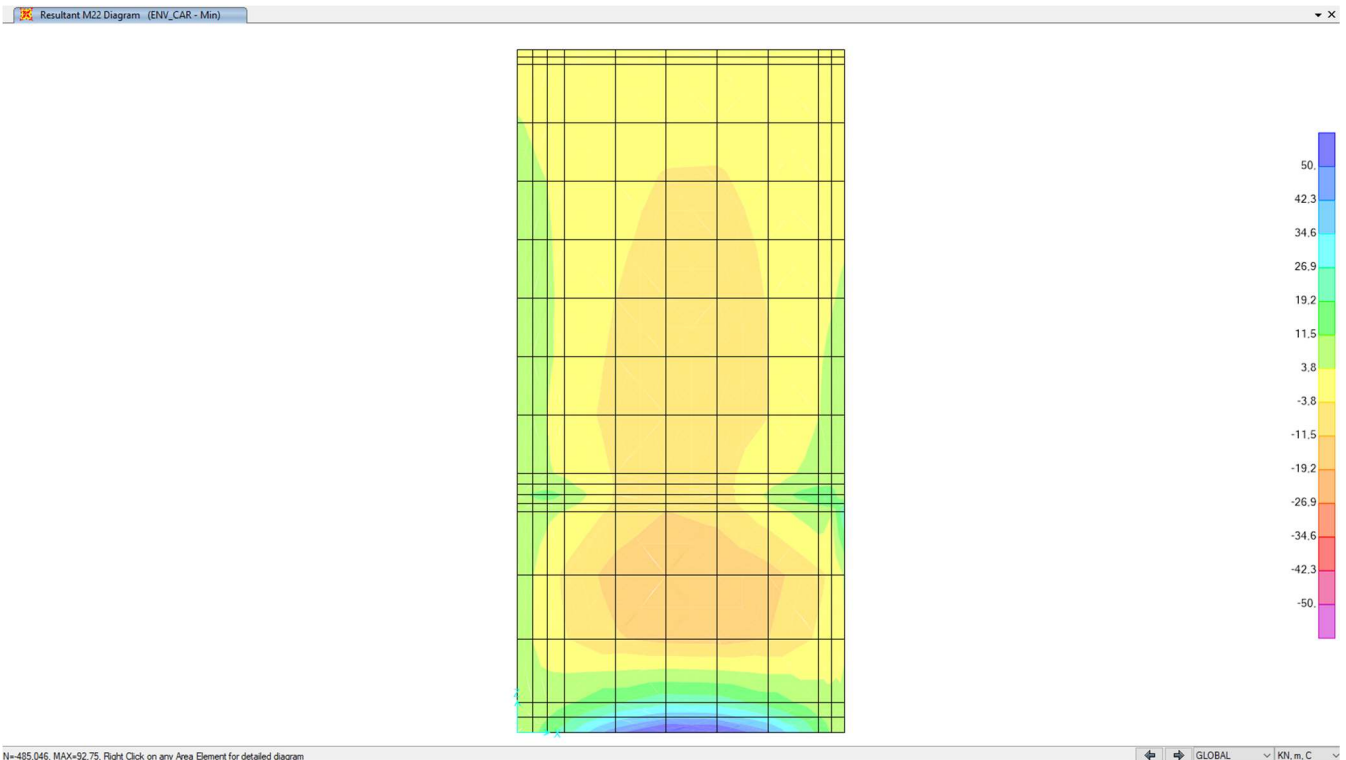
Rev.  
A

Foglio  
98 di 169

### 10.3.6.5. Inviluppo CAR – M22 – max



### 10.3.6.6. Inviluppo CAR – M22 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

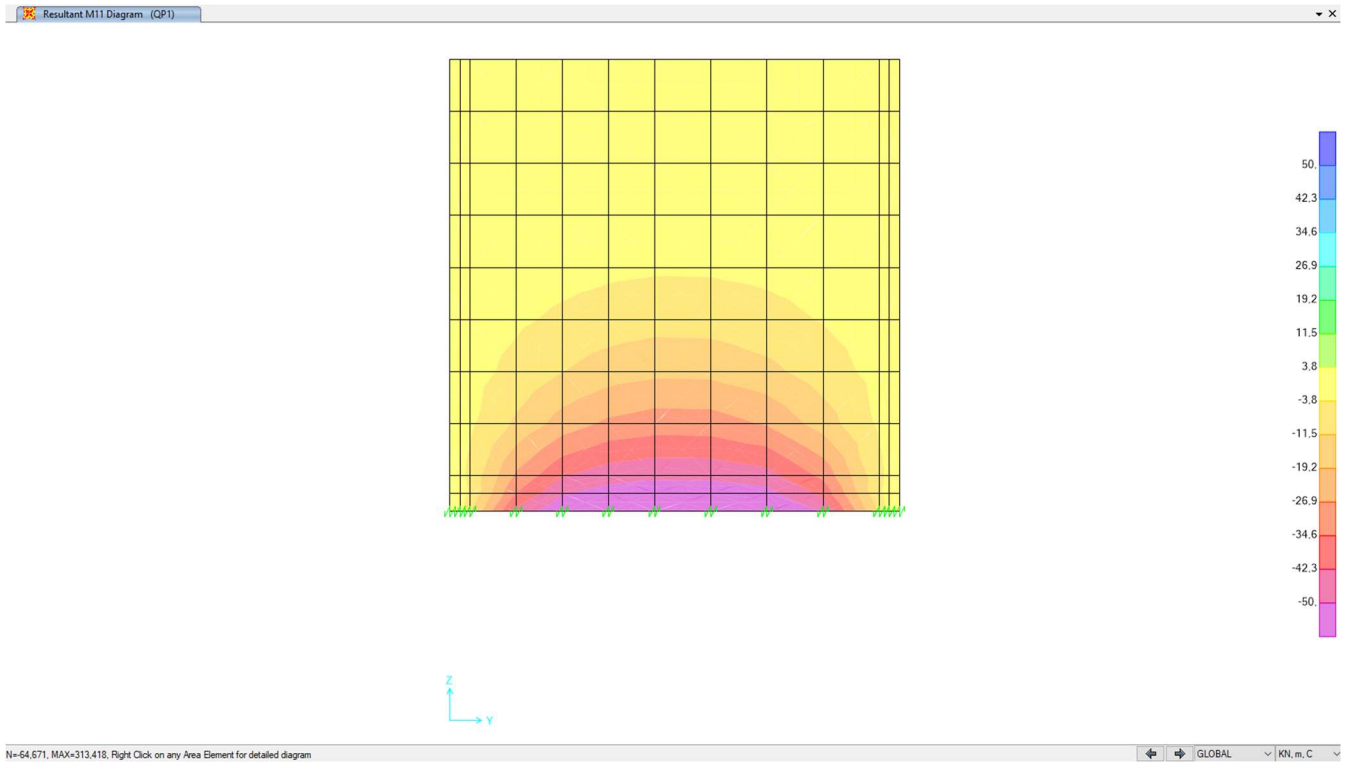
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

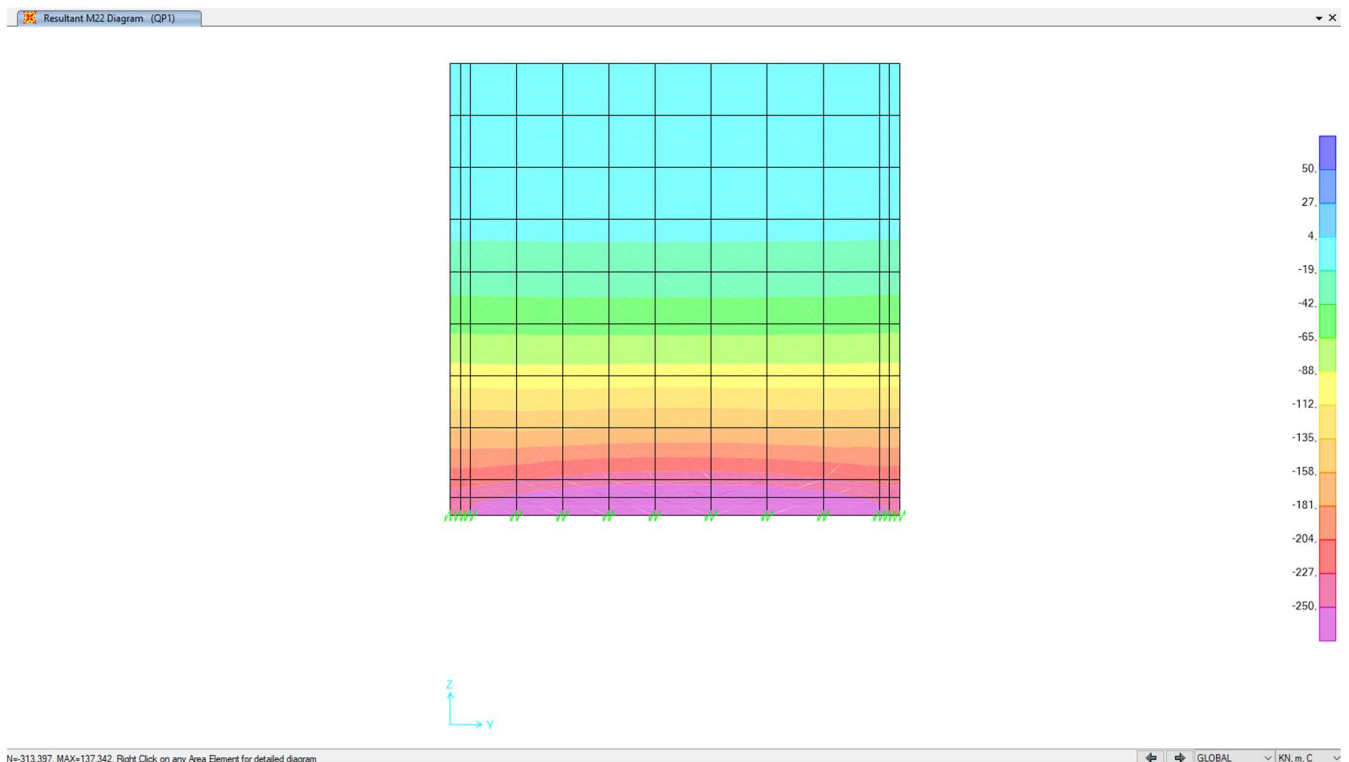
Foglio  
99 di 169

### 10.3.7. Involuppi parete nord

#### 10.3.7.1. Involuppo QP – M11



#### 10.3.7.2. Involuppo QP – M22



Doc. N.

Progetto  
INOR

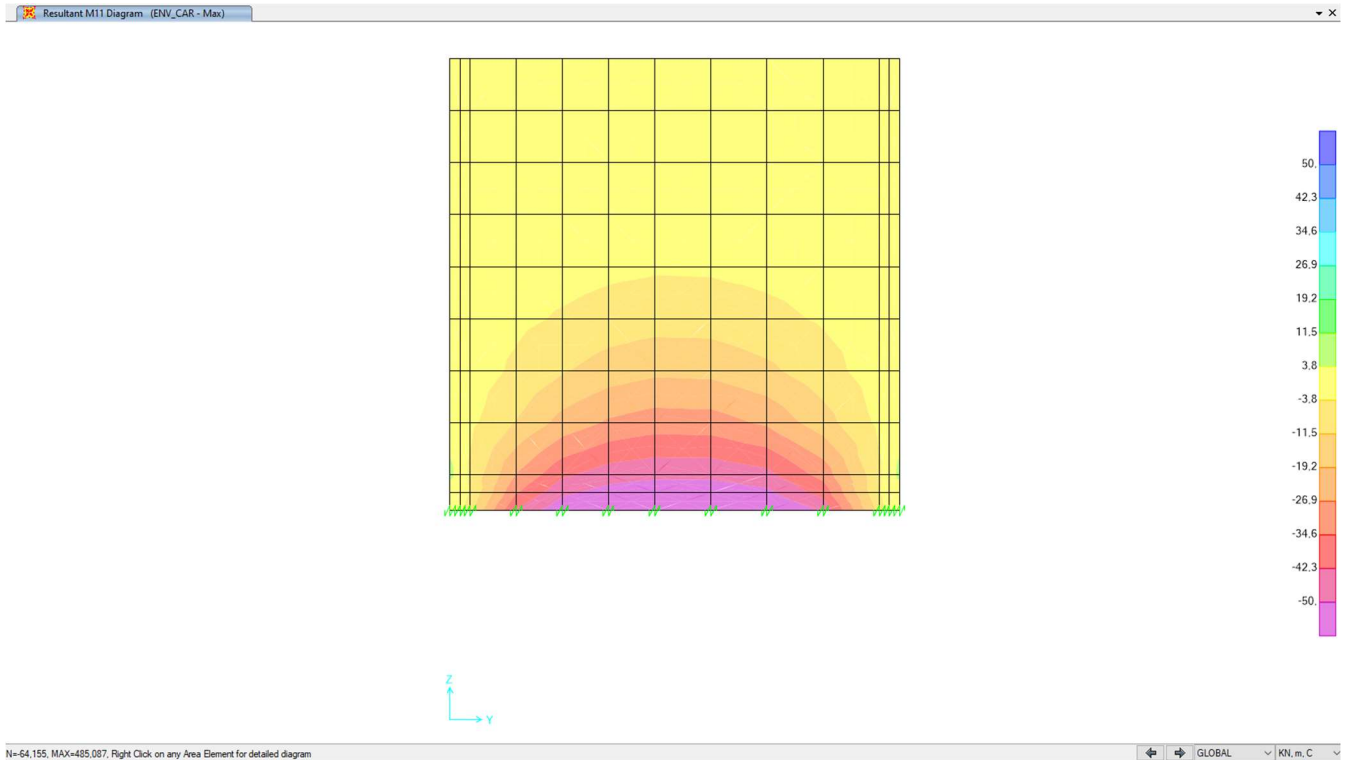
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

