

# Comune di CARPI Provincia di MODENA Regione EMILIA ROMAGNA

## IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI via Valle n° 21 Fossoli di Carpi (MO)

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE  
ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO  
DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONE DI BIOMETANO

**- PROGETTO DEFINITIVO -**

COMMITTENTE:



Via Maestri del Lavoro n. 38 - 41037 - Mirandola (MO)  
web: www.aimag.it - e-mail: info@aimag.it

Il Responsabile  
Area Impianti Ambiente

(ing. Paolo Monoscalco)

TITOLARE INCARICO E COORDINAMENTO GENERALE:



Studio T.En.

Via A. Einstein, 11 - 42122 Reggio Emilia  
Tel: 0522 337096 - Fax: 0522 337592  
E-mail: info@studioten.it

Il Progettista

(ing. Stefano Teneggi)

ALTRI PROFESSIONISTI:



**Berro & Sartori ingegneria Srl**

via Roma, 130  
30030 Pianiga [VE] - Italy

t. [+39] 041 5195480 web: www.bs-eng.net  
f. [+39] 041 5199098 pec: info@pec.bs-eng.net  
P. IVA 04095420271 e-mail: info@bs-eng.net

Il Progettista

(ing. Gialuca Sartori)

Data

Maggio 2020

### RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

REVISIONE

DATA

00

Emissione

Xref cartiglio per relazioni.dwg

# STR\_001



**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Indice**

<b>1. RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Introduzione.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2. Identificazione dell'area .....</b>	<b>9</b>
<b>1.3. Descrizione generale.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4. Generalità sui criteri di progettazione strutturale.....</b>	<b>13</b>
<b>1.5. Aspetto geologico – geotecnico.....</b>	<b>13</b>
1.5.1. Risposta sismica locale .....	13
<b>1.6. EDIFICIO 18.....</b>	<b>14</b>
1.6.1. Descrizione generale .....	14
Descrizione geometrica .....	17
1.6.2. Descrizione tipologica.....	17
<b>1.7. EDIFICIO 19.....</b>	<b>18</b>
1.7.1. Descrizione generale .....	18
1.7.2. Descrizione geometrica .....	20
1.7.3. Descrizione tipologica.....	21
<b>1.8. EDIFICIO 20.....</b>	<b>21</b>
1.8.1. Descrizione generale .....	21
1.8.2. Descrizione geometrica .....	23
1.8.3. Descrizione tipologica.....	24
<b>1.9. EDIFICI 21-22-25-26-27-30-31-32-33.....</b>	<b>24</b>
1.9.1. Descrizione generale .....	24
<b>1.10. EDIFICIO 23.....</b>	<b>27</b>
1.10.1. Descrizione generale .....	27
1.10.2. Descrizione geometrica .....	29
1.10.3. Descrizione tipologica.....	30
<b>1.11. EDIFICIO 24.....</b>	<b>30</b>
1.11.1. Descrizione generale .....	30
1.11.2. Descrizione geometrica .....	31
1.11.3. Descrizione tipologica.....	32
<b>1.12. EDIFICIO 28.....</b>	<b>33</b>
1.12.1. Descrizione generale .....	33
1.12.2. Descrizione tipologica.....	37
<b>1.13. EDIFICIO 29.....</b>	<b>37</b>
1.13.1. Descrizione generale .....	37
1.13.2. Descrizione geometrica .....	38
1.13.3. Descrizione tipologica.....	39
<b>1.14. VASCHE V4 a-b-c e TETTOIA STOCCAGGIO LEGNO INTERVENTO 34.....</b>	<b>40</b>
1.14.1. Descrizione generale .....	40
1.14.2. Descrizione geometrica .....	42
1.14.3. Descrizione tipologica.....	43
<b>1.15. VASCHE V2n-V4d.....</b>	<b>43</b>
1.15.1. Descrizione generale .....	43
1.15.2. Descrizione geometrica .....	45
1.15.3. Descrizione tipologica.....	46
<b>1.16. VASCHE V8-V9.....</b>	<b>47</b>
1.16.1. Descrizione generale .....	47
1.16.2. Descrizione geometrica .....	48
1.16.3. Descrizione tipologica.....	49
<b>1.17. EDIFICIO Q/T.....</b>	<b>49</b>
1.17.1. Descrizione generale .....	49

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

1.17.2. Descrizione geometrica .....	50
1.17.3. Descrizione tipologica .....	51
<b>2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>51</b>
<b>2.1. Generali.....</b>	<b>51</b>
<b>2.2. Azioni sulle strutture.....</b>	<b>52</b>
<b>2.3. Strutture in cemento armato normale e precompresso e acciaio .....</b>	<b>52</b>
<b>2.4. Strutture prefabbricate .....</b>	<b>52</b>
<b>2.5. Eurocodici.....</b>	<b>53</b>
2.5.1. EUROCODICE 1 – Azioni sulle strutture .....	53
2.5.2. EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo.....	53
2.5.3. EUROCODICE 3 - Progettazione delle strutture in acciaio .....	53
2.5.4. EUROCODICE 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo .....	54
2.5.1. EUROCODICE 5 – Progettazione delle strutture in legno .....	54
2.5.2. EUROCODICE 6 – Progettazione delle strutture in muratura.....	54
2.5.3. EUROCODICE 7 – Progettazione geotecnica.....	54
2.5.4. EUROCODICE 8 Progettazione delle strutture per la resistenza sismica .....	54
2.5.5. EUROCODICE 9 -Progettazione delle strutture in alluminio .....	54
<b>3. DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE .....</b>	<b>55</b>
<b>3.1. Cemento per calcestruzzo.....</b>	<b>55</b>
<b>3.2. Calcestruzzo per opere in cemento armato.....</b>	<b>56</b>
<b>3.3. Calcestruzzo per opere in cemento armato precompresso (travi e tegoli).....</b>	<b>56</b>
<b>3.4. Sabbia e ghiaia.....</b>	<b>56</b>
<b>3.5. Acciaio per cemento armato.....</b>	<b>57</b>
<b>3.6. Acciaio per cemento armato precompresso .....</b>	<b>57</b>
<b>3.7. Acciaio per carpenteria.....</b>	<b>57</b>
<b>3.8. Resine epossidiche.....</b>	<b>57</b>
<b>3.9. Barre Filettate .....</b>	<b>58</b>
<b>3.10. Bulloni.....</b>	<b>59</b>
<b>3.11. Saldature.....</b>	<b>59</b>
<b>4. RELAZIONE DI CALCOLO .....</b>	<b>60</b>
<b>4.1. Modalità di calcolo adottate .....</b>	<b>60</b>
<b>4.2. Codici di calcolo .....</b>	<b>60</b>
4.2.1. SismiCad 12.15 .....	60
4.2.2. Programma di calcolo delle travi in precompresso – CAP Travi in c.a.p. 6.0 .....	61
<b>4.3. Caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali utilizzati:.....</b>	<b>62</b>
4.3.1. Calcestruzzo in opera .....	62
4.3.2. Acciaio d’armo .....	63
4.3.3. Acciaio strutturale da carpenteria .....	64
<b>4.4. Analisi dei carichi .....</b>	<b>66</b>
4.4.1. Permanenti non strutturali di copertura .....	66
4.4.2. Permanenti non strutturali.....	66
4.4.3. Carichi zona uffici cat.B .....	66
4.4.4. Tegoli di copertura.....	66
4.4.5. Conglomerato cementizio armato .....	66
4.4.6. Pannelli perimetrali .....	66
4.4.7. Materiale stoccato e acqua all’interno delle vasche .....	66
4.4.8. Altri carichi .....	66
4.4.9. Carico da neve .....	66

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

4.4.10. Pressione del vento .....	68
4.4.11. Conglomerato cementizio armato.....	73
4.4.12. Altri carichi .....	73
4.4.13. Elementi divisorii interni.....	73
4.4.14. Pesi dei materiali strutturali .....	74
4.4.15. Forze sismiche .....	74
<b>4.5. Combinazioni delle azioni.....</b>	<b>82</b>
4.5.1. Combinazione fondamentale (SLU) .....	82
4.5.2. Combinazione caratteristica rara (SLE irreversibili) .....	83
4.5.3. Combinazione frequente (SLE reversibili) .....	83
4.5.4. Combinazione quasi permanente (SLE - effetti a lungo termine) .....	83
4.5.5. Combinazione sismica (SLU e SLE).....	83
4.5.6. Combinazione eccezionale (SLU) .....	84
4.5.7. Definizione dell'azione sismica.....	84
<b>5. VERIFICHE DI RESISTENZA AL FUOCO STRUTTURE IN C.A. ....</b>	<b>84</b>
<b>6. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE .....</b>	<b>84</b>
<b>6.1. Cemento armato.....</b>	<b>84</b>
6.1.1. Criterio della gerarchia delle resistenze .....	84
6.1.2. Verifica a taglio delle travi.....	85
6.1.3. Verifica a flessione dei pilastri .....	86
6.1.4. Verifica a taglio dei pilastri .....	86
6.1.5. Verifica platea di fondazione .....	87
6.1.6. Capacity design e Verifica delle connessioni per la struttura prefabbricata.....	87
<b>6.2. Verifica a taglio : Calcolo armatura minima in zona critica e Verifica di duttilità.....</b>	<b>89</b>
6.2.1. Indicazioni progettuali .....	89
<b>6.3. Slu - Taglio .....</b>	<b>90</b>
<b>6.4. Sle – tensioni.....</b>	<b>91</b>
<b>7. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 18.....</b>	<b>92</b>
<b>7.1. Risposta modale.....</b>	<b>92</b>
<b>7.2. Verifica effetti del secondo ordine.....</b>	<b>92</b>
<b>7.3. Diagrammi delle sollecitazioni.....</b>	<b>93</b>
<b>7.4. Verifica di un pilastro.....</b>	<b>94</b>
<b>7.5. Verifica fondazioni.....</b>	<b>104</b>
7.5.1. Verifica di un plinto di fondazione .....	104
<b>7.6. Verifica tegolo alare .....</b>	<b>108</b>
<b>8. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 23.....</b>	<b>119</b>
<b>8.1. Risposta modale.....</b>	<b>119</b>
<b>8.2. Verifica effetti del secondo ordine.....</b>	<b>119</b>
<b>8.3. Diagrammi delle sollecitazioni.....</b>	<b>120</b>
<b>8.4. Verifica di un pilastro.....</b>	<b>121</b>
<b>8.5. Verifica fondazioni.....</b>	<b>130</b>
8.5.1. Verifica di un plinto di fondazione .....	130
<b>8.6. Verifica trave di copertura.....</b>	<b>139</b>
<b>9. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 19.....</b>	<b>151</b>
<b>9.1. Risposta modale.....</b>	<b>151</b>

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

9.2. Verifica pareti .....	<b>151</b>
9.3. Verifica fondazioni.....	<b>153</b>
9.3.1. Verifica della platea di fondazione .....	155
<b>10. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 20.....</b>	<b>157</b>
10.1. Risposta modale .....	<b>157</b>
10.2. Verifica pareti.....	<b>157</b>
10.3. Verifica soletta di copertura.....	<b>159</b>
10.4. Verifica fondazioni .....	<b>161</b>
10.4.1. Verifica della platea di fondazione .....	162
<b>11. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 21.....</b>	<b>164</b>
11.1. Diagrammi delle sollecitazioni.....	<b>164</b>
11.2. Verifica fondazioni.....	<b>165</b>
11.2.1. Verifica della platea di fondazione .....	165
<b>12. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 24.....</b>	<b>166</b>
12.1. Risposta modale .....	<b>166</b>
12.2. Verifica pareti.....	<b>166</b>
12.3. Verifica fondazioni .....	<b>168</b>
12.3.1. Verifica della platea di fondazione .....	170
<b>13. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 29.....</b>	<b>173</b>
13.1. Risposta modale .....	<b>173</b>
13.2. Verifica delle pareti.....	<b>174</b>
13.2.1. Verifica a fessurazione.....	177
13.3. Verifica della soletta superiore.....	<b>178</b>
13.4. Verifica fondazioni .....	<b>182</b>
13.4.1. Verifica della platea di fondazione .....	183
<b>14. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 28.....</b>	<b>184</b>
14.1. Risposta modale .....	<b>184</b>
14.2. Verifica effetti del secondo ordine.....	<b>185</b>
14.3. Diagrammi delle sollecitazioni .....	<b>185</b>
14.4. Verifica di un pilastro .....	<b>187</b>
14.5. Verifica fondazioni .....	<b>193</b>
14.5.1. Pressioni al suolo .....	193
14.5.2. Verifica di un plinto di fondazione .....	193
14.6. Verifica tegolo binervato di copertura .....	<b>201</b>
<b>15. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE VASCHE V8-V9.....</b>	<b>212</b>
15.1. Risposta modale .....	<b>212</b>
15.2. Verifica delle pareti.....	<b>213</b>
15.3. Verifica della soletta di copertura.....	<b>215</b>
15.4. Verifica fondazioni .....	<b>216</b>
15.4.1. Verifica della platea di fondazione .....	217
<b>16. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE VASCHE V2N-V4D .....</b>	<b>220</b>

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

<b>16.1. Risposta modale .....</b>	<b>220</b>
<b>16.2. Verifica delle pareti.....</b>	<b>221</b>
<b>16.3. Verifica fondazioni .....</b>	<b>224</b>
16.3.1. Verifica della platea di fondazione Vasca V2n.....	224
16.3.2. Verifica della platea di fondazione Vasca V4d.....	226
<b>17. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE VASCHE V4 A-B-C.....</b>	<b>228</b>
<b>17.1. Risposta modale .....</b>	<b>228</b>
<b>17.2. Verifica delle pareti.....</b>	<b>229</b>
<b>17.3. Verifica fondazioni .....</b>	<b>231</b>
17.3.1. Verifica della platea di fondazione .....	231
<b>18. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE INTERVENTO 34 - TETTOIA STOCCAGGIO LEGNO .....</b>	<b>234</b>
<b>18.1. Risposta modale .....</b>	<b>234</b>
<b>18.2. Verifica delle pareti.....</b>	<b>235</b>
<b>18.3. Verifica fondazioni .....</b>	<b>237</b>
18.3.1. Pressioni al suolo .....	238
18.3.2. Verifica della platea di fondazione .....	238
<b>19. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO Q/T.....</b>	<b>241</b>
<b>19.1. Risposta modale .....</b>	<b>241</b>
<b>19.2. Verifica delle pareti.....</b>	<b>241</b>
<b>19.3. Verifica della soletta di copertura.....</b>	<b>243</b>
<b>19.4. Verifica fondazioni .....</b>	<b>245</b>
19.4.1. Pressioni al suolo .....	246
19.4.2. Verifica della platea di fondazione .....	246
<b>20. VERIFICA DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....</b>	<b>248</b>

**Indice delle figure**

Figura 1.1 - Schema degli interventi .....	12
Figura 2 – confronto spettro sismico locale e spettro elastico suolo C (SLV).....	14
Figura 1.3 – Pianta fondazioni generale Edificio 18.....	15
Figura 1.4 – Pianta copertura generale Edificio 18 .....	15
Figura 1.5 – Sezioni trasversali e longitudinali Edificio 18 .....	16
Figura 1.6 – Prospetti Edificio 18.....	16
Figura 1.7 - Modello FEM Edificio 18 .....	17
Figura 1.8 – Pianta fondazioni Edificio 19 .....	19
Fig. 1.9 – Sezione Edificio 19.....	20
Figura 1.10 - Modello FEM Edificio 19 .....	21
Figura 1.11 – Pianta fondazioni Edificio 20 .....	22
Fig. 1.12 – Sezione Edificio 20.....	23
Figura 1.13 - Modello FEM Edificio 20 .....	23
Figura 1.14 - Pianta Interventi 26-27-30-31-32-33.....	25
Figura 1.15 – Pianta e sezioni Edificio 21.....	26

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Figura 1.16 – Pianta platea e sezioni Edificio 22.....	27
Figura 1.17 – Pianta fondazioni generale Edificio 23.....	28
Figura 1.18 – Pianta copertura generale Edificio 23.....	28
Figura 1.19 – Sezioni trasversali e longitudinali Edificio 23 .....	28
Figura 1.20 – Prospetti Edificio 23.....	29
Figura 1.21 - Modello FEM Edificio 23 .....	29
Figura 1.22 – Pianta fondazioni Edificio 19 .....	31
Fig. 1.23 – Sezione Edificio 19.....	31
Figura 1.24 - Modello FEM Edificio 24 .....	32
Figura 1.25 – Pianta fondazioni Building H.....	33
Figura 1.26 – Pianta solaio Edificio 28 .....	34
Figura 1.27 – Pianta Copertura Edificio 28 .....	34
Figura 1.28 - Sezioni Edificio 28 .....	35
Figura 1.29 - Prospetti Edificio 28 .....	36
Figura 1.30 - Modello FEM Edificio 28 .....	36
Figura 1.31 – Pianta fondazioni Edificio 29 .....	38
Fig. 1.32 – Sezione Edificio 29.....	38
Figura 1.33 - Modello FEM Edificio 29 .....	39
Figura 1.34 – Pianta fondazioni Vasche V4a-b-c e tettoia.....	41
Fig. 1.35 – Sezione Vasche V4a-b-c e tettoia .....	41
Figura 1.36 - Modello FEM V4a-b-c e tettoia.....	42
Figura 1.37 – Pianta fondazioni Vasche V4d-V2n.....	44
Fig. 1.38 – Sezione Vasche V4d-V2n .....	45
Figura 1.39 - Modello FEM V4d-V2n.....	46
Figura 1.40 – Pianta fondazioni Vasche V8-V9 .....	47
Fig. 1.41 – Sezione Vasche V8-V9 .....	48
Figura 1.42 - Modello FEM V8-V9 .....	48
Figura 1.43 – Pianta fondazioni Edificio Q/T.....	50
Fig. 1.44 – Sezione Edificio Q/T .....	50
Figura 1.45 - Modello FEM Edificio Q/T.....	51
Figura 3.1 - Estratto da UNI197-1:2011.....	55
Figura 3.2 - Estratto UNI11104:2004.....	56
Figura 3 - Individuazione zona d'appartenenza come previsto da NTC 2018 .....	69
Figura 4.4 - Mappa di pericolosità sismica .....	75
Figura 4.5 - Mappa di pericolosità sismica del circondario di Carpi (MO) (a/g-tempo di ritorno 50 anni).....	76
Figura 4.6 - Parametri di accelerazione al suolo e degli spettri elastici di progetto .....	77
Figura 4.7 - Spettri elastici di risposta per lo Stato Limite SLV .....	78
Figura 4.8 - Spettri elastici di risposta per lo Stato Limite SLD.....	78
Figura 6.1 - Schema di calcolo del capacity design.....	86
Figura 7.1 – Involuppo M2 massimi SLU – SLV sui pilastri KNm.....	93
Figura 7.2 – Involuppo M3 massimi SLU – SLV sui pilastri KNm.....	93
Figura 7.3 – Involuppo sforzo normale N SLU – SLV (KN).....	94
Figura 8.1 – Involuppo M2 massimi SLU – SLV sui pilastri KNm.....	120
Figura 8.2 – Involuppo M3 massimi SLU – SLV sui pilastri KNm.....	120
Figura 8.3 – Involuppo sforzo normale N SLU – SLV (KN).....	121
Figura 9.1 – Involuppo Momenti Moo massimi SLU – SLV KNm .....	152
Figura 9.2 – Involuppo Momenti Mzz massimi SLU – SLV KNm.....	152
Figura 9.3 – Momento resistente con armatura minima.....	153
Figura 9.4 – Involuppo Pressione minima al suolo SLU – SLV (daN/cmq).....	154
Figura 9.5 – Involuppo Pressione minima al suolo SLE rara (daN/cmq).....	154

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Figura 10.1 – Involuppo Momenti Moo massimi SLU – SLV KNm .....	158
Figura 10.2 – Involuppo Momenti Mzz massimi SLU – SLV KNm .....	158
Figura 10.3 – Momento resistente con armatura minima.....	159
Figura 10.4 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm .....	159
Figura 10.5 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm.....	160
Figura 10.6 – Momento resistente con armatura minima.....	160
Figura 10.7 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm.....	161
Figura 10.8 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm .....	162
Figura 10.9 – Momento resistente con armatura minima.....	162
Figura 11.1 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm.....	164
Figura 11.2 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm .....	164
Figura 11.3 – Momento resistente con armatura minima.....	165
Figura 12.1 – Involuppo Momenti Moo massimi SLU – SLV KNm .....	167
Figura 12.2 – Involuppo Momenti Mzz massimi SLU – SLV KNm .....	167
Figura 12.3 – Momento resistente con armatura minima.....	168
Figura 12.4 – Involuppo Pressione minima al suolo SLU – SLV (daN/cm <sup>2</sup> ).....	169
Figura 12.5 – Involuppo Pressione minima al suolo SLE rara (daN/cm <sup>2</sup> ).....	169
Figura 13.1 – Involuppo Momenti Moo minimi SLU – SLV KNm .....	174
Figura 13.2 – Involuppo Momenti Moo massimi SLU – SLV KNm .....	174
Figura 13.3 – Involuppo Momenti Foo SLE qp KN/m .....	175
Figura 13.4 – Involuppo Momenti Mzz minimi SLU – SLV KNm.....	175
Figura 13.5 – Involuppo Momenti Mzz massimi SLU – SLV KNm .....	176
Figura 13.6 – Involuppo Momenti Foo SLE qp KN/m .....	176
Figura 13.7 – Momento resistente con armatura minima.....	177
Figura 13.8 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm .....	179
Figura 13.9 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm.....	179
Figura 13.10 – Momenti resistenti con armatura minima.....	180
Figura 13.11 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm .....	183
Figura 13.12 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm.....	183
Figura 13.13 – Momenti resistenti con armatura minima.....	184
Figura 14.1 – Involuppo M2 massimi SLU – SLV sui pilastri KNm .....	185
Figura 14.2 – Involuppo M3 massimi SLU – SLV sui pilastri KNm .....	186
Figura 14.3 – Involuppo sforzo normale N SLU – SLV (KN).....	186
Figura 14.4 – Involuppo Pressione minima al suolo SLU – SLV.fondazioni (daN/cm <sup>2</sup> ) .....	193
Figura 15.1 – Involuppo Momenti Moo SLU – SLV KNm.....	213
Figura 15.2 – Involuppo Momenti Mzz SLU – SLV KNm.....	214
Figura 15.3 – Momento resistente con armatura minima nelle pareti.....	214
Figura 15.4 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm .....	215
Figura 15.5 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm.....	215
Figura 15.6 – Momento resistente con armatura minima.....	216
Figura 15.7 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm .....	217
Figura 15.8 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm.....	217
Figura 15.9 – Momento resistente con armatura minima.....	218
Figura 16.1 – Momenti minimi e massimi Moo SLU – SLV KNm .....	221
Figura 16.2 – Momenti minimi e massimi Mzz SLU – SLV KNm.....	222
Figura 16.3 – Momento resistente con armatura minima nelle pareti.....	223
Figura 16.4 – Momento resistente con armatura aggiuntiva nelle pareti.....	223
Figura 16.5 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm .....	224
Figura 16.6 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm.....	225
Figura 16.7 – Momento resistente con armatura minima per platea Vasca V2n .....	225

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Figura 16.8 – Involuppo Momenti $M_{xx}$ SLU – SLV KNm .....	226
Figura 16.9 – Involuppo Momenti $M_{yy}$ SLU – SLV KNm.....	226
Figura 16.10 – Momento resistente con armatura minima per platea Vasca V4d .....	227
Figura 17.1 –Momenti $M_{oo}$ minimi e massimi SLU – SLV KNm .....	229
Figura 17.2 – Momenti minimi e massimi $M_{zz}$ SLU – SLV KNm.....	230
Figura 17.3 – Momento resistente con armatura minima nelle pareti.....	231
Figura 17.4 – Involuppo Momenti $M_{xx}$ SLU – SLV KNm .....	232
Figura 17.5 – Involuppo Momenti $M_{yy}$ SLU – SLV KNm.....	232
Figura 17.6 – Momento resistente con armatura minima.....	233
Figura 17.7 – Momento resistente con armatura aggiuntiva.....	233
Figura 18.1 – Involuppo Momenti $M_{oo}$ SLU – SLV KNm.....	235
Figura 18.2 –Momenti massimi e minimi $M_{zz}$ SLU – SLV KNm.....	236
Figura 18.3 – Momento resistente con armatura minima nelle pareti.....	236
Figura 18.4 – Momento resistente con armatura minima nei pilastri 150x60.....	237
Figura 18.5 – Pressioni minime Involuppo SLU – SLV daN/cm <sup>2</sup> .....	238
Figura 18.6 – Involuppo Momenti $M_{xx}$ SLU – SLV KNm .....	238
Figura 18.7 – Involuppo Momenti $M_{yy}$ SLU – SLV KNm.....	239
Figura 18.8 – Momento resistente con armatura minima.....	239
Figura 19.1 – Involuppo Momenti $M_{oo}$ SLU – SLV KNm.....	242
Figura 19.2 – Involuppo Momenti $M_{zz}$ SLU – SLV KNm.....	242
Figura 19.3 – Momento resistente con armatura minima nelle pareti.....	243
Figura 19.4 – Involuppo Momenti $M_{xx}$ SLU – SLV KNm .....	243
Figura 19.5 – Involuppo Momenti $M_{yy}$ SLU – SLV KNm.....	244
Figura 19.6 – Momento resistente con armatura minima.....	244
Figura 19.7 – Deformazioni SLE qp -mm.....	245
Figura 19.8 – Pressioni minime Involuppo SLU – SLV daN/cm <sup>2</sup> .....	246
Figura 19.9 – Involuppo Momenti $M_{xx}$ SLU – SLV KNm .....	246
Figura 19.10 – Involuppo Momenti $M_{yy}$ SLU – SLV KNm.....	247
Figura 19.11 – Momento resistente con armatura minima.....	247

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

## **1. RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA**

### **1.1. INTRODUZIONE**

Il presente elaborato è parte integrante del Progetto Definitivo per la realizzazione di una sezione di digestione anaerobica finalizzata alla produzione di biometano mediante upgrading del biogas. La nuova sezione impiantistica si posiziona all'interno dell'area di pertinenza dell'impianto esistente di compostaggio di Fossoli, di proprietà della ditta Aimag Spa e sito in Comune di Carpi (MO), precisamente nella porzione Est all'interno del comparto.

La presente relazione illustra le scelte metodologie, materiche, strutturali, normative e di calcolo che hanno portato al dimensionamento e alla determinazione del progetto definitivo strutturale dell'edificio progettato.

Si precisa che il progetto prevede la realizzazione di fondazioni su pali con funzione in alcuni casi di inibitori di cedimento e di consolidamento del terreno. La seguente relazione riporta le verifiche strutturali degli elementi in elevazione e delle platee. Per quando riguarda la verifica dei pali si rimanda alla relazione geotecnica.

### **1.2. IDENTIFICAZIONE DELL'AREA**

L'area interessata dall'impianto è situata nella parte nord della provincia di Modena, nella porzione ovest della medio-bassa pianura modenese, fra la frazione di Fossoli di Carpi e Novi di Modena, nel territorio comunale di Carpi.

Nel dettaglio l'impianto si trova a sud dell'impianto di discarica esistente ed è delimitato ad ovest dal Cavo Gavasseto, a nord dal Canale Irriguo Marengo e Via Valle e ad est da Via Remesina Esterna.

Il territorio circostante è formato da prevalenti zone agricole nell'ambito delle quali si trova, oltre a frazioni minori e varie case sparse nella campagna, il centro abitato di Fossoli di Carpi a distanza di circa 3 km a sud.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**



**Fig.1.: Ortofoto dell'area di intervento**

Come evidenziato in figura seguente, l'intervento sarà realizzato su aree di proprietà Aimag interne all'impianto esistente, di cui al mappale 93, e su aree di proprietà comunale, di cui Aimag ha acquisito il diritto di superficie (mappali 28, 30 e 121).

Le coordinate GPS del sito sono le seguenti:

- Latitudine 44°50'43.35"N
- Longitudine 10°54'26.48"E



**Fig. 2. - Estratto mappa catastale dell' area dell'area di intervento**

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

### 1.3. DESCRIZIONE GENERALE

Il presente progetto prevede l'introduzione di una nuova sezione di digestione anaerobica ed apportando i necessari adeguamenti delle reti tecnologiche, con modesto incremento della potenzialità di trattamento.

In effetti l'ipotesi progettuale prevede che l'attuale quantità di rifiuto in ingresso al trattamento R3, pari a 90.000 tonnellate/anno, sia aggiornata al valore di 115.000 t/a.

Data la numerosità degli edifici da realizzare si schematizzano di seguito i vari interventi come da schema e figura seguente.

Si precisa che si tratta di edifici tutti indipendenti tra di loro dal punto di vista sismico, per la presenza di giunti strutturali.

#### EDIFICI IN PROGETTO



##### AREA OGGETTO DI INTERVENTO

- 18 CAPANNONE DI RICEZIONE
- 19 BIOFILTRO CAPANNONE DI RICEZIONE
- 20 VASCHE DI PRECARICO
- 21 DIGESTORE PRIMARIO
- 22 DIGESTORE SECONDARIO
- 23 CAPANNONE DI SEPARAZIONE SOLIDO/LIQUIDO
- 24 BIOFILTRO CAPANNONE SEPARAZIONE S/L
- 25 STAZIONE DI UPGRADING
- 26 SEZIONE DI COMPRESIONE
- 27 AREA SNAM - PUNTO DI CONSEGNA BIOMETANO
- 28 PALAZZINA UFFICI - SALA CONTROLLO - MAGAZZINO
- 29 VASCA DI SEDIMENTAZIONE
- 30 STAZIONE DI ASPIRAZIONE A SERVIZIO DELLE TORCE
- 31 TORCE
- 32 BIOFILTRO A SERVIZIO DI "V9"
- 33 IMPIANTO DI RECUPERO "CO2"
- 34 TETTOIA STOCCAGGIO LEGNO
- V4a VASCA DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE - V=2'000 m3
- V4b VASCA DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE - V=2'000 m3
- V4c VASCA DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE - V=2'000 m3
- V4d VASCA DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE - V=1'000 m3
- V2r VASCA DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE - V=120 m3
- V8 VASCA DI MISCELAZIONE - V=1'000 m3
- V9 VASCA DI RACCOLTA DIGESTATO - V=3'000 m3
- Q11 SALA QUADRI TRASFORMATORI
- Q12 LOCALE QUADRI ELETTRICI

- CAL CALDAIA
- COG COGENERATORE
- GE GRUPPO ELETTROGENO
- PZ POZZO
- VP VASCA A SERVIZIO DEL POZZO da 30 m3
- AC AUTOCLAVE
- V VASCA DI RECUPERO E STOCCAGGIO ACQUE BIANCHE
  - V7a VASCA 7a da 200 m3 (interrata)
  - V7b VASCA 7b da 100 m3 complessivi (2 serbatoi fuori terra)
  - V7c VASCA 7c da 50 m3 (interrata)
- V VASCA DI LAMINAZIONE ACQUE BIANCHE
  - V12 VASCA 12 da 270 m3
  - V13 VASCA 13 da 675 m3

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

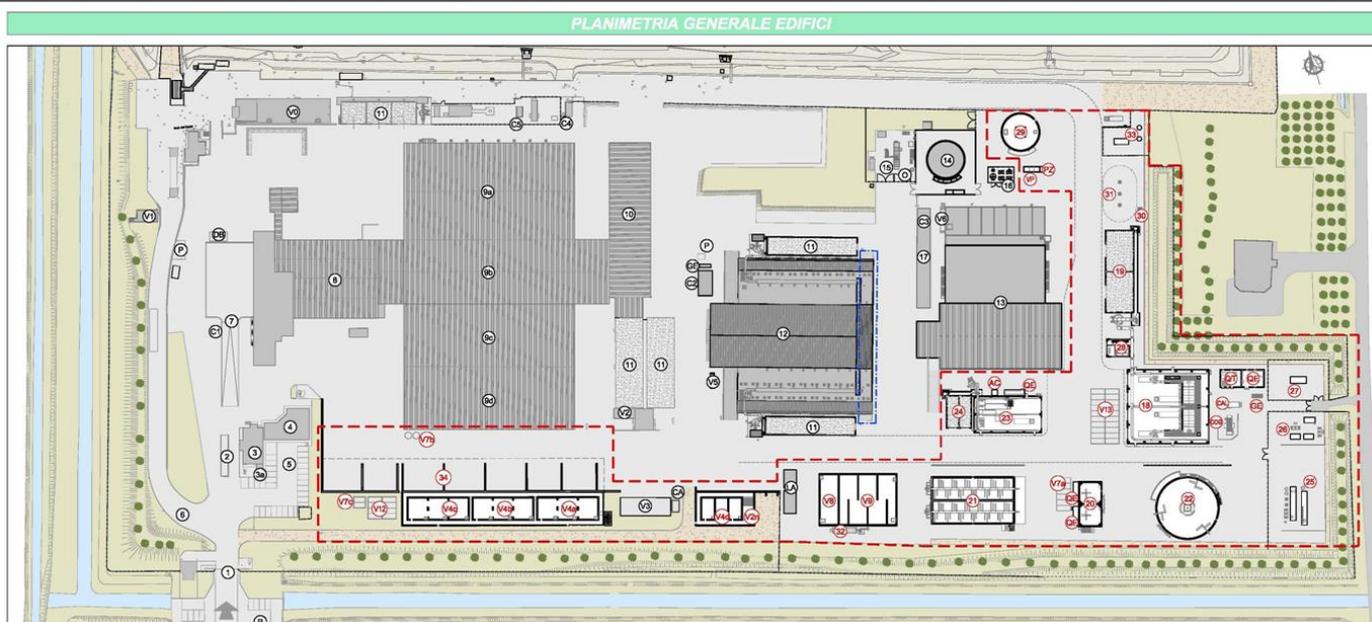


Figura 1.1 - Schema degli interventi

Si riportano di seguito la tipologia delle strutture per i vari interventi previsti nel progetto.

EDIFICI/INTERVENTI	Destinazione d'uso	Tipologia di Struttura
18	Capannone di Ricezione	Prefabbricata in c.a. e in c.a.p.
19	Biofiltro capannone di ricezione	c.a in opera
20	Vasca di precarico	c.a in opera
21	Platea del Digestore primario	c.a in opera / la struttura da definirsi con il fornitore
22	Platea del Digestore secondario	c.a in opera/ la struttura da definirsi con il fornitore
23	Capannone di separazione solido/liquido	Prefabbricata in c.a. e in c.a.p.
24	Biofiltro capannone di separazione	c.a in opera
25,26,27,30,31,32,33	Platee per gli impianti	c.a in opera
34	Tettoia staoccaggio del legno	c.a in opera (fondazioni ed elevazioni) e prefabbricata di copertura
28	Palazzina uffici	Prefabbricata in c.a. e in c.a.p.
29	Vasca di sedimentazione	c.a in opera fuori terra
V4a,b,c,d, V2n	Vasche raccolta acque meteoriche	c.a in opera fuori terra
V8	Vasca di miscelazione	c.a in opera fuori terra
V9	Vasca di raccolta digestato	c.a in opera fuori terra
V7a, b, c	Vasche di recupero e stoccaggio acque bianche	Prefabbricate ed interrato
V11, V12	Vasche di laminazione acque bianche	Prefabbricate ed interrato

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Q/T e QE	Sala quadri e trasformatori e locale quadri elettrici	c.a in opera
----------	---	--------------

#### **1.4. GENERALITÀ SUI CRITERI DI PROGETTAZIONE STRUTTURALE**

Il territorio di Carpi (MO) è classificato sismico in zona 3 dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni del 2018, applicativo della L.64/74 e successive varianti e integrazioni (Circolare Applicativa 21 Gennaio 2019 n°7). Inoltre, l'edificio sarà calcolato per una Vita Nominale pari a 50 anni in classe d'uso II, ossia per un periodo di riferimento pari  $V_R=50$  anni.

#### **1.5. ASPETTO GEOLOGICO – GEOTECNICO**

L'incarico di definire le caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche dei terreni per il dimensionamento delle strutture di fondazione ai sensi del D.M. 17.01.2018 e s.m.i. è stato affidato al Dott. Geol. Pierluigi Dallari.

Per la puntuale caratterizzazione geologica, geotecnica e sismica del sottosuolo dell'area di progetto è stata condotta una approfondita campagna di indagini in sito progettata in accordo con la Committente e con il gruppo di progettazione.

Il presente rapporto riferisce quindi sull'assetto, geomorfologico ed idrogeologico del sito e comprende, sulla base delle specifiche indagini, l'identificazione delle formazioni presenti, della struttura e dei caratteri fisici del sottosuolo, definisce il modello geologico-tecnico del sottosuolo, e le caratteristiche sismiche.

Per la caratterizzazione sismica dei terreni i risultati hanno permesso di definire una Categoria di sottosuolo **C**.

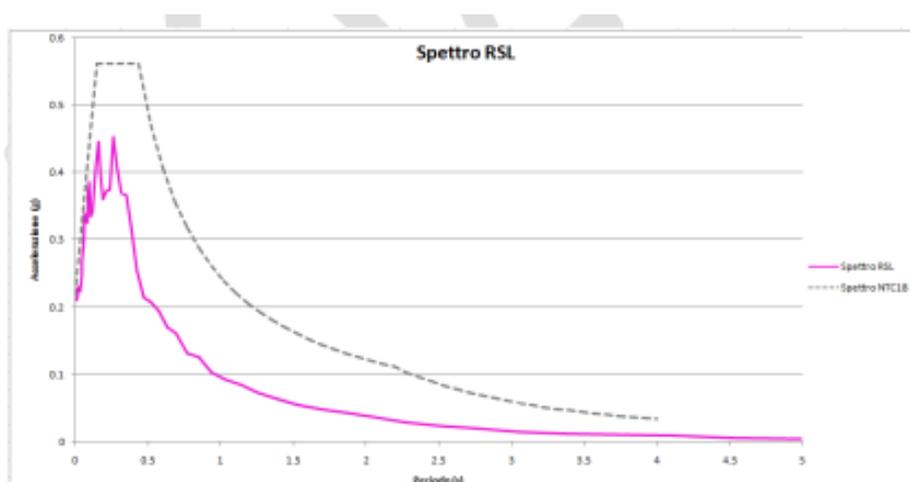
##### **1.5.1. Risposta sismica locale**

L'argomento è compiutamente trattato nella relazione geologica a firma del Dott. Geol. Pierluigi Dallari.