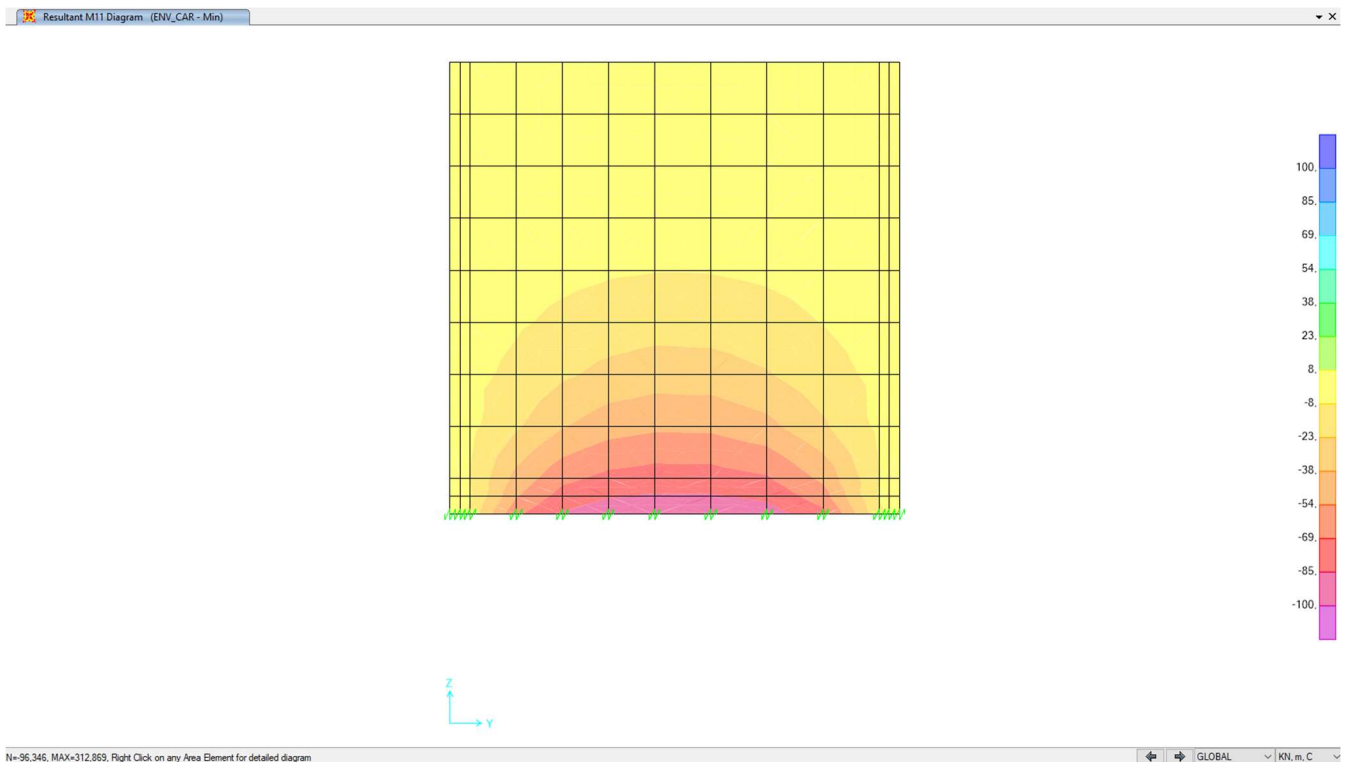
Rev.  
A

Foglio  
100 di 169

### 10.3.7.3. Inviluppo CAR – M11 – max



### 10.3.7.4. Inviluppo CAR – M11 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

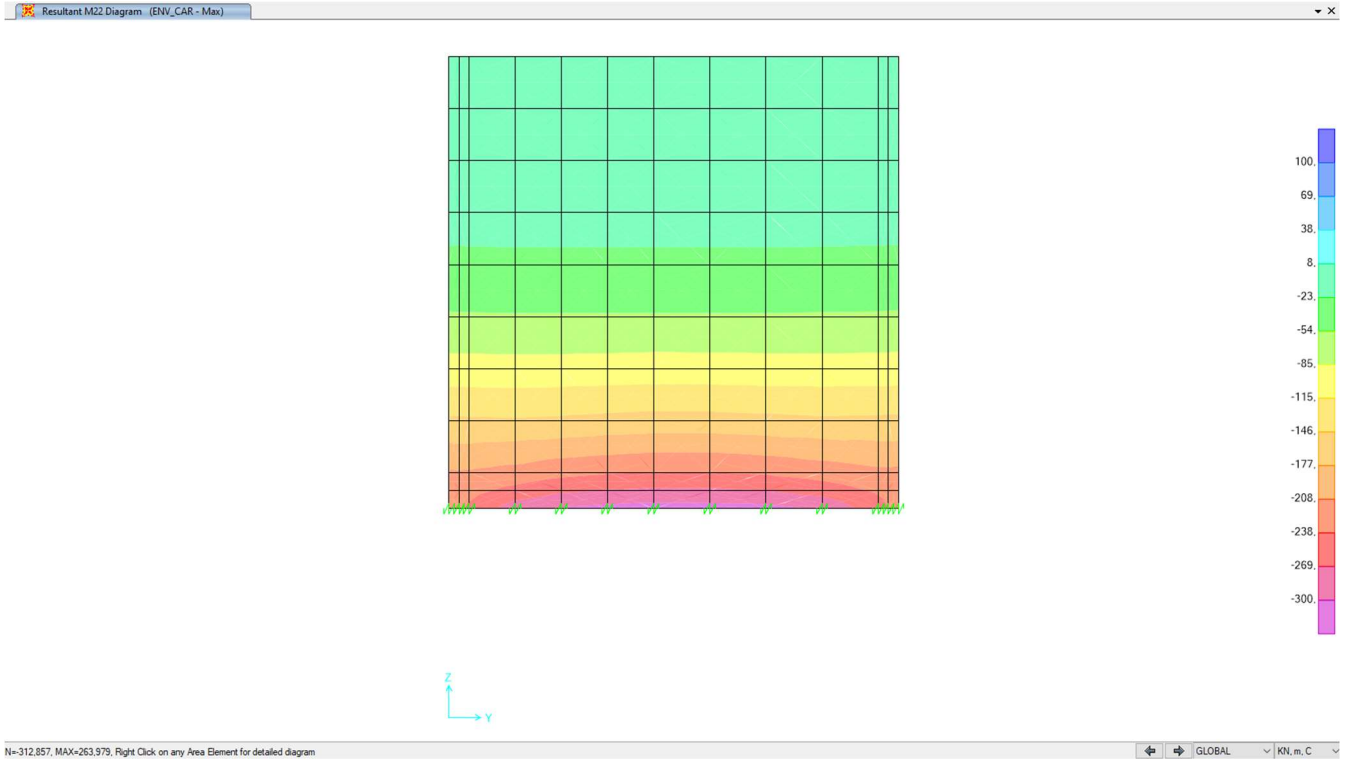
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

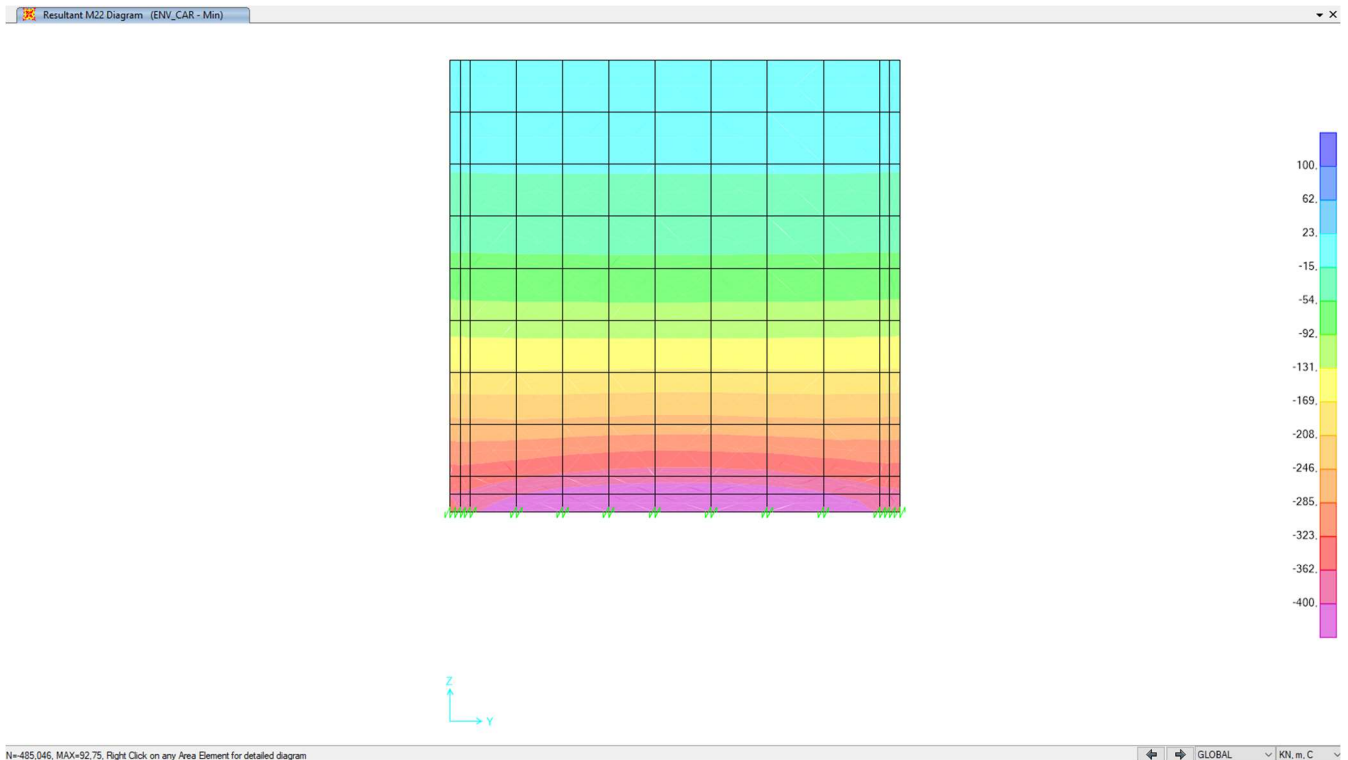
Rev.  
A

Foglio  
101 di 169

### 10.3.7.5. Inviluppo CAR – M22 – max



### 10.3.7.6. Inviluppo CAR – M22 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

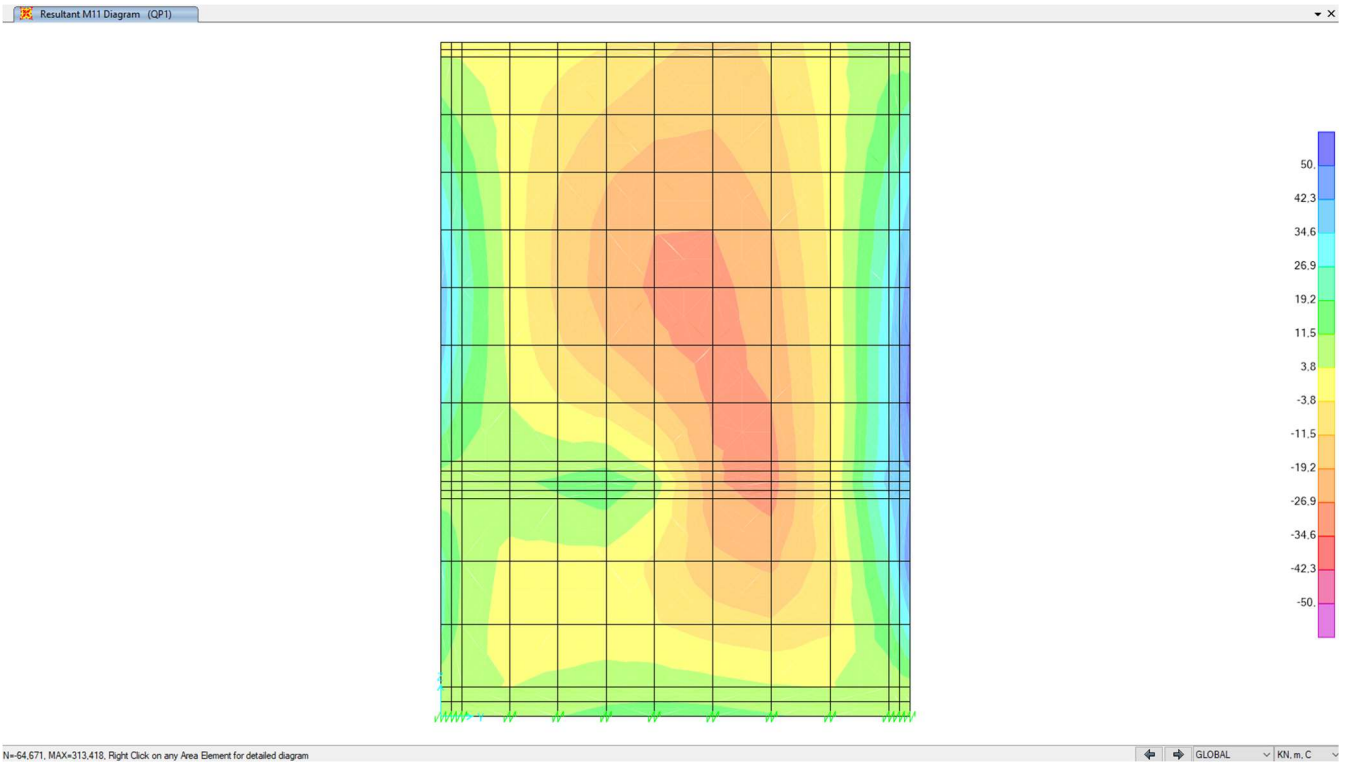
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

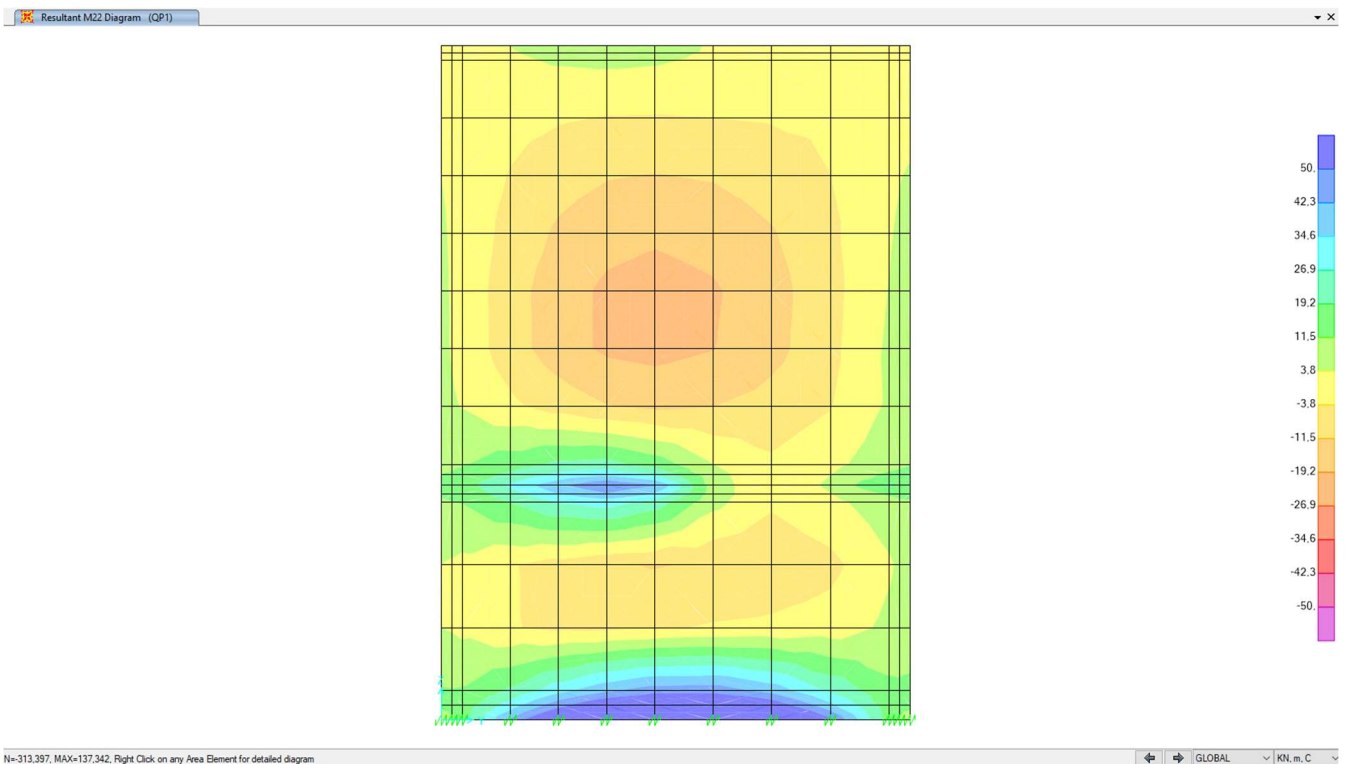
Foglio  
102 di 169

### 10.3.8. Inviluppi parete sud

#### 10.3.8.1. Inviluppo QP – M11



#### 10.3.8.2. Inviluppo QP – M22



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

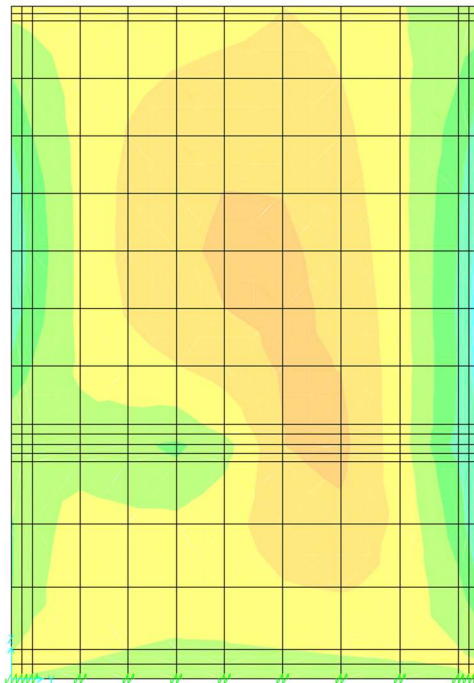
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
103 di 169

### 10.3.8.3. Inviluppo CAR – M11 – max

Resultant M11 Diagram (ENV\_CAR - Max)

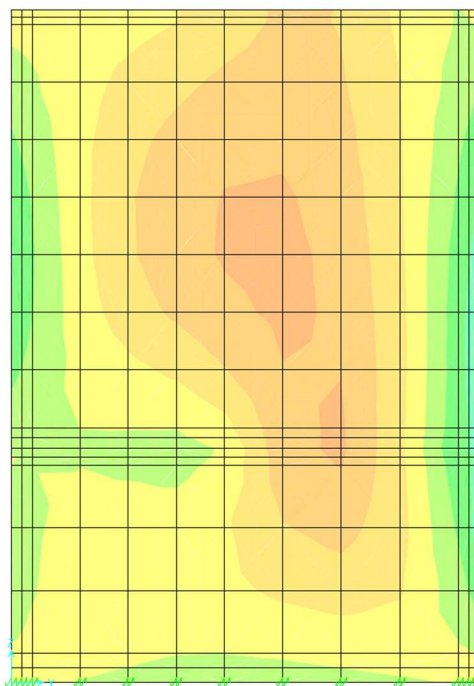


N=-64,155, MAX=485,087, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.3.8.4. Inviluppo CAR – M11 – min

Resultant M11 Diagram (ENV\_CAR - Min)



N=-96,346, MAX=312,869, Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

Doc. N.