Si riportano di seguito le indagini effettuate in sito.

La categoria di sottosuolo sismica adottata è tipo "C", di seguito si riportano i confronti tra spettro sismico di progetto e spettro derivato dall'analisi sismica locale. Come si può vedere l'amplificazione del moto sismico locale produce uno spettro elastico minore rispetto a quelle previste dalle analisi semplificate.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**



*Figura 2 – confronto spettro sismico locale e spettro elastico suolo C (SLV)*

## 1.6. EDIFICIO 18

### 1.6.1. Descrizione generale

L'edificio 18 è stato progettato con strutture a travi e pilastri prefabbricati in cap.

L'edificio presenta un ingombro totale in pianta pari a circa 36.10 x 33.20 m; è costituito da un singolo piano in tutta la sua superficie e l'altezza massima interna misurata sotto le travi primaria è di 13 m.

In particolare, si prevedono le seguenti strutture portanti:

- Fondazione a plinti su pali e a travi di collegamento sismico; Il collegamento perimetrale dei plinti avviene tramite dei cordoli che possono avere anche la funzione di reggi pannello.
- Pilastri in cap di varie sezioni in c.a.;
- Travi primarie in c.a.p. tipo L e ad I variabile;
- Solaio di copertura con tegoli alari poggianti su travi in c.a.p.;
- Pannelli di tamponamento orizzontali in c.a. non a taglio termico ed alleggeriti con adeguati telai di sostegno in corrispondenza dei fori porta e per sbalzi non sostenuti da pilastri in c.a..

Si riporta di seguito la planimetria generale e alcune sezioni.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

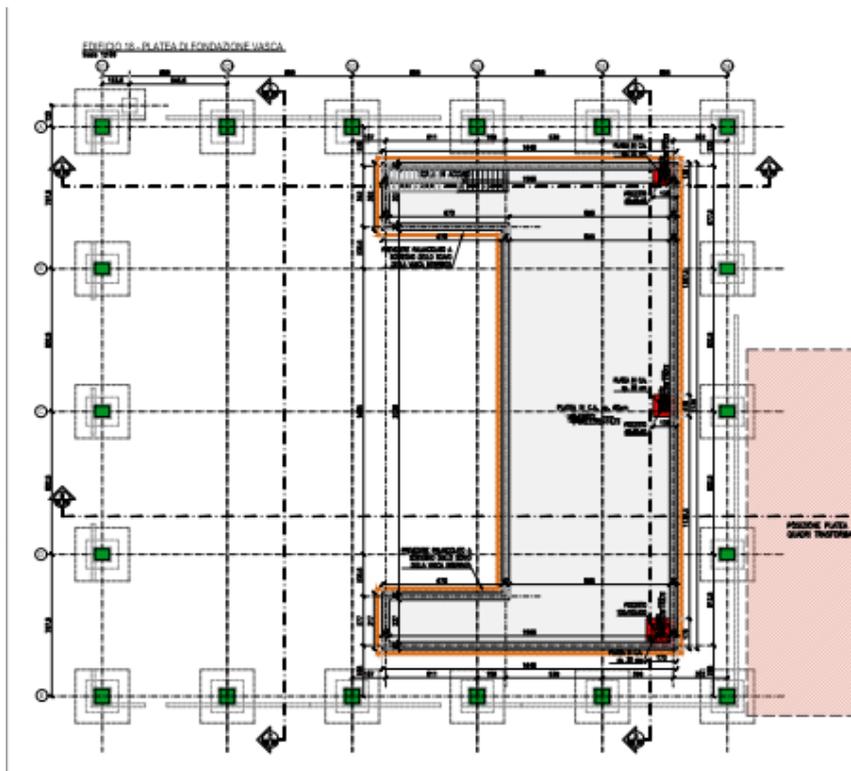


Figura 1.3 – Pianta fondazioni generale Edificio 18

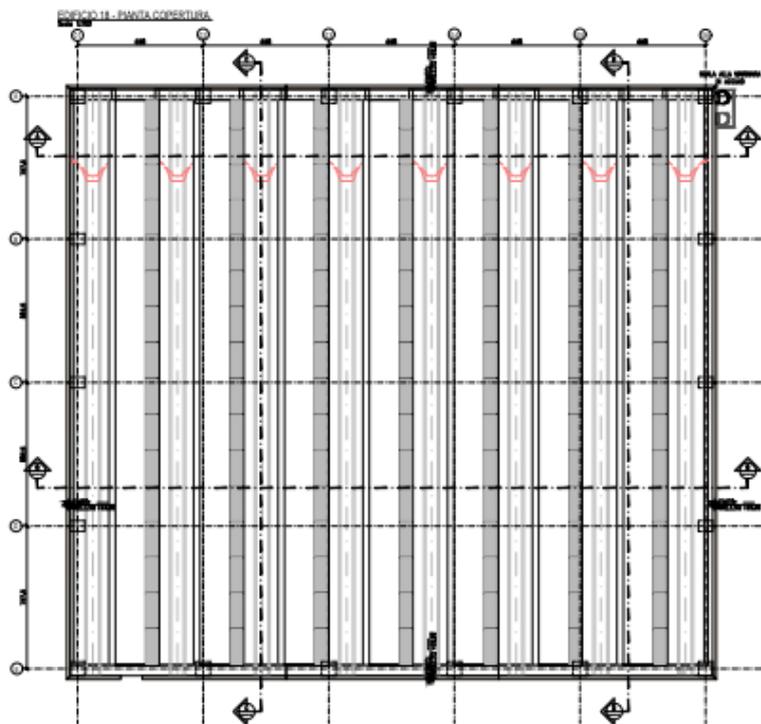


Figura 1.4 – Pianta copertura generale Edificio 18

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

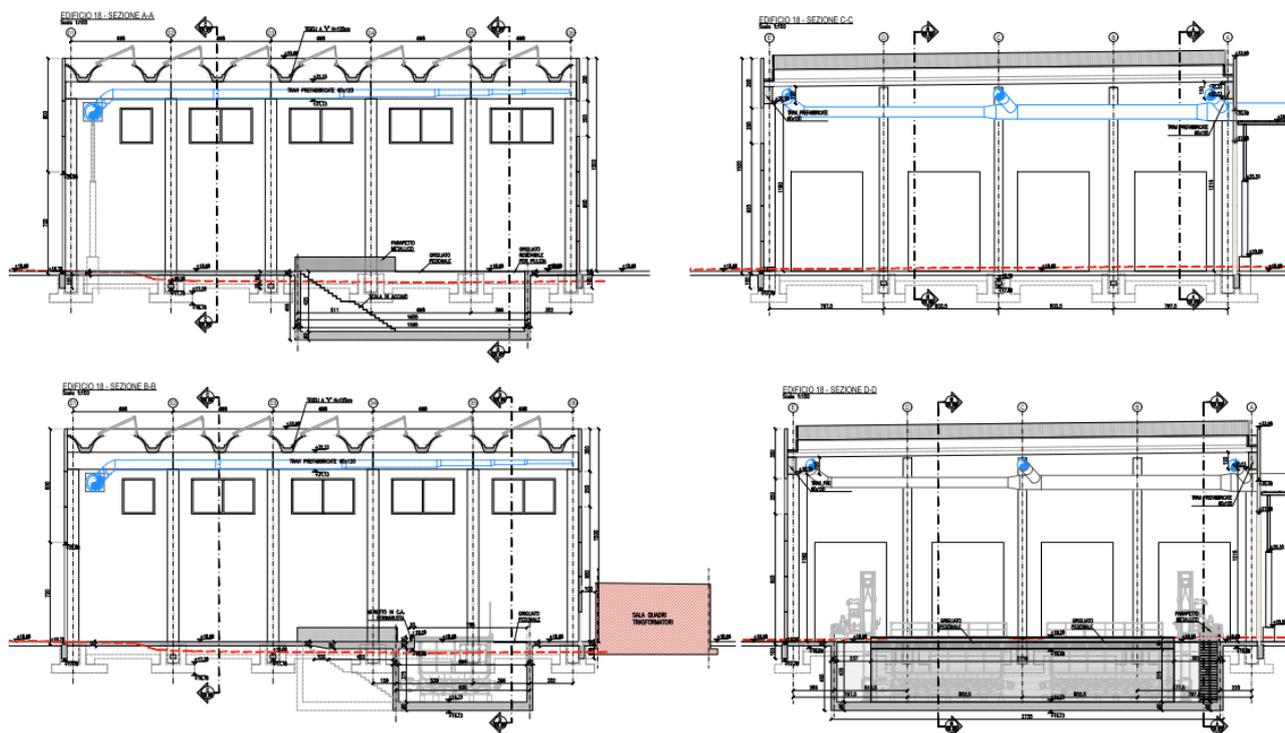


Figura 1.5 – Sezioni trasversali e longitudinali Edificio 18

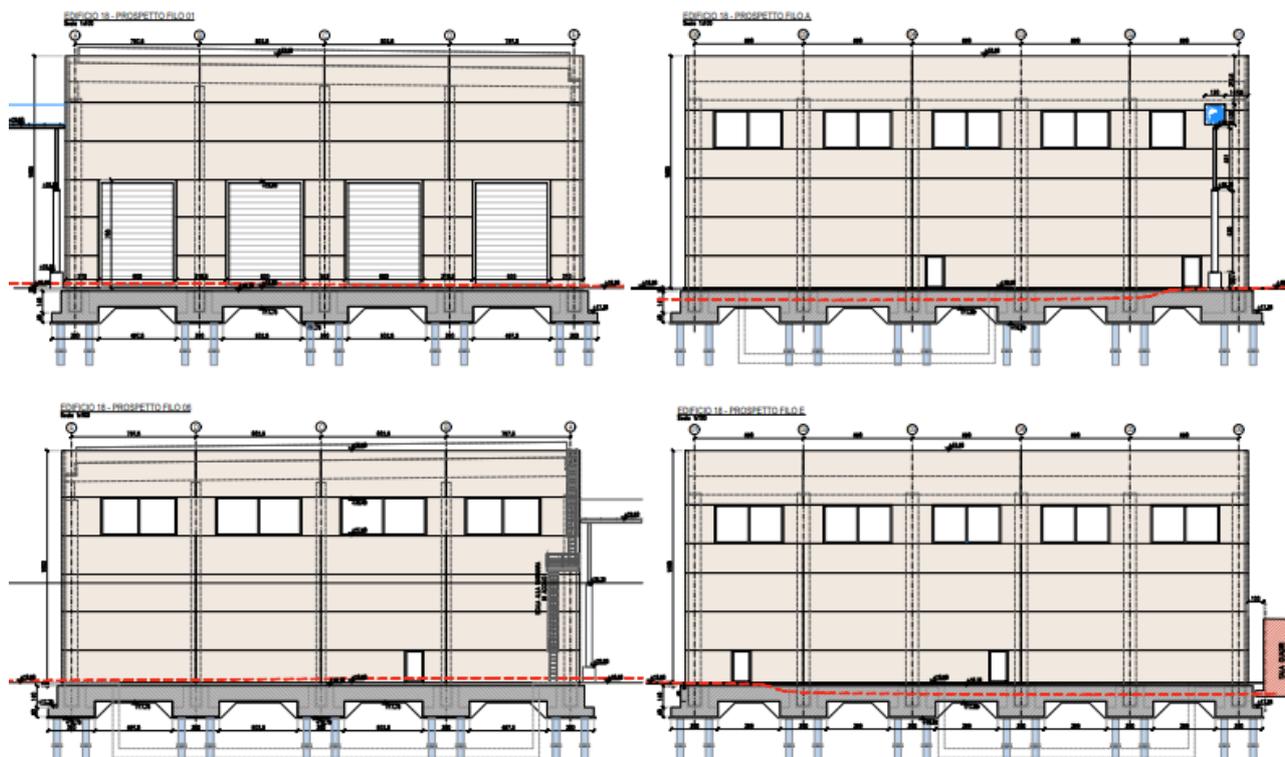


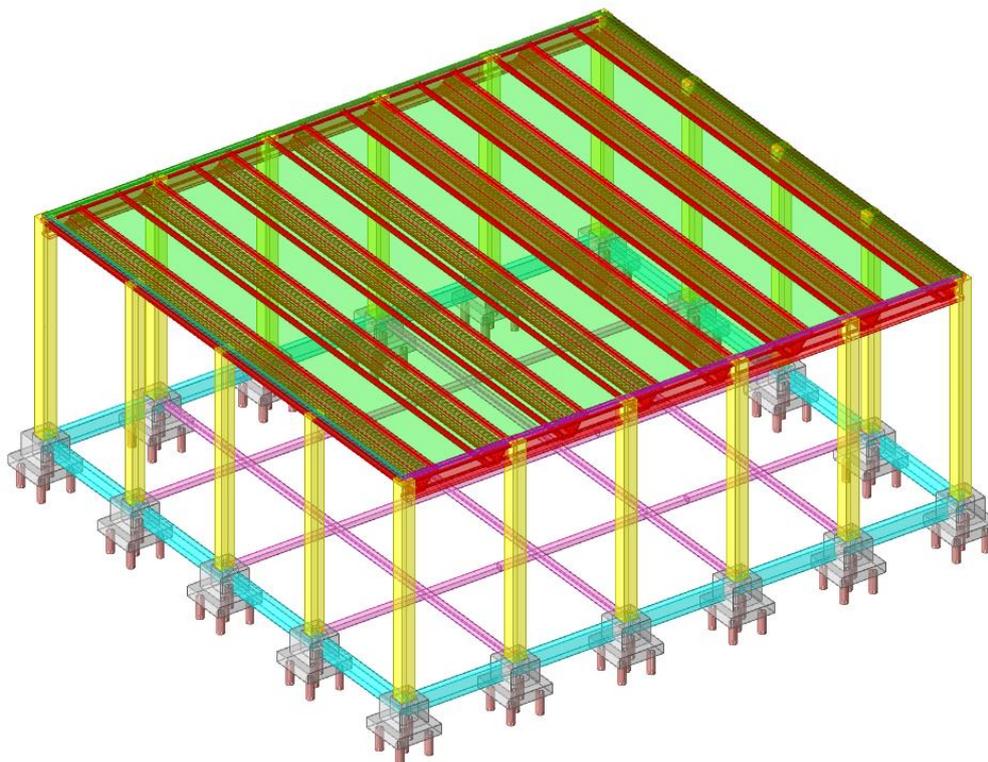
Figura 1.6 – Prospetti Edificio 18

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Si riportano di seguito delle brevi descrizioni sulla tipologia strutturale.

**Descrizione geometrica**

Trattasi di edifici realizzati tutti in elementi prefabbricati.



*Figura 1.7 - Modello FEM Edificio 18*

**1.6.1.1 Numero di piani**

- **Piani:** uno fuori terra;

**1.6.1.2 Dimensioni in pianta**

- 36.10 x 33.20 m;

**1.6.1.3 Altezze**

- Dalla quota +18.98 pavimento al piano di posa dei plinti di fondazione +16.78 m;
- Dalla quota pavimento finito all'intradosso trave di copertura +32.33 e +31.98 m.
- H edificio esterno pannelli max 15.00 m.

**1.6.2. Descrizione tipologica**

**1.6.2.1 Fondazioni**

### PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

Le fondazioni sono a plinti con bicchiere su pali con travi perimetrali di collegamento

- **Spessore:** 60 cm.
- **Dimensione Plinti:** 300x300 cm
- **Quote di posa:** i plinti tipo hanno quota di imposta +16.78 m;
- **Materiale:** conglomerato cementizio armato di classe C25/30 – XC2;

#### 1.6.2.2 Strutture in Elevazione

- **Tipologia:** struttura a pilastri in c.a. di sezione 80x80 cm e 60x80 rpg;
- **Materiale:** Calcestruzzo C45/55– XA3 per pilastri in c.a..

#### 1.6.2.3 Solai di copertura

- **Tipologia:** struttura in elementi prefabbricati a tipologia tegoli alari sostenuti da travi prefabbricate in c.a.p.
- **Materiale:** Calcestruzzo min. C45/55 e C 50/60 – XA3.

#### 1.6.2.4 Condutture

Le condutture e canne di qualsiasi genere sono predisposte in modo tale da essere isolate dalle strutture resistenti dell'edificio e secondo le norme di legge.

## 1.7. EDIFICIO 19

### 1.7.1. Descrizione generale

Trattasi di un nuovo edificio realizzato tutto in cls in opera con destinazione d'uso di biofiltro per il capannone di ricezione.

Il manufatto presenta un ingombro in pianta pari a circa 36.60 x 12.30 m, ed è costituito da due vasche separate tra di loro per la presenza di muri per tutta la lunghezza alti 2.10 m da pavimento finito.

In particolare, si prevedono le seguenti strutture portanti:

- Fondazione a platea spessore 40cm.
- I muri perimetrali e centrali sp=30 cm

Si riporta di seguito la planimetria generale e alcune sezioni.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

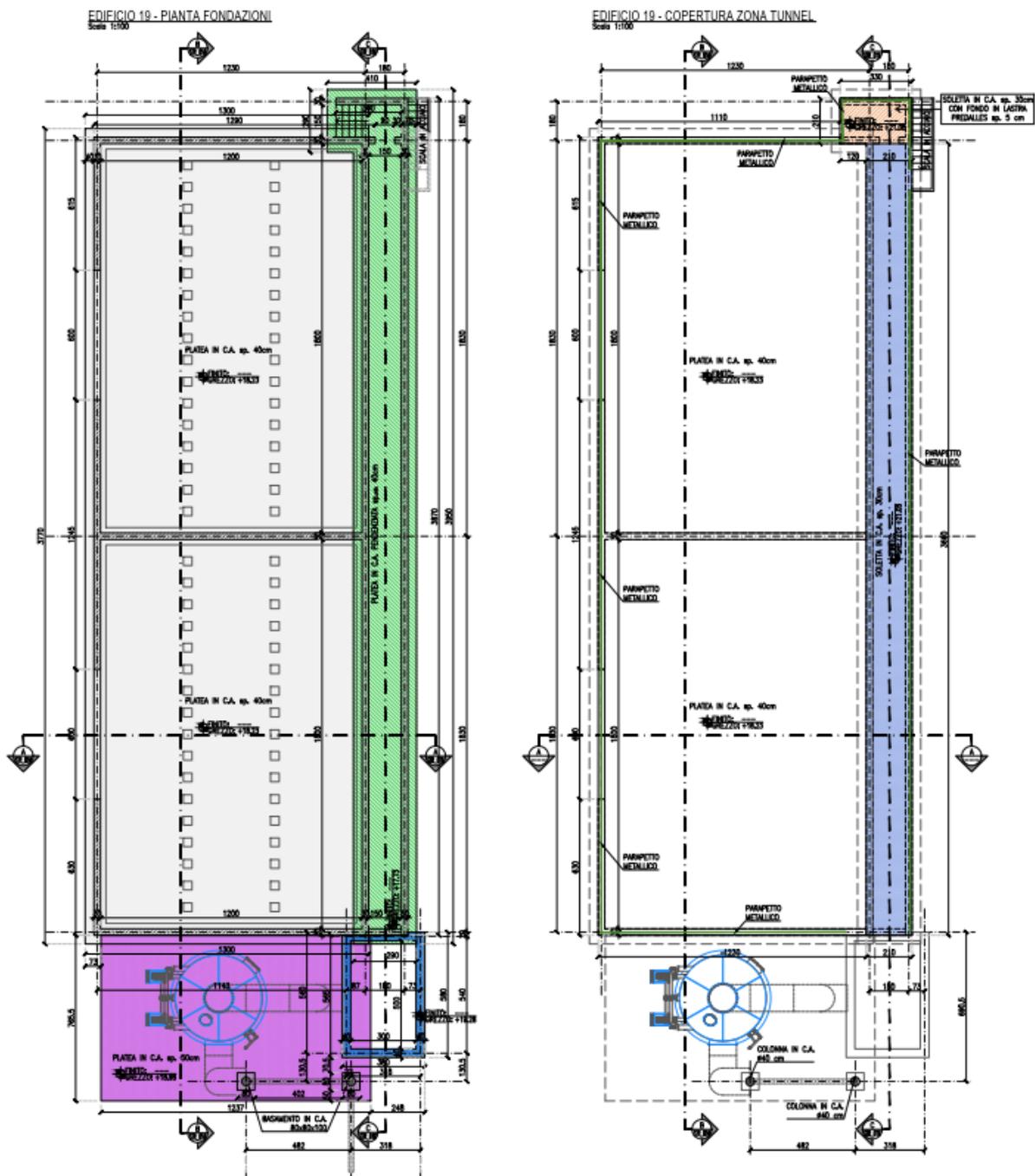


Figura 1.8 – Pianta fondazioni Edificio 19

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

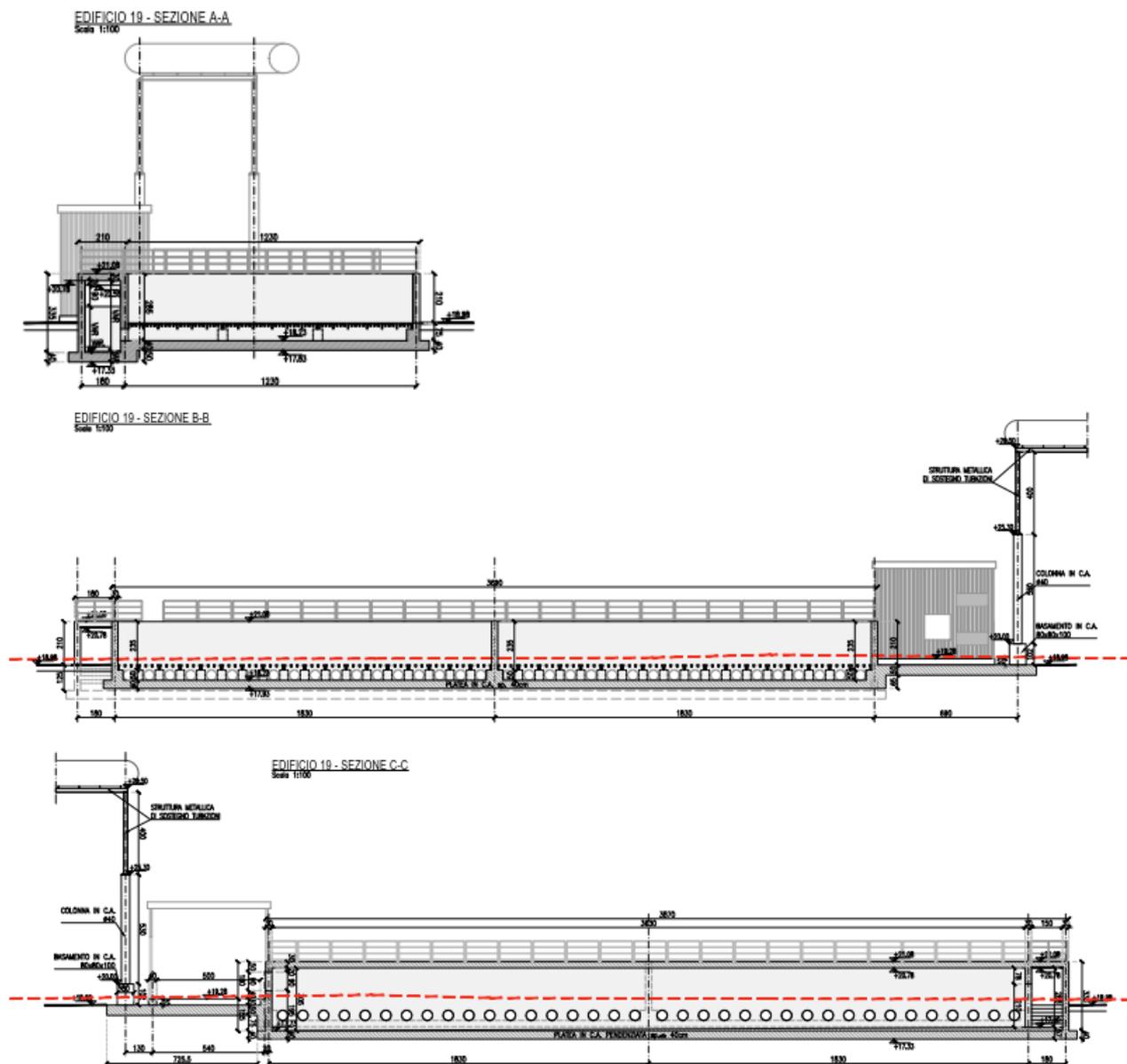


Fig. 1.9 – Sezione Edificio 19

**1.7.2. Descrizione geometrica**

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

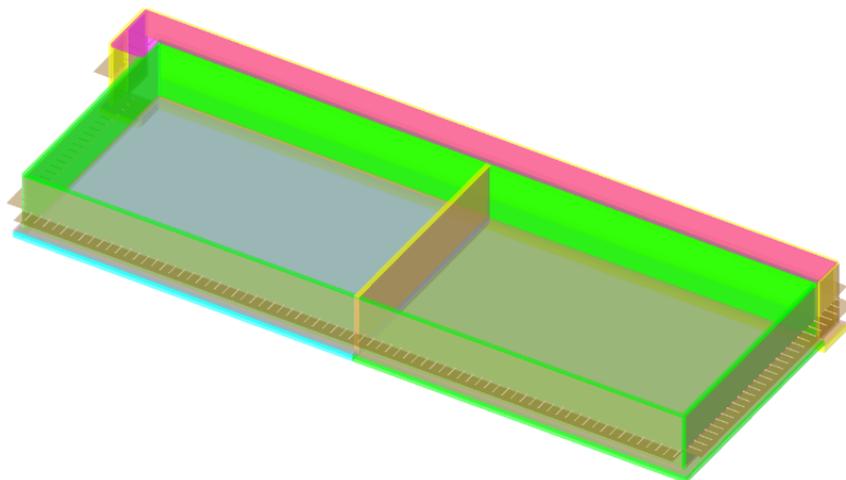


Figura 1.10 - Modello FEM Edificio 19

**1.7.2.1 Numero di piani**

- **Piani:** uno fuori terra;

**1.7.2.2 Dimensioni in pianta**

- 36.60 x 12.30 m ;

**1.7.2.3 Altezze**

- Dalla quota +18.98 pavimento finito al piano di posa della platea di fondazione +17.83 m;
- Dalla quota pavimento finito all'intradosso muri +21.08 m.
- H muro esterno 2.10 m da pavimento finito.

**1.7.3. Descrizione tipologica**

**1.7.3.1 Fondazioni**

Le fondazioni sono a platea

- **Spessore:** 40 cm.
- **Quote di posa:** +17.83 m;
- **Materiale:** conglomerato cementizio armato di classe C35/45 – XA3;

**1.7.3.2 Strutture in Elevazione**

- **Tipologia:** struttura a muri in c.a.;
- **Materiale:** Calcestruzzo C35/45 – XA3 per murature di contenimento ed interne.

**1.8. EDIFICIO 20**

**1.8.1. Descrizione generale**

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Trattasi di una vasca fuoriterra realizzata tutta in cls in opera con destinazione d’uso vasca di precarico.  
 Il manufatto presenta un ingombro in pianta pari a circa 10.00 x 20.10 m, ed è costituito da due vasche separate tra di loro per la presenza di un muro per tutta la lunghezza e tutta l’altezza.

In particolare, si prevedono le seguenti strutture portanti:

- Fondazione a platea spessore 60 cm su pali che fungono da consolidamento del terreno.
- I muri perimetrali e centrali sp=40 cm
- Soletta di copertura alta 40 cm con l’aggiunta di una lastra predalles sp=5 cm come cassero a perdere.

Si riporta di seguito la planimetria generale e alcune sezioni.

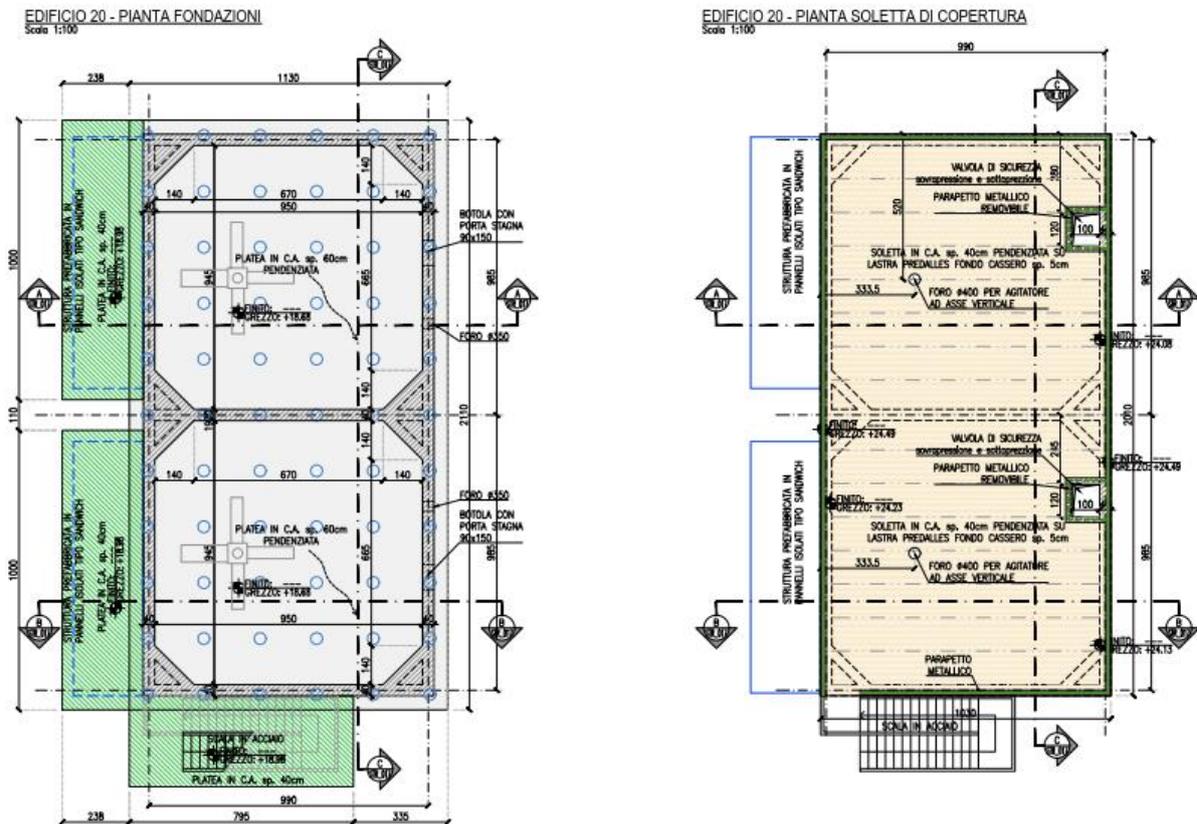


Figura 1.11 – Pianta fondazioni Edificio 20

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

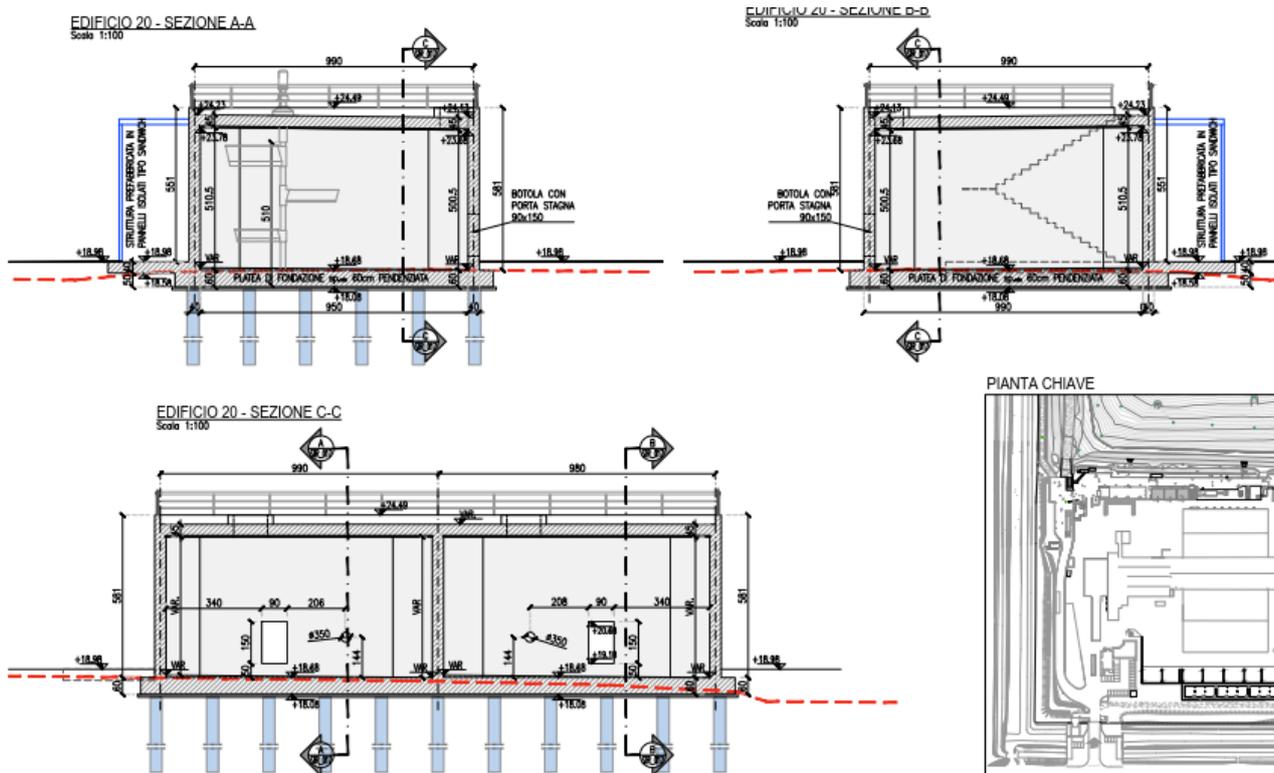


Fig. 1.12 – Sezione Edificio 20

**1.8.2. Descrizione geometrica**

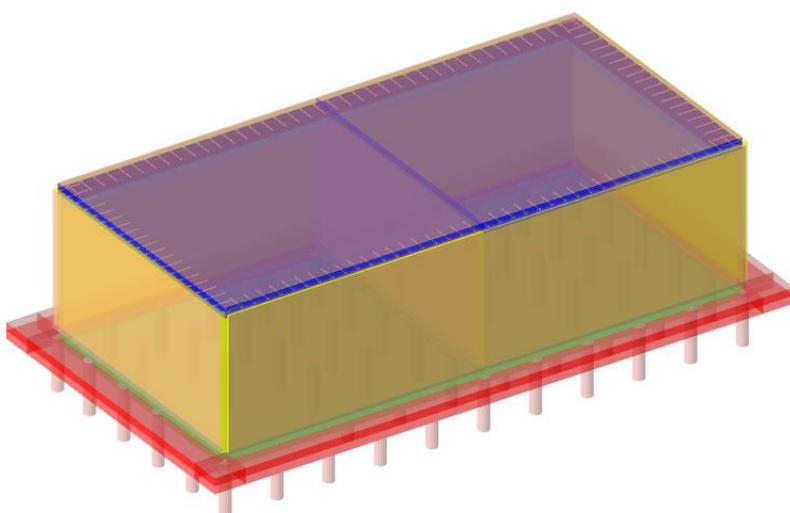


Figura 1.13 - Modello FEM Edificio 20

**1.8.2.1 Numero di piani**

- **Piani:** uno fuori terra;

### PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

#### 1.8.2.2 Dimensioni in pianta

- 10.00 x 20.10 m ;

#### 1.8.2.3 Altezze

- Dalla quota +18.68 pavimento finito al piano di posa della platea di fondazione +18.08 m;
- Dalla quota pavimento finito all'intradosso muri +23.78 m.
- H muro esterno 5.10 m da pavimento finito.

### 1.8.3. Descrizione tipologica

#### 1.8.3.1 Fondazioni

Le fondazioni sono a platea su pali

- **Spessore:** 60 cm.
- **Quote di posa:** +18.08 cm;
- **Materiale:** conglomerato cementizio armato di classe C35/45-XA3;

#### 1.8.3.2 Strutture in Elevazione

- **Tipologia:** struttura a muri in c.a.;
- **Materiale:** Calcestruzzo C35/45- XA3 per murature di contenimento ed interne.

### 1.9. EDIFICI 21-22-25-26-27-30-31-32-33

#### 1.9.1. Descrizione generale

Gli interventi 21 e 22 trattasi della realizzazione della sola platea di fondazione per l'impianto digestore e dei relativi locali tecnici. Entrambe le strutture in elevazione saranno progettate dal fornitore degli impianti poiché dipendono dalla tipologia impiantistica e dalla tecnologia scelta dalla Committenza.

Nello specifico l'edificio 21 trattasi del digestore primario delle dimensioni in pianta rettangolare di 36.20 x 21.24 m la cui struttura, tutta fuori terra, è alta 7.00 m.

Nello specifico l'edificio 22 trattasi del digestore secondario delle dimensioni in pianta circolare d 24 m la cui struttura, tutta fuori terra, è alta 10.00 m.

Si prevedono platee dello spessore è di 60 cm su pali come consolidamento del terreno.