Progetto  
INOR

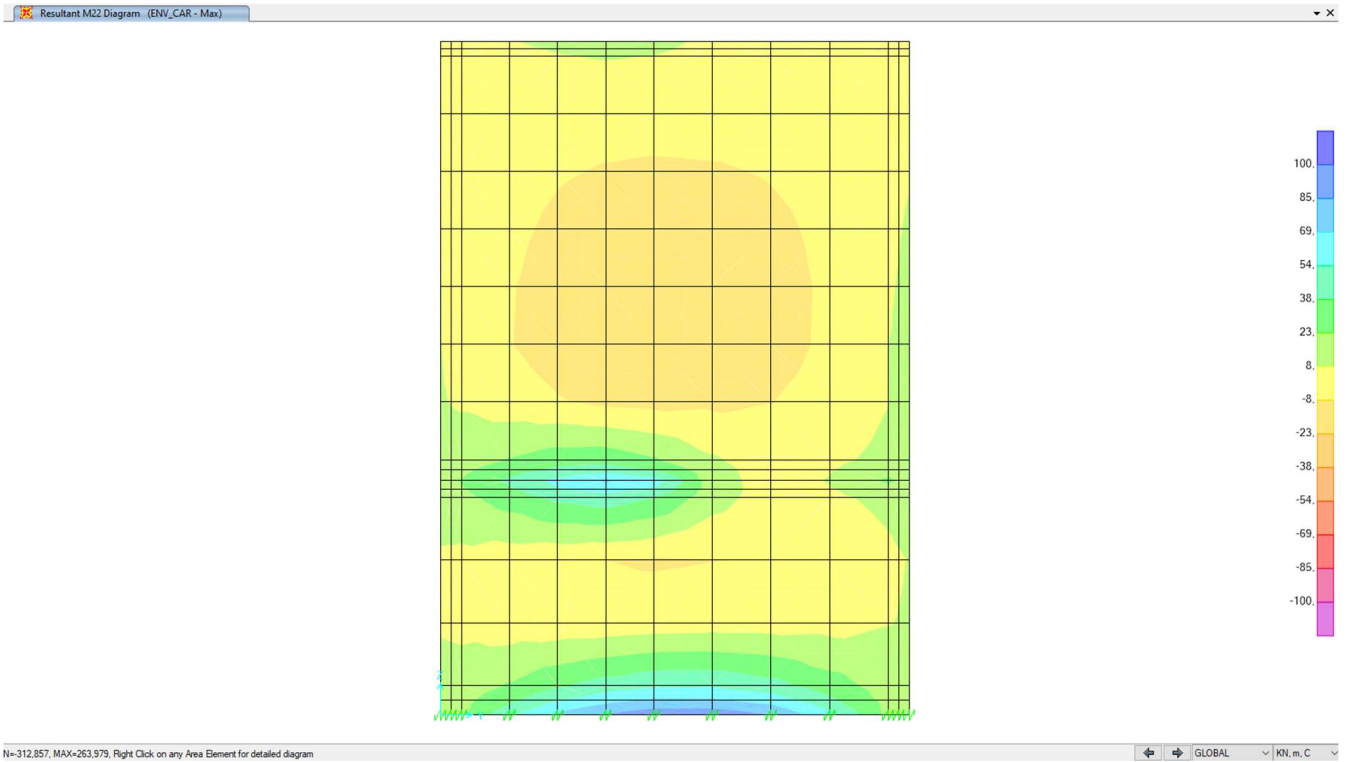
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

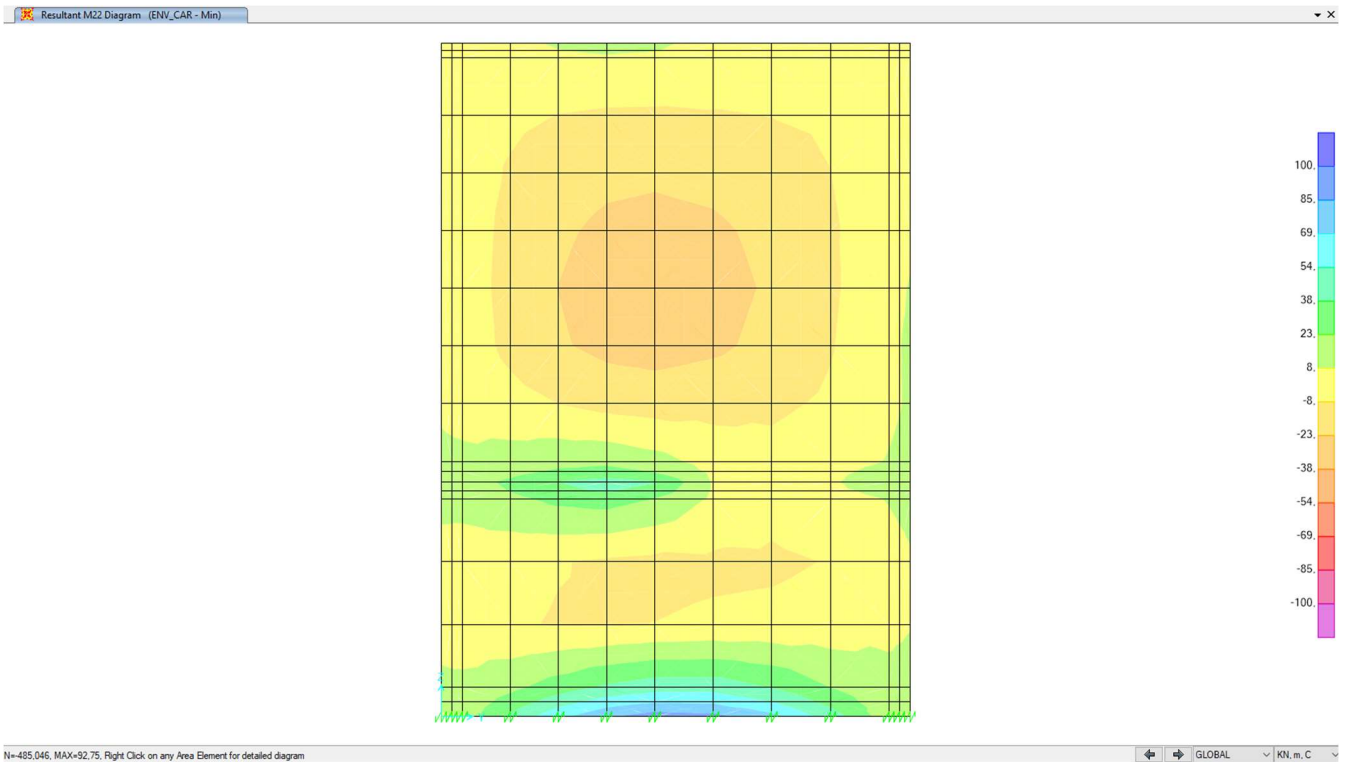
Rev.  
A

Foglio  
104 di 169

10.3.8.5. Inviluppo CAR – M22 – max



10.3.8.6. Inviluppo CAR – M22 – min

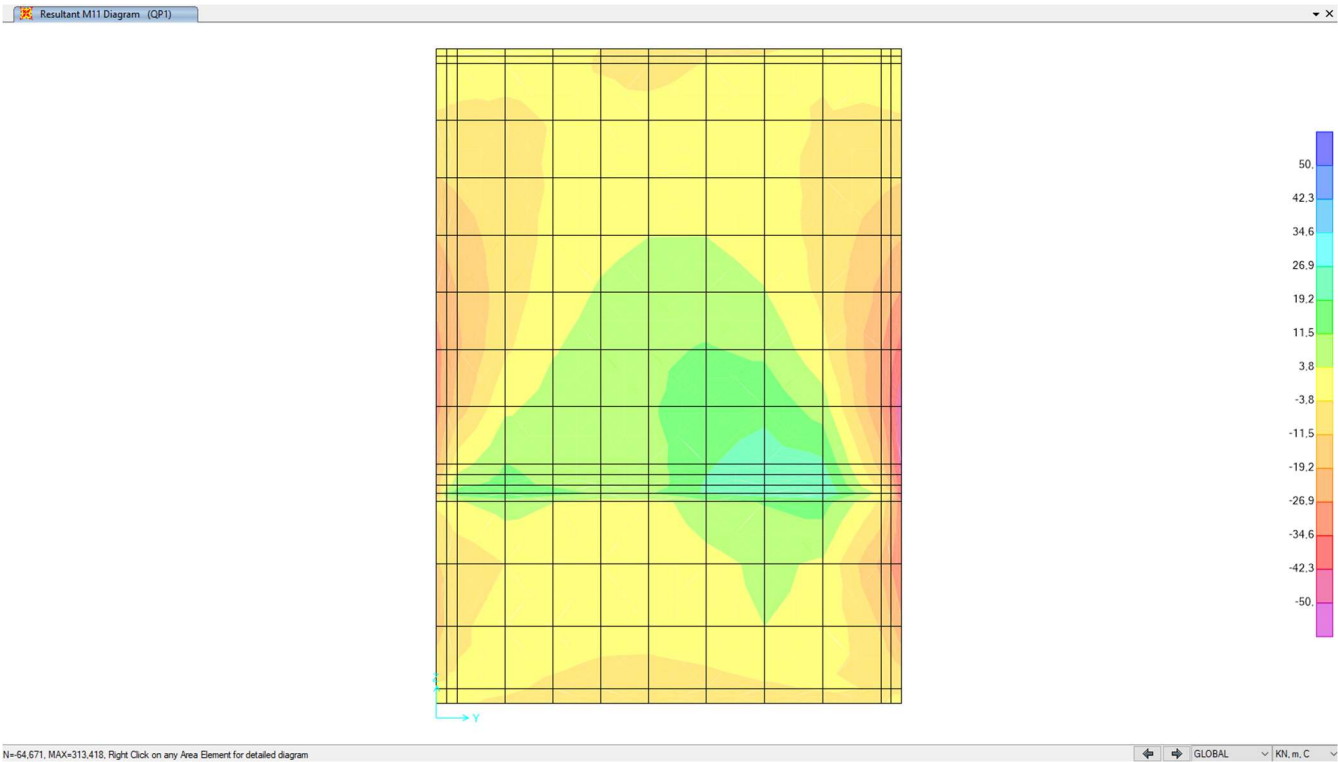




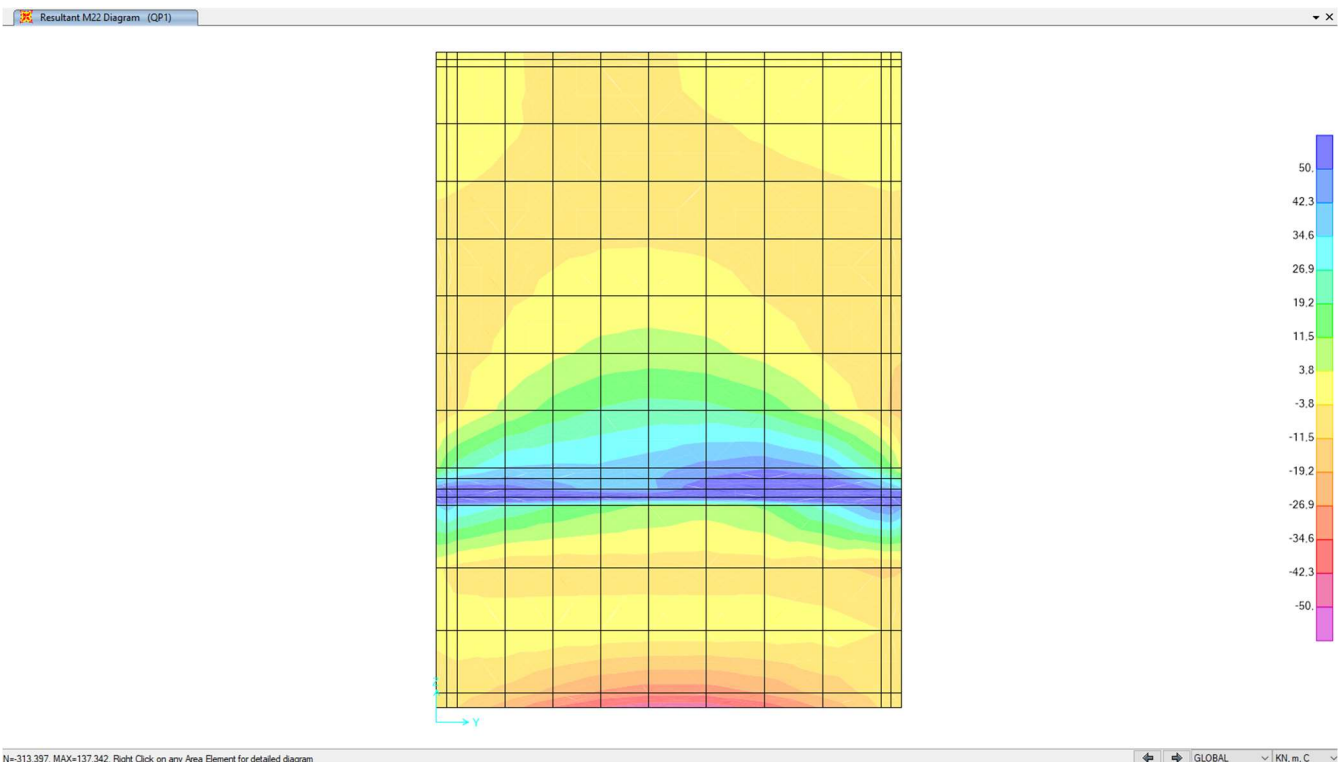
Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 12	Codifica Documento E E2 CL SLA9 C0 002	Rev. A	Foglio 105 di 169
---------	------------------	-------------	---	-----------	----------------------

### 10.3.9. Involuppi parete centrale

#### 10.3.9.1. Involuppo QP – M11



#### 10.3.9.2. Involuppo QP – M22



Doc. N.

Progetto  
INOR

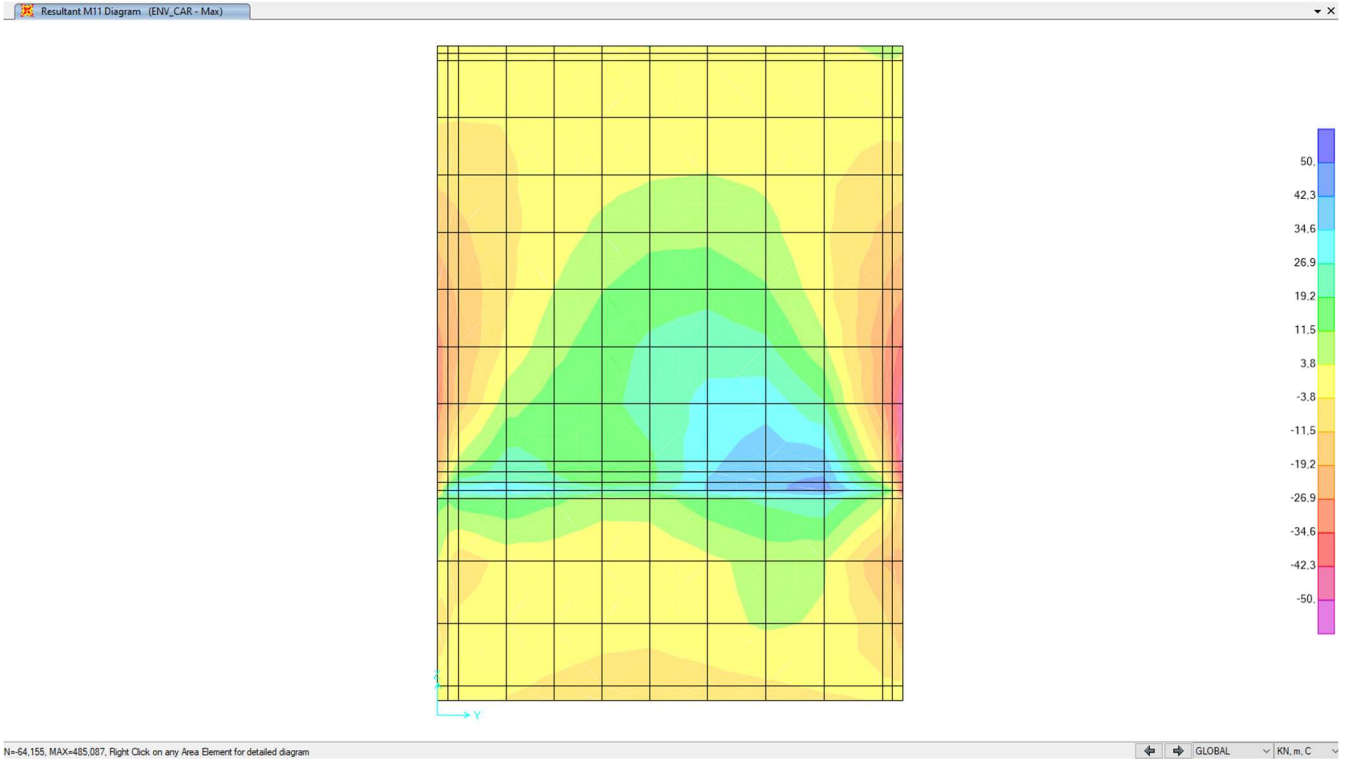
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

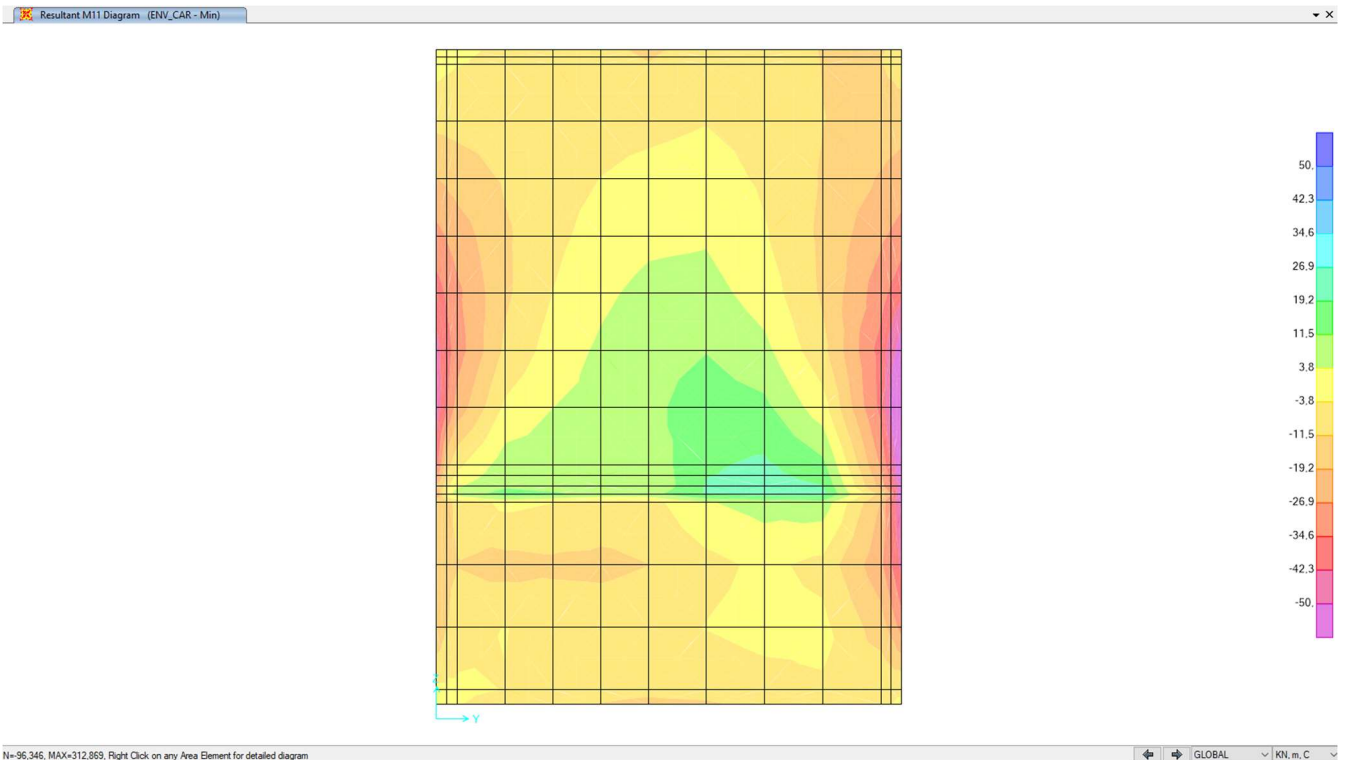
Rev.  
A

Foglio  
106 di 169

### 10.3.9.3. Inviluppo CAR – M11 – max



### 10.3.9.4. Inviluppo CAR – M11 – min



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

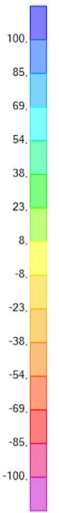
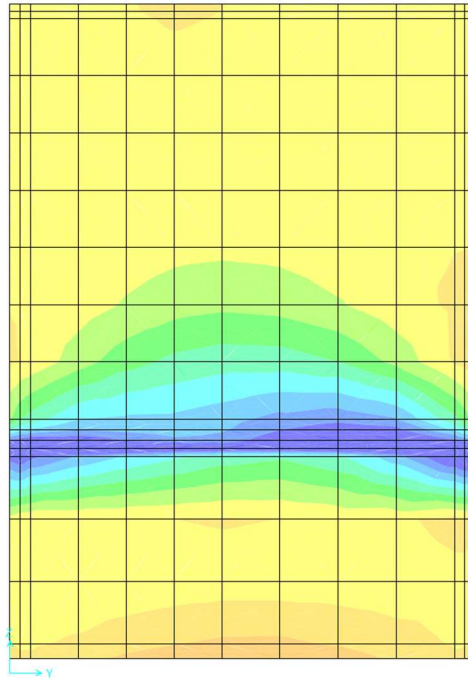
Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
107 di 169

### 10.3.9.5. Inviluppo CAR – M22 – max

Resultant M22 Diagram (ENV\_CAR - Max)

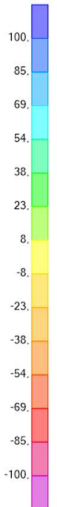
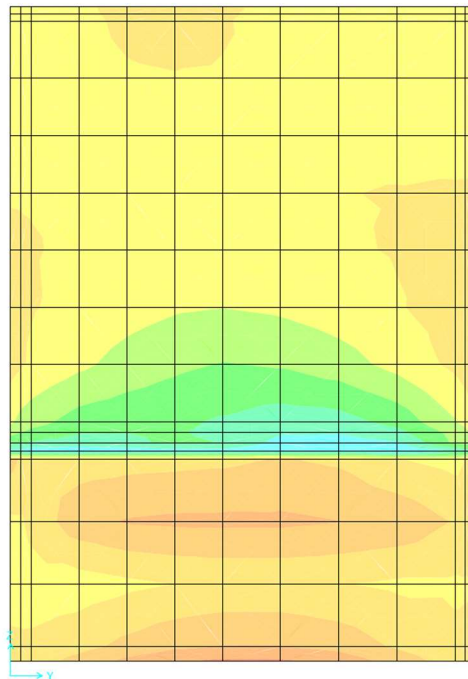


N=-312.857, MAX=263.979. Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

### 10.3.9.6. Inviluppo CAR – M22 – min

Resultant M22 Diagram (ENV\_CAR - Min)



N=-485.046, MAX=92.75. Right Click on any Area Element for detailed diagram

GLOBAL KN, m, C

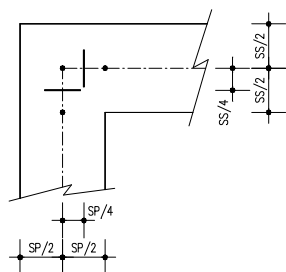
## 11. VERIFICHE DI RESISTENZA ULTIMA E DI ESERCIZIO

Di seguito si riportano le verifiche delle sezioni più significative e per le Combinazioni di carico risultate più critiche.

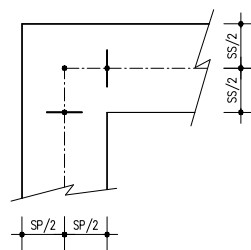
Le verifiche a flessione sono effettuate rispettivamente:

- nella sezione ubicata a metà fra asse piedritto e sezione d'attacco piedritto-soletta nel caso delle verifiche della soletta;
- nella sezione ubicata a metà fra asse soletta e sezione d'attacco del piedritto nel caso delle verifiche del piedritto.

Le verifiche a fessurazione e a taglio sono eseguite nelle sezioni di attacco soletta-piedritto.



VERIFICHE A FLESSIONE



VERIFICHE A FESSURAZIONE E TAGLIO

I calcoli di verifica sono effettuati con il metodo degli Stati Limite, applicando il combinato D. M.14.01.2008 con l'UNI EN 1992 (Eurocodice 2).

Le verifiche a taglio sono svolte considerando il puntone in calcestruzzo inclinato di 45° e staffe verticali.

Verifica di formazione delle fessure: la verifica si esegue per la sezione interamente reagente determinando il momento di prima fessurazione e confrontandolo con quello sollecitante; se risulta  $M_{cr} < M_{Ed}$  la verifica si considera soddisfatta, altrimenti si procede alla verifica di apertura delle fessure.

Verifica di apertura delle fessure: l'apertura convenzionale delle fessure è calcolata con le modalità indicate nell'Eurocodice 2-1, come indicato dal D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008, e valutata con le sollecitazioni relative alla Combinazioni Rara della normativa vigente sui ponti ferroviari. Le massime aperture ammissibili sono:

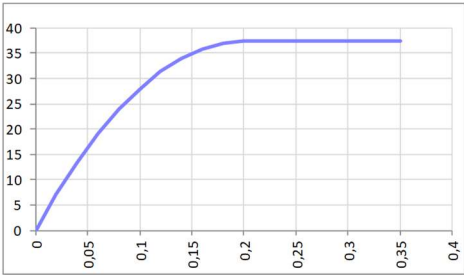
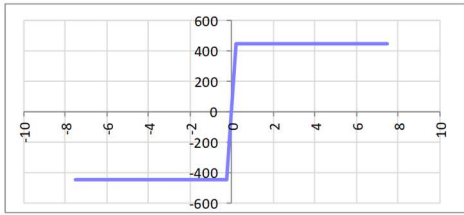
- condizioni ambientali aggressive e molto aggressive:  $w_k \leq w_3 = 0.20\text{mm}$
- condizioni ambientali ordinarie:  $w_k \leq w_3 = 0.30\text{mm}$

Verifica delle tensioni di esercizio: si verifica che le tensioni di lavoro presenti nel calcestruzzo siano inferiori ai seguenti limiti:

- combinazione QP  $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$ ;
- combinazione Rara  $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$ ,

e che le tensioni di lavoro presenti nell'acciaio siano  $\sigma_s < 0.75 f_{yk}$ .

### 11.1. Fondazione sp.70cm

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C35/45			
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportame	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
				
<b>Coefficiente di omogenizzazione:</b>				
n,breve termine	5,50 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,89			
n,lungo termine=	10,39 =Es/Ecm			
n,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	1000 mm			
H=	700 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	20	90	1570,7963
2	5	20	610	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	70	1570,7963
inferiore	5	20	630	1570,7963





### 11.1.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	700 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	20	90	1571
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1571 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	90 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLU2
Shell/nodo		53/70
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	203,88 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	610 mm
Coefficiente	k	1,57
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,26%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,42 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	257,32 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>257,32 kN</b>
Verifica		<b>0,79</b> <i>Verifica soddisfatta</i>



### 11.1.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Arature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N	M	w <sub>d</sub>	w <sub>lim</sub>	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR2	55/72	0,0	76,7	Msd<Mf	0,200	253,55	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	55/72	0,0	64,7	-1,47	73,71	-7,93	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR2	55/72	0,0	76,7	-1,75	87,47	-9,41	Sezione parzializzata	

### 11.1.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	CAR2	55/72	0,0	43,3	Msd<Mf	0,200	257,61	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	106/127	0,0	46,3	-0,97	50,81	-7,32	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR3	106/127	0,0	54,7	-1,15	60,00	-8,64	Sezione parzializzata	

Doc. N.

Progetto  
INOR

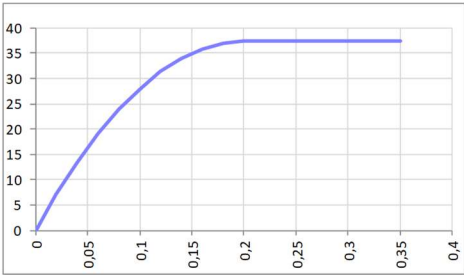
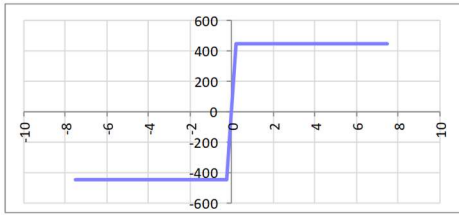
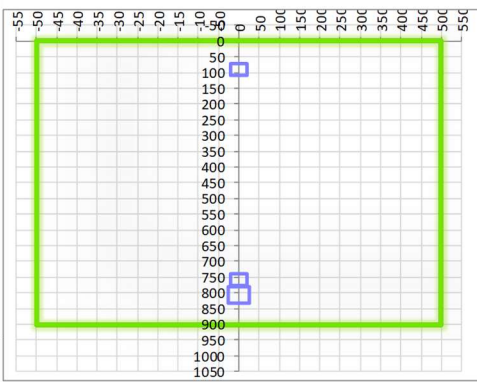
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
115 di 169

### 11.2. Fondazione sp.90cm

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
<i>Calcestruzzo:</i>				
Classe	C35/45			
R <sub>ck</sub>	45,00 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ck</sub>	37,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>cm</sub>	45,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	3,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.05</sub>	2,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.95</sub>	4,36 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	4,02 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>cm</sub>	34625,49 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>c2</sub>	0,200 %			
ε <sub>c3</sub>	0,175 %			
ε <sub>c4</sub>	0,070 %			
ε <sub>cu</sub>	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
<i>Acciaio:</i>				
Classe	B450C			
Tipologia comportame	EL-PL			
k = (f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> ) <sub>k</sub>	1			
f <sub>yk</sub>	450 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>tk</sub>	540 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>s</sub>	200000 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>su</sub>	7,500 %			
				
<i>Coefficiente di omogenizzazione:</i>				
n, breve termine	5,50 = E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,87			
n, lungo termine =	10,26 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>			
n, verifiche QP	15,0 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	lungo termine		
n, verifiche CAR	15,0 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<i>Sezione:</i>				
B=	1000 mm			
H=	900 mm			
<i>Armature:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
1	5	20	90	1570,7963
2	5	26	807	2654,6458
3	5	20	758	1570,7963
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
<i>Armatura di ripartizione:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	70	1570,7963
inferiore	5	20	830	1570,7963

Doc. N.