Gli interventi 26-27-30-31-32-33 trattasi della realizzazione della sola soletta di appoggio degli impianti che avrà la stessa quota dei piazzali esterni e sarà dello spessore di 30 cm. Tali impianti sono la stazione di upgrading, sezione di compressione, l'area Snam, stazione di aspirazione, zona torce, biofiltro e impianto di recupero CO2.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

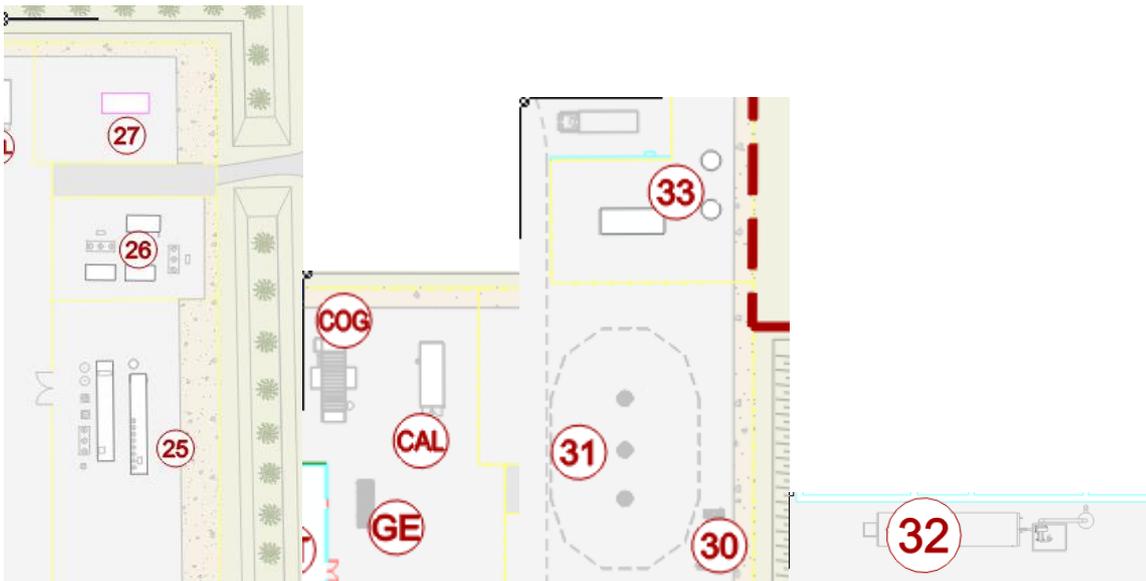


Figura 1.14 - Pianta Interventi 26-27-30-31-32-33

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

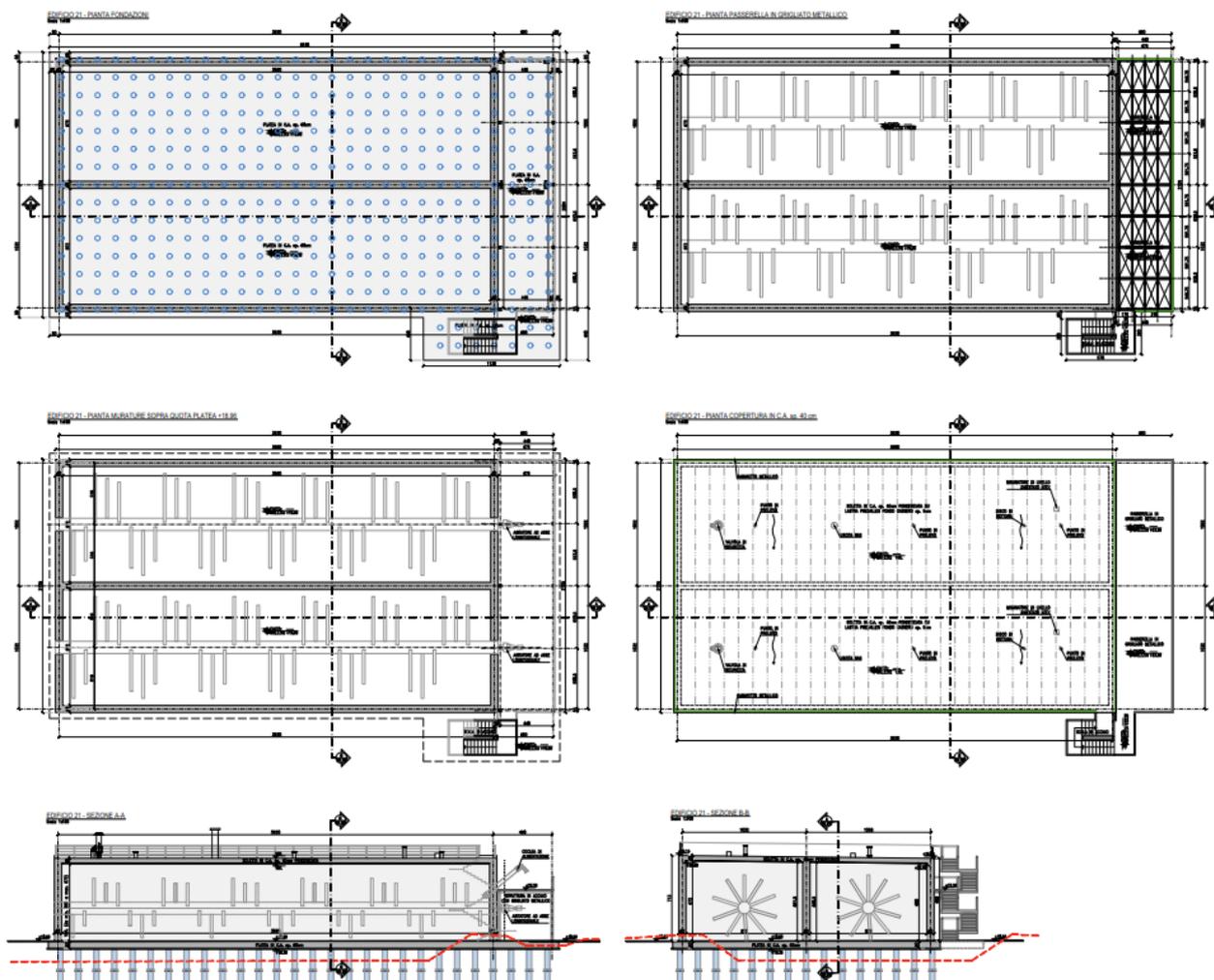


Figura 1.15 – Pianta e sezioni Edificio 21

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

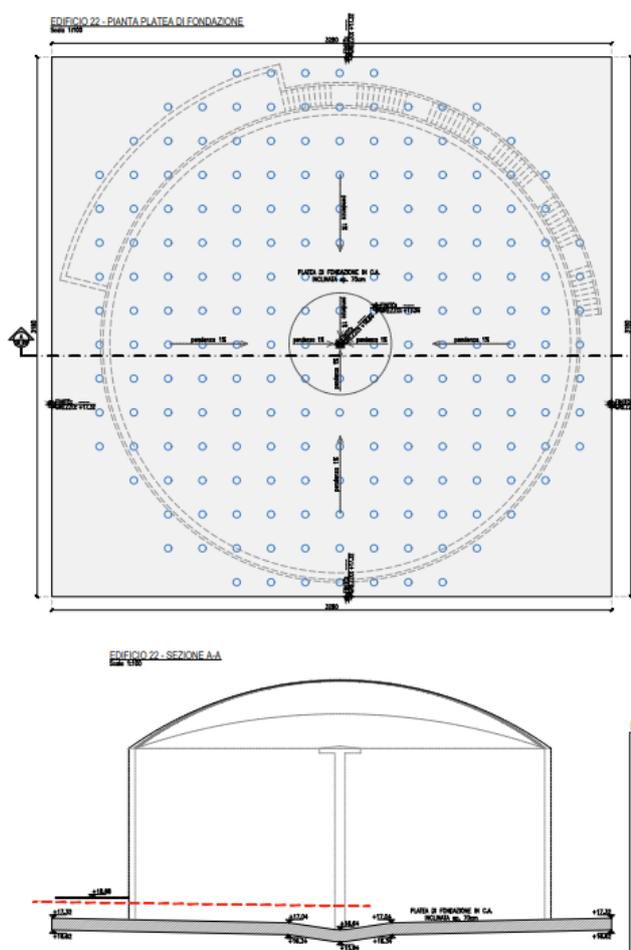


Figura 1.16 – Pianta platea e sezioni Edificio 22

## 1.10. EDIFICIO 23

### 1.10.1. Descrizione generale

L'edificio 23 è stato progettato con strutture a travi e pilastri prefabbricati in cap.

L'edificio presenta un ingombro totale in pianta pari a circa 16.46 x 30.00 m; è costituito da un singolo piano in tutta la sua superficie e l'altezza massima interna misurata sotto le travi primaria è di 11.50 m.

In particolare, si prevedono le seguenti strutture portanti:

- Fondazione a plinti su pali e a travi di collegamento sismico; Il collegamento perimetrale dei plinti avviene tramite dei cordoli che possono avere anche la funzione di reggi pannello.
- Pilastri in cap di varie sezioni in c.a.;
- Travi primarie in c.a.p. tipo L e ad I variabile;
- Solaio di copertura con tegoli alari poggianti su travi in c.a.p.;

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

- Pannelli di tamponamento orizzontali in c.a. non a taglio termico ed alleggeriti con adeguati telai di sostegno in corrispondenza dei fori porta e per sbalzi non sostenuti da pilastri in c.a..

Si riporta di seguito la planimetria generale e alcune sezioni.

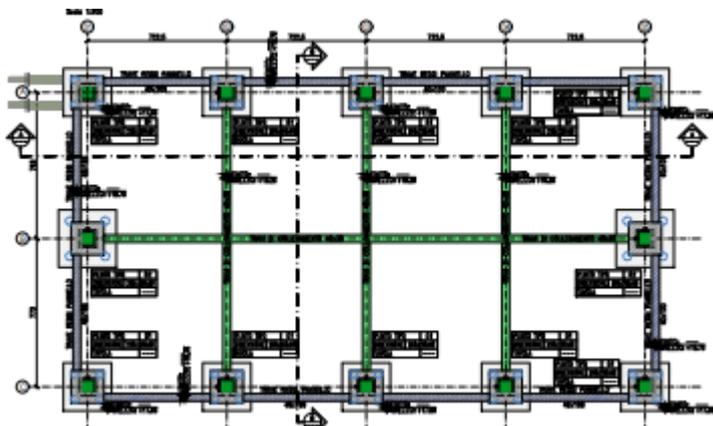


Figura 1.17 – Pianta fondazioni generale Edificio 23

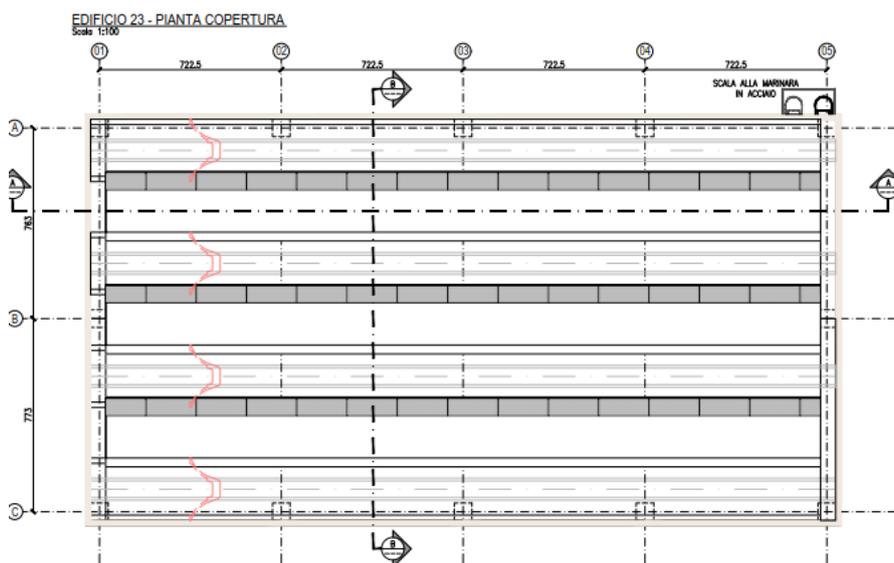


Figura 1.18 – Pianta copertura generale Edificio 23

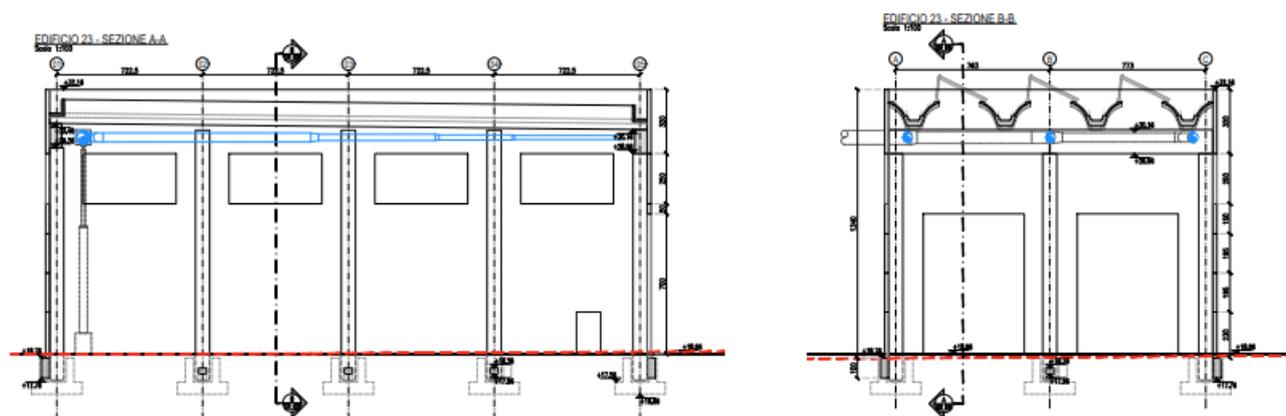


Figura 1.19 – Sezioni trasversali e longitudinali Edificio 23

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

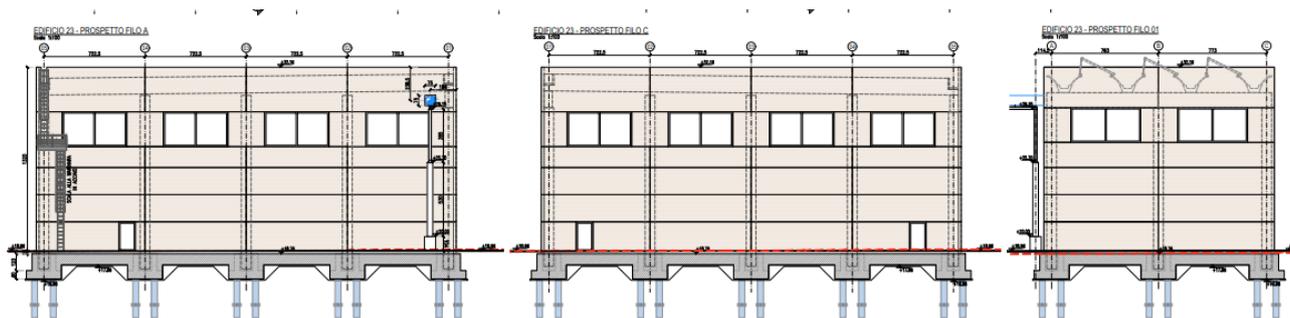


Figura 1.20 – Prospetti Edificio 23

Si riportano di seguito delle brevi descrizioni sulla tipologia strutturale.

### 1.10.2. Descrizione geometrica

Trattasi di edifici realizzati tutti in elementi prefabbricati.

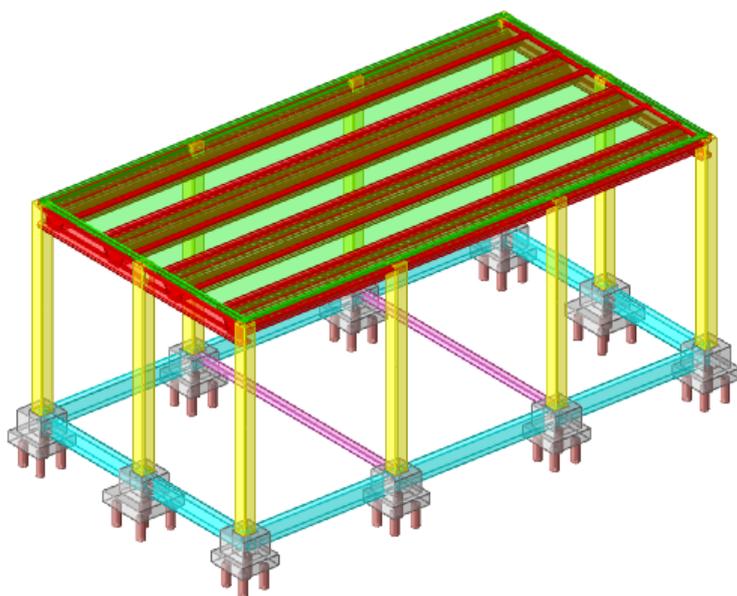


Figura 1.21 - Modello FEM Edificio 23

#### 1.10.2.1 Numero di piani

- **Piani:** uno fuori terra;

#### 1.10.2.2 Dimensioni in pianta

- 16.46 x 30.00 m;

#### 1.10.2.3 Altezze

- Dalla quota +18.96 pavimento al piano di posa dei plinti di fondazione +16.96 m;
- Dalla quota pavimento finito all'intradosso trave di copertura +30.46 e +30.16 m.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

- H edificio esterno pannelli max 13.20 m.

### **1.10.3. Descrizione tipologica**

#### **1.10.3.1 Fondazioni**

Le fondazioni sono a plinti con bicchiere su pali con travi perimetrali di collegamento

- **Spessore:** 60 cm.
- **Dimensione Plinti:** 300x300 cm e 250x250 cm
- **Quote di posa:** i plinti tipo hanno quota di imposta +16.96 m;
- **Materiale:** conglomerato cementizio armato di classe C25/30 – XC2;

#### **1.10.3.2 Strutture in Elevazione**

- **Tipologia:** struttura a pilastri in c.a. di sezione 70x70 cm;
- **Materiale:** Calcestruzzo C45/55– XA3 per pilastri in c.a..

#### **1.10.3.3 Solai di copertura**

- **Tipologia:** struttura in elementi prefabbricati a tipologia tegoli alari sostenuti da travi prefabbricate in c.a.p.
- **Materiale:** Calcestruzzo min. C45/55 e C 50/60 – XA3.

#### **1.10.3.4 Condutture**

Le condutture e canne di qualsiasi genere sono predisposte in modo tale da essere isolate dalle strutture resistenti dell'edificio e secondo le norme di legge.

## **1.11. EDIFICIO 24**

### **1.11.1. Descrizione generale**

Trattasi di un nuovo edificio realizzato tutto in cls in opera con destinazione d'uso di biofiltro per il capannone di separazione.

Il manufatto presenta un ingombro in pianta pari a circa 16.15 x 11.10 m, ed è costituito da due vasche separate tra di loro per la presenza di muri per tutta la lunghezza alti 2.10 m da pavimento finito.

In particolare, si prevedono le seguenti strutture portanti:

- Fondazione a platea spessore 40 cm.
- I muri perimetrali e centrali sp=30 cm

Si riporta di seguito la planimetria generale e alcune sezioni.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

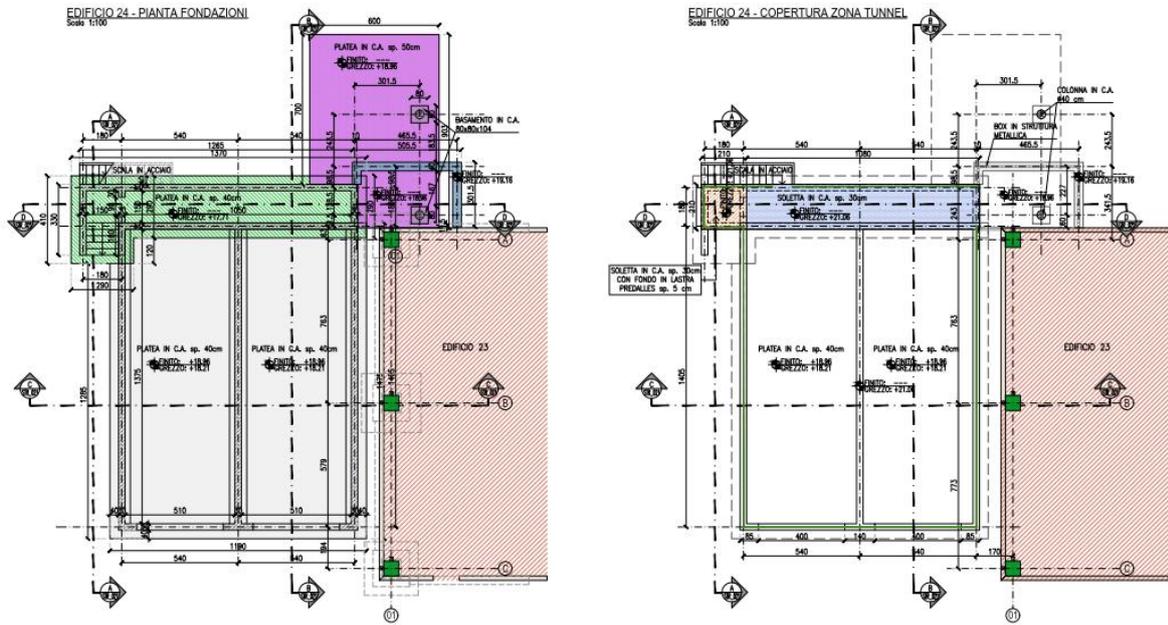


Figura 1.22 – Pianta fondazioni Edificio 19

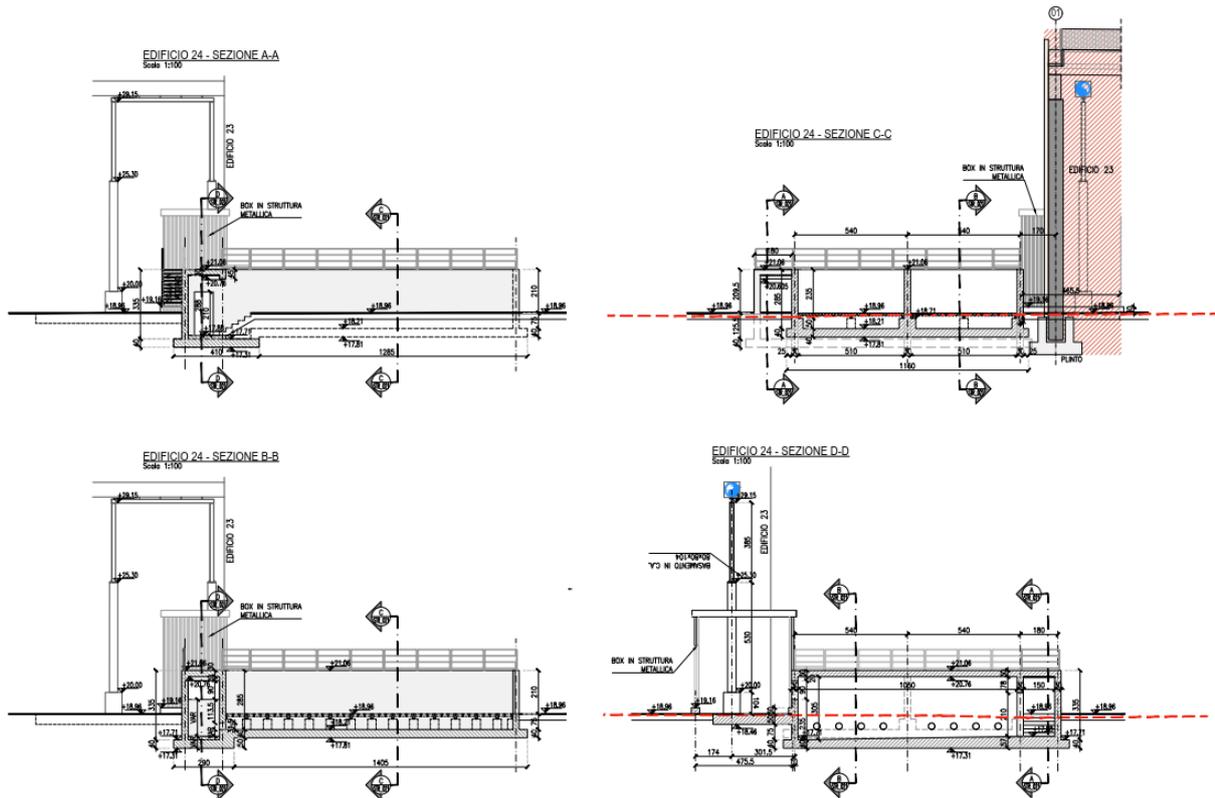


Fig. 1.23 – Sezione Edificio 19

**1.11.2. Descrizione geometrica**

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

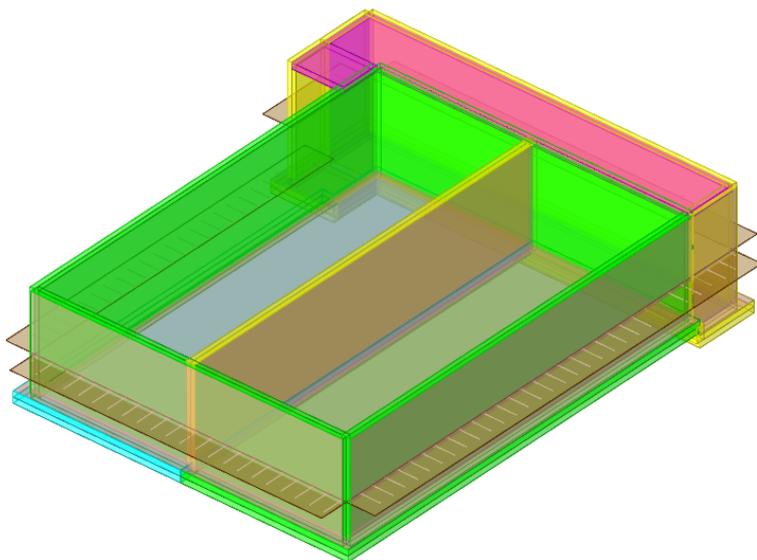


Figura 1.24 - Modello FEM Edificio 24

**1.11.2.1** Numero di piani

- **Piani:** uno fuori terra;

**1.11.2.2** Dimensioni in pianta

- 16.15 x 11.10 m ;

**1.11.2.3** Altezze

- Dalla quota +18.96 pavimento finito al piano di posa della platea di fondazione +17.81 m;
- Dalla quota pavimento finito all'intradosso muri +21.06 m.
- H muro esterno 2.10 m da pavimento finito.

**1.11.3. Descrizione tipologica**

**1.11.3.1** Fondazioni

Le fondazioni sono a platea

- **Spessore:** 40 cm.
- **Quote di posa:** +17.81 m;
- **Materiale:** conglomerato cementizio armato di classe C35/45 –XA3;

**1.11.3.2** Strutture in Elevazione

- **Tipologia:** struttura a muri in c.a.;
- **Materiale:** Calcestruzzo C35/45 – XA3 per murature di contenimento ed interne.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

## 1.12. EDIFICIO 28

### 1.12.1. Descrizione generale

L'edificio 28 è un nuovo edificio con la destinazione d'uso di uffici, spogliatoi e magazzino tutto in struttura prefabbricata; presenta un ingombro in pianta pari a circa 12.04 x 8.14 m ed è costituito da due piani fuori terra. Le altezze interna utile sotto il solaio è di 2.70 m.

La struttura portante è realizzata in elementi prefabbricati e i solai sono realizzati con tegoli binervati sostenuti da travi in c.a.p.. Sopra ai tegoli verrà gettata poi una cappa strutturale.

In particolare, si prevedono le seguenti strutture portanti per l'edificio principale:

- Fondazione a plinti con bicchiere spessore 60cm collegati tra di loro da cordoli.
- Pilastri sezione 50x50 cm prefabbricati;
- Travi e tegoli di copertura prefabbricati in c.a.p.;
- Pannelli prefabbricati di tamponamento a taglio termico.

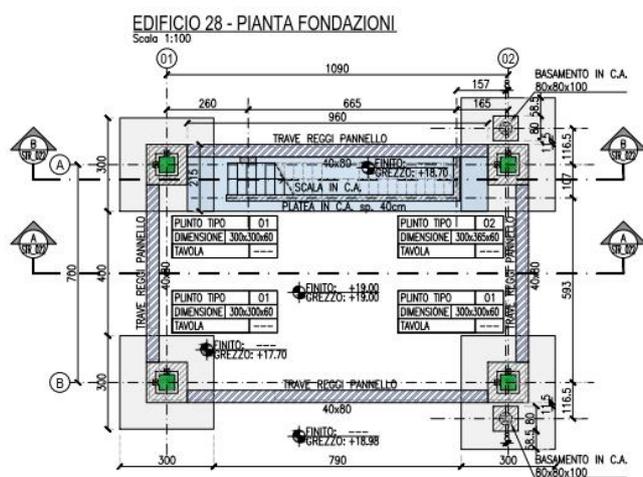


Figura 1.25 – Pianta fondazioni Building H

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**



Figura 1.26 – Pianta solaio Edificio 28

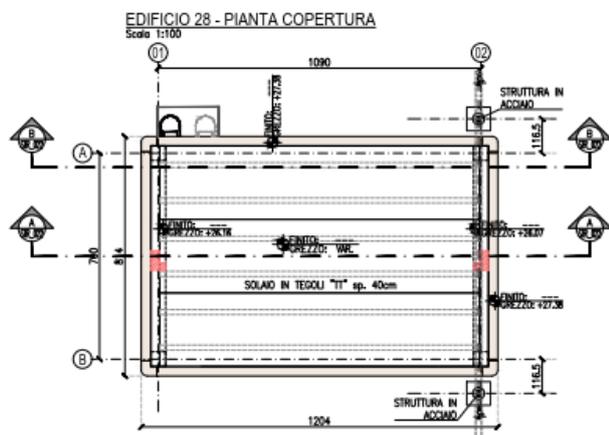


Figura 1.27 – Pianta Copertura Edificio 28

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

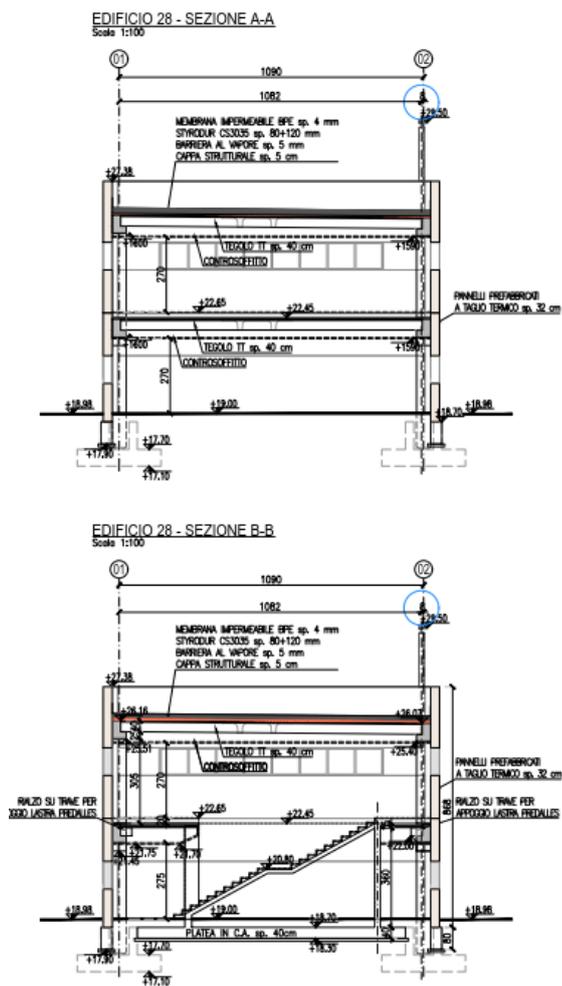


Figura 1.28 - Sezioni Edificio 28

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

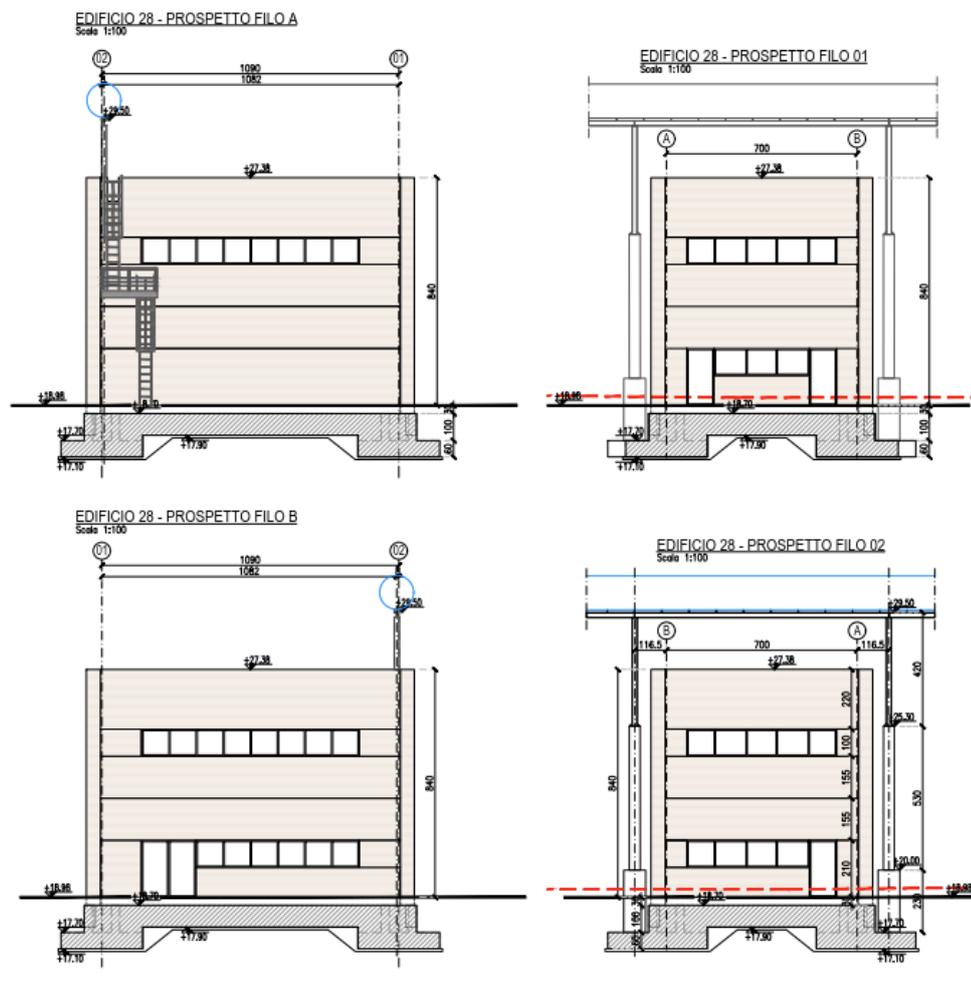


Figura 1.29 - Prospetti Edificio 28

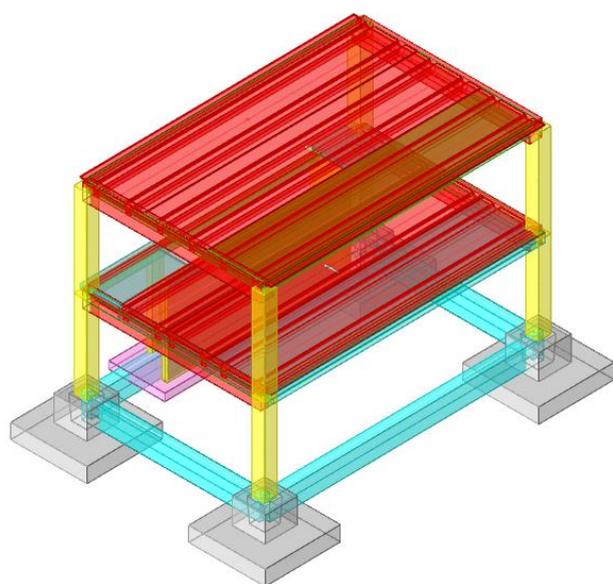


Figura 1.30 - Modello FEM Edificio 28

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

## **1.12.2. Descrizione tipologica**

### **1.12.2.1 Fondazioni**

Le fondazioni sono a plinti superficiali a bicchiere con travi perimetrali di collegamento

- **Spessore:** 60 cm.
- **Dimensione Plinti:** 300x300 cm
- **Quote di posa:** i plinti tipo hanno quota di imposta +17.10 m;
- **Materiale:** conglomerato cementizio armato di classe C25/30- XC2;

### **1.12.2.2 Strutture in Elevazione**

- **Tipologia:** struttura a pilastri in c.a. di sezione 50x50 cm;
- **Materiale:** Calcestruzzo C35/45per pilastri in c.a.-XC1;

### **1.12.2.3 Solai di copertura e di solaio**

- **Tipologia:** struttura in elementi prefabbricati a tipologia tegoli binervati sostenuti da travi prefabbricate in c.a.p.
- **Materiale:** Calcestruzzo min C45/55-XC1.

### **1.12.2.4 Condutture**

Le condutture e canne di qualsiasi genere sono predisposte in modo tale da essere isolate dalle strutture resistenti dell'edificio e secondo le norme di legge.

## **1.13. EDIFICIO 29**

### **1.13.1. Descrizione generale**

Trattasi di una vasca fuoriterra circolare realizzata tutta in cls in opera, con destinazione d'uso vasca di sedimentazione.

Il manufatto presenta un ingombro in pianta pari avente un diametro di 16.70 m esterno muro, ed è alto 5.60 m

In particolare, si prevedono le seguenti strutture portanti:

- Fondazione a platea spessore 35 cm su pali che fungono da consolidamento del terreno.
- I muri perimetrali e centrali sp=30 cm
- Pilastri d 50 cm centrali
- Soletta di copertura piena in cm sp=35 cm.