Progetto  
INOR

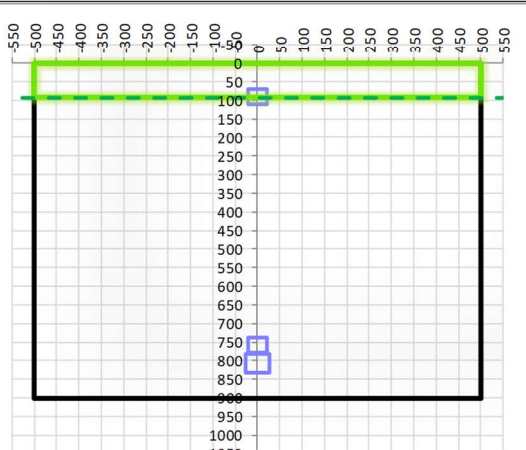
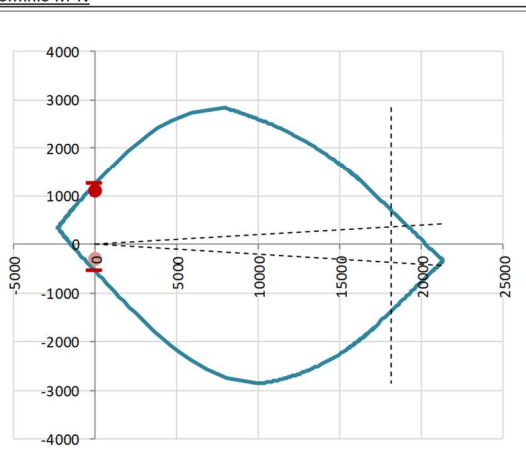
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
116 di 169

**11.2.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M11**

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<i>Coefficienti di sicurezza allo SLU</i>																																																					
<b>Calcestruzzo</b>																																																					
$\alpha_{cc}$		0,85																																																			
$\gamma_c$		1,50																																																			
$f_{cd}$		24,90 N/mm <sup>2</sup>																																																			
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm <sup>2</sup>	= $f_{ctm} / 1,2$																																																		
<b>Acciaio</b>																																																					
$\gamma_s$		1,15																																																			
$f_{yd}$		391,30 N/mm <sup>2</sup>																																																			
$E_{yd}$		0,196 %																																																			
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	shell/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
SLV4	342/331	0,0	1101,2	21316,59	-2268,09	1237,34	-554,29	89%																																													
<i>Sezione:</i>																																																					
				<b>Fibre compresse</b> $\sigma_{c,max}$ = 21,17 N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm <sup>2</sup> $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -2,66 % d = 807,00 mm x = 93,86 mm x/d = 0,12		<b>Superiori</b> (Values for top fibers are implied from the table above)																																															
<i>Dominio M-N</i>																																																					
				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>SLV4</td> <td>342/331</td> <td>0,0</td> <td>1101,2</td> </tr> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>SLV4</td> <td>704/677</td> <td>0,0</td> <td>-307,7</td> </tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	SLV4	342/331	0,0	1101,2	SLV4	704/677	0,0	-307,7																																
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
SLV4	342/331	0,0	1101,2																																																		
SLV4	704/677	0,0	-307,7																																																		



### 11.2.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		900 mm	
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]
strato1		5	20	90
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	$A_s$		1571 mm <sup>2</sup>	
Posizione della barra equivalente	$c^*$		90 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV3
Shell/nodo		343/332
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	412,96 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	810 mm
Coefficiente	k	1,50
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,19%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,39 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	317,31 kN
Resistenza al taglio senza armatura	$V_{rd}$	317,31 kN
Verifica		1,30 <b>E' necessario prevedere armatura a taglio</b>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	$\phi$	12 mm
Numero braccia	n	3,33
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	$\alpha$	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta$	45 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta_{min}$	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	$v_1$	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	21,165 N/mm <sup>2</sup>
Area armatura a taglio	$A_{st}$	376,61 mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{cp}/f_{cd}$	0
Coefficiente di interazione	$\alpha_{cw}$	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	$V_{rds}$	537,17 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	$V_{rcd}$	3857,32 kN
Resistenza al taglio	$V_{rd}$	537,17 kN
Verifica		0,77 <b>Verifica soddisfatta</b>

## 11.2.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11

## SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO

## PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)

## CRITERI DI VERIFICA

## Fessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	<b>Molto aggressive</b>	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	<b>Poco sensibile</b>	

## Tensioni in esercizio

Combinazione	Limite $\sigma_c / f_{ck}$	Limite $\sigma_s / f_{yk}$	$\sigma_{c,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

## SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)

## Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR6	415/430	0,0	441,7	Msd<Mf	0,200	453,65	-

## Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	QP1	427/431	0,0	293,4	-2,99	101,59	-28,58	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR6	427/431	0,0	462,1	-4,72	159,99	-45,00	Sezione parzializzata

### 11.2.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22

#### SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO

#### PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)

#### CRITERI DI VERIFICA

##### Fessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	<b>Molto aggressive</b>	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	<b>Poco sensibile</b>	

##### Tensioni in esercizio

Combinazione	Limite $\sigma_c / f_{ck}$	Limite $\sigma_s / f_{yk}$	$\sigma_{c,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

#### SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)

##### Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR2	415/430	0,0	83,9	Msd<Mf	0,200	419,35	-

##### Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	QP1	427/431	0,0	57,0	-0,77	46,94	-6,64	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR2	416/418	0,0	88,9	-1,20	73,22	-10,35	Sezione parzializzata



Doc. N.

Progetto  
INOR

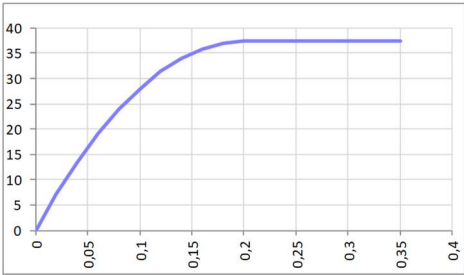
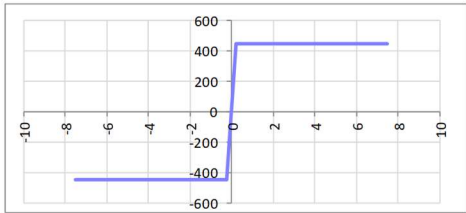
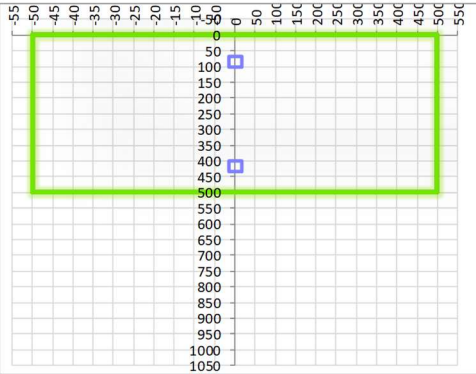
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

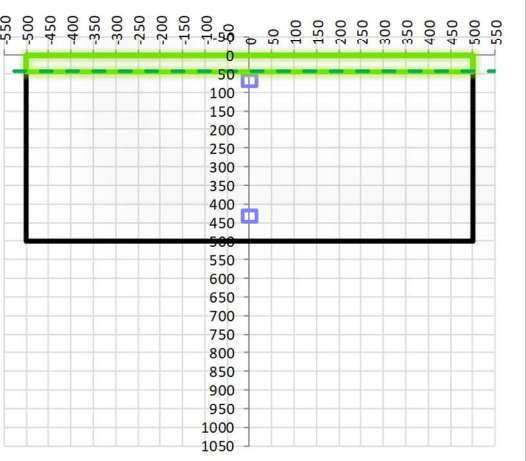
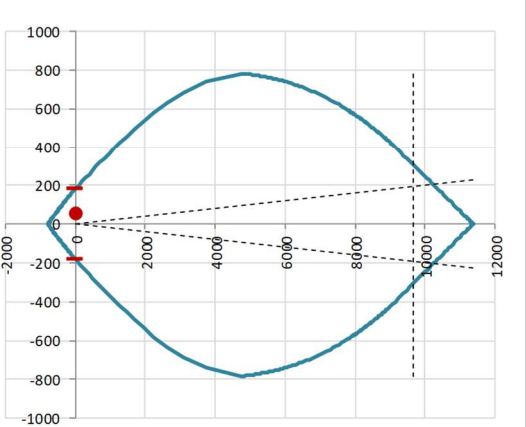
Foglio  
121 di 169

### 11.3. Soletta sp.50cm

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
<i>Calcestruzzo:</i>				
Classe	C35/45			
R <sub>ck</sub>	45,00 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ck</sub>	37,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>cm</sub>	45,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	3,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.05</sub>	2,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.95</sub>	4,36 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	4,02 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>cm</sub>	34625,49 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>c2</sub>	0,200 %			
ε <sub>c3</sub>	0,175 %			
ε <sub>c4</sub>	0,070 %			
ε <sub>cu</sub>	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
<i>Acciaio:</i>				
Classe	B450C			
Tipologia comportame	EL-PL			
k = (f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> ) <sub>k</sub>	1			
f <sub>yk</sub>	450 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>tk</sub>	540 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>s</sub>	200000 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>su</sub>	7,500 %			
				
<i>Coefficiente di omogenizzazione:</i>				
n, breve termine	5,50 = E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,93			
n, lungo termine =	10,60 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>			
n, verifiche QP	15,0 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	lungo termine		
n, verifiche CAR	15,0 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<i>Sezione:</i>				
B=	1000 mm			
H=	500 mm			
<i>Armature:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
1	5	16	84	1005,3096
2	5	16	416	1005,3096
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
<i>Armatura di ripartizione:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
superiore	5	16	68	1005,3096
inferiore	5	16	432	1005,3096



**11.3.2. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M22**

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																					
<b>Calcestruzzo</b>																																																					
$\alpha_{cc}$										0,85																																											
$\gamma_c$										1,50																																											
$f_{cd}$										24,90 N/mm <sup>2</sup>																																											
$f_{ct,eff}$										2,79 N/mm <sup>2</sup> = $f_{ctm} / 1,2$																																											
<b>Acciaio</b>																																																					
$\gamma_s$										1,15																																											
$f_{yd}$										391,30 N/mm <sup>2</sup>																																											
$E_{yd}$										0,196 %																																											
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	shell/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
SLV4	589/569	0,0	51,0	11369,26	-786,76	180,96	-180,96	28%																																													
<u>Sezione:</u>																																																					
				<b>Fibre compresse Superiori</b> $\alpha_{c,max}$ = 21,17 N/mm <sup>2</sup> $\sigma_{s,min}$ = -391,30 N/mm <sup>2</sup> $\epsilon_{c,max}$ = 0,35 % $\epsilon_{s,min}$ = -3,04 % d = 432,00 mm x = 44,56 mm x/d = 0,10																																																	
<u>Dominio M-N</u>				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>SLV4</td> <td>589/569</td> <td>0,0</td> <td>51,0</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	SLV4	589/569	0,0	51,0																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
SLV4	589/569	0,0	51,0																																																		
																																																					

### 11.3.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	500 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	16	84	1005
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1005 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	84 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV4
Shell/nodo		630/625
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	kN
Taglio	$V_{Ed}$	109,37 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	416 mm
Coefficiente	k	1,69
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,24%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,47 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	196,08 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>196,08 kN</b>
Verifica		<b>0,56</b> <i>Verifica soddisfatta</i>

### 11.3.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
$k_t =$	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
$k_1 =$	0,80	(0,8 = barre ad aderenza migliorata; 1,6 = barre lisce e trefoli)							
$k_3 =$	3,40	(valore raccomandato)							
$k_4 =$	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Armatore:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>shell/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w<sub>d</sub></i>	<i>w<sub>lim</sub></i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR6	630/625	0,0	26,3	Msd<Mf	0,200	125,68	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>shell/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	629/623	0,0	10,8	-0,57	28,23	-1,09	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR6	630/625	0,0	26,3	-1,37	68,47	-2,63	Sezione parzializzata	

### 11.3.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	CAR4	598/579	0,0	12,5	Msd<Mf	0,200	127,55	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	589/568	0,0	8,2	-0,39	20,53	-1,73	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR4	588/568	0,0	16,7	-0,80	41,73	-3,52	Sezione parzializzata	

Doc. N.

Progetto  
INOR

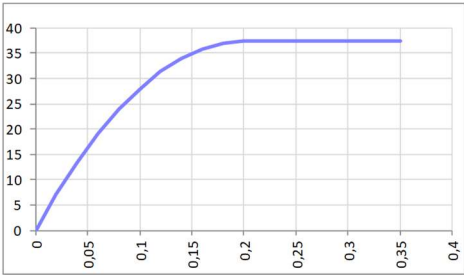
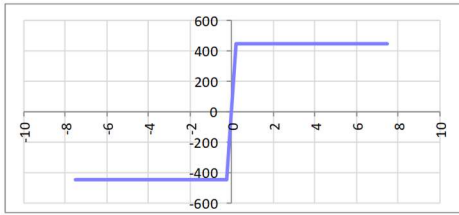
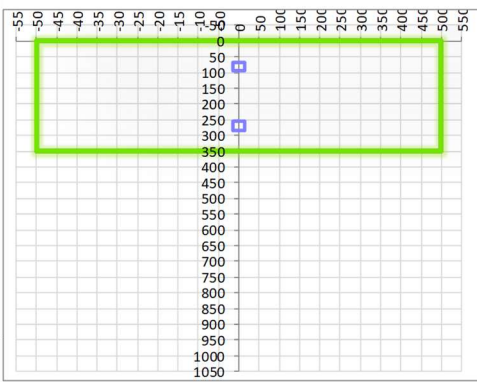
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
127 di 169

### 11.4. Soletta superiore

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
<i>Calcestruzzo:</i>				
Classe	C35/45			
R <sub>ck</sub>	45,00 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ck</sub>	37,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>cm</sub>	45,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	3,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.05</sub>	2,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.95</sub>	4,36 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	4,02 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>cm</sub>	34625,49 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>c2</sub>	0,200 %			
ε <sub>c3</sub>	0,175 %			
ε <sub>c4</sub>	0,070 %			
ε <sub>cu</sub>	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
<i>Acciaio:</i>				
Classe	B450C			
Tipologia comportame	EL-PL			
k = (f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> ) <sub>k</sub>	1			
f <sub>yk</sub>	450 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>tk</sub>	540 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>s</sub>	200000 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>su</sub>	7,500 %			
				
<i>Coefficiente di omogenizzazione:</i>				
n, breve termine	5,50 = E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,98			
n, lungo termine =	10,87 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>			
n, verifiche QP	15,0 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	lungo termine		
n, verifiche CAR	15,0 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<i>Sezione:</i>				
B=	1000 mm			
H=	350 mm			
<i>Armature:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
1	5	14	81	769,6902
2	5	14	269	769,6902
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
<i>Armatura di ripartizione:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
superiore	5	14	67	769,6902
inferiore	5	14	283	769,6902







### 11.4.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	350 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	14	81	770
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	770 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	81 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLU4
Shell/nodo		1318/1310
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	37,96 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	269 mm
Coefficiente	k	1,86
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,29%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,54 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	146,23 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>146,23 kN</b>
Verifica		<b>0,26</b> <i>Verifica soddisfatta</i>

### 11.4.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11

#### SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO

#### PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)

#### CRITERI DI VERIFICA

##### Fessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	<b>Molto aggressive</b>	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	<b>Poco sensibile</b>	

##### Tensioni in esercizio

Combinazione	Limite $\sigma_c / f_{ck}$	Limite $\sigma_s / f_{yk}$	$\sigma_{c,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

#### SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)

##### Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR4	1318/1310	0,0	15,4	Msd<Mf	0,200	60,29	-

##### Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	QP1	1318/1310	0,0	8,9	-1,08	46,43	2,63	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR4	1318/1310	0,0	15,4	-1,87	80,08	4,53	Sezione parzializzata

### 11.4.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22

#### SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO

#### PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE

kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)

#### CRITERI DI VERIFICA

##### Fessurazione

Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive
	<b>Molto aggressive</b>	
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili
	<b>Poco sensibile</b>	

##### Tensioni in esercizio

Combinazione	Limite $\sigma_c / f_{ck}$	Limite $\sigma_s / f_{yk}$	$\sigma_{c,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50

#### SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)

##### Fessurazione

Combinazione	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]	
Caratteristica	CAR1	1285/1263	0,0	6,8	Msd<Mf	0,200	62,54	-

##### Tensioni in esercizio

Combinazione	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	
Quasi permanente	QP1	1276/1252	0,0	5,6	-0,55	21,89	-0,95	Sezione parzializzata
Caratteristica	CAR1	1276/1252	0,0	9,3	-0,91	36,35	-1,58	Sezione parzializzata

Doc. N.

Progetto  
INOR

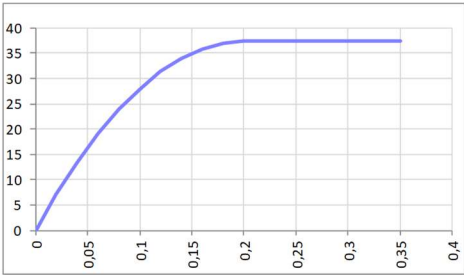
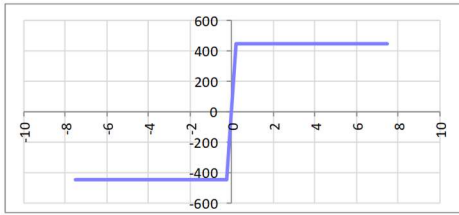
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

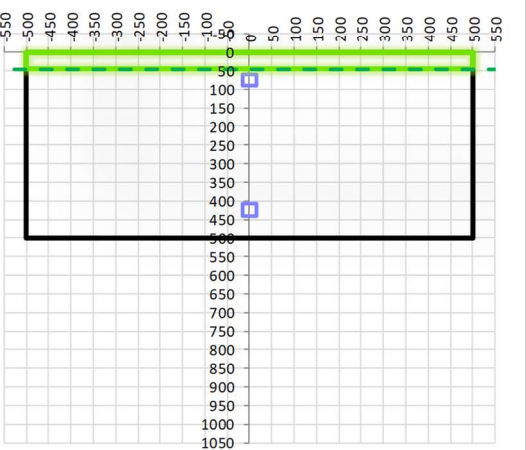
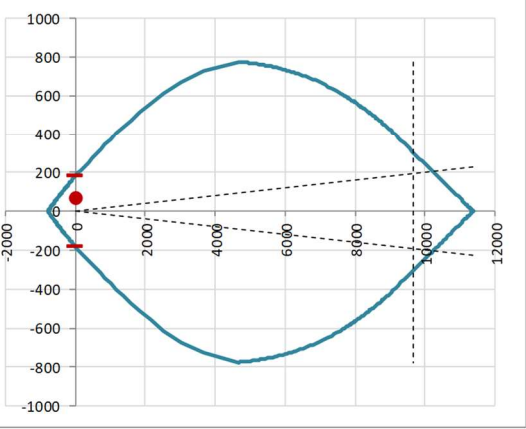
Rev.  
A

Foglio  
133 di 169

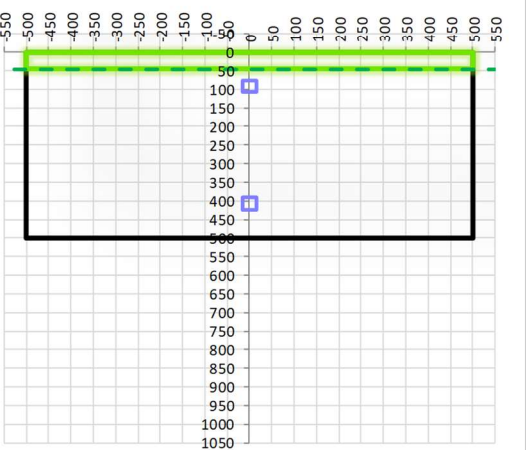
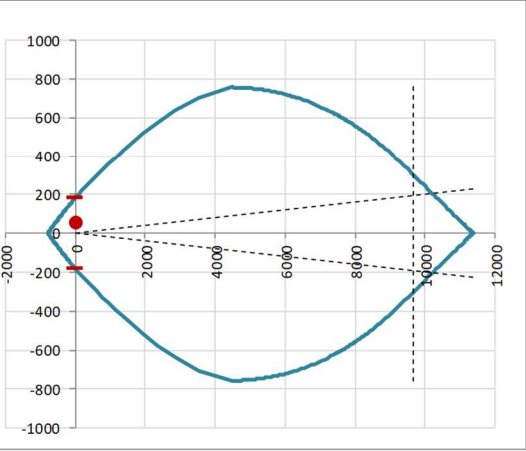
**11.5. Parete est**

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
<b>Calcestruzzo:</b>				
Classe	C35/45			
R <sub>ck</sub>	45,00 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ck</sub>	37,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>cm</sub>	45,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	3,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.05</sub>	2,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.95</sub>	4,36 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	4,02 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>cm</sub>	34625,49 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>c2</sub>	0,200 %			
ε <sub>c3</sub>	0,175 %			
ε <sub>c4</sub>	0,070 %			
ε <sub>cu</sub>	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
<b>Acciaio:</b>				
Classe	B450C			
Tipologia comportame	EL-PL			
k = (f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> ) <sub>k</sub>	1			
f <sub>yk</sub>	450 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>tk</sub>	540 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>s</sub>	200000 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>su</sub>	7,500 %			
				
<b>Coefficiente di omogenizzazione:</b>				
n,breve termine	5,50 =Es/Ec			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,93			
n,lungo termine=	10,60 =Es/Ecm			
n,verifiche QP	15,0 =Es/Ecm	lungo termine		
n,verifiche CAR	15,0 =Es/Ecm	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<b>Sezione:</b>				
B=	1000 mm			
H=	500 mm			
<b>Armature:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	16	92	1005,3096
2	5	16	408	1005,3096
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<b>Armatura di ripartizione:</b>				
Pos.	n° barre	∅ mm	yi mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	16	76	1005,3096
inferiore	5	16	424	1005,3096

**11.5.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M11**

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<i>Coefficienti di sicurezza allo SLU</i>																																																					
<b>Calcestruzzo</b>																																																					
$\alpha_{cc}$		0,85																																																			
$\gamma_c$		1,50																																																			
$f_{cd}$		24,90 N/mm <sup>2</sup>																																																			
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm <sup>2</sup>	= $f_{ctm} / 1,2$																																																		
<b>Acciaio</b>																																																					
$\gamma_s$		1,15																																																			
$f_{yd}$		391,30 N/mm <sup>2</sup>																																																			
$E_{yd}$		0,196 %																																																			
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	shell/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
SLV4	789/815	0,0	66,9	11369,26	-786,76	181,66	-181,66	37%																																													
<i>Sezione:</i>																																																					
				<b>Fibre compresse Superiori</b>																																																	
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																															
				$\epsilon_{s,min}$	-2,88	%																																															
				d	424,00	mm																																															
				x	45,92	mm																																															
				x/d	0,11																																																
<i>Dominio M-N</i>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>SLV4</td> <td>789/815</td> <td>0,0</td> <td>66,9</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	SLV4	789/815	0,0	66,9																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
SLV4	789/815	0,0	66,9																																																		

**11.5.2. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M22**

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<b>Coefficienti di sicurezza allo SLU</b>																																																					
<b>Calcestruzzo</b>																																																					
$\alpha_{cc}$																																																					
									0,85																																												
$\gamma_c$									1,50																																												
$f_{cd}$									24,90 N/mm <sup>2</sup>																																												
$f_{ct,eff}$									2,79 N/mm <sup>2</sup> = $f_{ctm} / 1,2$																																												
<b>Acciaio</b>																																																					
$\gamma_s$									1,15																																												
$f_{yd}$									391,30 N/mm <sup>2</sup>																																												
$E_{yd}$									0,196 %																																												
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	shell/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
SLU1	169/149	0,0	53,2	11369,26	-786,76	181,66	-181,66	29%																																													
<b>Sezione:</b>																																																					
				<b>Fibre compresse Superiori</b>																																																	
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																															
				$\epsilon_{s,min}$	-2,76	%																																															
				d	408,00	mm																																															
				x	45,92	mm																																															
				x/d	0,11																																																
<b>Dominio M-N</b>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>SLU1</td> <td>169/149</td> <td>0,0</td> <td>53,2</td> </tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	SLU1	169/149	0,0	53,2																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
SLU1	169/149	0,0	53,2																																																		

### 11.5.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	500 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	16	76	1005
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1005 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	76 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV1
Shell/nodo		895/922
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	kN
Taglio	$V_{Ed}$	103,17 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	424 mm
Coefficiente	k	1,69
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,24%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,47 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	198,69 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>198,69 kN</b>
Verifica		0,52 <b>Verifica soddisfatta</b>



### 11.5.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11

<b>SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO</b>									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Arature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N	M	w <sub>d</sub>	w <sub>lim</sub>	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR6	895/922	0,0	26,0	Msd<Mf	0,200	126,59	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	950/921	0,0	29,0	-1,45	74,12	-4,59	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR6	950/921	0,0	38,3	-1,92	97,99	-6,07	Sezione parzializzata	

### 11.5.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condit. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	CAR6	302/326	0,0	23,8	Msd<Mf	0,200	124,80	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	169/149	0,0	35,8	-1,96	94,97	-1,31	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR6	169/149	0,0	40,0	-2,18	106,05	-1,46	Sezione parzializzata	

Doc. N.

Progetto  
INOR

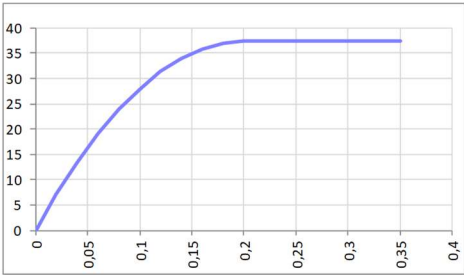
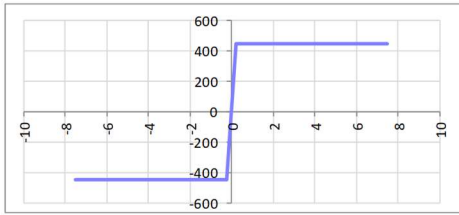
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
139 di 169

### 11.6. Parete ovest

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
<i>Calcestruzzo:</i>				
Classe	C35/45			
$R_{ck}$	45,00 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ck}$	37,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{cm}$	45,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	3,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.05}$	2,35 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctk,0.95}$	4,36 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{ctm}$	4,02 N/mm <sup>2</sup>			
$E_{cm}$	34625,49 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{c2}$	0,200 %			
$\epsilon_{c3}$	0,175 %			
$\epsilon_{c4}$	0,070 %			
$\epsilon_{cu}$	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
<i>Acciaio:</i>				
Classe	B450C			
Tipologia comportamentale	EL-PL			
$k = (f_t/f_y)_k$	1			
$f_{yk}$	450 N/mm <sup>2</sup>			
$f_{tk}$	540 N/mm <sup>2</sup>			
$E_s$	200000 N/mm <sup>2</sup>			
$\epsilon_{su}$	7,500 %			
				
<i>Coefficiente di omogenizzazione:</i>				
n, breve termine	5,50 = $E_s/E_c$			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,93			
n, lungo termine =	10,60 = $E_s/E_{cm}$			
n, verifiche QP	15,0 = $E_s/E_{cm}$	lungo termine		
n, verifiche CAR	15,0 = $E_s/E_{cm}$	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<i>Sezione:</i>				
B=	1000 mm			
H=	500 mm			
<i>Armature:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
1	5	16	92	1005,3096
2	5	16	408	1005,3096
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<i>Armatura di ripartizione:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	As mm <sup>2</sup>
superiore	5	16	76	1005,3096
inferiore	5	16	424	1005,3096





### 11.6.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	500 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	16	76	1005
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1005 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	76 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV3
Shell/nodo		822/788
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	kN
Taglio	$V_{Ed}$	120,06 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	424 mm
Coefficiente	k	1,69
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,24%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,47 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	198,69 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>198,69 kN</b>
Verifica		<b>0,60</b> <i>Verifica soddisfatta</i>

**11.6.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11**

<b>SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO</b>									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Arature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N	M	w <sub>d</sub>	w <sub>lim</sub>	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR6	822/789	0,0	41,8	Msd<Mf	0,200	126,59	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	767/790	0,0	40,0	-2,00	102,24	-6,33	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR6	767/790	0,0	54,4	-2,72	139,09	-8,61	Sezione parzializzata	

### 11.6.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
$k_t =$	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
$k_1 =$	0,80	(0,8 = barre ad aderenza migliorata; 1,6 = barre lisce e trefoli)							
$k_3 =$	3,40	(valore raccomandato)							
$k_4 =$	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Arature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>shell/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>w<sub>d</sub></i>	<i>w<sub>lim</sub></i>	<i>M0 - Mf</i>		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR3	247/226	0,0	28,4	Msd < Mf	0,200	124,80	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	<i>n. combinazione</i>	<i>shell/nodo</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	203/182	0,0	42,0	-2,29	111,25	-1,53	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR3	203/182	0,0	47,5	-2,60	126,05	-1,73	Sezione parzializzata	



Doc. N.

Progetto  
INOR

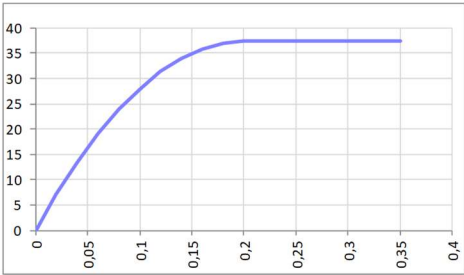
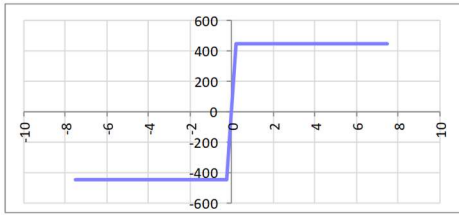
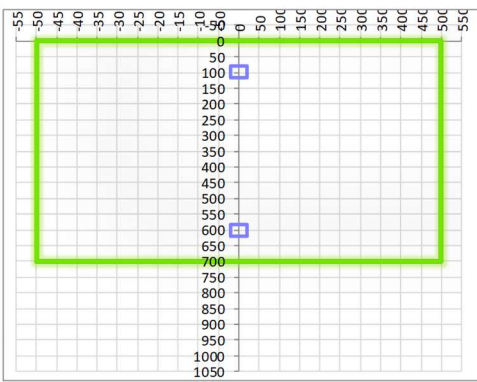
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
145 di 169

### 11.7. Parete sud

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
<i>Calcestruzzo:</i>				
Classe	C35/45			
R <sub>ck</sub>	45,00 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ck</sub>	37,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>cm</sub>	45,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	3,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.05</sub>	2,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.95</sub>	4,36 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	4,02 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>cm</sub>	34625,49 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>c2</sub>	0,200 %			
ε <sub>c3</sub>	0,175 %			
ε <sub>c4</sub>	0,070 %			
ε <sub>cu</sub>	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
<i>Acciaio:</i>				
Classe	B450C			
Tipologia comportame	EL-PL			
k = (f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> ) <sub>k</sub>	1			
f <sub>yk</sub>	450 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>tk</sub>	540 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>s</sub>	200000 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>su</sub>	7,500 %			
				
<i>Coefficiente di omogenizzazione:</i>				
n, breve termine	5,50 = E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,89			
n, lungo termine =	10,39 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>			
n, verifiche QP	15,0 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	lungo termine		
n, verifiche CAR	15,0 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<i>Sezione:</i>				
B=	1000 mm			
H=	700 mm			
<i>Armature:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
1	5	20	98	1570,7963
2	5	20	602	1570,7963
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
<i>Armatura di ripartizione:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	78	1570,7963
inferiore	5	20	622	1570,7963





### 11.7.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	700 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	20	98	1571
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	1571 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	98 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		317/295
Shell/nodo		SLV4
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	0 kN
Taglio	$V_{Ed}$	163,42 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	602 mm
Coefficiente	k	1,58
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,26%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,00 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,42 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	254,86 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>254,86 kN</b>
Verifica		<b>0,64</b> <i>Verifica soddisfatta</i>

### 11.7.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Armatore:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	CAR4	917/943	0,0	42,6	Msd<Mf	0,200	255,95	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	811/837	0,0	42,7	-0,93	47,60	-6,18	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR6	867/894	0,0	52,2	-1,13	58,16	-7,55	Sezione parzializzata	

### 11.7.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Arature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	CAR2	231/211	0,0	51,3	Msd<Mf	0,200	252,01	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	189/167	0,0	66,7	-1,57	77,13	-7,11	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR2	189/167	0,0	71,7	-1,68	82,95	-7,64	Sezione parzializzata	

Doc. N.