Si riporta di seguito la planimetria generale e alcune sezioni.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

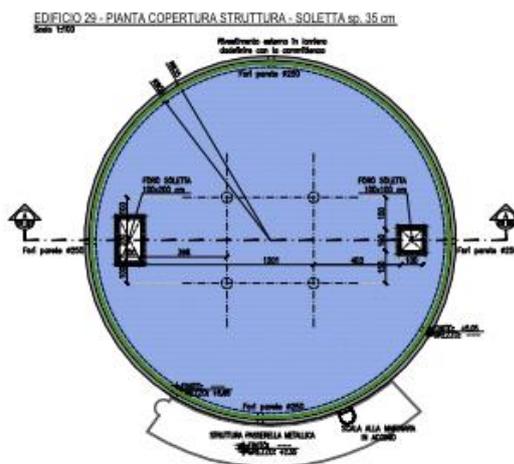
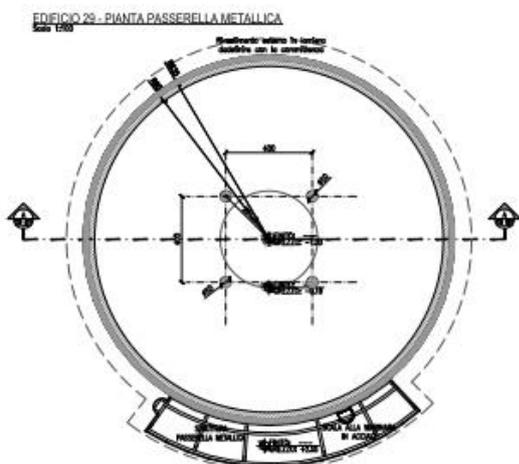
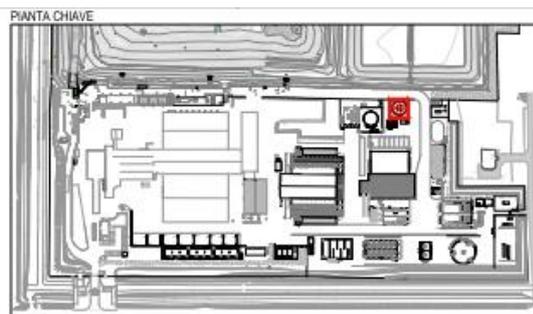
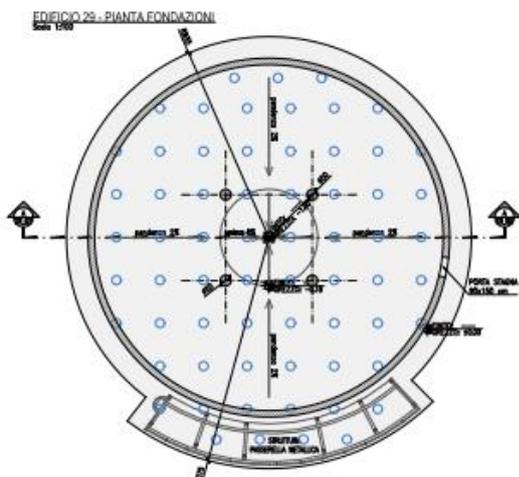


Figura 1.31 – Pianta fondazioni Edificio 29

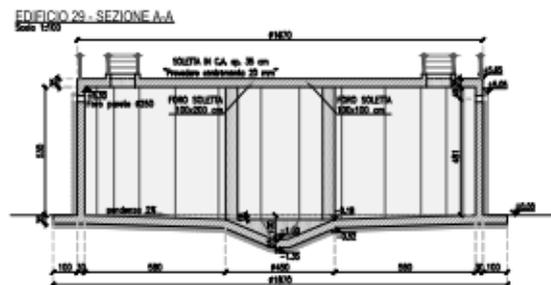
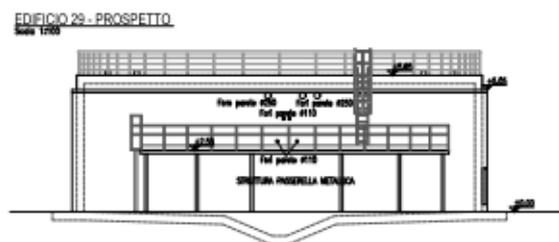


Fig. 1.32 – Sezione Edificio 29

1.13.2. Descrizione geometrica

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

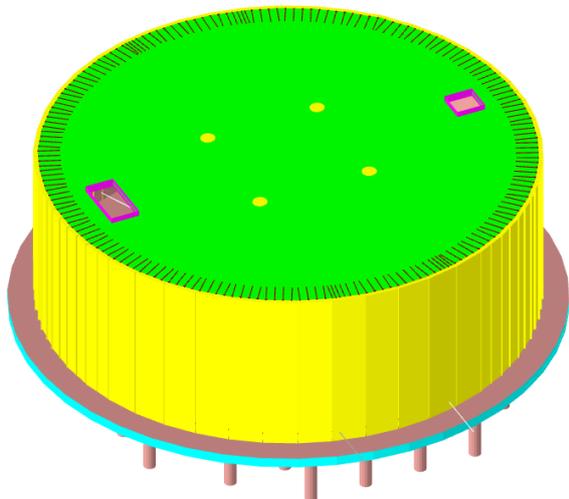


Figura 1.33 - Modello FEM Edificio 29

**1.13.2.1 Numero di piani**

- **Piani:** uno fuori terra;

**1.13.2.2 Dimensioni in pianta**

- Circolare d 16.70 m ;

**1.13.2.3 Altezze**

- Dalla quota +0.00 pavimento finito al piano di posa della platea di fondazione -0.35 m;
- Dalla quota pavimento finito all'intradosso muri +5.60 m.
- H muro esterno 5.60 m da pavimento finito.

**1.13.3. Descrizione tipologica**

**1.13.3.1 Fondazioni**

Le fondazioni sono a platea su pali

- **Spessore:** 35 cm.
- **Quote di posa:** -0.35 m;
- **Materiale:** conglomerato cementizio armato di classe C35/45-XA3;

**1.13.3.2 Strutture in Elevazione**

- **Tipologia:** struttura a muri in c.a.;
- **Materiale:** Calcestruzzo C35/45- XA3 per murature di contenimento ed interne.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

## **1.14. VASCHE V4 A-B-C E TETTOIA STOCCAGGIO LEGNO INTERVENTO 34**

### **1.14.1. Descrizione generale**

Trattasi di tre vasche scollegate tra di loro e completamente fuoriterra; sono realizzate tutte in cls in opera con funzione entrambe di raccolta acque meteoriche.

Ogni vasca presenta un ingombro totale in pianta pari a circa 27.50 x 10.50 m per una altezza di 9.50 m circa. Attorno alle vasche viene realizzato un muro alto 3.50 m con la funzione di controvasca in modo da contenere l'acqua nel caso di mal funzionamento delle stesse.

Di fronte alle vasche vi è la presenza dello stoccaggio del legno. A causa delle condizioni ammalorate dei muri prefabbricati presenti, nasce la necessità di sostituirli con una nuova struttura. L'intervento 34 pertanto, prevede la realizzazione di un muro alto 5 m a ridosso delle vasche ma completamente scollegato, per la presenza di un giunto strutturale, con la funzione di contenere il materiale stoccato. Vengono inoltre realizzati dei muri perpendicolari al muro principale con la funzione di sostenere le strutture prefabbricate della tettoia.

In particolare, si prevedono le seguenti strutture portanti per le tre vasche:

- Fondazione a platea spessore 60 cm su pali che fungono da consolidamento del terreno.
- I muri perimetrali e centrali sp=50 cm
- Solaio di copertura realizzato in lastre di solaio alveolare alto 40 cm con l'aggiunta di sp=8 cm di cappa strutturale.

In particolare, si prevedono le seguenti strutture portanti per la tettoia:

- Fondazione a platea spessore 60 cm.
- I muri sp=60 cm alti 5 m dai quali poi si elevano dei setti 60x120 per sostenere le travi della tettoia.
- Travi e tegoli prefabbricati di copertura tettoia.

Si riporta di seguito la planimetria generale e alcune sezioni.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

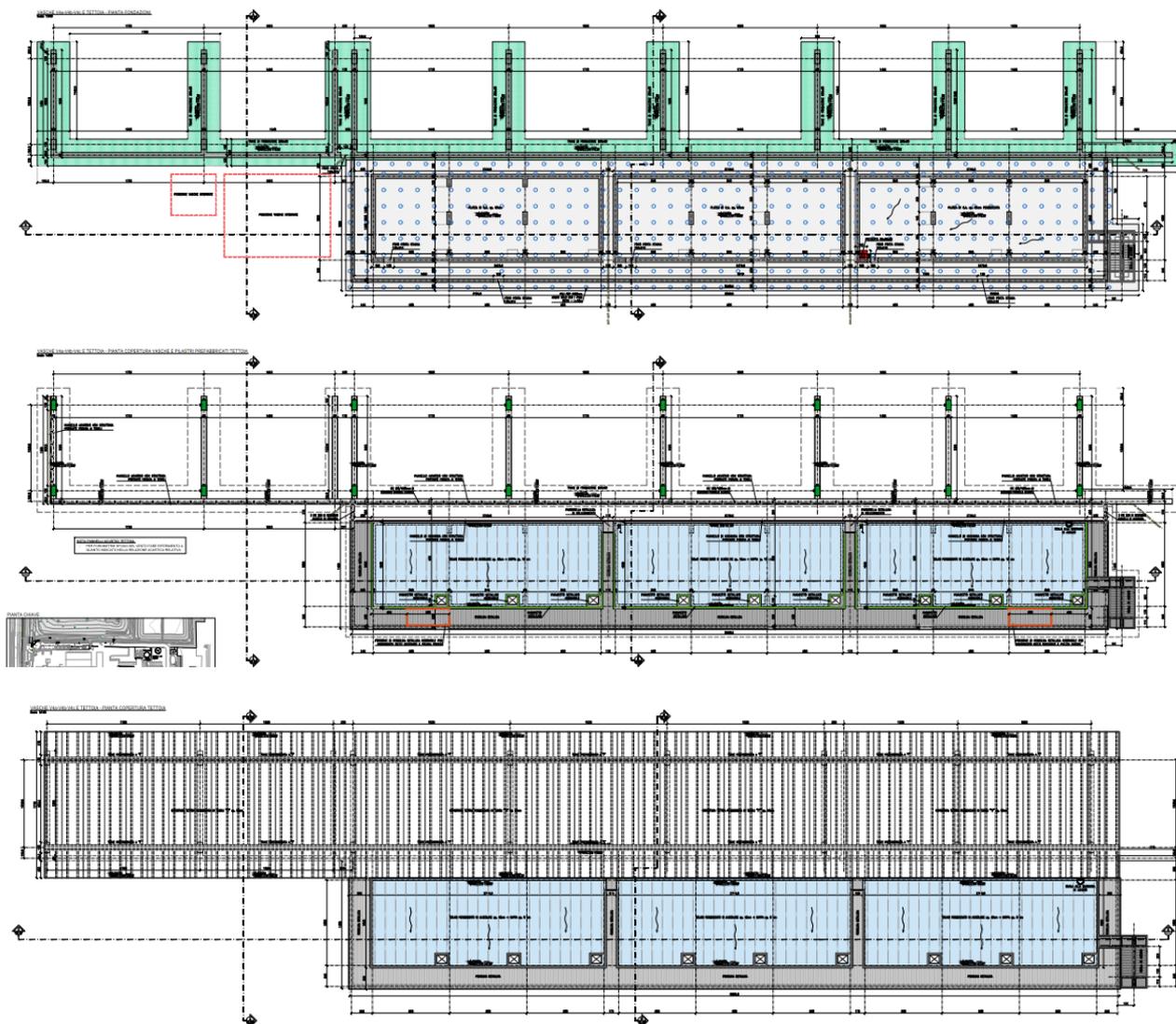


Figura 1.34 – Pianta fondazioni Vasche V4a-b-c e tettoia

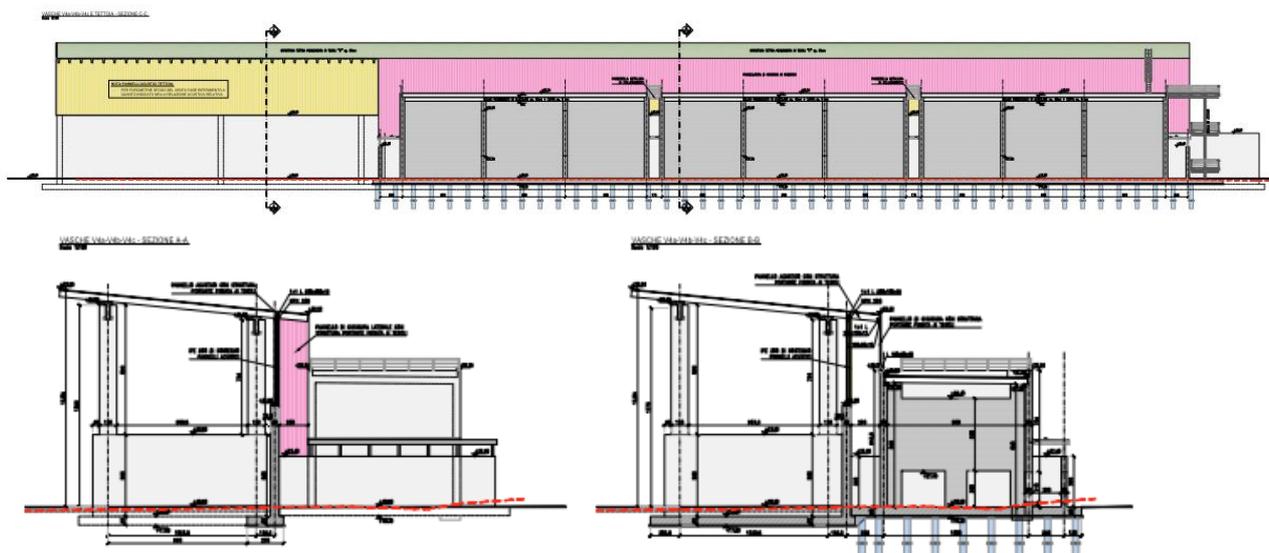
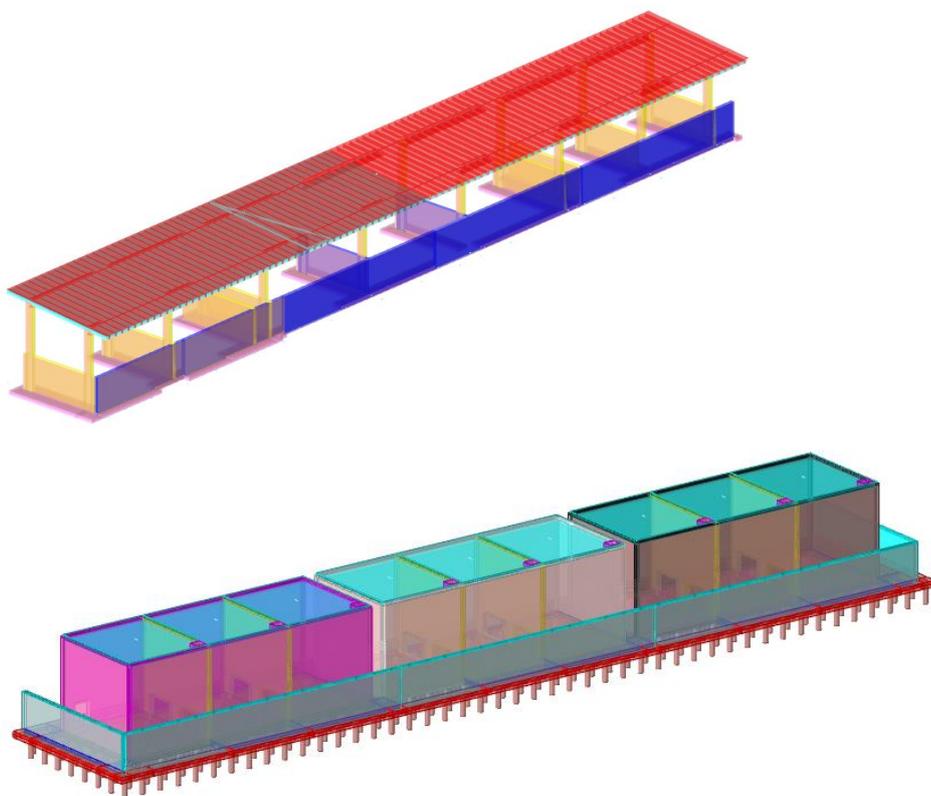


Fig. 1.35 – Sezione Vasche V4a-b-c e tettoia

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**1.14.2. Descrizione geometrica**



*Figura 1.36 - Modello FEM V4a-b-c e tettoia*

**1.14.2.1 Numero di piani**

- **Piani:** uno fuori terra;

**1.14.2.2 Dimensioni in pianta**

- V4a-b-c = 27.50 x 10.50 m ;
- Tettoia 17.10 x 125.25 m ;

**1.14.2.3 Altezze**

- Vasche V4a-b-c dalla quota +18.90 pavimento finito al piano di posa della platea di fondazione +18.30 m;
- Tettoia dalla quota +18.25 pavimento finito al piano di posa della fondazione +17.65 m;
- Dalla quota pavimento finito all'intradosso muri V4a-b-c + 28.34 m e H muro esterno circa 9.50 m.
- Dalla quota pavimento finito all'intradosso muri tettoia + 23.90 m e H muro 5.00 m.
- Dalla quota pavimento finito all'intradosso massimo tettoia +32.86 m.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

### **1.14.3. Descrizione tipologica**

#### **1.14.3.1 Fondazioni**

Le fondazioni sono a platea su pali per Vasche V4a-b-c

- **Spessore:** 60 cm.
- **Quote di posa:** +18.30 m;
- **Materiale:** conglomerato cementizio armato di classe C35/45-XA3;

Le fondazioni superficiali per tettoia

- **Spessore:** 60 cm.
- **Quote di posa:** +17.65 m;
- **Materiale:** conglomerato cementizio armato di classe C35/45-XA3;

#### **1.14.3.2 Strutture in Elevazione**

- **Tipologia:** struttura a muri in c.a.;
- **Materiale:** Calcestruzzo C35/45- XA3 per murature di contenimento ed interne.

### **1.15. VASCHE V2N-V4D**

#### **1.15.1. Descrizione generale**

Trattasi di vasche unite tra di loro di cui V4d completamente fuoriterra mentre V2n interrata. Sono realizzate tutte in cls in opera con funzione entrambe di raccolta acque meteoriche.

Il manufatto presenta un ingombro totale in pianta pari a circa 24.00 x 10.50 m, ed è costituito da due vasche separate tra di loro per la presenza di un muro per tutta la lunghezza e tutta l'altezza.

Attorno alle vasche viene realizzato un muro alto 3.50 m con la funzione di contenere l'acqua contenuta nelle vasche principali nel caso di mal funzionamento delle stesse.

In particolare, si prevedono le seguenti strutture portanti per la vasca V4d:

- Fondazione a platea spessore 60 cm su pali che fungono da consolidamento del terreno.
- I muri perimetrali e centrali sp=50 cm
- Solaio di copertura realizzato in lastre di solaio alveolare alto 40 cm con l'aggiunta di sp=8 cm di cappa strutturale.

In particolare, si prevedono le seguenti strutture portanti per la vasca V2n:

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

- Fondazione a platea spessore 60 cm su pali che fungono da consolidamento del terreno.
- I muri perimetrali e centrali  $sp=50$  cm
- Solaio di copertura realizzato in soletta piena  $sp= 40$  cm.

Si riporta di seguito la planimetria generale e alcune sezioni.

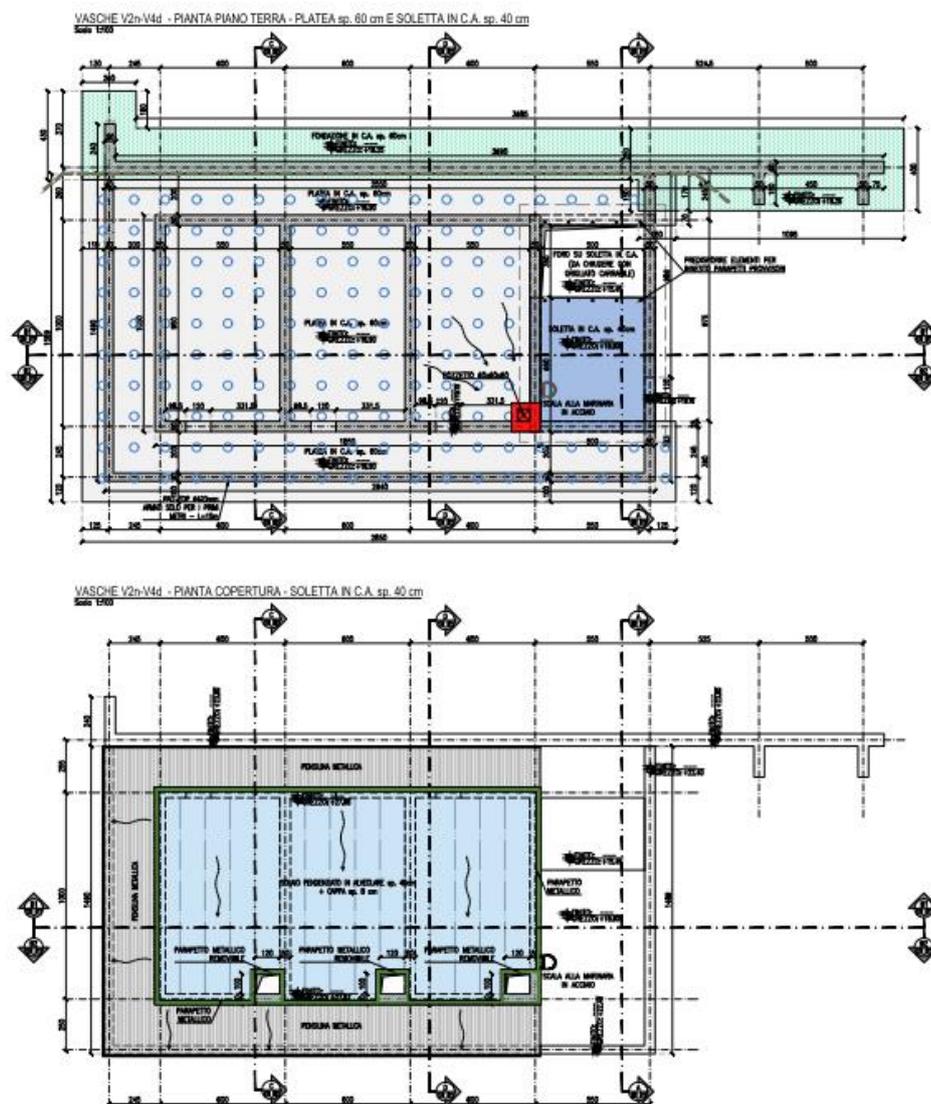


Figura 1.37 – Pianta fondazioni Vasche V4d-V2n

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

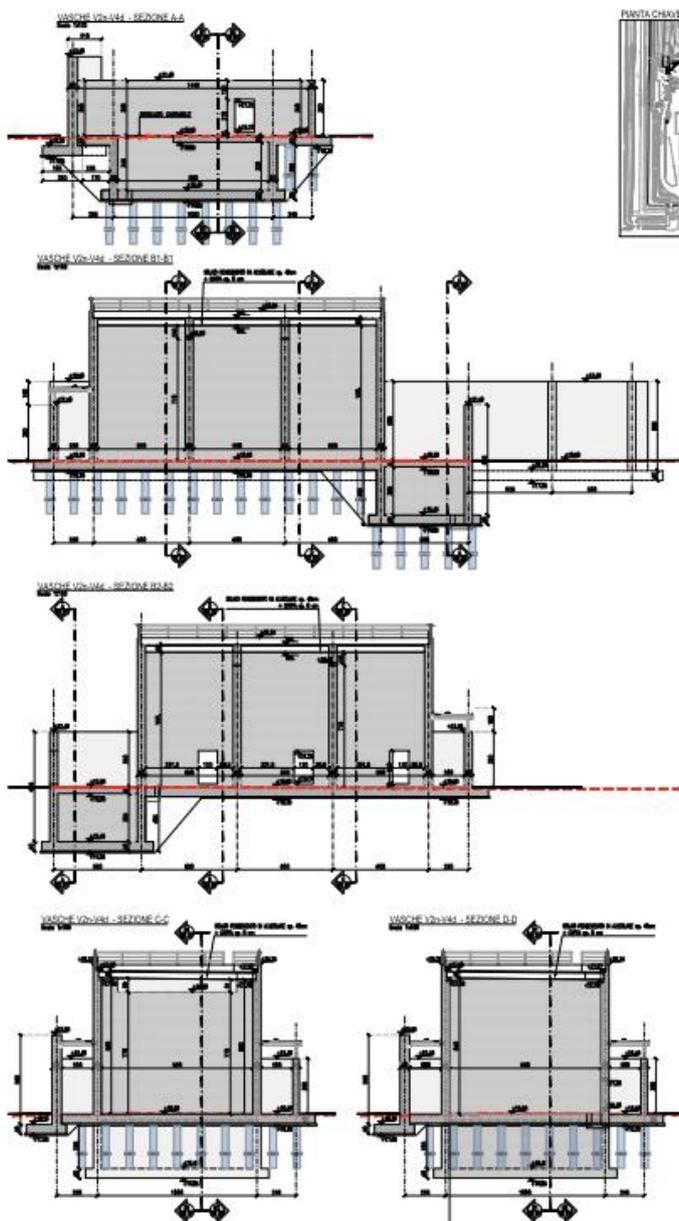


Fig. 1.38 – Sezione Vasche V4d-V2n

**1.15.2. Descrizione geometrica**

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

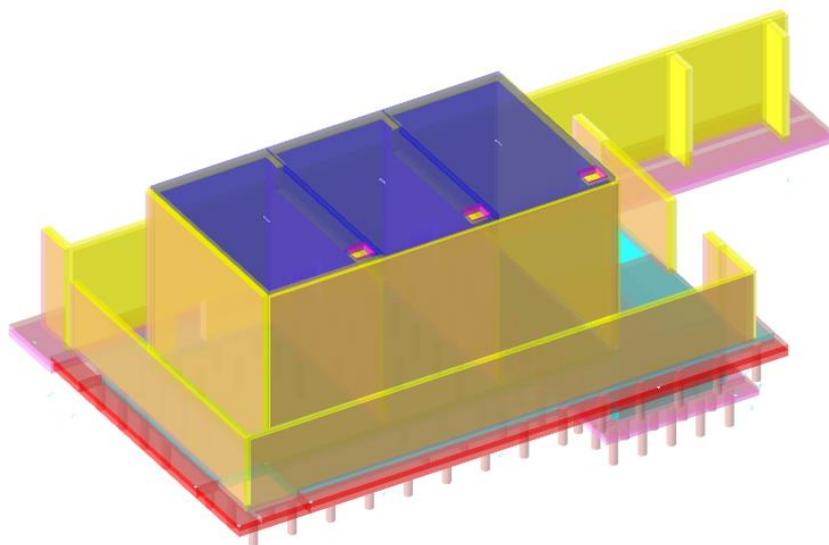


Figura 1.39 - Modello FEM V4d-V2n

**1.15.2.1 Numero di piani**

- **Piani:** uno fuori terra e un livello interrato;

**1.15.2.2 Dimensioni in pianta**

- Totali 24.00 x 10.50 m ;
- V2n 18.50 x 10.50 m ;
- V4d 5.50 x 10.50 m ;

**1.15.2.3 Altezze**

- Dalla quota +18.90 pavimento finito al piano di posa della platea di fondazione V4d +18.30 m, V2n +14.85 m;
- Dalla quota pavimento finito all'intradosso muri V4d + 28.34, V2n +22.40 m.
- H muro esterno V4d 9.50 m, V2n 3.50 m da pavimento finito.

**1.15.3. Descrizione tipologica**

**1.15.3.1 Fondazioni**

Le fondazioni sono a platea su pali

- **Spessore:** 60 cm.
- **Quote di posa:** +18.30 e +14.85 m;
- **Materiale:** conglomerato cementizio armato di classe C35/45-XA3;

**1.15.3.2 Strutture in Elevazione**

- **Tipologia:** struttura a muri in c.a.;

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

- **Materiale:** Calcestruzzo C35/45- XA3 per murature di contenimento ed interne.

## 1.16. VASCHE V8-V9

### 1.16.1. Descrizione generale

Trattasi di vasche unite tra di loro completamente fuoriterra, realizzate tutte in cls in opera con destinazione d'uso:

1. V8 vasca di miscelazione;
2. V9 vasca di raccolta digestato

Il manufatto presenta un ingombro in pianta pari a circa 23.20 x 34.50 m, ed è costituito da due vasche separate tra di loro per la presenza di un muro per tutta la lunghezza e tutta l'altezza.

In particolare, si prevedono le seguenti strutture portanti:

- Fondazione a platea spessore 60 cm su pali che fungono da consolidamento del terreno.
- I muri perimetrali e centrali  $sp=50$  cm
- Soletta di copertura alta 40 cm con l'aggiunta di una lastra predalles  $sp=5$  cm come cassero a perdere.

Si riporta di seguito la planimetria generale e alcune sezioni.

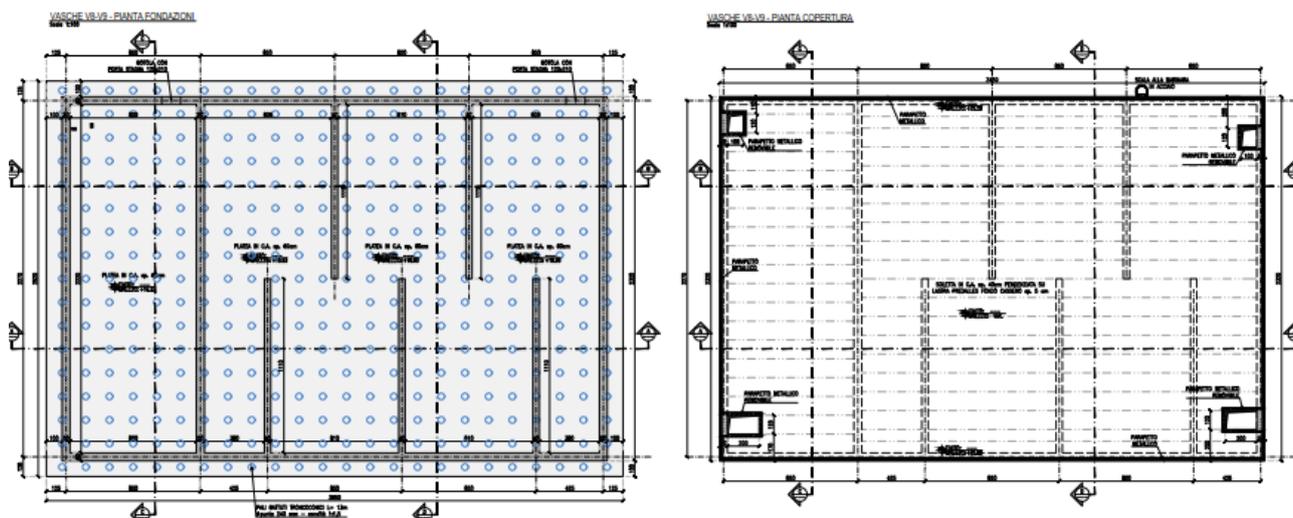


Figura 1.40 – Pianta fondazioni Vasche V8-V9

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

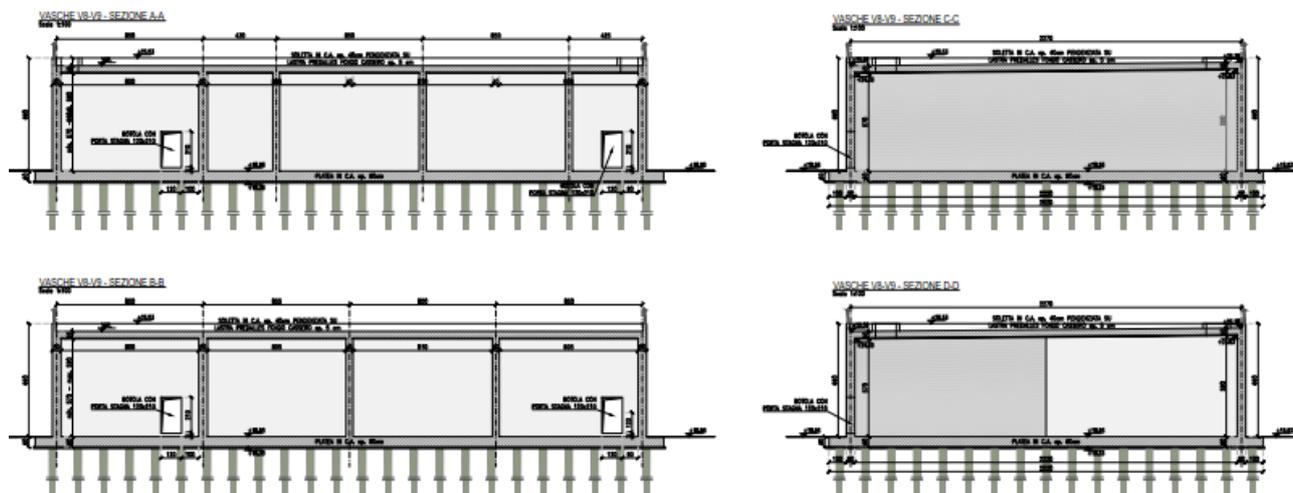


Fig. 1.41 – Sezione Vasche V8-V9

**1.16.2. Descrizione geometrica**

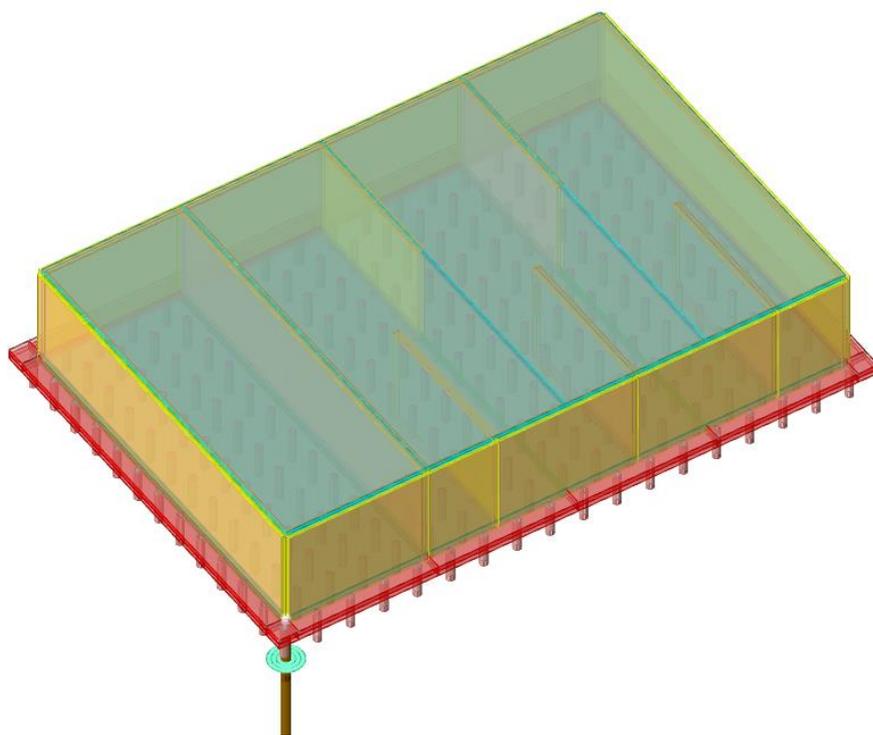


Figura 1.42 - Modello FEM V8-V9

**1.16.2.1 Numero di piani**

- **Piani:** uno fuori terra;

**1.16.2.2 Dimensioni in pianta**

- 23.20 x 34.50 m;

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**1.16.2.3 Altezze**

- Dalla quota +18.93 pavimento finito al piano di posa della platea di fondazione +18.33 m;
- Dalla quota pavimento finito all'intradosso muri +24.83 m.
- H muro esterno 6.60 m da pavimento finito.

**1.16.3. Descrizione tipologica**

**1.16.3.1 Fondazioni**

Le fondazioni sono a platea su pali

- **Spessore:** 60 cm.
- **Quote di posa:** +18.33 m;
- **Materiale:** conglomerato cementizio armato di classe C35/45-XA3;

**1.16.3.2 Strutture in Elevazione**

- **Tipologia:** struttura a muri in c.a.;
- **Materiale:** Calcestruzzo C35/45- XA3 per murature di contenimento ed interne.

**1.17. EDIFICIO Q/T**

**1.17.1. Descrizione generale**

Trattasi di un nuovo edificio realizzato tutto in cls in opera con destinazione d'uso locale sala quadri e trasformatori.

Il manufatto presenta un ingombro in pianta pari a circa 8.00 x 19.59 m ed una altezza massima si 4.60 m.

In particolare, si prevedono le seguenti strutture portanti:

- Fondazione a platea spessore 40 cm.
- I muri perimetrali e centrali sp=25 cm
- Solaio di copertura in soletta piena sp= 30 cm

Si riporta di seguito la planimetria generale e alcune sezioni.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

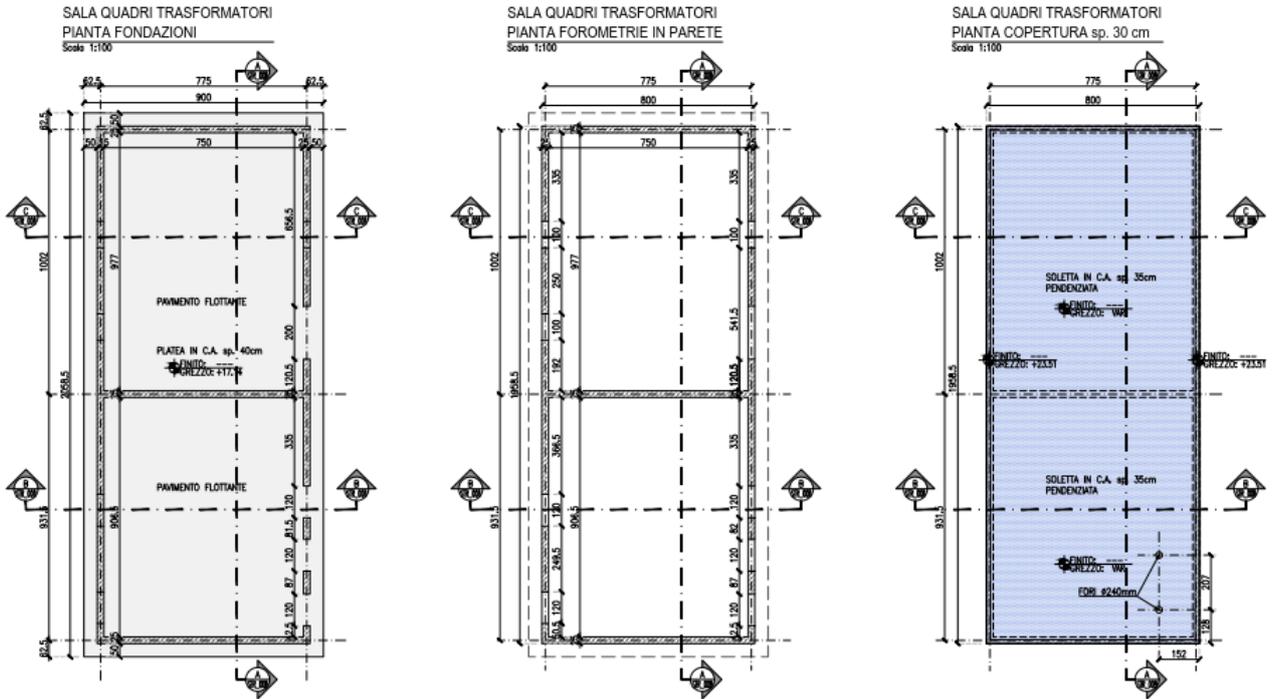


Figura 1.43 – Pianta fondazioni Edificio Q/T

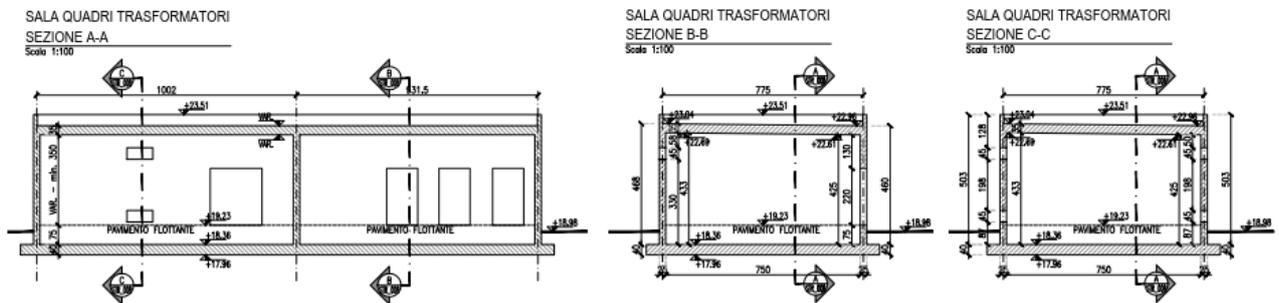
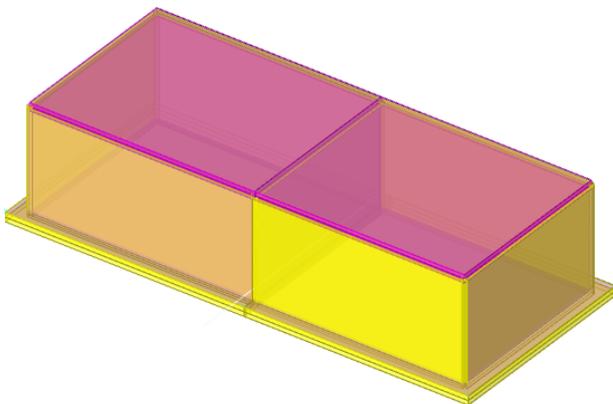


Fig. 1.44 – Sezione Edificio Q/T

**1.17.2. Descrizione geometrica**



**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Figura 1.45 - Modello FEM Edificio Q/T

**1.17.2.1** Numero di piani

- **Piani:** uno fuori terra;

**1.17.2.2** Dimensioni in pianta

- 8.00 x 19.59 m ;

**1.17.2.3** Altezze

- Dalla quota +0.00 pavimento finito al piano di posa della platea di fondazione -1.15 m;
- Dalla quota pavimento finito all'intradosso muri +3.58 m.

**1.17.3. Descrizione tipologica**

**1.17.3.1** Fondazioni

Le fondazioni sono a platea

- **Spessore:** 40 cm.
- **Quote di posa:** -1.15 m;
- **Materiale:** conglomerato cementizio armato di classe C25/30 XC2;

**1.17.3.2** Strutture in Elevazione

- **Tipologia:** struttura a muri in c.a. e soletta in c.a.;
- **Materiale:** Calcestruzzo C28/35-**XC1** per murature di contenimento ed interne e per la soletta di copertura.

**2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

**2.1. GENERALI**

<input type="checkbox"/> <b>CNR 10024/86</b>	<i>“Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo”</i>
<input type="checkbox"/> <b>Circ. N°91 del 14/09/61</b>	<i>“Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco delle strutture in acciaio destinati ad uso civile.”</i>
<input checked="" type="checkbox"/> <b>UNI 9502:2001</b>	<i>“Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso”</i>
<input checked="" type="checkbox"/> <b>UNI 9503:2007</b>	<i>“Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di acciaio”.</i>
<input type="checkbox"/> <b>UNI 9504:1989</b>	<i>“Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di legno.”</i>

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

<input checked="" type="checkbox"/> <b>D.M. 17/01/2018</b> <b>Testo Unico</b>	<i>“Norme tecniche per le costruzioni”</i>
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici</b>	<i>Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni”</i>
<input checked="" type="checkbox"/> <b>D.M. 3 Dicembre 1987</b>	<i>Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate</i>

**2.2. AZIONI SULLE STRUTTURE**

<input type="checkbox"/> <b>D.M. 16/01/96</b>	<i>Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi”</i>
<input type="checkbox"/> <b>Circ. LL.PP. 04/07/96, n.156</b>	<i>Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi” di cui al D.M.16/01/96.</i>
<input checked="" type="checkbox"/> <b>D.M. 17/01/2018</b> <b>Testo Unico</b>	<i>“Norme tecniche per le costruzioni”</i>
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici</b>	<i>Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni”</i>

**2.3. STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO NORMALE E PRECOMPRESSO E ACCIAIO**

<input checked="" type="checkbox"/> <b>Legge 05/11/71 n°1086</b>	<i>“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”</i>
<input checked="" type="checkbox"/> <b>D.M. 14/02/92</b>	<i>“Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”</i>
<input checked="" type="checkbox"/> <b>UNI-EN 206-1</b>	<i>Calcestruzzo: Prestazioni produzione e posa in opera e criteri di conformità.</i>
<input checked="" type="checkbox"/> <b>D.M. 17/01/2018</b> <b>Testo Unico</b>	<i>“Norme tecniche per le costruzioni”</i>
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici</b>	<i>Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni”</i>

**2.4. STRUTTURE PREFABBRICATE**

<input checked="" type="checkbox"/> <b>Norma CNR 10025/98 del 10 dicembre 1998</b>	<i>“Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo”</i>
--	---

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

☒ **Norma CNR 10021/85**

*Strutture in acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.*

☒ **Norma CNR 10018/87**

*Apparecchi di appoggio in gomma e PTFE nelle costruzioni.*

**2.5. EUROCODICI**

Verranno utilizzati gli eurocodici come supporto per le procedure di calcolo non esplicitamente normate nelle Norme Tecniche 2018.

**2.5.1. EUROCODICE 1 – Azioni sulle strutture**

UNI EN 1991-1-1	Parte 1-1: Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici
UNI EN 1991-1-2	Parte 1-2: Azioni in generale – Azioni sulle strutture esposte al fuoco
UNI EN 1991-1-3	Parte 1-3: Azioni in generale – Carichi da neve
UNI EN 1991-1-4	Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento
UNI EN 1991-1-5	Parte 1-5: Azioni in generale – Azioni termiche
UNI EN 1991-1-6	Parte 1-6: Azioni in generale – Azioni durante la costruzione
UNI EN 1991-1-7	Parte 1-7: Azioni in generale – Azioni eccezionali
UNI EN 1991-2	Parte 2: Carichi da traffico sui ponti
UNI EN 1991-3	Parte 3: Azioni indotte da gru e da macchinari
UNI EN 1991-4	Parte 4: Azioni su silos e serbatoi

**2.5.2. EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo**

UNI EN 1992-1-1	Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
UNI EN 1992-1-2	Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio
UNI EN 1992-2	Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi
UNI EN 1992-3	Parte 3: Strutture di contenimento liquidi

**2.5.3. EUROCODICE 3 - Progettazione delle strutture in acciaio**

UNI EN 1993-1-1	Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
UNI EN 1993-1-2	Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio
UNI EN 1993-1-3	Parte 1-3: Regole generali – Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo
UNI EN 1993-1-4	Parte 1-4: Regole generali – Regole supplementari per acciai inossidabili
UNI EN 1993-1-5	Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra
UNI EN 1993-1-6	Parte 1-6: Resistenza e stabilità delle strutture a guscio
UNI EN 1993-1-7	Parte 1-7: Strutture a lastra ortotropa caricate al di fuori del piano
UNI EN 1993-1-8	Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti
UNI EN 1993-1-9	Parte 1-9: Fatica
UNI EN 1993-1-10	Parte 1-10: Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore
UNI EN 1993-1-11	Parte 1-11: Progettazione di strutture con elementi tesi

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

UNI EN 1993-1-12	Parte 1-12: Regole aggiuntive per l'estensione della EN 1993 fino agli acciai di grado S 700
UNI EN 1993-2	Parte 2: Ponti di acciaio
UNI EN 1993-3-1	Parte 3-1: Torri, pali e ciminiere – Torri e pali
UNI EN 1993-3-2	Parte 3-2: Torri, pali e ciminiere – Ciminiere
UNI EN 1993-4-1	Parte 4-1: Silos
UNI EN 1993-4-2	Parte 4-2: Serbatoi
UNI EN 1993-4-3	Parte 4-3: Condotte
UNI EN 1993-5	Parte 5: Pali e palancole
UNI EN 1993-6	Parte 6: Strutture per apparecchi di sollevamento

**2.5.4. EUROCODICE 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo**

UNI EN 1994-1-1	Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
UNI EN 1994-1-2	Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio
UNI EN 1994-2	Parte 2: Regole generali e regole per i ponti

**2.5.1. EUROCODICE 5 – Progettazione delle strutture in legno**

UNI EN 1995-1-1	Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici
UNI EN 1995-1-2	Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio
UNI EN 1995-2	Parte 2: Ponti

**2.5.2. EUROCODICE 6 – Progettazione delle strutture in muratura**

UNI EN 1996-1-1	Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata
UNI EN 1996-1-2	Parte 1-2: Regole generali – Progettazione strutturale contro l'incendio
UNI EN 1996-2	Parte 2: Considerazioni progettuali, selezione dei materiali ed esecuzione delle murature
UNI EN 1996-3	Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata

**2.5.3. EUROCODICE 7 – Progettazione geotecnica**

UNI EN 1997-1	Parte 1: Regole generali
UNI EN 1997-2	Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo

**2.5.4. EUROCODICE 8 Progettazione delle strutture per la resistenza sismica**

UNI EN 1998-1	Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici
UNI EN 1998-2	Parte 2: Ponti
UNI EN 1998-3	Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici
UNI EN 1998-4	Parte 4: Silos, serbatoi e condotte
UNI EN 1998-5	Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
UNI EN 1998-6	Parte 6: Torri, pali e camini

**2.5.5. EUROCODICE 9 -Progettazione delle strutture in alluminio**

UNI EN 1999-1-1	Parte 1-1: Regole strutturali generali
-----------------	--

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

UNI EN 1999-1-2	Parte 1-2: Progettazione strutturale contro l'incendio
UNI EN 1999-1-3	Parte 1-3: Strutture sottoposte a fatica
UNI EN 1999-1-4	Parte 1-4: Lamiere sottili piegate a freddo
UNI EN 1999-1-5	Parte 1-5: Strutture a guscio

### 3. DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

#### 3.1. CEMENTO PER CALCESTRUZZO.

- Tipo Portland 325 – 425;
- con 250 kg/m<sup>3</sup> di impasto per classe R<sub>ck</sub>25;
- con 300-350 kg/m<sup>3</sup> di impasto per classe R<sub>ck</sub>30;
- con 350-400 kg/m<sup>3</sup> di impasto per classe R<sub>ck</sub>35;
- con 400-450 kg/m<sup>3</sup> di impasto per classe R<sub>ck</sub>40.

Tipi principali	Denominazione dei 27 prodotti (tipi di cemento comune)		Composizione (percentuale in massa) <sup>a)</sup>										Costituenti secondari		
			Costituenti principali												
			Clinker K	Loppa di altoforno S	Fumi di silice D <sup>b)</sup>	Pozzolana naturale P	Pozzolana naturale calcinata Q	Cenere volante silicea V	Cenere volante calcica W	Scisto calcinato T	Calcare L LL				
CEM I	Cemento portland	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
	Cemento portland alla loppa	CEM I/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CEM I/B-S		65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
Cemento portland ai fumi di silice	CEM I/A-D	90-94	-	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
	CEM I/A-P	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
Cemento portland alla pozzolana	CEM I/B-P	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
	CEM I/A-Q	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	-	0,6
Cemento portland alle ceneri volanti	CEM I/B-Q	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	-	0,6
	CEM I/A-V	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0,6
Cemento portland allo scisto calcinato	CEM I/B-V	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0,6
	CEM I/A-W	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0,6
Cemento portland al calcare	CEM I/B-W	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0,6
	CEM I/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0,6
Cemento portland al calcare	CEM I/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0,6
	CEM I/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0,6
Cemento portland composto <sup>d)</sup>	CEM I/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0,6
	CEM I/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0,6
CEM II	CEM I/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0,6
	CEM I/A-M	80-94	← 6-20 →										0,6		
CEM III	CEM I/B-M	65-79	← 21-35 →										0,6		
	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CEM IV	CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
	CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
CEM V	CEM IV/A	65-89	-	← 11-35 →										0,6	
	CEM IV/B	45-64	-	← 36-55 →										0,6	
CEM VI	CEM V/A	40-64	18-30	-	← 18-30 →										0,6
	CEM V/B	20-38	31-50	-	← 31-50 →										0,6

a) I valori del prospetto si riferiscono alla somma dei costituenti principali e secondari.  
 b) La proporzione di fumi di silice è limitata al 10%.  
 c) Nei cementi portland composti CEM I/A-M e CEM I/B-M, nei cementi pozzolanici CEM I/A e CEM I/B e nei cementi composti CEM V/A e CEM V/B i costituenti principali diversi dal clinker devono essere dichiarati nella denominazione del cemento (vedere esempio n. 8).

Figura 3.1 - Estratto da UNI197-1:2011

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

prospetto 4 Valori limiti per la composizione e le proprietà del calcestruzzo

	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotta dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotta da cloruri						Attacco da cicli di gelo/disgelo				Ambiente aggressivo per attacco chimico		
		Acqua di mare				Cloruri provenienti da altre fonti												
X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3	
Massimo rapporto a/c	-	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,45	
Minima classe di resistenza <sup>1)</sup>	C12/15	C25/30	C28/35	C32/40	C32/40	C35/45	C28/35	C32/40	C35/45	C32/40	C35/45	32/40	25/30	28/35	28,35	32/40	35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m <sup>3</sup> )	-	300	320	340	340	360	320	340	360	320	340	360	320	340	320	340	360	
Contenuto minimo in aria (%)													3,0 <sup>2)</sup>					
Altri requisiti														Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al gelo/disgelo	È richiesto l'impiego di cementi resistenti ai solfati <sup>3)</sup>			

<sup>1)</sup> Nel prospetto 7 della UNI EN 206-1 viene riportata la classe C8/10 che corrisponde a specifici calcestruzzi destinati a sottofondazioni e ricoprimenti. Per tale classe dovrebbero essere definite le prescrizioni di durabilità nei riguardi di acque o terreni aggressivi.  
<sup>2)</sup> Quando il calcestruzzo non contiene aria aggiunta, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI 7087, per la relativa classe di esposizione.  
<sup>3)</sup> Qualora la presenza di solfati comporti le classi di esposizione XA2 e XA3 è essenziale utilizzare un cemento resistente ai solfati secondo UNI 9156.

Figura 3.2 - Estratto UNI11104:2004

**3.2. CALCESTRUZZO PER OPERE IN CEMENTO ARMATO**

- Cemento: tipo Portland 325 - 425;
- Sabbia lavata: 0.35 mc/mc cls
- Ghiaietto lavato: 0.15 mc/mc cls
- Ghiaia vagliata: 0.75 mc/mc cls
- Acqua per avere un impasto a consistenza fluida.
- Classe di esposizione del calcestruzzo XC2, XC1 e XA3 per le tutte strutture come indicato in UNI-ENV 206 e classe di consistenza S3-S4 come da UNI-EN 206.
- con 250 kg/m<sup>3</sup> di impasto per classe R<sub>ck</sub>25;
- con 300-350 kg/m<sup>3</sup> di impasto per classe R<sub>ck</sub>30;
- con 350-400 kg/m<sup>3</sup> di impasto per classe R<sub>ck</sub>35;
- con 400-450 kg/m<sup>3</sup> di impasto per classe R<sub>ck</sub>40.

**3.3. CALCESTRUZZO PER OPERE IN CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO (TRAVI E TEGOLI)**

- R<sub>ck</sub> = C45/55 ≥ 55,0 N/mm<sup>2</sup> (resistenza caratteristica cubica a compressione)
- f<sub>ck</sub> = 0,83\*55 = 45,6 N/mm<sup>2</sup> (resistenza caratteristica cilindrica a compressione)
- f<sub>cd</sub> = f<sub>ck</sub>/1,5 = 30,4 N/mm<sup>2</sup> (resistenza di calcolo a compressione strutture in c.a.p.)
- f<sub>ctd</sub> = 0,7\*0,27\*R<sub>ck</sub><sup>2/3</sup>/1,5 = 1,82 N/mm<sup>2</sup> (resistenza di calcolo a taglio strutture in c.a.p.)
- f<sub>cd</sub> = f<sub>ck</sub>/1,6 = 28,5 N/mm<sup>2</sup> (resistenza di calcolo a compressione strutture in c.a.)
- f<sub>ctd</sub> = 0,7\*0,27\*R<sub>ck</sub><sup>2/3</sup>/1,6 = 1,71 N/mm<sup>2</sup> (resistenza di calcolo a taglio strutture in c.a.)
- classe di esposizione XA3 classe di consistenza S4 (semifluida)

**3.4. SABBIA E GHIAIA.**

Lavate e vagliate, con granulometria secondo le prescrizioni del R.I. ed acqua sufficiente per avere impasto di tipo plastico.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**3.5. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO.**

Ad adherenza migliorata B450C controllato in stabilimento. Qualificato secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 del D.M. del 17/01/2018 e controllato con le modalità riportate al § 11.3.2.11 del D.M. del 17/01/2018.

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{y,nom} = 450\text{MPa}$ .

Tensione caratteristica di rottura:  $f_{t,nom} = 540\text{MPa}$ .

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale:  $\gamma_s = 1.15$ .

**3.6. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO**

Tipo armonico stabilizzato in trefolo

$f_{ptk} = 1860,0 \text{ N/mm}^2$  (tensione caratteristica a rottura)

$f_{p(1)k} = 1670,0 \text{ N/mm}^2$  (tensione caratteristica all'1% di deformazione totale)

$f_{p(1)k} = 1370,0 \text{ N/mm}^2$  (tensione di tesatura)

$E_s = 206000 \text{ N/mm}^2$  (modulo di elasticità)

**3.7. ACCIAIO PER CARPENTERIA.**

Acciaio per carpenteria metallica tipo S275JO/JR (FE430B o C) se non diversamente specificato, certificato e conforme alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1.

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 275\text{MPa}$ .

Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} = 410\text{MPa}$ .

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale per la resistenza delle sezioni:  $\gamma_{M0} = 1.05$ .

Acciaio per carpenteria metallica tipo S355JO/JR (FE510B o C) se non diversamente specificato, certificato e conforme alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1.

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 355\text{MPa}$ .

Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} = 533\text{MPa}$ .

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale per la resistenza delle sezioni:  $\gamma_{M0} = 1.05$ .

**3.8. RESINE EPOSSIDICHE.**

Tipo Hilti RE500 / HIT150 (o equivalente) qualora si rendano necessari inghisaggi di riprese di armatura.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**3.9. BARRE FILETTATE.**

Le viti sottoposte a prova devono avere, a temperatura ambiente, le caratteristiche meccaniche seguenti.

Numero d'ordine	Caratteristica	Classe di resistenza																							
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8 <sup>1)</sup>		9.8 <sup>2)</sup>	10.9	12.9													
								$d \leq 16\text{mm}^3$	$d > 16\text{mm}^3$																
5.1 e	Resistenza alla trazione $R_m$	nom.		300		400		500		600		800		900		1000		1200							
5.2	$N/\text{mm}^2$ <sup>4), 5)</sup>	min.		330		400		420		500		520		600		800		830		900		1040		1220	
5.3	Durezza Vickers HV $F \geq 98 \text{ N}$	min.		95		120		130		155		160		190		250		255		290		320		385	
		max.				220 <sup>6)</sup>						250		320		335		360		380		435			
5.4	Durezza Brinell HB $F = 30 D^2$	min.		90		114		124		147		152		181		238		242		276		304		366	
		max.				209 <sup>6)</sup>						238		304		318		342		361		414			
5.5	Durezza Rockwell HR	HRB		52		67		71		79		82		89		—		—		—		—		—	
		min. HRC		—		—		—		—		—		—		22		23		28		32		39	
		HRB		—		95 <sup>6)</sup>		—		—		99,5		—		—		—		—		—		—	
		max. HRC		—		—		—		—		—		32		34		37		39		44			
5.6	Durezza superficiale HV 0,3	max.		—		—		—		—		—		—		—		—		—		—			
5.7	Limite di snervamento $R_{el}$ <sup>8)</sup> (Carico unitario di snervamento) $N/\text{mm}^2$	nom.		180		240		320		300		400		480		—		—		—		—			
		min.		190		240		340		300		420		480		—		—		—		—			
5.8	Limite d'allungamento $R_{p0.2}$ <sup>9)</sup> (Carico unitario di scostamento dalla Proporzionalità) $N/\text{mm}^2$	nom.		—		—		—		—		640		640		720		900		1080					
		min.		—		—		—		—		640		660		720		940		1100					
5.9	Rapporto carico unitario di prova $S_p$	$S_p / R_{el}$ oppure		0,94		0,94		0,91		0,93		0,9		0,92		0,91		0,91		0,9		0,88		0,88	
		$S_p / R_{p0.2}$		180		225		310		280		380		440		580		600		650		830		970	
5.10	Coppia di rottura, $M_e$ Nm min.			—		—		—		—		—		—		—		—		—		—			
5.11	Allungamento dopo rottura A in %	min.		25		22		—		20		—		—		12		12		10		9		8	
5.12	Strizione, Z	% min.		—		—		—		—		—		52		48		48		44					
5.13	Resistenza alla trazione con appoggio a cuneo <sup>9)</sup>			I valori minimi della resistenza alla trazione per vite intera (prigionieri esclusi) devono essere uguali ai valori minimi della resistenza alla trazione indicati in 5.2.																					
5.14	Resilienza, $KU$ in J	J min.		—		—		25		—		—		30		30		25		20		15			
5.15	Tenacità della testa			Nessuna frattura																					
5.16	Altezza minima $l_e$ nel filetto della zona non decarburata, E			—		—		—		—		—		—		—		$1/2 H_t$		$2/3 H_t$		$3/4 H_t$			
		Profondità massima di decarburazione totale, G		mm		—		—		—		—		—		—		0,015		—		—			
5.17	Durezza dopo secondo rinvenimento			—		—		—		—		—		—		—		—		—		—			
5.18	Difetti superficiali			Conforme all' ISO 6157-1 o all' ISO 6157-3.																					

<sup>1)</sup> Le viti di classe 8.8 con diametro nom.  $d \leq 16$  mm presentano un rischio di strappo della filettatura del dado nel caso d'un serraggio effettivo superiore al carico di prova. Per questo argomento si rimanda alla norma ISO 898-2.  
<sup>2)</sup> La classe di resistenza 9.8 si applica solamente ai diametri  $d \leq 16$  mm.  
<sup>3)</sup> Per viti per carpenteria ad alta resistenza, il limite inferiore è M12.  
<sup>4)</sup> Le caratteristiche minime di resistenza alla trazione si applicano ai particolari con lunghezze nominale  $l \geq 2,5 d$ . Le durezze minime si applicano ai particolari con lunghezze nominale  $l < 2,5 d$  e agli altri particolari che non possono essere provati a trazione (per.es. a causa della forma della testa).  
<sup>5)</sup> Per la prova di viti e prigionieri con gambo interno, dovranno essere applicati i carichi indicati nella tabella a pagina T.005 (ISO 898, parte 1).  
<sup>6)</sup> Il valore della durezza all'estremità della vite può essere al massimo di 250 HV, 238 HB o 99,5 HRB.  
<sup>7)</sup> La durezza superficiale non dovrà essere superiore di 30 punti Vickers alla durezza misurata a cuore del particolare, le due prove saranno effettuate con HV 0,3. Nella classe 10.9 tutti gli aumenti di durezza superficiale maggiori di 390 HV sono inaccettabili.  
<sup>8)</sup> Nel caso in cui non si possa determinare il limite di snervamento  $R_{el}$ , è ammessa la verifica del limite d'allungamento  $R_{p0.2}$ . Per le classi di resistenza 4.8, 5.8 e 6.8 i valori di  $R_{el}$  sono indicati ai soli fini di calcolo, ma non sono valori di collaudo.  
<sup>9)</sup> Il rapporto del limite di snervamento corrispondente alla designazione della classe di resistenza e la tensione minima sul limite di allungamento dello 0,2%  $R_{p0.2}$  valgono per provette ricavate per asportazione di truciolo. Per le prove eseguite su viti intere questi valori variano in funzione del metodo di produzione e delle dimensioni.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Carichi di rottura minimi<sup>3)</sup> – per filettatura metrica ISO a passo grosso**

Filettatura <sup>1)</sup>	Sezione resistente nom. $A_s$ mm <sup>2</sup>	Classe di resistenza									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Carico di rottura minimo ( $A_s \cdot R_m$ ) N											
M 3	5,03	1 660	2 010	2 110	2 510	2 620	3 020	4 020	4 530	5 230	6 140
M 3,5	6,78	2 240	2 710	2 850	3 390	3 530	4 070	5 420	6 100	7 050	8 270
M 4	8,78	2 900	3 510	3 690	4 390	4 570	5 270	7 020	7 900	9 130	10 700
M 5	14,2	4 690	5 680	5 960	7 100	7 380	8 520	11 350	12 800	14 800	17 300
M 6	20,1	6 630	8 040	8 440	10 000	10 400	12 100	16 100	18 100	20 900	24 500
M 7	28,9	9 540	11 600	12 100	14 400	15 000	17 300	23 100	26 000	30 100	35 300
M 8	36,6	12 100	14 600	15 400	18 300	19 000	22 000	29 200	32 900	38 100	44 600
M10	58,0	19 100	23 200	24 400	29 000	30 200	34 800	46 400	52 200	60 300	70 800
M12	84,3	27 800	33 700	35 400	42 200	43 800	50 600	67 400 <sup>2)</sup>	75 900	87 700	103 000
M14	115	38 000	46 000	48 300	57 500	59 800	69 000	92 000 <sup>2)</sup>	104 000	120 000	140 000
M16	157	51 800	62 800	65 900	78 500	81 600	94 000	125 000 <sup>2)</sup>	141 000	163 000	192 000
M18	192	63 400	76 800	80 600	96 000	99 800	115 000	159 000	—	200 000	234 000
M20	245	80 800	98 000	103 000	122 000	127 000	147 000	203 000	—	255 000	299 000
M22	303	100 000	121 000	127 000	152 000	158 000	182 000	252 000	—	315 000	370 000
M24	353	116 000	141 000	148 000	176 000	184 000	212 000	293 000	—	367 000	431 000
M27	459	152 000	184 000	193 000	230 000	239 000	275 000	381 000	—	477 000	560 000
M30	561	185 000	224 000	236 000	280 000	292 000	337 000	466 000	—	583 000	684 000
M33	694	229 000	278 000	292 000	347 000	361 000	416 000	576 000	—	722 000	847 000
M36	817	270 000	327 000	343 000	408 000	425 000	490 000	678 000	—	850 000	997 000
M39	976	322 000	390 000	410 000	488 000	508 000	586 000	810 000	—	1 020 000	1 200 000

<sup>1)</sup> L'assenza d'indicazione del passo grosso nella designazione di una filettatura significa che si riferisce al passo grosso (ISO 261 e ISO 262).

<sup>2)</sup> Per viti per carpenteria ad alta resistenza: 70 000, 95 500 e 130 000 N rispettivamente.

<sup>3)</sup> Non corrispondono ai carichi di prova secondo ISO 898 parte 1.

**Carichi di rottura minimi<sup>3)</sup> – per filettatura metrica ISO a passo fine**

Filettatura	Sezione resistente nom. $A_s$ mm <sup>2</sup>	Classe di resistenza									
		3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Carico di rottura minimo ( $A_s \cdot R_m$ ) N											
M 8 x 1	39,2	12 900	15 700	16 500	19 600	20 400	23 500	31 360	35 300	40 800	47 800
M10 x 1	64,5	21 300	25 800	27 100	32 300	33 500	38 700	51 600	58 100	67 100	78 700
M10 x 1,25	61,2	20 200	24 500	25 700	30 600	31 800	36 700	49 000	55 100	63 600	74 700
M12 x 1,25	92,1	30 400	36 800	38 700	46 100	47 900	55 300	73 700	82 900	95 800	112 400
M12 x 1,5	88,1	29 100	35 200	37 000	44 100	45 800	52 900	70 500	79 300	91 600	107 500
M14 x 1,5	125	41 200	50 000	52 500	62 500	65 000	75 000	100 000	112 000	130 000	152 000
M16 x 1,5	167	55 100	66 800	70 100	83 500	86 800	100 000	134 000	150 000	174 000	204 000
M18 x 1,5	216	71 300	86 400	90 700	108 000	112 000	130 000	179 000	—	225 000	264 000
M20 x 1,5	272	89 000	109 000	114 000	136 000	141 000	163 000	226 000	—	283 000	332 000
M22 x 1,5	333	110 000	133 000	140 000	166 000	173 000	200 000	276 000	—	346 000	406 000
M24 x 2	384	127 000	154 000	161 000	192 000	200 000	230 000	319 000	—	399 000	469 000
M27 x 2	496	164 000	198 000	208 000	248 000	258 000	298 000	412 000	—	516 000	605 000
M30 x 2	621	205 000	248 000	261 000	310 000	323 000	373 000	515 000	—	646 000	758 000
M33 x 2	761	251 000	304 000	320 000	380 000	396 000	457 000	626 000	—	791 000	928 000
M36 x 3	865	285 000	346 000	363 000	432 000	450 000	519 000	718 000	—	900 000	1 055 000
M39 x 3	1030	340 000	412 000	433 000	515 000	536 000	618 000	855 000	—	1 070 000	1 260 000

**3.10. BULLONI.**

Bulloni in acciaio ad alta resistenza classe 8.8. tensione caratteristica di snervamento  $f_{yb}=649\text{MPa}$  e tensione caratteristica di rottura  $f_{tb}=800\text{MPa}$ .

Coefficiente parziale di sicurezza per i bulloni:  $\gamma_B = 1.05$ .

**3.11. SALDATURE.**

Per i requisiti riguardanti i procedimenti di saldatura, i materiali d'apporto e i controlli idonei e necessari per la realizzazione di unioni saldate a piena penetrazione, a parziale penetrazione ed unioni realizzate con cordoni d'angolo si fa riferimento al § 11.3.4.5 del D.M. del 17/01/2018.

Coefficiente parziale di sicurezza per le saldature:  $M_w = 1.25$ .

Per l'impiego dei materiali e dei leganti idraulici per le opere in calcestruzzo semplice ed armato il Sottoscritto Progettista fa riferimento a quanto disposto dalle norme vigenti al momento dell'effettuazione dei lavori, che si ritengono previsti in conformità alle disposizioni in materia asismica per le zone sismiche 2 (categoria 2) di cui alla legge in oggetto.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

## **4. RELAZIONE DI CALCOLO**

La presente relazione ha per oggetto le strutture in c.a. e in c.a.p. relative all'edificio in progetto.

Nella stesura dei calcoli ci si attiene alle norme vigenti per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, nonché alle norme vigenti in materia di edilizia antisismica di **categoria 3**.

### **4.1. MODALITÀ DI CALCOLO ADOTTATE**

La presente relazione strutturale di calcolo illustra il progetto nei suoi aspetti generali con l'obiettivo di dare il dimensionamento di tutti gli elementi strutturali fatto salvo per gli aspetti di dettaglio. Essa comprende solo una parte dei calcoli strutturali: le verifiche non riportate sono state condotte analogamente a quelle descritte e risultano disponibili nelle minute di studio.

Lo studio delle strutture è stato condotto secondo i metodi della scienza delle costruzioni supponendo i materiali elastici o elastoplastici, omogenei ed isotropi.

La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata fatta secondo le disposizioni di carico più gravose avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale.

L'analisi sismica è stata condotta con il metodo dinamico come previsto dal Norme Tecniche sulle Costruzioni Ed. 2008. Le verifiche sono state eseguite secondo il metodo degli stati limite secondo quanto previsto dalle NTC2008 oppure con l'Eurocodice 2 per le parti non espressamente normate nelle NTC2018.

### **4.2. CODICI DI CALCOLO**

Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per il calcolo e la verifica delle strutture e la redazione della presente relazione di calcolo sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche. Tale affermazione è suffragata dai seguenti elementi:

- grande diffusione del codice di calcolo sul mercato;
- storia consolidata del codice di calcolo (svariati anni di utilizzo);
- utilizzo delle versioni più aggiornate (dopo test);
- pratica d'uso frequente in studio.

In considerazione dei problemi in studio, caratterizzati da piccoli spostamenti e tensioni inferiori ai limiti elastici dei materiali, si è ritenuto sufficiente adottare una schematizzazione della geometria e dei materiali di tipo lineare con leggi elastiche e isotrope ed omogenee.

#### **4.2.1. SismiCad 12.15**

Programma di calcolo strutturale agli elementi finiti di Concrete di Padova. Esegue il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono- e/o bi- dimensionali anche con non linearità di materiale o con effetti dinamici. Codesto software è fra i programmi strutturali ad elementi finiti più diffusi in Italia con svariate applicazioni e di comprovata affidabilità.

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili. Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale elastoplastico fornito con il pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli: un preprocessore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input ai solutori; il solutore agli elementi finiti; un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output. Il modulo Verifica Sezioni consente di effettuare la verifica di sezioni in cemento armato, di forma generica, soggette a

### PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

pressoflessione deviata facendo uso del metodo agli stati limite ultimi o alle tensioni ammissibili secondo le direttive imposte dall'attuale normativa. Il programma viene utilizzato per lo studio delle sezioni in c.a.; gli schemi grafici ed i tabulati riportati sono ottenuti tramite tale codice di calcolo.

#### 4.2.2. Programma di calcolo delle travi in precompresso – CAP Travi in c.a.p. 6.0

FORNITORE: Dolmen S.r.l. - via Don Milani, 45 – 90044 CARINI (PA)

TIPOLOGIA: Versione COMPLETA

Le verifiche delle travi in cemento armato precompresso vengono svolte con il programma CAP Travi in c.a.p. che permette il dimensionamento di travi in cemento armato precompresso a cavi pretesi, semplicemente appoggiate alle estremità o con sbalzi. Le verifiche possono essere svolte a precompressione totale o a precompressione parziale.

I dati di input coinvolgono le caratteristiche geometriche delle travi (lunghezza, zone rastremate di estremità, geometria della soletta collaborante, sbalzi di estremità), della sezione (geometria della sezione, disposizione dei trefoli e dell'armatura lenta) e dei carichi agenti sulla trave (uniformi, distribuiti, concentrati).

Il programma provvede al calcolo delle sollecitazioni (flettenti, taglianti, torcenti) agenti nelle sezioni in cui è stata suddivisa la trave, nell'ipotesi di appoggi (sia di estremità che degli sbalzi) costituiti da cerniere.

Tali sollecitazioni vengono calcolate secondo le usuali regole della Scienza delle Costruzioni. Nel caso di utilizzo del metodo agli Stati limite ultimi e di esercizio i valori nominali dei carichi vengono moltiplicati per i coefficienti di Normativa al fine di pervenire alle sollecitazioni agli SLU, SLU con sisma verticale, SLE Quasi permanenti, SLE Frequenti ed SLE Rari.

Una procedura avanzata permette all'Utente di inserire dei diagrammi del tutto generici di sollecitazione flettente, tagliante e torcente, che svincola il programma dalla semplice analisi di travi appoggiate alle estremità introducendo altre tipologie di vincolo.

#### Caratteristiche geometriche della sezione

Le caratteristiche geometriche della sezione vengono introdotte secondo le "discontinuità". Si tratta del valore della larghezza che la sezione assume a diverse quote, in altezza, dal fondo della sezione stessa. Tale tipo di descrizione presuppone la simmetria della sezione rispetto ad un asse di simmetria verticale. Si vedrà successivamente però che è possibile comunque verificare travi con caratteristiche geometriche diverse da questa assunzione. Dalla geometria della sezione di calcestruzzo si ricavano, omogeneizzando i trefoli, e con le usuali relazioni della geometria delle masse, l'area ideale, la posizione del baricentro della sezione omogeneizzata, il momento d'inerzia baricentrico, i vari moduli di resistenza, i fattori di taglio.

Il procedimento viene ripetuto sia per la sezione isolata che per la sezione mista. Il getto di completamento in opera viene omogeneizzato alla restante sezione con il coefficiente dato dal rapporto tra i moduli elastici del calcestruzzo della soletta e del calcestruzzo della trave.

Il programma suddivide la trave in varie sezioni e ne calcola le caratteristiche geometriche. Tutte le verifiche vengono riferite sempre alle coordinate dei vari tratti in cui è suddivisa la trave.