Progetto  
INOR

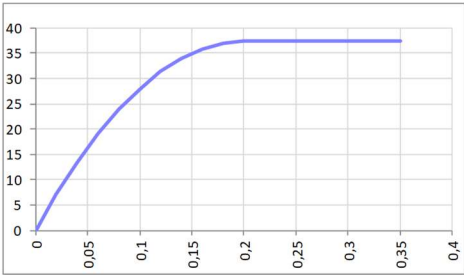
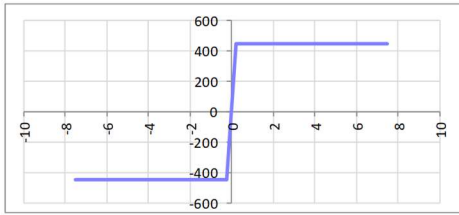
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

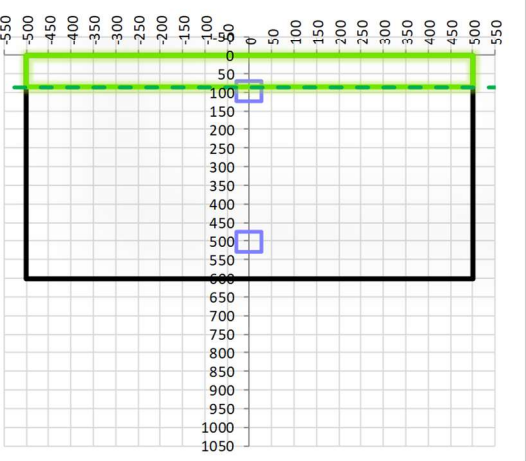
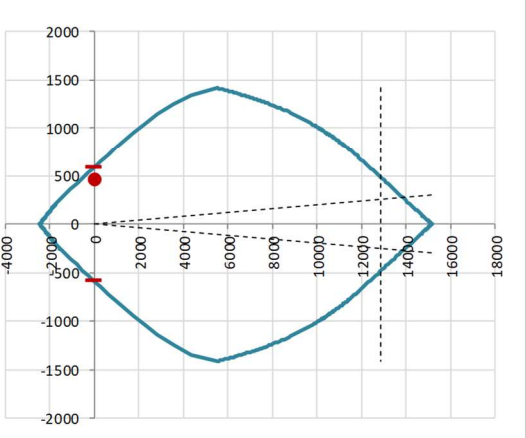
Rev.  
A

Foglio  
151 di 169

### 11.8. Parete centrale

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
<i>Calcestruzzo:</i>				
Classe	C35/45			
R <sub>ck</sub>	45,00 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ck</sub>	37,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>cm</sub>	45,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	3,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.05</sub>	2,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.95</sub>	4,36 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	4,02 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>cm</sub>	34625,49 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>c2</sub>	0,200 %			
ε <sub>c3</sub>	0,175 %			
ε <sub>c4</sub>	0,070 %			
ε <sub>cu</sub>	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
<i>Acciaio:</i>				
Classe	B450C			
Tipologia comportame	EL-PL			
k = (f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> ) <sub>k</sub>	1			
f <sub>yk</sub>	450 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>tk</sub>	540 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>s</sub>	200000 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>su</sub>	7,500 %			
				
<i>Coefficiente di omogenizzazione:</i>				
n, breve termine	5,50 = E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,91			
n, lungo termine =	10,49 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>			
n, verifiche QP	15,0 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	lungo termine		
n, verifiche CAR	15,0 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<i>Sezione:</i>				
B=	1000 mm			
H=	600 mm			
<i>Armature:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
1	10	20	98	3141,5927
2	10	20	502	3141,5927
3				0
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
<i>Armatura di ripartizione:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
superiore	5	20	78	1570,7963
inferiore	5	20	522	1570,7963

**11.8.1. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M11**

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<u>Coefficienti di sicurezza allo SLU</u>																																																					
<b>Calcestruzzo</b>																																																					
$\alpha_{cc}$																																																					
$\gamma_c$																																																					
$f_{cd}$																																																					
$f_{ct,eff}$																																																					
<b>Acciaio</b>																																																					
$\gamma_s$																																																					
$f_{yd}$																																																					
$E_{yd}$																																																					
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	shell/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
SLV4	310/343	-2,9	461,9	15157,64	-2458,64	588,33	-588,33	79%																																													
<u>Sezione:</u>																																																					
				<table border="0"> <tr> <td><b>Fibre compresse</b></td> <td></td> <td><b>Superiori</b></td> </tr> <tr> <td><math>\alpha_{c,max}</math></td> <td>=</td> <td>21,17</td> <td>N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><math>\alpha_{s,min}</math></td> <td>=</td> <td>-391,30</td> <td>N/mm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td><math>\epsilon_{c,max}</math></td> <td>=</td> <td>0,35</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td><math>\epsilon_{s,min}</math></td> <td>=</td> <td>-1,66</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>d</td> <td>=</td> <td>502,00</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>x</td> <td>=</td> <td>87,30</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>x/d</td> <td>=</td> <td>0,17</td> <td></td> </tr> </table>						<b>Fibre compresse</b>		<b>Superiori</b>	$\alpha_{c,max}$	=	21,17	N/mm <sup>2</sup>	$\alpha_{s,min}$	=	-391,30	N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{c,max}$	=	0,35	%	$\epsilon_{s,min}$	=	-1,66	%	d	=	502,00	mm	x	=	87,30	mm	x/d	=	0,17														
<b>Fibre compresse</b>		<b>Superiori</b>																																																			
$\alpha_{c,max}$	=	21,17	N/mm <sup>2</sup>																																																		
$\alpha_{s,min}$	=	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																																		
$\epsilon_{c,max}$	=	0,35	%																																																		
$\epsilon_{s,min}$	=	-1,66	%																																																		
d	=	502,00	mm																																																		
x	=	87,30	mm																																																		
x/d	=	0,17																																																			
<u>Dominio M-N</u>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>SLV4</td> <td>310/343</td> <td>-2,9</td> <td>461,9</td> </tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	SLV4	310/343	-2,9	461,9																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
SLV4	310/343	-2,9	461,9																																																		



Doc. N.

Progetto  
INOR

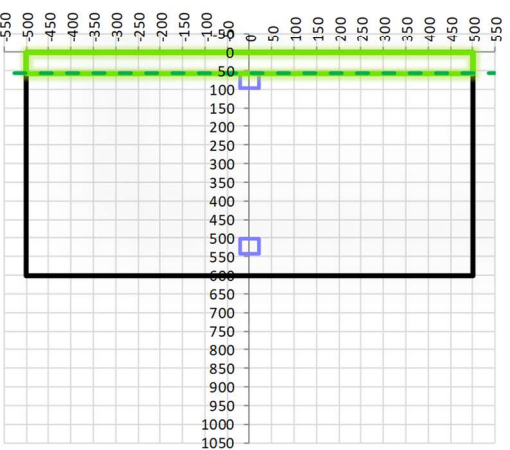
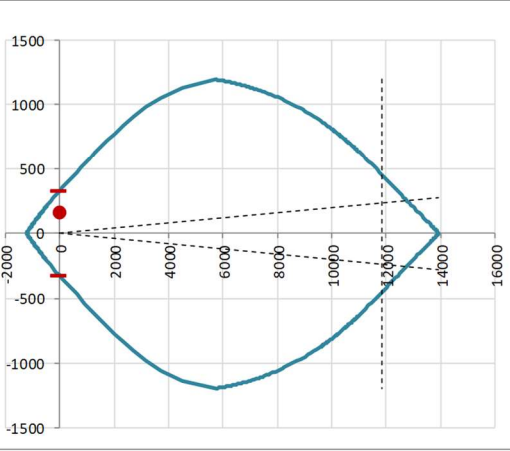
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
153 di 169

**11.8.2. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M22**

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<i>Coefficienti di sicurezza allo SLU</i>																																																					
<b>Calcestruzzo</b>																																																					
$\alpha_{cc}$		0,85																																																			
$\gamma_c$		1,50																																																			
$f_{cd}$		24,90 N/mm <sup>2</sup>																																																			
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm <sup>2</sup>	= $f_{ctm} / 1,2$																																																		
<b>Acciaio</b>																																																					
$\gamma_s$		1,15																																																			
$f_{yd}$		391,30 N/mm <sup>2</sup>																																																			
$E_{yd}$		0,196 %																																																			
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	shell/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
SLV4	504/460	0,0	152,3	13928,32	-1229,32	326,45	-326,45	47%																																													
<i>Sezione:</i>																																																					
				<i>Fibre compresse</i>		<i>Superiori</i>																																															
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																															
				$\epsilon_{s,min}$	-2,80	%																																															
				d	522,00	mm																																															
				x	58,00	mm																																															
				x/d	0,11																																																
<i>Dominio M-N</i>																																																					
				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>fram/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>SLV4</td> <td>504/460</td> <td>0,0</td> <td>152,3</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	SLV4	504/460	0,0	152,3																																				
Combinazione	fram/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
SLV4	504/460	0,0	152,3																																																		

### 11.8.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Classe calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.				
Base	b		1000 mm	
Altezza	h		600 mm	
Barre tese		numero barre	diametro barre [mm]	copriferro in asse barra [mm]
strato1		5	20	98
strato2		0	0	0
strato3		0	0	0
strato4		0	0	0
strato5		0	0	0
Area barre tese	$A_s$		1571 mm <sup>2</sup>	
Posizione della barra equivalente	$c^*$		98 mm	

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV4
Shell/nodo		312/290
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	-89,5 kN
Taglio	$V_{Ed}$	504,45 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	502 mm
Coefficiente	k	1,63
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,31%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	-0,15 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,45 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	212,47 kN
Resistenza al taglio senza armatura	$V_{rd}$	212,47 kN
Verifica		2,37 <b>E' necessario prevedere armatura a taglio</b>

ARMATURA A TAGLIO		
Diametro staffe	$\phi$	12 mm
Numero braccia	n	5
Passo staffe	s	200 mm
Inclinazione staffe (rispetto all'orizzontale)	$\alpha$	90 °
Inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta$	40 °
Valore minimo di inclinazione del puntone in calcestruzzo	$\theta_{min}$	21,80 °

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE CON ARMATURA A TAGLIO		
Coefficiente di riduzione per fessurazione	$v_1$	0,5
Resistenza cilindrica di progetto	$f_{cd}$	21,165 N/mm <sup>2</sup>
Area armatura a taglio	$A_{st}$	565,49 mm <sup>2</sup>
	$\sigma_{cp}/f_{cd}$	-0,007047799
Coefficiente di interazione	$\alpha_{cw}$	1
Resistenza a taglio per rottura delle armature	$V_{rds}$	595,72 kN
Resistenza a taglio per rottura del puntone in calcestruzzo	$V_{rcd}$	2354,27 kN
Resistenza al taglio	$V_{rd}$	595,72 kN
Verifica		0,85 <b>Verifica soddisfatta</b>

### 11.8.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Arature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N	M	w <sub>d</sub>	w <sub>lim</sub>	M0 - Mf		
			[kN]	[kNm]	[mm]	[mm]	[kNm]		
Caratteristica	CAR6	806/770	0,0	39,6	Msd<Mf	0,200	189,23	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N	M	$\sigma_{c,min}$	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$		
			[kN]	[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	868/838	0,0	37,7	-1,09	50,48	-6,33	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR6	868/838	0,0	53,1	-1,53	71,12	-8,92	Sezione parzializzata	

### 11.8.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Arature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	CAR6	312/356	0,0	131,0	Msd<Mf	0,200	203,41	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	504/473	0,0	137,3	-3,14	99,32	-18,54	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR6	504/473	0,0	263,9	-6,04	190,96	-35,64	Sezione parzializzata	

Doc. N.

Progetto  
INOR

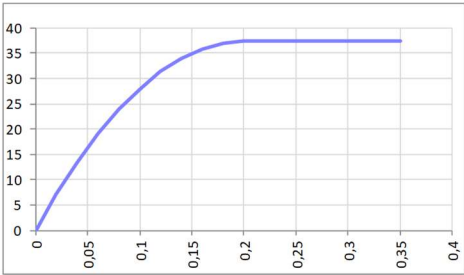
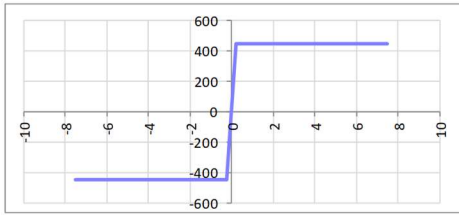
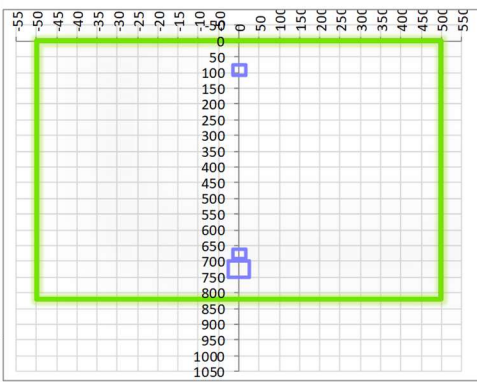
Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

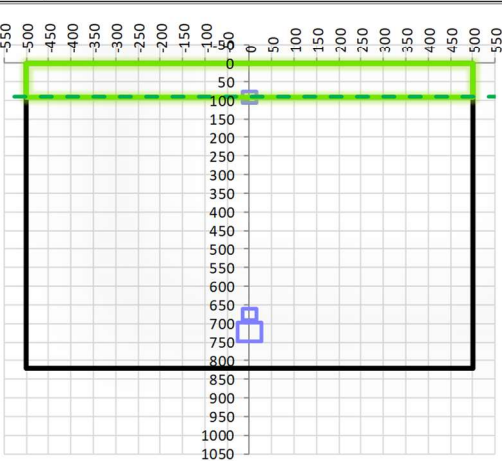
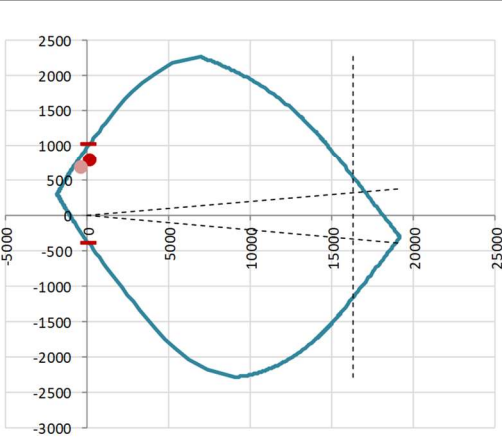
Foglio  
157 di 169

**11.9. Parete nord**

SEZIONE RETTANGOLARE				
CARATTERISTICHE MATERIALI				
<i>Calcestruzzo:</i>				
Classe	C35/45			
R <sub>ck</sub>	45,00 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ck</sub>	37,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>cm</sub>	45,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	3,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.05</sub>	2,35 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctk,0.95</sub>	4,36 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>ctm</sub>	4,02 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>cm</sub>	34625,49 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>c2</sub>	0,200 %			
ε <sub>c3</sub>	0,175 %			
ε <sub>c4</sub>	0,070 %			
ε <sub>cu</sub>	0,350 %			
n	2,000			
tipo cemento	N			
				
<i>Acciaio:</i>				
Classe	B450C			
Tipologia comportame	EL-PL			
k = (f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> ) <sub>k</sub>	1			
f <sub>yk</sub>	450 N/mm <sup>2</sup>			
f <sub>tk</sub>	540 N/mm <sup>2</sup>			
E <sub>s</sub>	200000 N/mm <sup>2</sup>			
ε <sub>su</sub>	7,500 %			
				
<i>Coefficiente di omogenizzazione:</i>				
n, breve termine	5,50 = E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>			
umidità relativa	75 %			
giorno app. carico	15 giorni			
periodo lungo termine	50 anni			
coefficiente di viscosità	1,87			
n, lungo termine =	10,31 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>			
n, verifiche QP	15,0 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	lungo termine		
n, verifiche CAR	15,0 = E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	breve termine		
CARATTERISTICHE SEZIONE				
<i>Sezione:</i>				
B=	1000 mm			
H=	820 mm			
<i>Armature:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
1	5	16	92	1005,3096
2	5	26	723	2654,6458
3	5	16	676	1005,3096
4				0
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
				
<i>Armatura di ripartizione:</i>				
Pos.	n° barre	∅ mm	y <sub>i</sub> mm	A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>
superiore	5	16	76	1005,3096
inferiore	5	16	744	1005,3096



**11.9.2. Verifiche allo stato limite ultimo per flessione M22**

VERIFICA ALLO STATO LIMITE ULTIMO																																																					
CRITERI DI VERIFICA																																																					
<i>Coefficienti di sicurezza allo SLU</i>																																																					
<b>Calcestruzzo</b>																																																					
$\alpha_{cc}$		0,85																																																			
$\gamma_c$		1,50																																																			
$f_{cd}$		24,90 N/mm <sup>2</sup>																																																			
$f_{ct,eff}$		2,79 N/mm <sup>2</sup>	= $f_{ctm} / 1,2$																																																		
<b>Acciaio</b>																																																					
$\gamma_s$		1,15																																																			
$f_{yd}$		391,30 N/mm <sup>2</sup>																																																			
$E_{yd}$		0,196 %																																																			
STATO LIMITE ULTIMO - PRESSOFLESSIONE																																																					
Combinazione	shell/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	NRd+ [kN]	NRd- [kN]	MRd+ [kNm]	MRd- [kNm]	MSd/MRd																																													
SLV2	719/685	142,7	792,3	19180,84	-1825,54	1015,27	-398,20	78%																																													
<i>Sezione:</i>																																																					
				<i>Fibre compresse</i>		<i>Superiori</i>																																															
				$\sigma_{c,max}$	21,17	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\sigma_{s,min}$	-391,30	N/mm <sup>2</sup>																																															
				$\epsilon_{c,max}$	0,35	%																																															
				$\epsilon_{s,min}$	-2,40	%																																															
				d	723,00	mm																																															
				x	91,94	mm																																															
				x/d	0,13																																																
<i>Dominio M-N</i>																																																					
				<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #90EE90;"> <th>Combinazione</th> <th>shell/nodo</th> <th>NSd [kN]</th> <th>MSd [kNm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>SLV2</td> <td>719/685</td> <td>142,7</td> <td>792,3</td> </tr> <tr style="background-color: #90EE90;"> <td>SLV2</td> <td>723/690</td> <td>-389,0</td> <td>681,5</td> </tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr style="background-color: #90EE90;"><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>						Combinazione	shell/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]	SLV2	719/685	142,7	792,3	SLV2	723/690	-389,0	681,5																																
Combinazione	shell/nodo	NSd [kN]	MSd [kNm]																																																		
SLV2	719/685	142,7	792,3																																																		
SLV2	723/690	-389,0	681,5																																																		