#### Fasi di lavoro delle travi

Tutte le verifiche di cui si parlerà in seguito vengono svolte in tempi ben precisi della vita delle travi, seguendo il loro processo costruttivo e di carico. Precisamente di seguito di parlerà di fasi, riferendosi sia a differenti situazioni di resistenza dei materiali, di differente geometria della sezione e di differente intervento temporale dei vari carichi. Precisamente:

- Fase 0 (fase iniziale): si tratta dell'istante in cui a maturazione del calcestruzzo avvenuta, vengono tagliati i cavi di precompressione ancorati in apposite testate alle estremità della pista di precompressione. In questa fase non si sono ancora manifestate perdite nell'acciaio di precompressione, o almeno non del tutto. Il calcestruzzo non avrà ancora raggiunto la sua piena maturazione ed in generale avrà un  $R_{ck}$  inferiore a quello finale. Per deformazione elastica, a causa del trasferimento dello sforzo di trazione dai

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

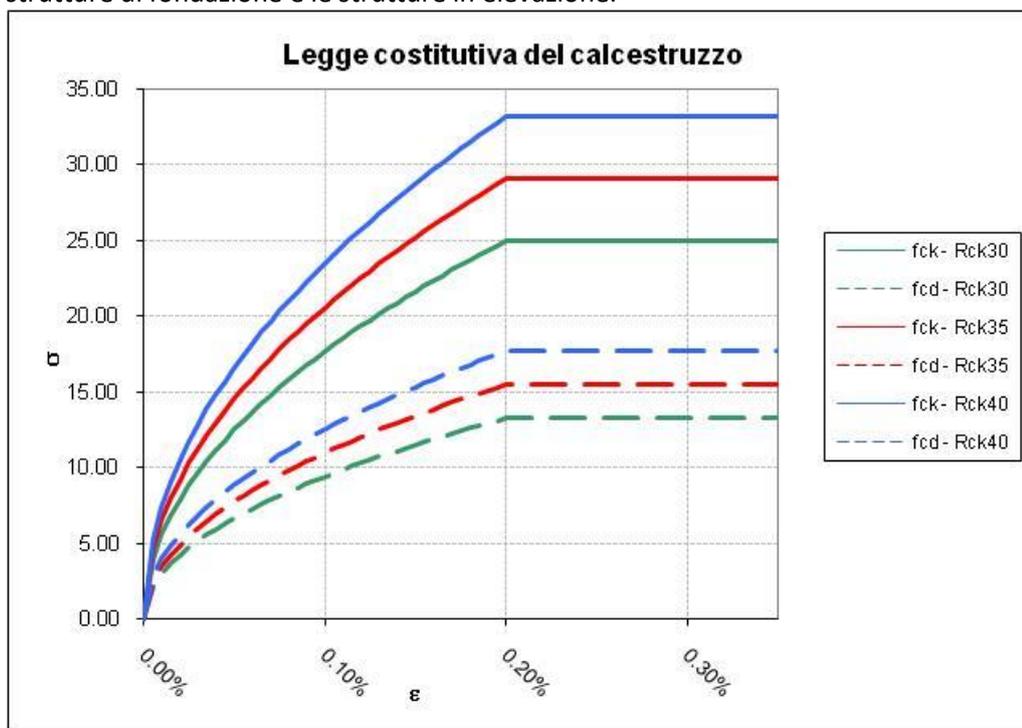
cavi al calcestruzzo come compressione eccentrica, la trave si arcuerà verso l'alto sulla pista di precompressione ed agirà su di essa il suo peso proprio, oltre ad altri eventuali carichi inseriti in questa fase. Nel caso di trave a sezione mista in questa fase essa è ancora considerata a sezione isolata.

- Fase 0' (inizio montaggio): Si tratta della fase in cui la trave ha raggiunto la piena maturazione del calcestruzzo, si sono interamente manifestate le perdite nell'acciaio di precompressione e si sono altresì manifestati tutti i fenomeni lenti (scorrimento viscoso, ritiro) nel calcestruzzo. Anche in questo caso agisce il peso proprio della trave ed altri carichi con fase 0. Oltre che le perdite sui trefoli di precompressione si differenzia dalla Fase 0 per lo schema geometrico definitivo degli appoggi (quindi anche con gli eventuali sbalzi di estremità). Si tratta della fase iniziale di montaggio.
- Fase 1 (fine montaggio): tale fase ha senso solamente per le travi a sezione mista, in quanto per le travi a sezione isolata la fase significativa diventa la fase 2. In tale fase la sezione viene considerata ancora isolata, ma con perdite nell'acciaio di precompressione completamente esaurite. La maturazione del calcestruzzo è completamente avvenuta. Si tratta di una situazione in fase transitoria di montaggio, prima del getto integrativo di una soletta collaborante. Sulla trave agiscono altri carichi oltre il peso proprio. Tipicamente un carico di tale fase è il peso della soletta stessa.
- Fase 2 (tempo infinito): in tale fase le perdite di precompressione si sono completamente esaurite e la sezione viene considerata mista. I carichi sono solo i permanenti (tipicamente i carichi permanenti su di un solaio).
- Fase 3 (tempo infinito): si tratta della stessa situazione della fase 2, ma con la presenza anche dei carichi variabili agenti sulla trave.

**4.3. CARATTERISTICHE FISICHE E MECCANICHE DEI MATERIALI UTILIZZATI:**

**4.3.1. Calcestruzzo in opera**

Si utilizza calcestruzzo  $R_{ck}30 - 35 - 40 - 55$  come specificato nei tabulati di calcolo e negli elaborati esecutivi con una legge costitutiva tipo parabola-rettangolo così come previsto dalla normativa italiana per le strutture di fondazione e le strutture in elevazione.



**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

<b>R<sub>ck</sub></b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>50</b>
<b>f<sub>ck</sub></b>	12.45	16.60	20.75	24.90	29.05	33.20	37.35	41.50
<b>γ<sub>c</sub> in opera</b>	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
<b>γ<sub>c</sub> in prefabb.</b>	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40
<b>f<sub>cd</sub></b>	8.30	11.07	13.83	16.60	19.37	22.13	24.90	27.67
<b>αf<sub>cd</sub></b>	7.06	9.41	11.76	14.11	16.46	18.81	21.17	23.52
<b>0.8*αf<sub>cd</sub></b>	5.64	7.53	9.41	11.29	13.17	15.05	16.93	18.81
<b>E<sub>cm</sub></b>	85206	25491	28500	31220	33722	36050	38237	40305
<b>f<sub>ctk</sub></b>	1.61	1.95	2.27	2.56	2.83	3.10	3.35	3.60
<b>f<sub>cm</sub></b>	20.45	24.60	28.75	32.90	37.05	41.20	45.35	49.50
<b>E<sub>cm</sub></b>	27267	28821	30200	31447	32588	33643	34625	35547

Dove:

$f_{ck}=0.83 \cdot R_{ck}$  resistenza a compressione

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$  resistenza di progetto a compressione tenuto conto dei fenomeno lenti sul calcestruzzo con  $\gamma_c = 1.5$  per le strutture gettate in opera e 1.4 per le strutture prefabbricate, con  $\alpha_{cc} = 0.85$ ;

La resistenza a trazione assiale del calcestruzzo viene definita come  $f_{ctk}=0.3f_{ck}^{2/3}$  e  $f_{ctd}=f_{ctk}/\gamma_c$

Il modulo elastico si definisce come  $E_c=22000[f_{cm}/10]^{0.3}$  dove  $f_{cm}= f_{ck}+8$

	<b>C12/15</b>	<b>C16/20</b>	<b>C20/25</b>	<b>C25/30</b>	<b>C30/37</b>	<b>C28/35</b>	<b>C35/45</b>	<b>C40/50</b>	<b>C45/55</b>	<b>C50/60</b>
<b>R<sub>ck</sub></b>	15	20	25	30	37	28	45	50	55	60
<b>f<sub>ck</sub></b>	12	16	20	25	30	35	35	40	45	50

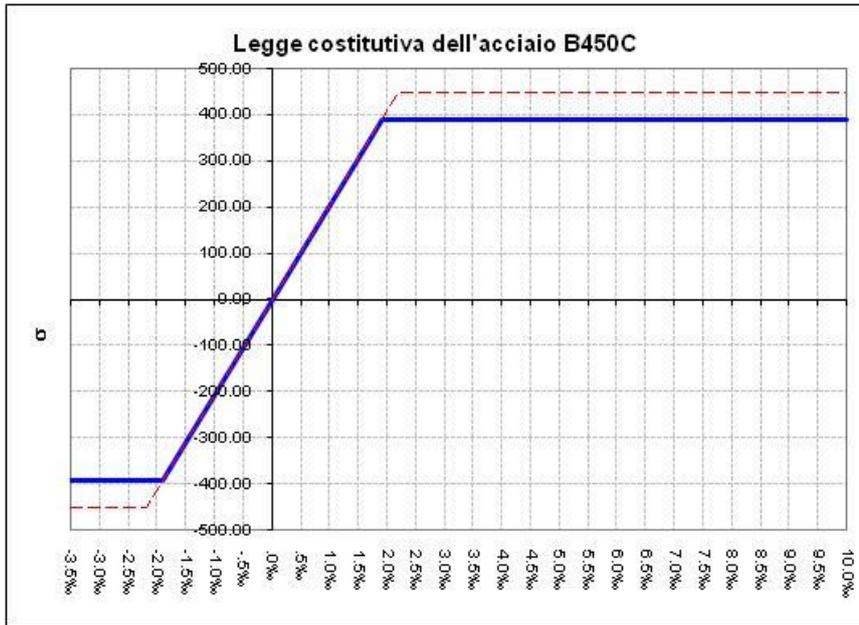
Tabella di equivalenza secondo Eurocodice 2

**4.3.2. Acciaio d'armo**

Si utilizza acciaio B450C e si utilizza una legge costitutiva elastico perfettamente plastico

<b>TIPO</b>	<b>B450C</b>	
Allung. A <sub>s</sub>	14%	
E <sub>s</sub>	206000	MPa
f <sub>tk</sub>	450	MPa
f <sub>yk</sub>	450	MPa
f <sub>yd</sub>	391.30	MPa
ε <sub>yd</sub>	1.90‰	

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**



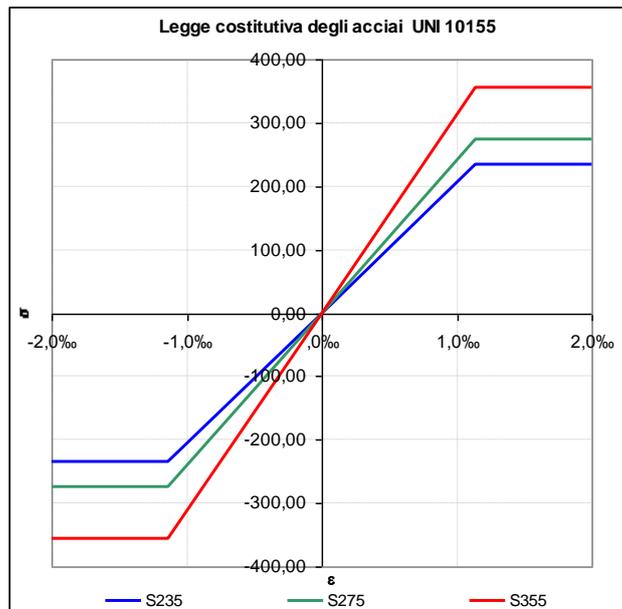
dove:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \text{ con } \gamma_s = 1.15 \text{ resistenza di progetto}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s}$$

**4.3.3. Acciaio strutturale da carpenteria**

Si utilizza acciaio UNI EN 10155-S275JR/JO (FE430B) o UNI EN 10155-S355JR/JO (FE510B) come indicato negli elaborati di progetto. Se gli elaborati non presentano indicazioni specifiche, si prevede l'utilizzo di acciaio S355JO/JR (FE510B).



TIPO	S235	S275	S355
$E_a$	206000	206000	206000

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

$f_{tk,a,min}$	340	410	490
$f_{tk,a,max}$	470	560	630
$f_{yk,a}$	235	275	355
$\sigma_{yd,a}$	1.14‰	1.33‰	1.72‰
$\sigma_a$	1.10	1.10	1.10
$f_{yd,a}$	213.6	250.0	322.7

<b>Tabella di utilizzo degli acciai strutturali</b>			
	<b>S235</b>	<b>S275</b>	<b>S355</b>
<b>Travi principali</b>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Strutture complementari</b>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>Bulloneria</b>					
<b>Impiego</b>	<b>Tipo bull.</b>	<b>Classe</b>	<b>Norma rif.</b>	<b><math>f_y</math> [daN/cm<sup>2</sup>]</b>	<b>Fori</b>
<b>Giunti, coprigiunti, piastre di base</b>	M20	8.8	UNI 5738	9000	???
<b>Collegamenti secondari</b>	M16	8.8	UNI 5738	9000	???

<b>ACCIAI DA COSTRUZIONE AD USO GENERALE</b>					
<b>EN 10025-2:2004</b>	<b>EN 10025:1990 + A1:1993</b>	<b>EN 10025:1990</b>	<b>DIN 17 100</b>	<b>NFA35-501</b>	<b>UNI 7070</b>
<b>S235JR</b>	S235JR	Fe 360 B	St 37-2	E 24-2	Fe 360 B
	S235JRG1	Fe 360 BFU	USt 37-2		
	S235JRG2	Fe 360 BFN	RSt 37-2		
<b>S235JO</b>	S235JO	Fe 360 C	St 37-3 U	E 24-3	Fe 360 C
<b>S235J2</b>	S235J2G3	Fe 360 D1	St 37-3 N	E 24-4	Fe 360 D
	S235J2G4	Fe 360 D2			
<b>S275JR</b>	S275JR	Fe 430 B	St 44-2	E 28-2	Fe 430 B
<b>S275JO</b>	S275JO	Fe 430 C	St 44-3 U	E 28-3	Fe 430 C
<b>S275J2</b>	S275J2G3	Fe 430 D1	St 44-3 N	E 28-4	Fe 430 D
	S275J2G4	Fe 430 D2			
<b>S355JR</b>	S355JR	Fe 510 B		E 36-2	Fe 510 B
<b>S355JO</b>	S355JO	Fe 510 C	St 52-3 U	E 36-3	Fe 510 C
<b>S355J2</b>	S355J2G3	Fe 510 D1	St 52-3 N		Fe 510 D
	S355J2G4	Fe 510 D2			
<b>S355K2</b>	S355K2G3	Fe 510 DD1		E 36-4	
	S355K2G4	Fe 510 DD2			

<b>ACCIAI RESISTENTI ALLA CORROSIONE ATMOSFERICA</b>			
<b>EN 10025-5:2004</b>	<b>EN 10155:1993</b>	<b>EU 155-80</b>	<b>France</b>
<b>S235JOW</b>	S235JOW	Fe 360 CKI	E24W 3
<b>S355JOWP</b>	S355JOWP	Fe 510 C 1 KI	E36 WA3

<b>ACCIAI ALTORESISTENZIALI - HSLA</b>				
	<b>EU149-2</b>	<b>SEW 092</b>	<b>NF A 36-231</b>	<b>UNI 8890-87</b>
<b>S315MC</b>	Fe E 275-TM	QStE 260 TM		40F30 Fe E 275-TM
		QStE 300 TM	E 315 D	43F35
<b>S355MC</b>	Fe E 355-TM	QStE 360 TM	E 355 D	46F40 Fe E 355-TM
<b>S420MC</b>	Fe E 420-TM	QStE 420 TM	E 420 D	(50F45) Fe E 420-TM
<b>S460MC</b>		QStE 460 TM		
<b>S500MC</b>	Fe E 490-TM	QStE 500 TM		Fe E 490-TM
<b>S550MC</b>	(Fe E 560-TM)	QStE 550 TM	(E 560 D)	60F55 (Fe E 560-TM)
<b>S600MC</b>		QStE 600 TM		
<b>S700MC</b>		QStE 690 TM	(E 690 D)	75F70

<b>ACCIAI DOLCI STAMPAGGIO</b>					
	<b>EU 111.77</b>	<b>Germania DIN 1614</b>	<b>NF A 36-301</b>	<b>BS 1449</b>	<b>UNI 5867</b>
<b>DD 11</b>	FeP11	StW22	1C	HR3	FeP11
<b>DD 12</b>	FeP12	RRStW23			

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**4.4. ANALISI DEI CARICHI**

**4.4.1. Permanenti non strutturali di copertura**

Il peso dei carichi permanenti non strutturali (eventuali impianti appesi e pacchetto di finitura) che grava in copertura è di 0.50 KN/m<sup>2</sup>.

**4.4.2. Permanenti non strutturali**

Per i carichi considerati dei pacchetti e dei sovraccarichi per le pavimentazioni e per i solai non di copertura si faccia riferimento all'elaborato STR\_007.

**4.4.3. Carichi zona uffici cat.B**

Il carico accidentale previsto da normativa zona uffici è di 2.00 KN/m<sup>2</sup> (cat.B).

**4.4.4. Tegoli di copertura**

Il peso dei tegoli di copertura varia a seconda della sezione utilizzata i cui dati vengono riportati correttamente nel modello di calcolo.

**4.4.5. Conglomerato cementizio armato**

Il peso specifico del conglomerato cementizio armato è di 25.00 KN/m<sup>3</sup>.

**4.4.6. Pannelli perimetrali**

Il peso dei pannelli prefabbricati di tamponamento è di 3.70 KN/m<sup>2</sup> e nella modellazione sono stati considerati come massa applicata alle travi.

**4.4.7. Materiale stoccato e acqua all'interno delle vasche**

La densità del materiale stoccato è stato considerato di 1000 daN/mc pari a quella dell'acqua.

**4.4.8. Altri carichi**

Per altri tipi di carico vedere il paragrafo apposito nei tabulati di calcolo.

**4.4.9. Carico da neve**

Si procede come previsto dal NTC2018 tenendo conto di un altitudine di 17 m s.l.m.:  $q_s = \mu_i \cdot q_{sk}$

con :  $q_s$ : carico di neve di calcolo

$\mu_i$ : coefficiente di forma della copertura

$q_{sk}$ : carico di neve al suolo di riferimento = **1.50 kN/m<sup>2</sup>** (Zona I Mediterranea)

$\mu_i$  = 0.8

$q_s$ : carico di neve di calcolo = **1.20 kN/m<sup>2</sup>** (Zona I Mediterranea)

**4.4.9.1 Coefficiente di forma**

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0.8	$0.8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0

		Pend.	$\mu_1$
$\alpha =$	0.0°	0%	0.80

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**4.4.9.2 Copertura a una falda: condizioni di carico**

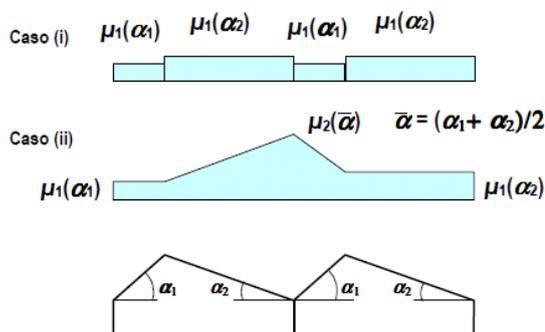
$q = \mu_1 * q_{sk}$	

**4.4.9.3 Copertura a due falde: condizioni di carico**

<b>1</b>	$q = \mu_1 * q_{sk}$		$q = \mu_1 * q_{sk}$
<b>2</b>	$q = \mu_1 * q_{sk}$		$q = 0.5 * \mu_1 * q_{sk}$
<b>3</b>	$q = 0.5 * \mu_1 * q_{sk}$		$q = \mu_1 * q_{sk}$

Ai fini della determinazione delle forze sismiche e dei carichi globali sull'edificio, si considera un carico distribuito contemporaneamente sull'intera superficie piana pari a  $0.8 q_{sk} = 1.20 \text{ kN/m}^2$ .

**4.4.9.4 Copertura a più falde: condizioni di carico**



**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**4.4.9.5 Accumulo contro un ostacolo**

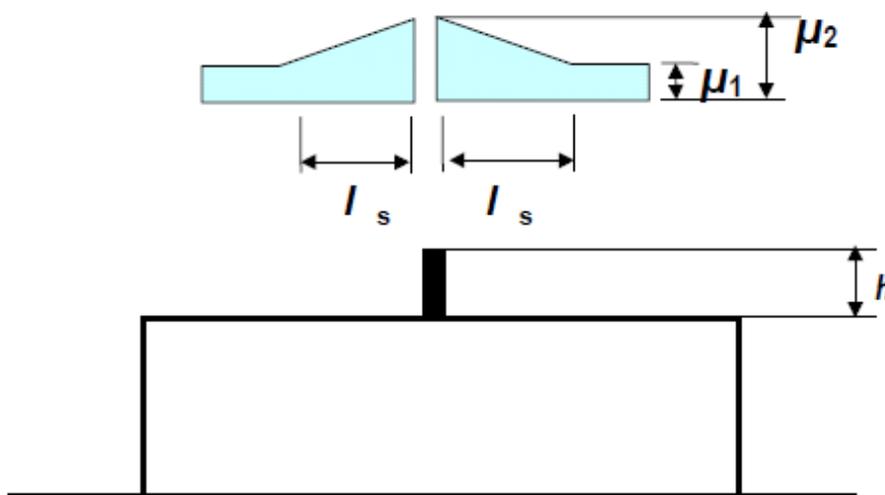
Se la deposizione della neve avviene in presenza di vento la presenza di sporgenze, quali ad esempio i parapetti di bordo presenti su coperture piane, causano la formazione di accumuli nelle zone di “ombra aerodinamica”.

Per coperture pseudo-orizzontali si dovrà considerare la condizione di carico illustrata nella figura sottostante, nella quale si assumerà:

- $\mu_1 = 0,8$  e  $\mu_2 = g h / q_{sk}$ , con la limitazione:  $0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0$

dove:

- $g$  è il peso dell'unità di volume della neve, che per il presente calcolo può essere assunto pari a  $2 \text{ kN/m}^3$
- $l_s = 2h$ , con la limitazione:  $5 \leq l_s \leq 15 \text{ m}$



**4.4.10. Pressione del vento**

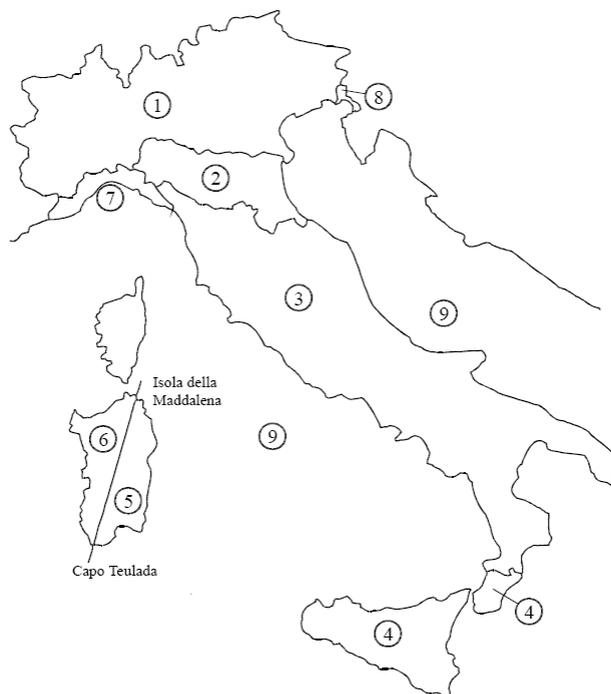
Si procede come previsto dalla NTC2018, assumendo come pressione di calcolo:

$$p = q_{ref} C_e C_p C_d$$

tramite la quale specificando zona di appartenenza, classe di rugosità del suolo, altitudine e altezza massima del fabbricato si ottiene la pressione cinetica del vento  $p$ . tale pressione andrà poi moltiplicata per il coefficiente di forma dell' edificio  $c_p$  al fine di ottenere la pressione di calcolo.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**



*Figura 3 - Individuazione zona d'appartenenza come previsto da NTC 2018*

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

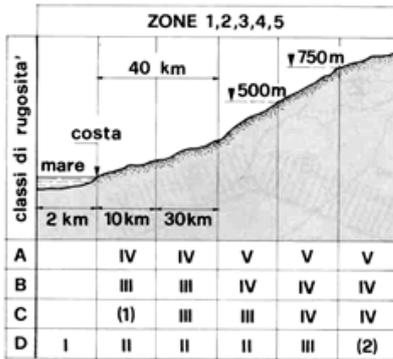


Località intervento: Carpi  
 Altitudine località s.l.m. (as): 21 m  
 Altezza edificio (z): 15.00 m  
 Zona vento: 2  
 Altitudine di riferimento (a0): 750 m  
 Velocità minima per zona (vb0): 25.00 m/s  
 Coefficiente di riduzione (ka): 0.015  
 Velocità di riferimento (vb): 25.00 m/s  
 Press. cinetica di riferimento (qb): 39.06 daN/m<sup>2</sup>

Classe rugosità terreno	Descrizione
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, ...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica o topografica del terreno. Affinchè una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga attorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione.

Ove sussistano dubbi sulla scelta della classe, a meno di analisi rigorose, verrà assegnata la classe più sfavorevole



(1) II in zona 1,2,3,4 III in zona 5  
 (2) III in zona 2,3,4,5 IV in zona 1

Categoria di esposizione del sito: II  
 Coefficiente di riduzione (kr): 0.19  
 Altezza di rapporto (z0): 0.05 m  
 Altezza di riferimento (zmin): 4.00 m  
 Coefficiente di esposizione (ce(z)): 2.62 daN/m<sup>2</sup>  
 Pressione del vento totale (qb\*ce): 102.2 daN/m<sup>2</sup>  
 Pressione del vento - sopravento- (p): 81.7 daN/m<sup>2</sup>  
 Pressione del vento - sottovento- (p): 40.9 daN/m<sup>2</sup>  
 Coefficiente d'attrito tangente (cf): 0.02 daN/m<sup>2</sup>  
 Azione tangente del vento (pf): 0.98 daN/m<sup>2</sup>

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

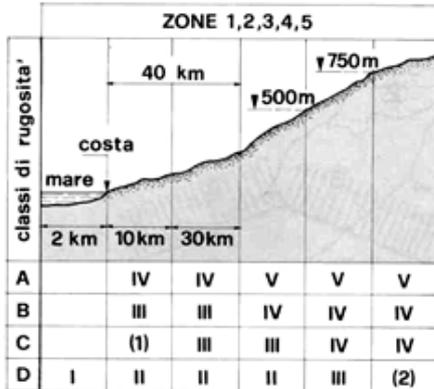
**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**



Località intervento:	Carpi
Altitudine località s.l.m. (as):	21 m
Altezza edificio (z):	13.20 m
Zona vento:	2
Altitudine di riferimento (a0):	750 m
Velocità minima per zona (vb0):	25.00 m/s
Coefficiente di riduzione (ka):	0.015
Velocità di riferimento (vb):	25.00 m/s
Press. cinetica di riferimento (qb):	39.06 daN/m <sup>2</sup>

Classe rugosità terreno	Descrizione
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, ...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica o topografica del terreno. Affinchè una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga attorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Ove sussistano dubbi sulla scelta della classe, a meno di analisi rigorose, verrà assegnata la classe più sfavorevole



(1) II in zona 1,2,3,4  
 III in zona 5  
 (2) III in zona 2,3,4,5  
 IV in zona 1

Categoria di esposizione del sito:	II
Coefficiente di riduzione (kr):	0.19
Altezza di rapporto (z0):	0.05 m
Altezza di riferimento (zmin):	4.00 m
Coefficiente di esposizione (ce(z)):	2.53 daN/m <sup>2</sup>
Pressione del vento totale (qb*ce):	98.9 daN/m <sup>2</sup>
Pressione del vento - sopravento- (p):	<b>79.1 daN/m<sup>2</sup></b>
Pressione del vento - sottovento- (p):	<b>39.6 daN/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente d'attrito tangente (cf):	0.02 daN/m <sup>2</sup>
Azione tangente del vento (pf):	<b>0.98 daN/m<sup>2</sup></b>

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

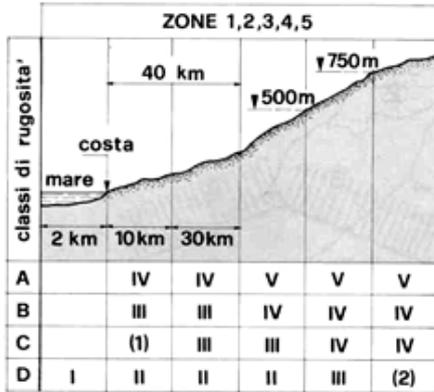
**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**



Località intervento:	Carpi
Altitudine località s.l.m. (as):	21 m
<b>Altezza edificio (z):</b>	<b>8.40 m</b>
Zona vento:	2
Altitudine di riferimento (a0):	750 m
Velocità minima per zona (vb0):	25.00 m/s
Coefficiente di riduzione (ka):	0.015
Velocità di riferimento (vb):	25.00 m/s
Press. cinetica di riferimento (qb):	39.06 daN/m <sup>2</sup>

Classe rugosità terreno	Descrizione
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, ...)

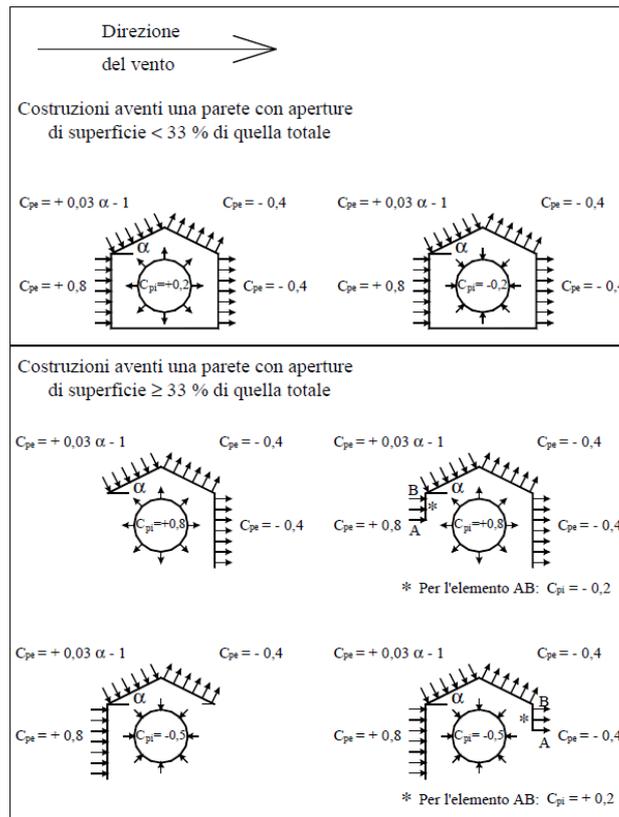
L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica o topografica del terreno. Affinchè una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga attorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Ove sussistano dubbi sulla scelta della classe, a meno di analisi rigorose, verrà assegnata la classe più sfavorevole



(1) II in zona 1,2,3,4  
 III in zona 5  
 (2) III in zona 2,3,4,5  
 IV in zona 1

Categoria di esposizione del sito:	II
Coefficiente di riduzione (kr):	0.19
Altezza di rapporto (z0):	0.05 m
Altezza di riferimento (zmin):	4.00 m
Coefficiente di esposizione (ce(z)):	2.24 daN/m <sup>2</sup>
Pressione del vento totale (qb*ce):	87.6 daN/m <sup>2</sup>
Pressione del vento - sopravento- (p):	<b>70.1 daN/m<sup>2</sup></b>
Pressione del vento - sottovento- (p):	<b>35.0 daN/m<sup>2</sup></b>
Coefficiente d'attrito tangente (cf):	0.02 daN/m <sup>2</sup>
Azione tangente del vento (pf):	<b>0.98 daN/m<sup>2</sup></b>

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**



Nel calcolo strutturale allegato le azioni dovute al vento sono state considerate nel calcolo delle strutture degli edifici 18-23-28 essendo strutture prefabbricate molto alte e campate lunghe. Si sono pertanto confrontate le sollecitazioni derivanti dal vento e dall'azione del sisma. Per le altre strutture invece le azioni orizzontali del vento non sono state prese in considerazione dato che esse risultano essere inferiori rispetto alle azioni orizzontali dovute al sisma.

**4.4.11. Conglomerato cementizio armato**

Il peso specifico del conglomerato cementizio armato è di 2500 daN/m<sup>3</sup>.

**4.4.12. Altri carichi**

Per altri tipi di carico vedere il paragrafo apposito nei tabulati di calcolo.

**4.4.13. Elementi divisori interni**

Per gli orizzontamenti degli edifici per abitazioni e uffici, il peso proprio di elementi divisori interni potrà essere ragguagliato ad un carico permanente portato uniformemente distribuito  $g_{2k}$ , purché vengano adottate le misure costruttive atte ad assicurare una adeguata ripartizione del carico. Il carico uniformemente distribuito  $g_{2k}$  ora definito dipende dal peso proprio per unità di lunghezza  $G_{2k}$  delle partizioni nel modo seguente:

- per elementi divisori con :  $G_2 < 1.00$  kN/m:  $g_2 = 0.40$  kN/m<sup>2</sup>
- per elementi divisori con :  $1.00 < G_2 < 2.00$  kN/m:  $g_2 = 0.80$  kN/m<sup>2</sup>
- per elementi divisori con :  $2.00 < G_2 < 3.00$  kN/m:  $g_2 = 1.20$  kN/m<sup>2</sup>
- per elementi divisori con :  $3.00 < G_2 < 4.00$  kN/m:  $g_2 = 1.60$  kN/m<sup>2</sup>
- per elementi divisori con :  $4.00 < G_2 < 5.00$  kN/m:  $g_2 = 2.00$  kN/m<sup>2</sup>

Elementi divisori interni con peso proprio maggiore devono essere considerati in fase di progettazione, tenendo conto del loro effettivo posizionamento sul solaio.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**4.4.14. Pesì dei materiali strutturali**

Tabella 3.1.1 - Pesì dell' unità di volume dei principali materiali strutturali

MATERIALI	PESO UNITÀ DI VOLUME [kN/m <sup>3</sup> ]
<b>Calcestruzzi cementizi e malte</b>	
Calcestruzzo ordinario	24,0
Calcestruzzo armato (e/o precompresso)	25,0
Calcestruzzi "leggeri": da determinarsi caso per caso	14,0 20,0
Calcestruzzi "pesanti": da determinarsi caso per caso	28,0 50,0
Malta di calce	18,0
Malta di cemento	21,0
Calce in polvere	10,0
Cemento in polvere	14,0
Sabbia	17,0
<b>Metalli e leghe</b>	
Acciaio	78,5
Ghisa	72,5
Alluminio	27,0
<b>Materiale lapideo</b>	
Tufo vulcanico	17,0
Calcere compatto	26,0
Calcere tenero	22,0
Gesso	13,0
Granito	27,0
Laterizio (pieno)	18,0
<b>Legnami</b>	
Conifere e pioppo	4,0 6,0
Latifoglie (escluso pioppo)	6,0 8,0
<b>Sostanze varie</b>	
Acqua dolce (chiara)	9,81
Acqua di mare (chiara)	10,1
Carta	10,0
Vetro	25,0
<i>Per materiali non compresi nella tabella si potrà far riferimento a specifiche indagini sperimentali o a normative di comprovata validità assumendo i valori nominali come valori caratteristici.</i>	

**4.4.15. Forze sismiche**

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento  $V_R$ . Ai fini delle "Norme Tecniche 2018" le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

- $a_g$ : accelerazione orizzontale massima al sito, espresso come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , ricavato da un'interpolazione conoscendo i valori ai vertici del reticolo di maglia 10x10km in cui ricade il fabbricato;
- $F_0$ : 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.

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z da considerare tra di loro indipendenti. La componente Z è trascurata nel caso in cui il sito nel quale la costruzione sorge sia in Zona 3 o in Zona 4.

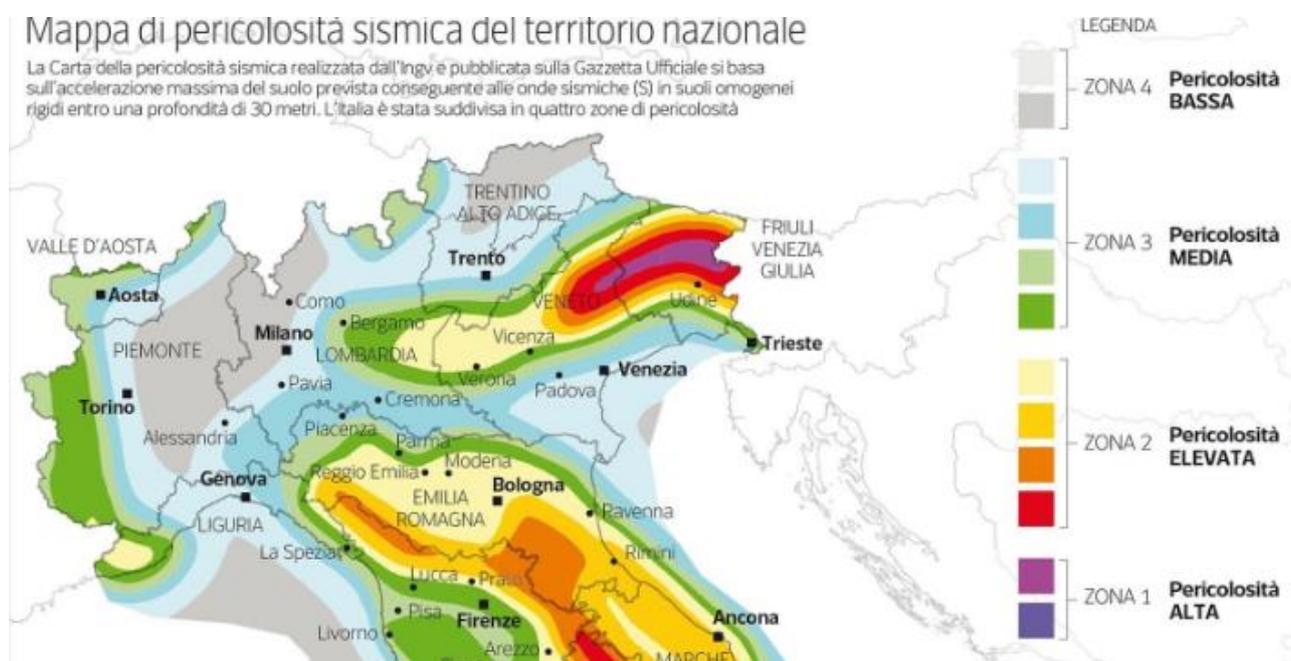


Figura 4.4 - Mappa di pericolosità sismica

**4.4.15.1 Zonazione sismica**

Si allega anche la microzonazione del Comune di Carpi (MO) effettuata dall'Istituto Nazionale di Vulcanologia e Sismologia e allegato alle NTC2018:

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

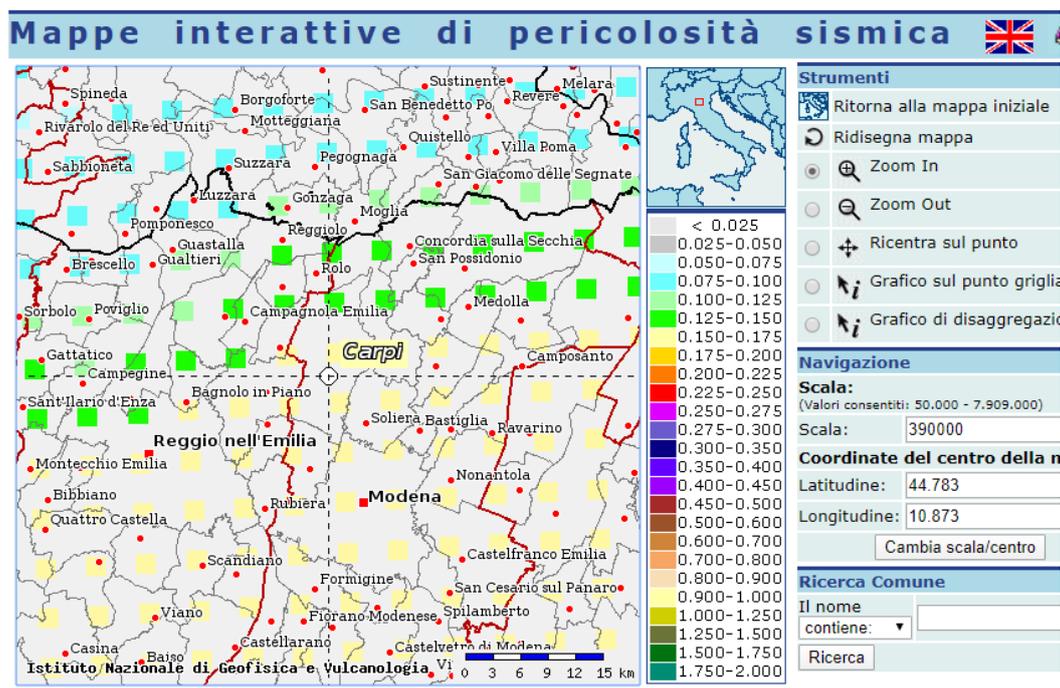


Figura 4.5 - Mappa di pericolosità sismica del circondario di Carpi (MO) (a/g-tempo di ritorno 50 anni)

**4.4.15.2 Coordinate geografiche del sito**

Le coordinate GPS assunte per il sito in oggetto sono le seguenti:

- Latitudine 44°50'43.35''N
- Longitudine 10°54'26.48''E

**4.4.15.3 Determinazione degli spettri elastici di risposta**

Le forze sismiche orizzontali sono state applicate ai baricentri delle masse delle varie parti dell'edificio e calcolate in base all'accelerazione sismica secondo quanto previsto dalle norme del NTC2018, applicando l'analisi dinamica in campo lineare. Si esegue un'analisi modale con calcolo della sovrapposizione (SRSS e CQC), adottando come spettri di progetto per i vari Stati Limite quelli derivanti dai parametri sotto riportati:

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

D.M. 17-01-18 (N.T.C.)



Statica non lineare (pushover) Verifiche geotecniche Vento Neve

Generali Tipologia Analisi Suolo Torsione accidentale Analisi elastica Spettri

Tipo di costruzione: 2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari

Vn: Default (50)

Classe d'uso: II

Località: Modena, Carpi, Gruppo  
 Latitudine ED50 44.847° (44° 50' 49")  
 Longitudine ED50 10.9045° (10° 54' 16")  
 Altitudine s.l.m. 24 m

Vr: Default (50)

Stato limite	Pvr(%)	Tr(anni)	Ag/g	Fo	Tc*(s)
SLO	Default (81)	30	Default (0.0398)	Default (2.56)	Default (0.25)
SLD	Default (63)	50	Default (0.0504)	Default (2.523)	Default (0.264)
SLV	Default (10)	475	Default (0.1488)	Default (2.582)	Default (0.27)
SLC	Default (5)	975	Default (0.2005)	Default (2.53)	Default (0.28)

Figura 4.6 - Parametri di accelerazione al suolo e degli spettri elastici di progetto

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

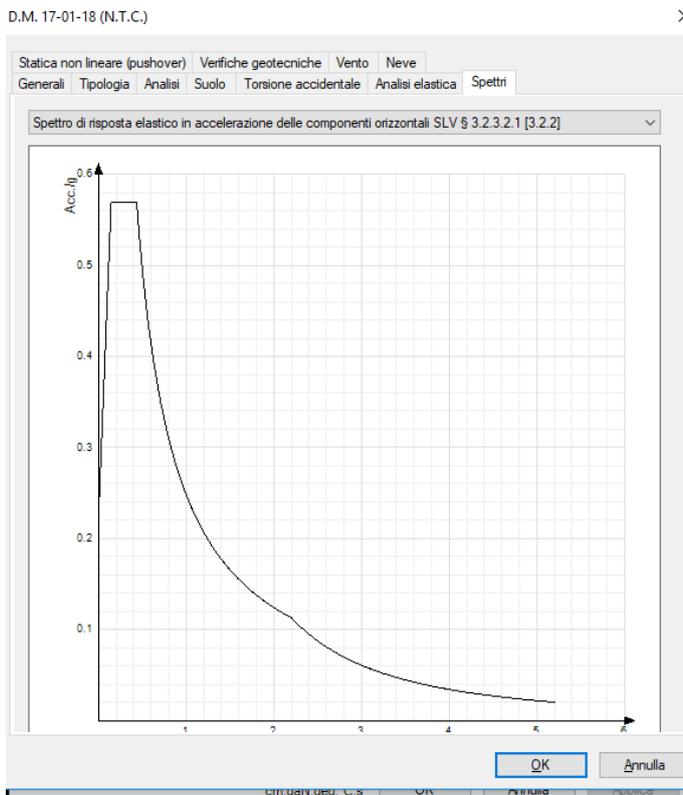


Figura 4.7 - Spettri elastici di risposta per lo Stato Limite SLV

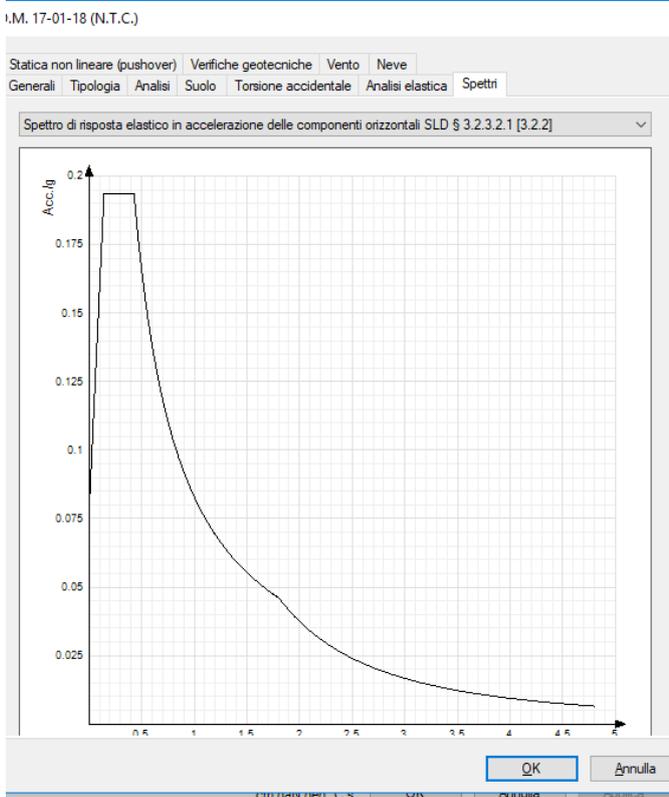


Figura 4.8 - Spettri elastici di risposta per lo Stato Limite SLD

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**4.4.15.4 Determinazione degli spettri elastici di progetto**

$$S = S_S \cdot S_T \quad \text{NTC-2018 Eq. 3.2.3}$$

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{5+\xi}} \geq 0.55 \quad \eta = \frac{1}{q} \quad \text{NTC-2018 Eq. 3.2.4; §. 3.2.3.2}$$

$$T_B = T_C / 3 \quad \text{NTC-2018 Eq. 3.2.6}$$

$$T_C = C_C \cdot T^* \quad \text{NTC-2018 Eq. 3.2.5}$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad \text{NTC-2018 Eq. 3.2.7}$$

**Espressioni dello spettro di risposta** NTC-2018 Eq. 3.2.2

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

$$T_D \leq T$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-2018 § 3.2.3.5)

**4.4.15.5 Determinazione del fattore di struttura q**

La determinazione del fattore di struttura  $q$  è riportata di seguito per ognuno degli interventi e degli edifici. Tutti gli edifici realizzati con gli elementi prefabbricati, sono stati progettati in classe di duttilità bassa (CD"b") applicando il principio della gerarchia delle resistenze considerando la tipologia di struttura prefabbricata regolare in altezza e in pianta per quasi tutti gli edifici di studio.

Le sole platee di fondazione, i biofiltri e le vasche sono stati considerati come strutture non dissipative e pertanto rimangono in campo elastico e il fattore di struttura utilizzato è  $q=1.5$  come indicato nella Tab.7.3.1 delle NTC2018.

Riassumendo il fattore di struttura  $q$  utilizzato per ciascuna direzione dell'azione sismica e per i vari Buildings è riportato e specificato di sotto.

Per la determinazione del coefficiente di struttura, **le vasche e i biofiltri** (identificati come **edifici 19-20-21-22-24-29 vasche V8-V9, V4d e V2n, V4a-b-c e tettoia edificio 34**) sono stati considerati come strutture non dissipative e pertanto la norma prevede un fattore di struttura  $q=1.5$  come sotto riportato.

	Direzione	Tipo	Classe d'uso	$V_n$	$C_u$	$V_r$	Classe di duttilità	Fattore $q_x$	Fattore $q_y$
VASCHE E BIOFILTRI	X-Y	2	II	50	1.0	50	Non dissipativa	1.5	1.5

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Per la determinazione del coefficiente di struttura, gli **edifici 18-23-28** sono stati considerati come struttura prefabbricata con pilastri incastrati e orizzontamenti incernierati con un fattore di struttura  $q=2.5$  come di seguito riportato.

	Direzione	Tipo	Classe d'uso	$V_n$	$C_u$	$V_r$	Classe di duttilità	Fattore $q_x$	Fattore $q_y$
EDIFICI 18-23-28	X-Y	2	II	50	1.0	50	B	2.5	2.5

**4.4.15.6 Verifica allo SLD**

Si esegue una verifica del danno degli elementi strutturali in termini di contenimento del danno agli elementi non strutturali, con la limitazione che gli spostamenti interpiano, valutati allo SLD, siano inferiori al limite:

$dr \leq 0,010 \cdot h$  (NTC - formula 7.3.12) per tamponature progettate in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano, per effetto della loro deformabilità intrinseca.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali di classe III e IV questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO (v. § 3.2.1 e § 3.2.3.2) siano inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

**4.4.15.7 Analisi dinamica con sovrapposizione modale e descrizione dell'azione sismica**

Il modello di riferimento per la descrizione del moto sismico in un punto della superficie del suolo è costituito dallo spettro di risposta elastico. Il moto orizzontale è considerato composto da due componenti ortogonali indipendenti, caratterizzate dallo stesso spettro di risposta.

L'analisi viene estesa ai modi di vibrare, sufficienti a far partecipare all'analisi più del 85% della massa e la sovrapposizione modale viene effettuata sia col metodo SRSS, sia col metodo CQC in maniera da considerare l'effetto contemporaneo di modi di vibrare con periodi fondamentali vicini tra loro.

**SRSS**

$$E_{\max} = \sqrt{\sum_i E_i^2}$$

**CQC**

$$E_{\max} = \sqrt{\sum_i \sum_j \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

essendo:

$E_i$  il valore dell'effetto dell'azione sismica dovuto all'i-esimo modo di vibrare;

$E_j$  il valore dell'effetto dell'azione sismica dovuto all'j-esimo modo di vibrare;

$\rho_{ij}$  il valore del coefficiente correlazione tra il modo i e il modo j:

$$\rho_{ij} = \frac{8 \cdot \xi^2 \cdot (1 + r_{ij}) \cdot \sqrt{r_{ij}^3}}{(1 - r_{ij}^2)^2 + 4 \cdot \xi^2 \cdot r_{ij} \cdot (1 + r_{ij})^2}$$

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

dove:

$\xi = \xi_i = \xi_j$  è il rapporto di smorzamento viscoso modale (assunto costante per tutti i modi i e j)

$r_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}$  è il rapporto tra le frequenze angolari dei modi i e j, con  $\omega_i \leq \omega_j$ .

La sovrapposizione modale è stata condotta sia col metodo CQC e che col metodo SRSS per valutare l'angolo critico di ingresso del sisma data la particolare geometria delle strutture. Il programma, per ogni modo di vibrare e per ogni direzione di ingresso del sisma, fornisce le forze di taglio lungo gli assi globali del sistema di riferimento e lungo le direzioni di ingresso del terremoto. Queste forze vengono combinate sia attraverso il metodo CQC sia attraverso il metodo SRSS per fornire il massimo valore. Quando vengono assegnati terremoti contemporanei lungo le tre direzioni ortogonali (X-Y-Z), il programma per determinare il tagliante risultante, adopera il metodo della radice quadrata della somma dei quadrati (SRSS) per combinare la risposta sia in termini di CQC che in termini di SRSS. Una buona progettazione strutturale dovrebbe fare in modo che la struttura resista con adeguato coefficiente di sicurezza per tutti gli angoli di ingresso del terremoto. La nostra normativa, come altre, prevede tuttavia che l'edificio sia analizzato solo per una coppia di terremoti agenti ortogonalmente tra loro la cui direzione è lasciata alla sensibilità del progettista. Di solito l'angolo di ingresso del terremoto viene posto lungo una direzione parallela alla tessitura degli elementi preposti ad assorbire le azioni sismiche. Questa non è detto che sia la scelta più opportuna in quanto il progettista dovrebbe tentare con più direzioni di ingresso di valutare quale caso sia il più gravoso. Se si dispone la struttura con un asse che si ritiene principale lungo una direzione del sistema di riferimento globale (ad esempio X), si può valutare almeno quale sia l'angolo di ingresso del sisma che induce il massimo taglio proprio lungo quella direzione (ad esempio X). Il programma prevede la possibilità di calcolare l'angolo che si ritiene critico e i valori dei taglianti attinti sotto questa condizione. La valutazione viene ovviamente condotta con riferimento alla combinazione CQC e SRSS. Nei tabulati di output vengono riportati gli spostamenti massimi dei nodi questa volta ottenuti solo attraverso il metodo di combinazione CQC e le reazioni dei nodi vincolati.

Si trascura l'effetto verticale del sisma.

**4.4.15.8** Combinazione del sisma con le altre azioni.

$$G_1 + G_2 + P + E + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

La massa a cui fare riferimento per

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

Le diverse componenti vanno poi combinate secondo una funzione quadratica.

**4.4.15.9** Non linearità geometriche. Analisi di buckling e metodo P-Delta (rif. NTC2018 – 7.3.1).

Le non linearità geometriche sono prese in conto, quando necessario, attraverso il fattore  $\theta$  appresso definito. In particolare, per le costruzioni civili ed industriali esse possono essere trascurate nel caso in cui ad ogni orizzontamento risulti:

$$\theta = \frac{P \cdot d_r}{V \cdot h} \leq 0.1$$

dove:

- P è il carico verticale totale della parte di struttura sovrastante l'orizzontamento in esame
- $d_r$  è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano, ovvero la differenza tra lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento considerato e lo spostamento orizzontale dell'orizzontamento immediatamente sottostante;
- V è la forza orizzontale totale in corrispondenza dell'orizzontamento in esame;
- h è la distanza tra l'orizzontamento in esame e quello immediatamente sottostante.

### PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

Quando  $\theta$  è compreso tra 0,1 e 0,2 gli effetti delle non linearità geometriche possono essere presi in conto incrementando gli effetti dell'azione sismica orizzontale di un fattore pari a  $1/(1-\theta)$ ;  $\theta$  non può comunque superare il valore 0,3.

Con riferimento al 2° capoverso del § 7.4.6.1.2 delle NTC, dove si pone una limitazione geometrica alle dimensioni della sezione dei pilastri nel caso di rilevanti effetti del 2° ordine ( $\theta > 0,1$ ), si precisa che tale limitazione non si applica quando detti effetti vengano compiutamente valutati attraverso un'analisi non lineare che tenga conto delle non-linearità sia meccaniche che geometriche. Resta la limitazione sul valore massimo degli effetti del 2° ordine data al § 7.3.1 delle NTC ( $\theta < 0,3$ ).

Si conduce l'analisi di buckling per tenere in conto eventuali effetti del secondo ordine ossia della non-linearità geometrica nota pure come effetto P-delta.

Questo tipo di analisi consente di includere gli effetti del carico assiale sul comportamento flessionale degli elementi trave, biella o isolatori.

Questo tipo di non-linearità geometrica è conosciuta come effetto P-delta. L'opzione è particolarmente utile per considerare gli effetti dei pesi propri e dei sovraccarichi permanenti sulla rigidità laterale di strutture intelaiate.

Quando gli spostamenti non possono essere considerati piccoli, le misure di deformazione (ad esempio il coefficiente di dilatazione longitudinale di una trave) non dipendono più linearmente dalle derivate prime degli spostamenti; il legame costitutivo del materiale, cioè quella legge che lega le tensioni alle deformazioni, non è più lineare e le equazioni di equilibrio devono essere scritte nella configurazione deformata. In queste ipotesi non è più valido il principio di sovrapposizione degli effetti.

In teoria lineare le equazioni di equilibrio sono indipendenti dai carichi applicati e dagli spostamenti risultanti e quindi i risultati delle condizioni di carico statiche o dinamiche possono essere combinate tra loro avendo come risultato una grande efficienza computazionale.

Per le strutture se i carichi applicati sono rilevanti o gli spostamenti sono grandi il comportamento carico spostamento diventa non lineare. In generale si possono riconoscere i seguenti comportamenti non lineari:

- **effetti dovuti all'entità dei carichi:** Quando le sollecitazioni sono notevoli (forze o coppie) le equazioni di equilibrio scritte nella configurazione indeformata possono differire notevolmente da quelle scritte nella configurazione corrente anche se gli spostamenti sono piccoli:

l'effetto P-delta è uno di questi comportamenti.

- **effetti dovuti all'entità degli spostamenti:** Quando gli spostamenti sono grandi le usuali equazioni di congruenza tra deformazioni e spostamenti non possono essere applicate e le equazioni devono essere scritte nella configurazione deformata anche se i carichi sono modesti.

- **effetti dovuti alla non-linearità del materiale:** Quando un materiale è deformato oltre il limite di proporzionalità, la legge sforzo deformazione non è più lineare; ad esempio i materiali elasto-plastici deformati oltre il limite elastico esibiscono un comportamento che dipende dalla storia della deformazione. Alcuni elementi come i cavi pretesi esibiscono differente comportamento a trazione e a compressione; infatti fino a che lo sforzo interno è di trazione ad allungamenti o accorciamenti corrisponde un aumento o diminuzione lineare dello sforzo mentre quando lo sforzo interno è nullo ad accorciamenti progressivi corrisponde sforzo nullo.

## 4.5. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

### 4.5.1. Combinazione fondamentale (SLU)

$$Y_{G1} \cdot G_1 + Y_{G2} \cdot G_2 + Y_P \cdot P + Y_{Q1} \cdot Q_{k1} + Y_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + Y_{Q3} \cdot \Psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots$$

dove:

**G**                    *pesi propri e permanenti*

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Q**                    *accidentali*  
**E**                    *sisma*

Si riportano in tabella i coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU:

$\gamma_{0i} = 0,7$  per carichi variabili ai piani

$\gamma_{0i} = 0,5$  per carico neve

$\gamma_{0i} = 0,6$  per carico vento e temperatura

$\gamma_{1i} = 0,5$  per carichi variabili ai piani

$\gamma_{1i} = 0,2$  per carico neve e vento

$\gamma_{1i} = 0,5$  per carico temperatura

$\gamma_{2i} = 0,6$  per ambienti suscettibili di affollamento e aree commerciali

$\gamma_{2i} = 0,3$  per aree direzionali

$\gamma_{2i} = 0$  per coperture

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

$\gamma_{G1}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti  $G_1$ ;

$\gamma_{G2}$  coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali  $G_2$ ;

$\gamma_Q$  coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a  $\gamma_P = 1,0$ .

Altri valori di coefficienti parziali sono riportati nei capitoli successivi con riferimento a particolari azioni specifiche.

**4.5.2. Combinazione caratteristica rara (SLE irreversibili)**

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots$$

**4.5.3. Combinazione frequente (SLE reversibili)**

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots$$

**4.5.4. Combinazione quasi permanente (SLE - effetti a lungo termine)**

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots$$

**4.5.5. Combinazione sismica (SLU e SLE)**

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} \dots$$

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**4.5.6. Combinazione eccezionale (SLU)**

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} \dots$$

**4.5.7. Definizione dell'azione sismica**

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + (0.30 \cdot E_z)$$

$$0.30 \cdot E_x + 1.00 \cdot E_y + (0.30 \cdot E_z)$$

*La componente verticale viene calcolata ma non inserita in combinazione per la verifica globale della struttura, verrà inserita negli elementi precompressi come prevede la normativa.*

**5. VERIFICHE DI RESISTENZA AL FUOCO STRUTTURE IN C.A.**

Le strutture degli edifici 18 e 23 devono garantire una resistenza al fuoco R180'. Le strutture dell'edificio 28, a destinazione uffici, devono garantire una resistenza al fuoco R30'.

Per le restanti strutture è previsto una resistenza al fuoco R120'.

Per il dimensionamento e la verifica si utilizzano le tabelle del D.M. 16/02/2007 oltre che il calcolo analitico.

**6. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE**

**6.1. CEMENTO ARMATO**

**6.1.1. Criterio della gerarchia delle resistenze**

Per gerarchia delle resistenze (o "capacity design" come spesso citato nella letteratura tecnica americana) si intende l'insieme di regole da seguire nella progettazione degli elementi strutturali (travi, pilastri, nodi) in base al comportamento e all'importanza che essi assumono nella costruzione.

Si cerca di sfruttare la duttilità degli elementi favorendo i meccanismi che possano sfruttare tale proprietà, come la flessione, rispetto ad altri meccanismi di rottura di tipo fragile, come il taglio. Inoltre si vuole che i nodi trave/pilastro rimangano sempre nel campo elastico in quanto difficili da riparare nel caso di danno, mentre si preferisce la rottura di elementi trave rispetto ai pilastri per evitare il collasso.

Ne consegue che l'iter progettuale secondo "capacity design" prevede questo ordine di dimensionamento:

- flessione delle travi;
- taglio delle travi;

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

- flessione dei pilastri;
- taglio dei pilastri;
- nodo.

Per passare alla fase successiva si deve considerare un momento agente detto *momento di capacity design* ( $M_c$ ) calcolato come il prodotto del momento resistente della sezione ed un coefficiente  $\gamma_0$  detto **fattore di sovraresistenza**.

Il fattore è determinato considerando:

- l'incertezza nella determinazione della tensione di snervamento dell'acciaio
- il comportamento incrudente dello stesso nel ramo plastico

È di norma pari a 1,1 in CDB e 1,3 in CDA.

La finalità del criterio della gerarchia delle resistenze è di progettare gli elementi strutturali in modo che le modalità di crisi ad elevata duttilità si manifestino prima (con sollecitazioni minori) di quelle a bassa duttilità (crisi fragili). Tenendo conto che

- **Crisi per taglio** meno duttile di **Crisi per flessione**
- **Crisi per flessione** composta meno duttile di **Crisi per flessione semplice**
- **Crisi in fondazione** fragile

Per ottenere tale effetto gli elementi strutturali sono quasi sempre progettati con sollecitazioni differenti (maggiori) di quelle derivanti dal calcolo strutturale.

### **6.1.2. Verifica a taglio delle travi**

Al crescere delle azioni esterne le cerniere plastiche agli estremi devono formarsi prima che si manifesti la crisi per taglio (fragile).

La trave sarà dimensionata non con il taglio sollecitante  $V_{sd}$  ma con

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

$$V_{Ed} = V_{agente} + \gamma_{Rd} \cdot \frac{M_{b,Rd}^1 + M_{b,Rd}^2}{l_b}$$

Garantisce che le cerniere plastiche si formi prima che si manifesti la crisi per taglio

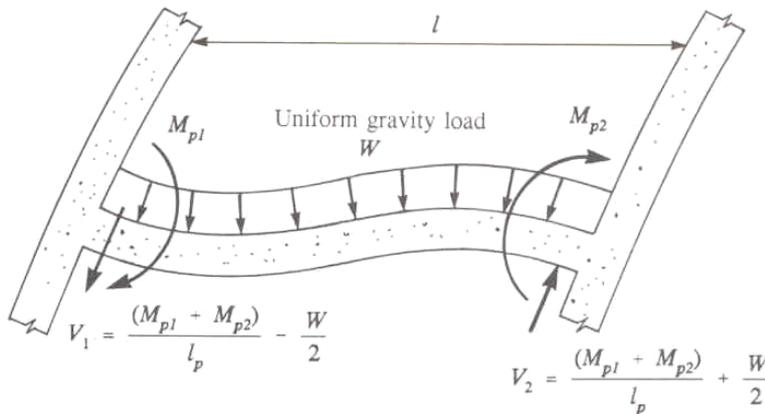
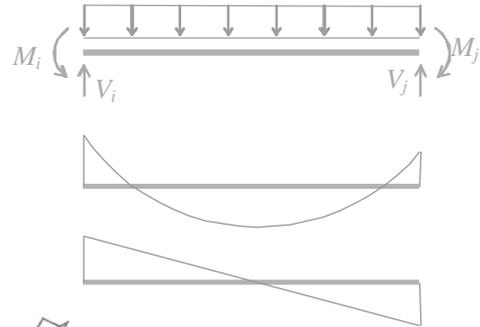


Figura 6.1 - Schema di calcolo del capacity design

**6.1.3. Verifica a flessione dei pilastri**

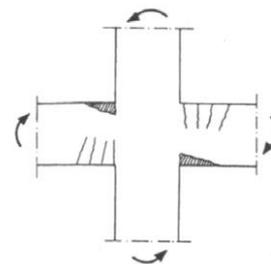
Garantisce che la cerniera plastica si formi nelle travi e non nei pilastri

$$\sum M_{c,Rd} \geq \gamma_{Rd} \cdot \sum M_{b,Rd}$$

**6.1.4. Verifica a taglio dei pilastri**

Garantisce che le cerniere plastiche si formino prima che si manifesti la crisi per taglio

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



manifesti

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**6.1.5. Verifica platea di fondazione**

Gli elementi strutturali delle fondazioni, che devono essere dimensionati sulla base delle sollecitazioni ad essi trasmesse dalla struttura sovrastante, devono avere comportamento non dissipativo, indipendentemente dal comportamento strutturale attribuito alla struttura su di esse gravante.

Per tali strutture si adotta un coefficiente amplificativo di 1.3 in CDA e 1.1 in CDB come prevede la norma al punto 7.2.5.

**6.1.6. Capacity design e Verifica delle connessioni per la struttura prefabbricata**

Al paragrafo (NTC - § 7.4.5.2). in cui si parla dei collegamenti, per strutture a pilastri incastrati alla base e orizzontamenti collegati ad essi, il collegamento tra pilastro ed elemento orizzontale deve essere di tipo cerniera (rigida o elastica). Appoggi mobili sono possibili in corrispondenza di giunti. Le travi prefabbricate in semplice appoggio devono essere strutturalmente connesse ai pilastri o alle pareti (di supporto). Le connessioni devono assicurare la trasmissione delle forze orizzontali nella situazione sismica di progetto senza fare affidamento sull'attrito. Ciò vale anche per le connessioni tra gli elementi secondari dell'impalcato e le travi portanti.

Per le strutture monopiano, la resistenza a taglio dei collegamenti a cerniera non deve essere inferiore alla forza orizzontale necessaria per indurre nella sezione di base del pilastro un momento flettente pari al momento resistente ultimo, moltiplicata per un fattore di sovrarresistenza  $\gamma_{Rd}$  di cui alla Tab. 7.2.I.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Tab. 7.2.I - Fattori di sovrarresistenza  $\gamma_{Ra}$  (fra parentesi quadre è indicato il numero dell'equazione corrispondente)**

Tipologia strutturale	Elementi strutturali	Progettazione in capacità	$\gamma_{Ra}$	
			CD"A"	CD"B"
C.a. gettata in opera	Travi (§ 7.4.4.1.1)	Taglio	1,20	1,10
	Pilastrì (§ 7.4.4.2.1)	Pressoflessione [7.4.4]	1,30	1,30
		Taglio [7.4.5]	1,30	1,10
	Nodi trave-pilastro (§ 7.4.4.3.1)	Taglio [7.4.6-7, 7.4.11-12]	1,20	1,10
Pareti (§ 7.4.4.5.1)	Taglio [7.4.13-14]	1,20	-	
C.a. prefabbricata a struttura intelaiata	Collegamenti di tipo a) (§ 7.4.5.2.1)	Flessione e taglio	1,20	1,10
	Collegamenti di tipo b) (§ 7.4.5.2.1)	Flessione e taglio	1,35	1,20
C.a. prefabbricata con pilastrì incastrati alla base e orizzontamenti incernierati	Collegamenti di tipo fisso (§ 7.4.5.2.1)	Taglio	1,35	1,20
Acciaio	Si impiega il fattore di sovrarresistenza $\gamma_{ov}$ definito al § 7.5.1			
	Colonne (§ 7.5.4.2)	Pressoflessione [7.5.10]	1,30	1,30
Composta acciaio-calcestruzzo	Si impiega il fattore di sovrarresistenza $\gamma_{ov}$ definito al § 7.5.1			
	Colonne (§ 7.6.6.2)	Pressoflessione [7.6.7]	1,30	1,30
Legno	Collegamenti		1,60	1,30
Muratura armata con progettazione in capacità	Pannelli murari (§ 7.8.1.7)	Taglio	1,50	
Ponti	Si impiegano i fattori di sovrarresistenza definiti al § 7.9.5			

Applicando il principio della gerarchia delle resistenze con coefficiente di sovrarresistenza  $\gamma_{Rd} = 1,20$  (vedi tab7.2.I) si determina il taglio che dovrà essere assorbito dai collegamenti e che è pari a :

$$V_{Ed} = \gamma_{Rd} * M_{Rd} / h$$

Il vincolo che verrà realizzato tra pilastrì e travi primarie è eseguito con barre nervate in acciaio B450C fuoriuscenti dalla testa del pilastrì e inserite in fori passanti praticati nelle travi. I fori vengono poi sigillati con leganti ad alta resistenza per garantire il funzionamento a taglio del nodo consentendo così il trasferimento ai pilastrì delle forze orizzontali di piano.

Il vincolo è assimilabile ad una cerniera e trova efficacia dal momento della sigillatura dei fori, operazione che avviene nella fase di montaggio.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

## **6.2. VERIFICA A TAGLIO : CALCOLO ARMATURA MINIMA IN ZONA CRITICA E VERIFICA DI DUTTILITÀ**

### **6.2.1. Indicazioni progettuali**

Nelle strutture con pilastri incastrati alla base e orizzontamenti collegati ad essi mediante cerniere fisse, la dissipazione di energia avviene unicamente nelle sezioni dei pilastri allo spiccato dalle fondazioni o dalla struttura scatolare rigida di base di cui al § 7.2.1. Per assicurare l'efficacia di tale dissipazione, in tali zone è richiesta la verifica di duttilità, indipendentemente dai particolari costruttivi adottati. A tal fine, non è consentito il ricorso alla [7.4.29] di cui al § 7.4.6.2.2.ma la duttilità dovrà seguire il § 7.4.4.1.2 che si riporta di sotto.

#### **7.4.4.1.2 Verifiche di duttilità (DUT)**

La duttilità si quantifica mediante il fattore di duttilità che, per ciascuno dei parametri abitualmente considerati (curvatura, spostamento), è il rapporto tra il valore massimo raggiunto dal parametro in esame e il valore del parametro stesso all'atto della prima plasticizzazione.

Qualora sia necessario verificare (ai sensi del § 7.3.6.1) che la struttura possieda una capacità in duttilità, locale e globale, superiore alla corrispondente domanda si deve operare come segue, riferendosi alla duttilità in curvatura (locale) e alla duttilità in spostamento (globale).

La domanda in duttilità di curvatura allo SLC nelle zone dissipative, espressa mediante il fattore di duttilità in curvatura  $\mu_\phi$ , qualora non si proceda ad una determinazione diretta mediante analisi non lineare, può essere valutata in via approssimata come:

$$\mu_\phi = \begin{cases} 1,2 \cdot (2q_0 - 1) & \text{per } T_1 \geq T_c \\ 1,2 \cdot \left( 1 + 2(q_0 - 1) \frac{T_c}{T_1} \right) & \text{per } T_1 < T_c \end{cases} \quad [7.4.3]$$

dove  $T_1$  è il periodo proprio fondamentale della struttura.

La capacità in duttilità di curvatura può essere calcolata come indicato al § 4.1.2.3.4.2.

Tra il fattore di duttilità in spostamento  $\mu_d$  (v. § 7.3.3.3) e il fattore di duttilità in curvatura  $\mu_\phi$  sussiste la relazione  $\mu_\phi = 2\mu_d - 1$  (usualmente conservativa per le strutture in c.a.), mentre tra il fattore di duttilità in spostamento  $\mu_d$  e il fattore di comportamento  $q$  sussistono le relazioni [7.3.9] (v. § 7.3.3.3).

Nella zona critica, misurata per un pilastro prefabbricato a partire dall'estradosso del bicchiere del plinto, dovranno essere rispettate le prescrizioni riportate al punto 7.4.6.2.2 della Norma NTC 2018, volte a garantire una adeguata duttilità.

In particolare:

1. le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe;
2. Per tutta la lunghezza del pilastro, l'interasse tra le barre non deve essere superiore a 25 cm;

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

3. la distanza tra due barre vincolate consecutive, deve essere non superiore a 15 cm e 20 cm, rispettivamente per CD''A'' e CD''B''. A tal fine si intendono barre vincolate quelle direttamente trattenute da staffe o da legature.

per le staffe in classe di duttilità bassa devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1b. il diametro minimo deve essere pari a  $\phi = 6$  mm;

2b. il passo delle staffe deve essere minore o uguale della più piccola tra le seguenti quantità:

$\frac{1}{2}$  del lato minore della sezione; 175 mm;  $8 \phi$  della barra staffata;

3b. deve essere rispettata la seguente relazione  $\frac{A_{st}}{s} \geq 0,08 \cdot \frac{f_{cd} \cdot b_{st}}{f_{yd}}$ ;

### 6.3. SLU - TAGLIO

Le sezioni di calcestruzzo non armate a taglio hanno una resistenza a taglio offerta dal calcestruzzo stesso e dai meccanismi secondari. Secondo normativa tale resistenza è valutabile con la seguente espressione:

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w d \quad (4.1.14)$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

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

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

Nel caso il taglio sollecitante  $V_{Ed}$  sia maggiore del taglio  $V_{Rd}$ , è da prevedersi apposita armatura a taglio. In

tal caso il taglio resistente è il minore tra il taglio  $V_{Rsd}$  offerto dalle armature ed il taglio  $V_{Rcd}$  offerto dal

calcestruzzo.  $V_{Rsd}$  e  $V_{Rcd}$  valgono:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$$

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

dove  $d$ ,  $b_w$  e  $\sigma_{cp}$  hanno il significato già visto in § 4.1.2.1.3.1. e inoltre si è posto:

- $A_{sw}$  area dell'armatura trasversale;
- $s$  interasse tra due armature trasversali consecutive;
- $\alpha$  angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
- $f'_{cd}$  resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ( $f'_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$ );
- $\alpha_c$  coefficiente maggiorativo pari a
 

1	per membrature non compresse
$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
$2,5(1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

In presenza di significativo sforzo assiale, ad esempio conseguente alla precompressione, si dovrà aggiungere la limitazione:

$$(\text{ctg}\theta_1 \leq \text{ctg}\theta) \tag{4.1.21}$$

dove  $\theta_1$  è l'angolo di inclinazione della prima fessurazione ricavato da  $\text{ctg}\theta_1 = \tau/\sigma_1$  mentre  $\tau$  e  $\sigma_1$  sono rispettivamente la tensione tangenziale e la tensione principale di trazione sulla corda baricentrica della sezione intesa interamente reagente.

**6.4. SLE – TENSIONI**

La tensione massima di compressione nel calcestruzzo deve rispettare i seguenti limiti:

- $\sigma_c < 0,60 f_{ck}$  in combinazione rara
- $\sigma_c < 0,45 f_{ck}$  in combinazione quasi permanente

La tensione massima nell'acciaio deve rispettare il seguente limite:

$$\sigma_s < 0,80 f_{yk}$$

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**7. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 18**

**7.1. RISPOSTA MODALE**

**Risposta modale**

*Modo:* identificativo del modo di vibrare.