### 11.9.3. Verifiche allo stato limite ultimo per taglio

CALCESTRUZZO		
Calcestruzzo		C35/45
Resistenza cubica caratteristica	$R_{ck}$	45,00 Mpa
Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck}$	37,35 Mpa

ACCIAIO	
Tipologia	B450C
Resistenza caratteristica allo snervamento	450 Mpa

COEFFICIENTI MATERIALE		
Coefficiente di sicurezza per il calcestruzzo	$\gamma_c$	1,50
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc}$	0,85
Coefficiente di sicurezza per l'acciaio	$\gamma_s$	1,15

GEOMETRIA SEZIONE C.A.					
Base	b	1000 mm			
Altezza	h	820 mm			
<i>Barre tese</i>		<i>numero barre</i>	<i>diametro barre [mm]</i>	<i>copriferro in asse barra [mm]</i>	<i>Area barre [mm<sup>2</sup>]</i>
strato1		5	26	97	2655
strato2		0	0	0	0
strato3		0	0	0	0
strato4		0	0	0	0
strato5		0	0	0	0
Area barre tese	$A_s$	2655 mm <sup>2</sup>			
Posizione della barra equivalente	$c^*$	97 mm			

SOLLECITAZIONI		
Load Case		SLV2
Shell/nodo		776/768
Azione assiale (+ di compressione)	$N_{Ed}$	142,43 kN
Taglio	$V_{Ed}$	320,18 kN

VERIFICA RESISTENZA SEZIONE SENZA ARMATURA A TAGLIO		
Altezza utile della sezione	d	723 mm
Coefficiente	k	1,53
Rapporto di armatura longitudinale	$\rho_l$	0,37%
Tensione assiale media	$\sigma_{cp}$	0,17 N/mm <sup>2</sup>
	$0.2 \times f_{cd}$	4,23 N/mm <sup>2</sup>
	$v_{min}$	0,40 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza al taglio minima	$V_{rd,min}$	310,35 kN
<b>Resistenza al taglio senza armatura</b>	<b><math>V_{rd}</math></b>	<b>335,73 kN</b>
Verifica		<b>0,95</b> <i>Verifica soddisfatta</i>



### 11.9.4. Verifiche allo stato limite di esercizio M11

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condiz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Armature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	CAR6	774/765	0,0	76,5	Msd<Mf	0,200	335,97	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	718/685	0,0	55,1	-1,11	78,47	-6,90	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR6	718/685	0,0	86,1	-1,73	122,76	-10,79	Sezione parzializzata	

### 11.9.5. Verifiche allo stato limite di esercizio M22

SEZIONE RETTANGOLARE - VERIFICHE IN ESERCIZIO									
<b>PARAMETRI VERIFICA FESSURAZIONE</b>									
kt=	0,40	(0,6 = azioni di breve durata; 0,4 = azioni di lunga durata)							
k <sub>1</sub> =	0,80	(0,8=barre ad aderenza migliorata; 1,6= barre lisce e trefoli)							
k <sub>3</sub> =	3,40	(valore raccomandato)							
k <sub>4</sub> =	0,425	(valore raccomandato)							
<b>CRITERI DI VERIFICA</b>									
<u>Fessurazione</u>									
Condz. Ambientali:	3	1- Ordinarie; 2- Aggressive; 3- Molto aggressive							
	<b>Molto aggressive</b>								
Arature:	2	1-Sensibili; 2-Poco sensibili							
	<b>Poco sensibile</b>								
<u>Tensioni in esercizio</u>									
	Limite	Limite	$\sigma_{c,max}$	$\sigma_{s,max}$					
<b>Combinazione</b>	$\sigma_c / f_{ck}$	$\sigma_s / f_{yk}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]					
Quasi Permanente	0,40	0,75	14,94	337,50					
Caratteristica	0,55	0,75	20,54	337,50					
<b>SOLLECITAZIONI SLE (N+ di compressione)</b>									
<u>Fessurazione</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	w <sub>d</sub> [mm]	w <sub>lim</sub> [mm]	M0 - Mf [kNm]		
Caratteristica	CAR6	774/765	113,5	381,4	Msd<Mf	0,200	384,82	-	
<u>Tensioni in esercizio</u>									
<b>Combinazione</b>	n. combinazione	shell/nodo	N [kN]	M [kNm]	$\sigma_{c,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]		
Quasi permanente	QP1	719/686	97,1	275,2	-3,69	108,65	-34,43	Sezione parzializzata	
Caratteristica	CAR6	719/686	118,7	431,1	-5,75	174,56	-53,05	Sezione parzializzata	

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
163 di 169

## 12. VERIFICA DI CAPACITA' PORTANTE

Date le dimensioni geometriche del manufatto, la profondità del piano di imposta e la ridotta eccentricità delle azioni sul piano di posa la verifica di capacità portante non si ritiene essere significativa al fine del dimensionamento geometrico e strutturale.

### 13. BOTOLE DI CHIUSURA E GRIGLIATI

#### 13.1. Analisi dei carichi

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari da assumere per le verifiche di resistenza in esercizio.

Tali Combinazioni Elementari saranno opportunamente combinate secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Per i materiali si assumono i seguenti pesi specifici:

$$\text{- acciaio: } \gamma_{\text{acc.}} = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

##### 13.1.1. *Peso proprio strutture (Load1)*

Si applica il peso specifico del materiale alle reali sezioni degli elementi strutturali.

##### 13.1.2. *Sovraccarichi accidentali uniformemente distribuiti*

Sugli elementi orizzontali, quali botole di chiusura del vano impianti, si considera agente un carico verticale uniformemente distribuito pari a:

$$Q_k = 4.00 \text{ kN/m}^2.$$

##### 13.1.3. *Sovraccarichi accidentali lineari*

Sui parapetti si considera agente un carico orizzontale linearmente distribuito pari a :

$$H_k = 1.50 \text{ kN/m}^2.$$

##### 13.1.4. *Azione sismica per SLV*

L'azione in oggetto non risulta dimensionante e significativa per la struttura in oggetto, pertanto non viene considerata. calcolo delle sollecitazioni.

#### 13.2. Calcolo delle sollecitazioni

Per le verifiche strutturali si fa riferimento allo stato limite ultimo (A1) STR.

Le combinazioni di carico vengono effettuato secondo quanto indicato nelle tabelle 2.5.I e 2.6.I del DM 14/01/08, riportate di seguito:

**Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

**Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

### 13.3. Botole di chiusura

#### 13.3.1. Calcolo delle sollecitazioni di progetto sui profilati

Per la verifica di tali elementi si considera il profilato dalle caratteristiche inerziali minori (profilato ad "U" 120×60×5) e la larghezza di afferenza massima, pari a 0.50m.

Le sollecitazioni vengono ricavate considerando uno schema statico di trave su due appoggi con luce  $l=2.80$ m, di conseguenza, sul singolo profilato ad "U" insistono i seguenti carichi distribuiti lineari:

- pesi propri  $G = 0.408$  kN/m
- accidentali  $Q = 4.0$  kN/m<sup>2</sup>  $\times 0.50$  m = 2.00 kN/m

Le sollecitazioni massime risultano:

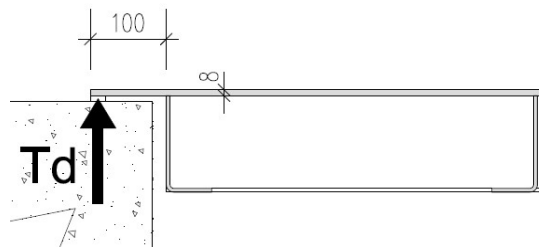
$$M_{SLU} = ql^2/8 = (1.3 \times 0.408 + 1.5 \times 2.00) \times 2.80^2/8 = 3.46 \text{ kNm}$$

$$T_{SLU} = ql/2 = (1.3 \times 0.408 + 1.5 \times 2.00) \times 2.80 / 2 = 4.94 \text{ kN}$$

### 13.3.2. Calcolo delle sollecitazioni di progetto sulla sezione in appoggio della lamiera

Si esegue il calcolo delle sollecitazioni sull'elemento lamiera metallica. Risulta significativo eseguire il calcolo e quindi la verifica strutturale per la sezione in appoggio e la sezione di mezzeria. L'appoggio della botola cieca sul bordo in c.a. avviene tramite sormonto di una porzione perimetrale della lamiera metallica.

Si calcola il valore della sollecitazione tagliante all'appoggio e da questa si desume il valore della sollecitazione flettente considerando un braccio pari a 10cm.



Peso proprio lamiera e putrelle  $P = 0.815 \text{ kN/m}^2$

Considerando una lunghezza della botola (luce di calcolo) pari 2.80m si ricava:

$$T_{d,app} = [(0.815 \times 1.30) + (4.00 \times 1.50)] \times 2.80/2 = 9.883 \text{ kN}$$

$$M_{d,app} = 9.883 \times 0.10 = 0.99 \text{ kNm}$$

### 13.3.3. Calcolo delle sollecitazioni di progetto sulla sezione in mezzeria

Peso proprio lamiera spessore 8mm  $P = 0.628 \text{ kN/m}^2$

Considerando come luce di calcolo quella tra due putrelle consecutive (50cm) ed a favore di sicurezza schema di trave in semplice appoggio.

$$M_{d,m} = (0.628 \times 1.30 + 4.00 \times 1.50) \times 0.50^2/8 = 0.21 \text{ kNm}$$

$$T_{d,m} = (0.628 \times 1.30 + 4.00 \times 1.50) \times 0.50/2 = 1.70 \text{ kN}$$

### 13.3.4. Verifiche di resistenza (SLU) - profilati

La sezione del profilato ad "U" di dimensione  $120 \times 60 \times 5$  presenta le seguenti proprietà geometriche:

- $J = 235 \text{ cm}^4$
- $W = 39.2 \text{ cm}^3$
- $A_v = 4.75 \text{ cm}^2$

Le tensioni normali e di taglio di progetto risultano pertanto:

- $\sigma_{SLU} = 3.46 \times 10^6 / 39200 = 88.26 \text{ MPa} < 275 / 1.05 = 261.9 \text{ MPa}$
- $\tau_{SLU} = 4.94 \times 10^3 / 475 = 10.40 \text{ MPa} < 275 / (1.05 \times 3^{0.5}) = 151.2 \text{ MPa}$

### 13.3.5. Verifiche di resistenza (SLU) - lamiera

La lamiera metallica di spessore 8mm presenta le seguenti proprietà geometriche al metro:

- $J = 4.26 \text{ cm}^4$
- $W = 10.67 \text{ cm}^3$
- $A_v = 80 \text{ cm}^2$

#### Sezione in appoggio

Le tensioni normali e di taglio di progetto risultano pertanto:

- $\sigma_{SLU} = 0.99 \times 106 / 10670 = 92.78 \text{ MPa} < 275 / 1.05 = 261.9 \text{ MPa}$
- $\tau_{SLU} = 9.88 \times 103 / 8000 = 1.235 \text{ MPa} < 275 / (1.05 \times 3^{0.5}) = 151.2 \text{ MPa}$

#### Sezione in mezzzeria

Le tensioni normali e di taglio di progetto risultano pertanto:

- $\sigma_{SLU} = 0.21 \times 106 / 10670 = 19.68 \text{ MPa} < 275 / 1.05 = 261.9 \text{ MPa}$
- $\tau_{SLU} = 1.70 \times 103 / 8000 = 0.22 \text{ MPa} < 275 / (1.05 \times 3^{0.5}) = 151.2 \text{ MPa}$

### 13.3.6. Verifiche di defomabilità (SLE)

La verifica SLE viene condotta calcolando la freccia massima  $\delta_{max}$  ottenuta considerando i carichi permanenti più accidentali e la freccia  $\delta_2$  ottenuta considerando i soli carichi accidentali.

- $\delta_{max} = (5/384) \times (q_{tot} \times l^4) / (EJ) = 3.6 \text{ mm}$
- $\delta_2 = (5/384) \times (q_Q \times l^4) / (EJ) = 3.0 \text{ mm}$

Inferiori ai limiti imposti dalla normativa:

- $\delta_{max} / L = 0.0012 < 1/250 = 0.004$
- $\delta_2 / L = 0.0010 < 1/300 = 0.003$

## 13.4. Grigliati

### 13.4.1. Calcolo delle sollecitazioni di progetto sui profilati

Si predispose un grigliato costituito da barre portanti di dimensioni 25x2mm ad interasse 25mm, in grado di resistere ad un sovraccarico pari a 200 kg/mq su luci non maggiori di 1m. Si verificano pertanto gli elementi trasversali necessari a sorreggere tale grigliato. Per la verifica di tali elementi si considera, cautelativamente, la sezione resistente di profili UPN100 e larghezza di afferenza massima 1.00m.

Le sollecitazioni vengono ricavate considerando uno schema statico di trave su due appoggi con luce  $l=3.50\text{m}$ , di conseguenza, sul singolo profilato ad "U" insistono i seguenti carichi distribuiti lineari:

- peso proprio  $G = 0.194 \text{ kN/m}$
- peso permanente portato  $G = 0.16 \text{ kN/m}$
- accidentali  $Q = 2.00 \text{ kN/m}$

Le sollecitazioni massime risultano:

$$M_{SLU} = ql^2/8 = (1.3 \times 0.194 + 1.3 \times 0.16 + 1.5 \times 2.00) \times 3.50^2/8 = 5.30 \text{ kNm}$$

$$T_{SLU} = ql/2 = (1.3 \times 0.194 + 1.3 \times 0.16 + 1.5 \times 2.00) \times 3.50 / 2 = 6.06 \text{ kN}$$

#### 13.4.2. Verifiche di resistenza (SLU)

La sezione del profilato UPN100 presenta le seguenti proprietà geometriche:

- $J = 206 \text{ cm}^4$
- $W = 41.2 \text{ cm}^3$
- $A_v = 6.46 \text{ cm}^2$

Le tensioni normali e di taglio di progetto risultano pertanto:

- $\sigma_{SLU} = 5.30 \times 10^6 / 41200 = 128.64 \text{ MPa} < 275 / 1.05 = 261.9 \text{ MPa}$
- $\tau_{SLU} = 6.06 \times 10^3 / 646 = 9.38 \text{ MPa} < 275 / (1.05 \times 3^{0.5}) = 151.2 \text{ MPa}$

#### 13.4.3. Verifiche di deformabilità (SLE)

La verifica SLE viene condotta calcolando la freccia massima  $\delta_{\max}$  ottenuta considerando i carichi permanenti più accidentali e la freccia  $\delta_2$  ottenuta considerando i soli carichi accidentali.

- $\delta_{\max} = (5/384) \times (q_{\text{tot}} \times l^4) / (EJ) = 10.6 \text{ mm}$
- $\delta_2 = (5/384) \times (q_Q \times l^4) / (EJ) = 9.02 \text{ mm}$

Inferiori ai limiti imposti dalla normativa:

- $\delta_{\max} / L = 0.0030 < 1/250 = 0.004$
- $\delta_2 / L = 0.0026 < 1/300 = 0.003$



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto  
INOR

Lotto  
12

Codifica Documento  
E E2 CL SLA9 C0 002

Rev.  
A

Foglio  
169 di 169

## 14. RIFERIMENTI

### 14.1. Documenti referenziati

Rif. [1] Cepav due, documento n° INOR 12 E E2 RB SL A9 00 001, intitolato “SLA9 – Sottopasso poderale pk 107+896.000 - RELAZIONE GEOTECNICA”

### 14.2. Documenti correlati

Non sono presenti documenti correlati.

### 14.3. Documenti superati

Non sono presenti documenti superati.