*Periodo:* periodo. [s]

*Massa X:* massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

*Massa Y:* massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

*Massa Z:* massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

*Massa rot. X:* massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

*Massa rot. Y:* massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

*Massa rot. Z:* massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

*Massa sX:* massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

*Massa sY:* massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

**Totale masse partecipanti:**

Traslazione X: 0.962121

Traslazione Y: 0.919582

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.998366

Rotazione Y: 0.999563

Rotazione Z: 0.61917

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	1.494159052	0	0.51755047	0	0.712056148	0	0.167520545	0	0.51755047
2	1.407886019	0.59545984	0	0	0	0.817240286	0.16204	0.59545984	0
3	1.290863696	0	0.199962924	0	0.231131593	0	0.064387648	0	0.199962924
4	1.172079644	0.000000286	0	0	0	0.000000419	0.008485784	0.000000286	0
5	1.152843266	0	0.039249785	0	0.040615592	0	0.013722189	0	0.039249785
6	1.005689945	0.161186097	0	0	0	0.167537618	0.042908827	0.161186097	0
7	0.181911371	0	0.162818497	0	0.014562707	0	0.052237021	0	0.162818497
8	0.157184256	0.161987015	0	0	0	0.012234724	0.037871678	0.161987015	0
9	0.065628307	0.043487818	0	0	0	0.001550388	0.069496321	0.043487818	0

**7.2. VERIFICA EFFETTI DEL SECONDO ORDINE**

**Verifica effetti secondo ordine**

*Quota inf.:* quota inferiore esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata, espressa con notazione breve. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

*Quota sup.:* quota superiore esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata, espressa con notazione breve. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

*Comb.:* combinazione.

*N.b.:* nome breve o compatto della combinazione di carico.

*Carico verticale:* carico verticale. [kN]

*Spostamento:* spostamento medio di interpiano. [m]

*Forza orizzontale totale:* forza orizzontale totale. [kN]

*Altezza del piano:* altezza del piano. [m]

*Theta:* coefficiente Theta formula [7.3.3] § 7.3.1. Il valore è adimensionale.

Quota inf.	Quota sup.	Comb.	Carico verticale	Spostamento	Forza orizzontale totale	Altezza del piano	Theta
		<b>N.b.</b>					
L1	L2	SLV 1	5816.76	0.09913	649.93	13.2	0.066
L1	L2	SLV 2	5816.76	0.09913	649.93	13.2	0.066
L1	L2	SLV 3	5816.76	0.09913	649.93	13.2	0.066
L1	L2	SLV 4	5816.76	0.09913	649.93	13.2	0.066
L1	L2	SLV 5	5816.76	0.10402	583.97	13.2	0.078
L1	L2	SLV 6	5816.76	0.10402	583.97	13.2	0.078
L1	L2	SLV 7	5816.76	0.10402	583.97	13.2	0.078
L1	L2	SLV 8	5816.76	0.10402	583.97	13.2	0.078
L1	L2	SLV 9	5816.76	0.10402	583.97	13.2	0.078
L1	L2	SLV 10	5816.76	0.10402	583.97	13.2	0.078
L1	L2	SLV 11	5816.76	0.10402	583.97	13.2	0.078
L1	L2	SLV 12	5816.76	0.10402	583.97	13.2	0.078
L1	L2	SLV 13	5816.76	0.09912	649.93	13.2	0.066
L1	L2	SLV 14	5816.76	0.09912	649.93	13.2	0.066
L1	L2	SLV 15	5816.76	0.09912	649.93	13.2	0.066
L1	L2	SLV 16	5816.76	0.09912	649.93	13.2	0.066

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**7.3. DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI**

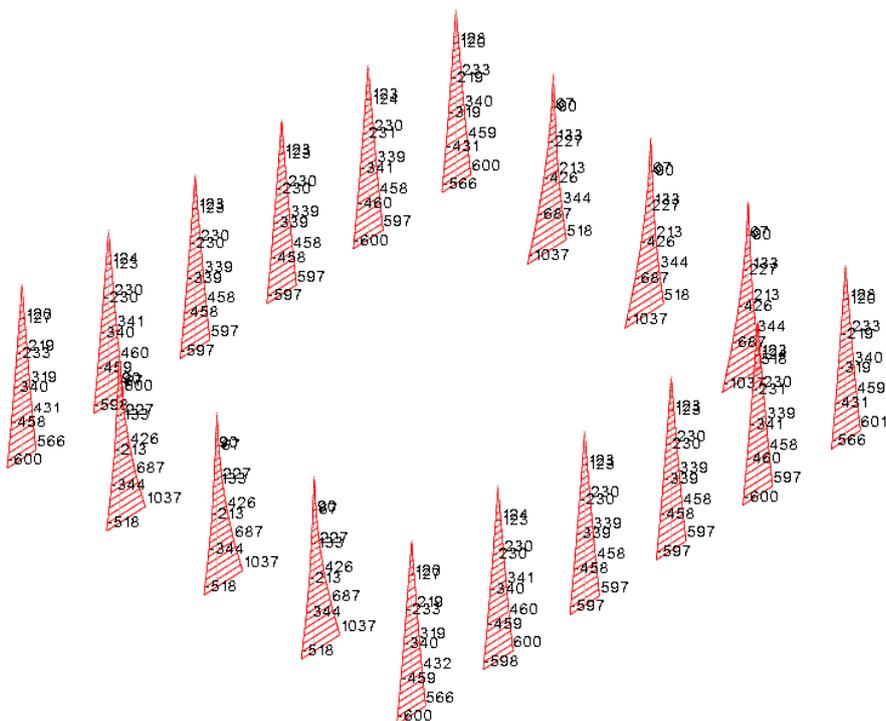


Figura 7.1 – Involuppo M2 massimi SLU – SLV sui pilastri KNm

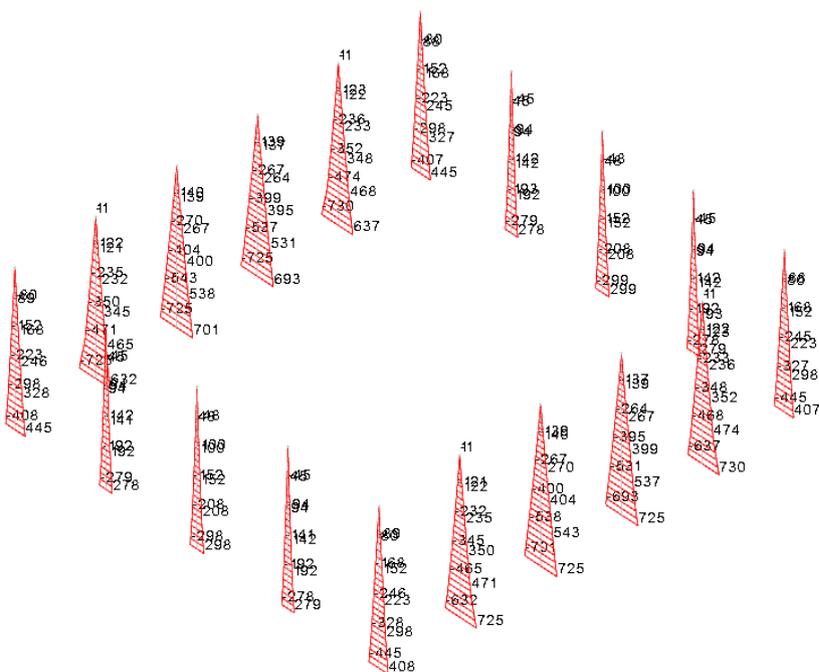


Figura 7.2 – Involuppo M3 massimi SLU – SLV sui pilastri KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

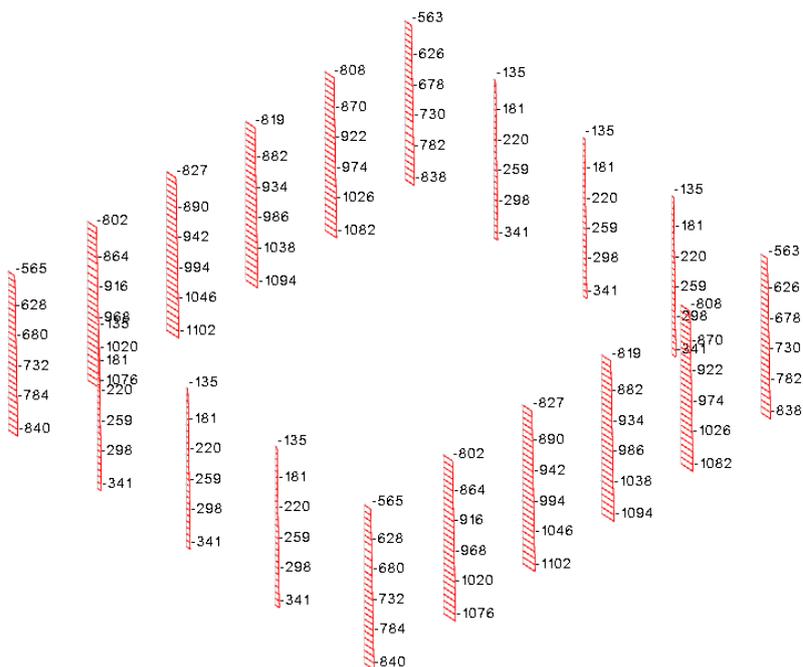
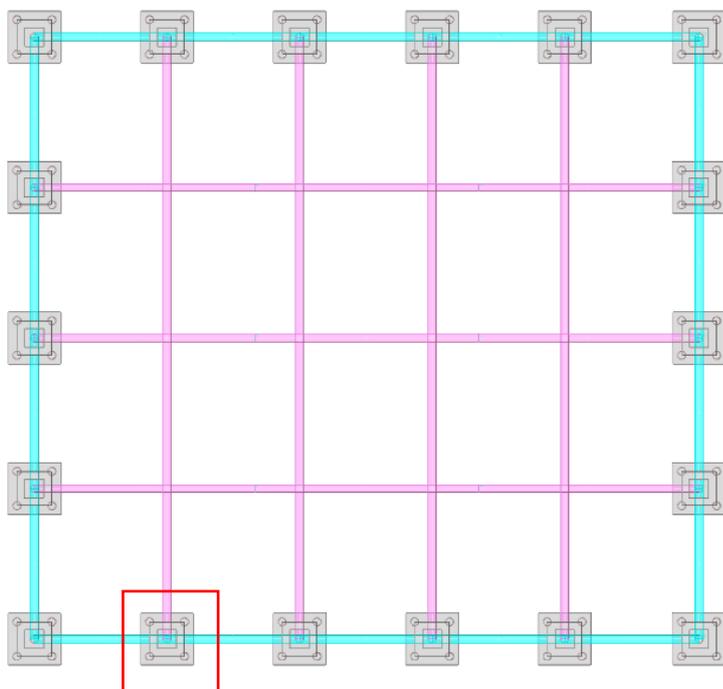


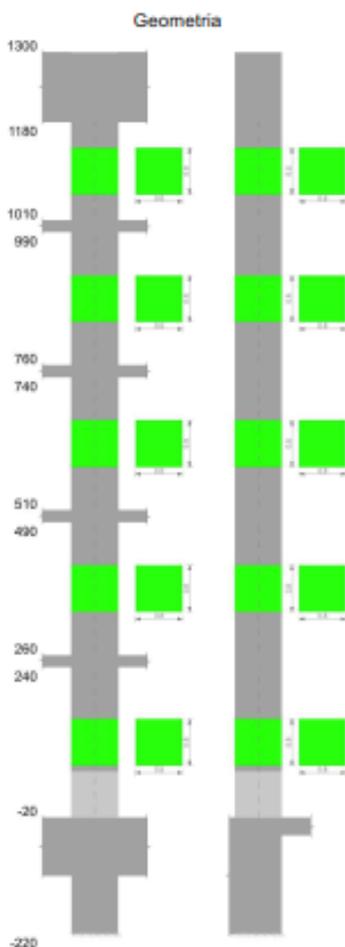
Figura 7.3 – Involuppo sforzo normale N SLU – SLV (KN)

**7.4. VERIFICA DI UN PILASTRO**



**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Pilastrata 8**



**Dati della pilastrata**

**Campate costituenti la pilastrata**

Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Esistente	Secondaria	Dissipativa	Interna a parete	Sovrapposizione	Materiale CLS	Materiale Acciaio	FC
-0.2	2.4	R ØDx80 2	No	No	SI	No		C45/55	B450C	
2.6	4.9	R ØDx80 2	No	No	SI	No		C45/55	B450C	
5.1	7.4	R ØDx80 2	No	No	SI	No		C45/55	B450C	
7.6	9.9	R ØDx80 2	No	No	SI	No		C45/55	B450C	
10.1	11.8	R ØDx80 2	No	No	SI	No		C45/55	B450C	

**Dati relativi al confinamento di sezioni secondo D.M. 17-01-18 NTC §4.1.2.1.2.1**

Staffatura	quota	sommatoria BiQuadro	c,n	o,a	b,x	b,y	D0	σ,l	σ	σ,2	fck,c	sc2,c	scu2,c
Staffa ø10/6.8 5X 5Y (-20/240)	-0.2	4121.501	0.85145	0.90191	0.68	0.68		3198	0.74793	2917	58648	-0.0033	-0.01628
Staffa ø8/10 2X 2Y (240/260)	2.5	16451.331	0.4105	0.85875	0.682	0.682		643	0.35252	234	46819	-0.002	-0.0035
Staffa ø8/23 2X 2Y (260/490)	2.6	16451.331	0.4105	0.69119	0.682	0.682		288	0.28374	82	46059	-0.00204	-0.00386
Staffa ø8/10 2X 2Y (490/510)	5	16451.331	0.4105	0.85875	0.682	0.682		643	0.35252	234	46819	-0.002	-0.0035
Staffa ø8/23 2X 2Y (510/740)	5.1	16451.331	0.4105	0.69119	0.682	0.682		288	0.28374	82	46059	-0.00204	-0.00386
Staffa ø8/10 2X 2Y (740/760)	7.5	16451.331	0.4105	0.85875	0.682	0.682		643	0.35252	234	46819	-0.002	-0.0035

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

Staffatura	quota	sommatoria BiQuadro	a,n	a,k	b,x	b,y	D0	e,l	a	e,2	lck,c	sc2,c	scu2,c
Staffa a8/23 2X 2Y (760/990)	7.6	16451.331	0.4105	0.49119	0.682	0.682		288	0.28374	82	46059	-0.00204	-0.00384
Staffa a8/10 2X 2Y (990/1010 0)	10	16451.331	0.4105	0.45875	0.682	0.682		663	0.35252	234	46819	-0.002	-0.0035
Staffa a8/24.3 2X 2Y (1010/118 0)	10.1	16451.331	0.4105	0.47561	0.682	0.682		273	0.27734	76	46029	-0.00203	-0.00383
Staffa a8/15 2X 2Y (1180/130 0)	12.4	16451.331	0.4105	0.79215	0.682	0.682		442	0.32518	144	46369	-0.002	-0.0035

Disposizione delle armature longitudinali

Posizione	X	Y	Diametro	Area	Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Materiale
p.1	-0.3207	-0.3207	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	0.3207	-0.3207	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	0.3207	0.3207	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	-0.3207	0.3207	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	-0.1675	-0.323	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	0	-0.323	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	0.1675	-0.323	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	-0.1675	0.323	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	0	0.323	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	0.1675	0.323	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	-0.323	-0.1675	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	-0.323	0	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	-0.323	0.1675	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	0.323	-0.1675	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	0.323	0	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.1	0.323	0.1675	0.024	0.0004524	-1.8	2.6	R 80x80 2	A450C
p.2	-0.3207	-0.3207	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	0.3207	-0.3207	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	0.3207	0.3207	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	-0.3207	0.3207	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	-0.1675	-0.323	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	0	-0.323	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	0.1675	-0.323	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	-0.1675	0.323	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	0	0.323	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	0.1675	0.323	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	-0.323	-0.1675	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	-0.323	0	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	-0.323	0.1675	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	0.323	-0.1675	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	0.323	0	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.2	0.323	0.1675	0.024	0.0004524	2.6	5.1	R 80x80 2	A450C
p.3	-0.3207	-0.3207	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	0.3207	-0.3207	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	0.3207	0.3207	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	-0.3207	0.3207	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	-0.1675	-0.323	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	0	-0.323	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	0.1675	-0.323	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	-0.1675	0.323	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	0	0.323	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	0.1675	0.323	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	-0.323	-0.1675	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	-0.323	0	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	-0.323	0.1675	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	0.323	-0.1675	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	0.323	0	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.3	0.323	0.1675	0.024	0.0004524	5.1	7.6	R 80x80 2	A450C
p.4	-0.3207	-0.3207	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	0.3207	-0.3207	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	0.3207	0.3207	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	-0.3207	0.3207	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	-0.1675	-0.323	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	0	-0.323	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	0.1675	-0.323	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	-0.1675	0.323	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	0	0.323	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	0.1675	0.323	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	-0.323	-0.1675	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	-0.323	0	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	-0.323	0.1675	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	0.323	-0.1675	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	0.323	0	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.4	0.323	0.1675	0.024	0.0004524	7.6	10.1	R 80x80 2	A450C
p.5	-0.3207	-0.3207	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C
p.5	0.3207	-0.3207	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C
p.5	0.3207	0.3207	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C
p.5	-0.3207	0.3207	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C
p.5	-0.1675	-0.323	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C
p.5	0	-0.323	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C
p.5	0.1675	-0.323	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C
p.5	-0.1675	0.323	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C
p.5	0	0.323	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C
p.5	0.1675	0.323	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C
p.5	-0.323	-0.1675	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C
p.5	-0.323	0	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C
p.5	-0.323	0.1675	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C
p.5	0.323	-0.1675	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	A450C

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

Posizione	X	Y	Diametro	Area	Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Materiale
p.5	0.323	0	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	B450C
p.5	0.323	0.1675	0.024	0.0004524	10.1	12.2	R 80x80 2	B450C

Controlli geometrici NTC18

Nessuna anomalia

Verifiche delle sezioni

Verifica a pressoflessione in SLU

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	Mrdx	Mrdy	Comb.	Coeff.a.	Verifica
-0.2	0.007238	1.1	0	1	-723.9522	-13.6074	-680.37	-1208.7155	-22.719	SLU 3	1.67	SI
0.09	0.007238	1.1	0	1	-695.2639	-13.515	-675.75	-1220.7732	-23.7301	SLU 3	1.756	SI
0.38	0.007238	1.1	0	1	-666.5755	-13.4225	-671.13	-1234.1441	-24.8514	SLU 3	1.851	SI
0.67	0.007238	1.1	0	1	-637.8871	-13.3287	-666.44	-1249.202	-26.1197	SLU 3	1.96	SI
0.96	0.007238	1.1	0	1	-609.1989	-13.2376	-661.88	-1264.9188	-27.4862	SLU 3	2.076	SI
1.24	0.007238	1.1	0	1	-580.5106	-13.1452	-657.24	-1282.9035	-29.0593	SLU 3	2.21	SI
1.53	0.007238	1.1	0	1	-551.8223	-13.0527	-652.64	-1302.5504	-30.8104	SLU 3	2.36	SI
1.82	0.007238	1.1	0	1	-523.134	-12.9603	-648.02	-1324.6694	-32.8178	SLU 3	2.532	SI
2.11	0.007238	1.1	0	1	-494.4456	-12.8679	-643.39	-1349.1705	-35.1119	SLU 3	2.729	SI
2.4	0.007238	1.1	0	1	-466.2538	-12.777	-638.85	-1376.5887	-37.7234	SLU 3	2.952	SI
2.6	0.007238	2.3	0	1,2	-447.6808	-12.7098	-635.49	-1308.8848	-37.1597	SLU 3	2.924	SI
2.89	0.007238	2.3	0	1,2	-425.7643	-12.6194	-630.97	-1329.634	-39.4096	SLU 3	3.123	SI
3.18	0.007238	2.3	0	1,2	-403.4599	-12.5274	-628.37	-1352.9901	-42.0193	SLU 3	3.353	SI
3.46	0.007238	2.3	0	1,2	-385.9315	-12.4354	-621.77	-1371.7081	-44.1989	SLU 2	3.554	SI
3.75	0.007238	2.3	0	1,2	-368.9861	-12.3434	-617.17	-1390.8718	-46.5454	SLU 2	3.77	SI
4.04	0.007238	1.1	0	2	-351.8406	-12.2514	-612.57	-1410.9941	-49.1321	SLU 2	4.01	SI
4.33	0.007238	1.1	0	2	-334.7951	-12.1594	-607.97	-1432.6317	-52.0317	SLU 2	4.279	SI
4.61	0.007238	1.1	0	2	-317.7496	-12.0674	-603.37	-1456.0592	-55.2979	SLU 2	4.582	SI
4.9	0.007238	1.1	0	2	-301.0006	-11.977	-598.85	-1479.5008	-58.9793	SLU 2	4.915	SI
5.1	0.007238	2.3	0	2,3	-289.6906	-11.9098	-595.49	-1494.5436	-61.444	SLU 2	5.159	SI
5.39	0.007238	2.3	0	2,3	-278.0102	-11.8194	-590.97	-1511.4107	-64.8079	SLU 2	5.483	SI
5.68	0.007238	2.3	0	2,3	-262.0878	-11.7274	-586.37	-1535.2709	-68.6974	SLU 2	5.858	SI
5.96	0.007238	2.3	0	2,3	-248.1453	-11.6354	-581.77	-1555.9468	-72.9517	SLU 2	6.27	SI
6.25	0.007238	2.3	0	2,3	-234.2428	-11.5434	-577.17	-1578.5246	-77.7892	SLU 2	6.739	SI
6.54	0.007238	1.1	0	3	-220.3204	-11.4514	-572.57	-1601.8119	-83.2561	SLU 2	7.27	SI
6.83	0.007238	1.1	0	3	-206.3979	-11.3594	-567.97	-1628.8613	-89.2065	SLU 2	7.853	SI
7.11	0.007238	1.1	0	3	-191.8624	-11.2674	-563.37	-1660.613	-95.7234	SLU 20	8.314	SI
7.4	0.007238	1.1	0	3	-178.2114	-11.1754	-558.77	-1697.6557	-102.8194	SLU 20	8.761	SI
7.6	0.007238	2.3	0	3,4	-169.2047	-11.1063	-554.17	-1739.0004	-110.4044	SLU 20	9.086	SI
7.89	0.007238	2.3	0	3,4	-158.6235	-11.0374	-549.57	-1785.2491	-118.5193	SLU 20	9.484	SI
8.18	0.007238	2.3	0	3,4	-147.9531	-10.9684	-544.97	-1836.4038	-127.1742	SLU 20	9.918	SI
8.46	0.007238	2.3	0	3,4	-137.0837	-10.9004	-540.37	-1892.4645	-136.3791	SLU 20	10.392	SI
8.75	0.007238	2.3	0	3,4	-126.3143	-10.8324	-535.77	-1953.5312	-146.134	SLU 20	10.893	SI
9.04	0.007238	1.1	0	4	-115.5448	-10.7654	-531.17	-2019.6039	-156.439	SLU 20	11.438	SI
9.33	0.007238	1.1	0	4	-104.7754	-10.7004	-526.57	-2090.6826	-167.294	SLU 20	12.018	SI
9.61	0.007238	1.1	0	4	-94.006	-10.6354	-521.97	-2166.7673	-178.709	SLU 20	12.644	SI
9.9	0.007238	1.1	0	4	-83.2366	-10.5704	-517.37	-2247.858	-190.684	SLU 20	13.316	SI
10.1	0.007238	2.3	0	4,5	-76.498	-10.5054	-512.77	-2333.955	-203.219	SLU 20	14.044	SI
10.38	0.007238	2.3	0	4,5	-69.1953	-10.4404	-508.17	-2425.058	-216.314	SLU 20	14.828	SI
10.67	0.007238	2.3	0	4,5	-66.5336	-10.3754	-503.57	-2521.167	-230.069	SLU 25	14.678	SI
10.95	0.007238	2.3	0	4,5	-62.1815	-10.3104	-498.97	-2622.282	-244.484	SLU 25	14.781	SI
11.23	0.007238	2.3	0	4,5	-57.7095	-10.2454	-494.37	-2728.403	-259.559	SLU 25	14.885	SI
11.52	0.007238	1.1	0	5	-53.2374	-10.1804	-489.77	-2839.53	-275.294	SLU 25	14.99	SI
11.8	0.007238	1.1	0	5	-48.8443	-10.1154	-485.17	-2955.665	-291.689	SLU 25	15.095	SI

Verifica a pressoflessione in SLV con sollecitazioni da girachia secondo formula [C7.4.3]

E' attiva l'opzione fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q

Quota	As	%	At	Pos.	α.x	α.y	Mx	My	N	Mrdx	Mrdy	Comb.	C.S.	Nmin	Nim	Comb.Nmin	Ver.
-0.2	0.007238	1.1	0	1			-620.791	-180.245	-680.37	-1192.70	-346.336	SLV 11	1.921	680.37	10761.23	SLV 9	SI
0.09	0.007238	1.1	0	1	1	1	-603.807	-175.637	-675.75	-1200.69	-349.262	SLV 11	1.989	675.75	10761.23	SLV 9	SI
0.38	0.007238	1.1	0	1	1	1	-586.896	-171.035	-671.13	-1209.16	-352.318	SLV 11	2.06	671.13	10761.23	SLV 9	SI
0.67	0.007238	1.1	0	1	1	1	-570.126	-166.393	-666.44	-1218.28	-355.559	SLV 11	2.137	666.44	10761.23	SLV 9	SI
0.96	0.007238	1.1	0	1	1	1	-553.958	-161.918	-661.88	-1227.65	-358.936	SLV 11	2.216	661.88	10761.23	SLV 9	SI
1.24	0.007238	1.1	0	1	1	1	-537.767	-157.41	-657.24	-1237.53	-362.238	SLV 11	2.301	657.24	10761.23	SLV 9	SI
1.53	0.007238	1.1	0	1	1	1	-521.82	-152.937	-652.64	-1247.94	-365.792	SLV 11	2.392	652.64	10761.23	SLV 9	SI
1.82	0.007238	1.1	0	1	1	1	-506.144	-148.505	-648.02	-1258.97	-369.387	SLV 11	2.487	648.02	10761.23	SLV 9	SI
2.11	0.007238	1.1	0	1	1	1	-490.763	-144.116	-643.39	-1270.53	-373.102	SLV 11	2.589	643.39	10761.23	SLV 9	SI
2.4	0.007238	1.1	0	1	1	1	-475.861	-139.849	-638.85	-1282.82	-376.66	SLV 11	2.693	638.85	10761.23	SLV 9	SI
2.6	0.007238	2.3	0	1,2	1	1	-461.321	-136.722	-635.49	-1295.81	-380.348	SLV 11	2.8	635.49	10761.23	SLV 9	SI
2.89	0.007238	2.3	0	1,2	1	1	-451.261	-132.539	-630.97	-1309.60	-384.171	SLV 11	2.908	630.97	10761.23	SLV 9	SI
3.18	0.007238	2.3	0	1,2	1	1	-437.048	-128.309	-626.37	-1324.29	-388.14	SLV 11	3.02	626.37	10761.23	SLV 9	SI
3.46	0.007238	2.3	0	1,2	1	1	-422.942	-124.110	-621.77	-1339.88	-392.264	SLV 11	3.138	621.77	10761.23	SLV 9	SI
3.75	0.007238	2.3	0	1,2	1	1	-408.957	-119.946	-617.17	-1356.27	-396.535	SLV 11	3.26	617.17	10761.23	SLV 9	SI
4.04	0.007238	1.1	0	2	1	1	-395.101	-115.818	-612.57	-1373.46	-400.954	SLV 11	3.388	612.57	10761.23	SLV 9	SI
4.33	0.007238	1.1	0	2	1	1	-381.393	-111.733	-607.97	-1391.45	-405.523	SLV 11	3.52	607.97	10761.23	SLV 9	SI
4.61	0.007238	1.1	0	2	1	1	-367.845	-107.694	-603.37	-1410.24	-410.252	SLV 11	3.658	603.37	10761.23	SLV 9	SI
4.9	0.007238	1.1	0	2	1	1	-354.709	-103.776	-598.85	-1429.83	-415.141	SLV 11	3.801	598.85	10761.23	SLV 9	SI
5.1	0.007238	2.3	0	2,3	1	1	-344.960	-100.897	-595.49	-1450.22	-420.29	SLV 11	3.95	595.49	10761.23	SLV 9	SI

**IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)**

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Quota	As	%	At	Pos.	a,x	a,y	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	C.S.	Nmin	Nim	Comb.Nmin	Ver.
5.39	0.007 238	2.3	0	2,3	1	1	-331.761 2	-97.0484	-590.97	-1301.05 48	-380.590 7	SLV 11	3.922	590.97	10761.23	SLV 9	SI
5.48	0.007 238	2.3	0	2,3	1	1	-318.364 4	-93.1537	-586.37	-1315.80 08	-385.004 4	SLV 11	4.133	586.37	10761.23	SLV 9	SI
5.96	0.007 238	2.3	0	2,3	1	1	-305.007 8	-89.2845	-581.77	-1332.06 4	-389.933 4	SLV 11	4.367	581.77	10761.23	SLV 9	SI
6.25	0.007 238	2.3	0	2,3	1	1	-291.698	-85.4451	-577.17	-1349.62 65	-395.336 7	SLV 11	4.627	577.17	10761.23	SLV 9	SI
6.54	0.007 238	1.1	0	3	1	1	-278.440 2	-81.6384	-572.57	-1368.07 67	-401.119	SLV 11	4.913	572.57	10761.23	SLV 9	SI
6.83	0.007 238	1.1	0	3	1	1	-265.243 9	-77.8706	-567.97	-1382.81 86	-405.969 4	SLV 11	5.213	567.97	10761.23	SLV 9	SI
7.11	0.007 238	1.1	0	3	1	1	-252.117 2	-74.1464	-563.37	-1398.41 65	-411.267 4	SLV 11	5.547	563.37	10761.23	SLV 9	SI
7.4	0.007 238	1.1	0	3	1	1	-239.298 7	-70.5369	-558.85	-1415.99 39	-417.385 6	SLV 11	5.917	558.85	10761.23	SLV 9	SI
7.6	0.007 238	2.3	0	3,4	1	1	-229.831 6	-67.8457	-555.49	-1430.71 52	-422.343 6	SLV 11	6.225	555.49	10761.23	SLV 9	SI
7.89	0.007 238	2.3	0	3,4	1	1	-217.124 3	-64.182	-550.97	-1446.86 1	-427.692 7	SLV 11	6.644	550.97	10761.23	SLV 9	SI
8.18	0.007 238	2.3	0	3,4	1	1	-204.189 5	-60.4605	-546.37	-1462.86 82	-433.134	SLV 11	7.164	546.37	10761.23	SLV 9	SI
8.46	0.007 238	2.3	0	3,4	1	1	-191.283 5	-56.7473	-541.77	-1481.07 3	-439.383 7	SLV 11	7.743	541.77	10761.23	SLV 9	SI
8.75	0.007 238	2.3	0	3,4	1	1	-178.378 4	-53.0443	-537.17	-1495.38 52	-444.681 9	SLV 11	8.383	537.17	10761.23	SLV 9	SI
9.04	0.007 238	1.1	0	4	1	1	-165.486 4	-49.3535	-532.57	-1505.57 93	-449.033 6	SLV 11	9.098	532.57	10761.23	SLV 9	SI
9.33	0.007 238	1.1	0	4	1	1	-152.611 4	-45.6784	-527.97	-1514.23 96	-453.229 8	SLV 11	9.922	527.97	10761.23	SLV 9	SI
9.61	0.007 238	1.1	0	4	1	1	-142.5898	-42.9830	-523.37	-1523.562	-455.54	SLV 15	10.767	523.37	10761.23	SLV 9	SI
9.9	0.007 238	1.1	0	4	1	1	-138.7532	-42.9830	-519.85	-1514.197 5	-449.73 12	SLV 15	11.72	518.85	10761.23	SLV 9	SI
10.1	0.007 238	2.3	0	4,5	1	1	-136.0194	-42.9830	-515.49	-1447.758 4	-1482.37 82	SLV 15	12.431	515.49	10761.23	SLV 9	SI
10.38	0.007 238	2.3	0	4,5	1	1	-132.4989	-42.9830	-510.98	-1439.948 3	-1456.99 84	SLV 15	13.537	510.98	10761.23	SLV 9	SI
10.67	0.007 238	2.3	0	4,5	1	1	-129.01	-42.9830	-506.5	-1426.764 9	-1413.90 69	SLV 15	14.711	506.5	10761.23	SLV 9	SI
10.95	0.007 238	2.3	0	4,5	1	1	-125.4741	-42.9830	-501.97	-1409.221 7	-1356.48 91	SLV 15	16.064	501.97	10761.23	SLV 9	SI
11.23	0.007 238	2.3	0	4,5	1	1	-121.9383	-42.9830	-497.44	-1385.802 5	-1279.73 6	SLV 15	17.586	497.44	10761.23	SLV 9	SI
11.52	0.007 238	1.1	0	5	1	1	-118.4024	-42.9830	-492.9	-1355.112 8	-1179.05 16	SLV 15	19.297	492.9	10761.23	SLV 9	SI
11.8	0.007 238	1.1	0	5	1	1	-114.929	-42.9830	-488.45	-1315.979 1	-1050.54 93	SLV 15	21.165	488.45	10761.23	SLV 9	SI

**Verifica di duttilità secondo D.M. 17-01-18 NTC §7.4.4.2.2 valutata separatamente per le due direzioni principali di verifica**

E' attiva l'opzione fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q

Quota	Mx	My	N	dir.	µp	lim. µp [7.4.3]	coeff. µp	comb. µp	Verifica
-0.2	-620.7373	178.96069	-680.371	X	14.5467	4.8	3.031	SLV 7	SI
-0.2	-620.7373	178.96069	-680.371	Y	14.5467	4.8	3.031	SLV 7	SI

**Verifica a taglio in famiglia SLU**

Quota	Staffe	V	N	Comb.	Direziona X					Direziona Y					Verifica			
					VfRd	VfRsd	VfRcd	Cot	c.a.	V	N	Comb.	VfRd	VfRsd		VfRcd	Cot	c.a.
-0.2	5X/5Y ø10/6.8	8.33	-884.4 8	SLU 19	362.38	2747.2 3	2809.7 1	2.05	329.73	99.41	-980.4 1	SLU 21	376.4	2747.2 3	2826.2 9	2.05	27.64	SI
0.09	5X/5Y ø10/6.8	8.33	-878.4 7	SLU 19	361.5	2747.2 3	2808.6 7	2.05	329.73	99.41	-974.4	SLU 21	375.53	2747.2 3	2825.2 5	2.05	27.64	SI
0.38	5X/5Y ø10/6.8	8.33	-872.4 6	SLU 19	360.62	2747.2 3	2807.6 3	2.05	329.73	99.41	-968.3 9	SLU 21	374.65	2747.2 3	2824.2 2	2.05	27.64	SI
0.67	5X/5Y ø10/6.8	8.33	-866.3 7	SLU 19	359.73	2747.2 3	2806.5 8	2.05	329.73	99.41	-962.2 9	SLU 21	373.76	2747.2 3	2823.1 6	2.05	27.64	SI
0.96	5X/5Y ø10/6.8	8.33	-860.4 5	SLU 19	358.84	2747.2 3	2805.5 5	2.05	329.73	99.41	-956.3 7	SLU 21	372.89	2747.2 3	2822.1 4	2.05	27.64	SI
1.24	5X/5Y ø10/6.8	8.33	-854.4 4	SLU 19	357.98	2747.2 3	2804.5 1	2.05	329.73	99.41	-950.3 6	SLU 21	372.01	2747.2 3	2821.1 3	2.05	27.64	SI
1.53	5X/5Y ø10/6.8	8.33	-848.4 3	SLU 19	357.1	2747.2 3	2803.4 8	2.05	329.73	99.41	-944.3 5	SLU 21	371.13	2747.2 3	2820.0 6	2.05	27.64	SI
1.82	5X/5Y ø10/6.8	8.33	-842.4 2	SLU 19	356.22	2747.2 3	2802.4 4	2.05	329.73	99.41	-938.3 4	SLU 21	370.25	2747.2 3	2819.0 2	2.05	27.64	SI
2.11	5X/5Y ø10/6.8	8.33	-836.4 1	SLU 19	355.35	2747.2 3	2801.4 3	2.05	329.73	99.41	-932.3 4	SLU 21	369.37	2747.2 3	2817.9 8	2.05	27.64	SI
2.4	5X/5Y ø10/6.8	8.33	-830.5 1	SLU 19	354.48	2747.2 3	2800.3 8	2.05	329.73	99.41	-926.4 3	SLU 21	368.51	2747.2 3	2816.9 6	2.05	27.64	SI
2.6	2X/2Y ø8/23	8.28	-635.4 9	SLU 5	299.44	255.14 1922.0 6	2.5	36.15	77.58	-635.4 9	SLU 3	299.44	255.14	1922.0 6	2.5	3.86	SI	
2.89	2X/2Y ø8/23	8.28	-630.9 7	SLU 5	298.78	255.14 1921.3 8	2.5	36.07	77.58	-630.9 7	SLU 3	298.78	255.14	1921.3 8	2.5	3.85	SI	
3.18	2X/2Y ø8/23	8.28	-626.3 7	SLU 5	298.11	255.14 1920.6 8	2.5	35.99	77.58	-626.3 7	SLU 3	298.11	255.14	1920.6 8	2.5	3.84	SI	
3.46	2X/2Y ø8/23	8.28	-621.7 7	SLU 5	297.44	255.14 1919.9 8	2.5	35.91	77.58	-621.7 7	SLU 3	297.44	255.14	1919.9 8	2.5	3.83	SI	
3.75	2X/2Y ø8/23	8.28	-617.1 7	SLU 5	296.76	255.14 1919.2 9	2.5	35.82	77.58	-617.1 7	SLU 3	296.76	255.14	1919.2 9	2.5	3.83	SI	
4.04	2X/2Y ø8/23	8.28	-612.5 7	SLU 5	296.09	255.14 1918.5 9	2.5	35.74	77.58	-612.5 7	SLU 3	296.09	255.14	1918.5 9	2.5	3.82	SI	
4.33	2X/2Y ø8/23	8.28	-607.9 7	SLU 5	295.42	255.14 1917.9 9	2.5	35.66	77.58	-607.9 7	SLU 3	295.42	255.14	1917.9 9	2.5	3.81	SI	
4.61	2X/2Y ø8/23	8.28	-603.3 7	SLU 5	294.75	255.14 1917.2 9	2.5	35.58	77.58	-603.3 7	SLU 3	294.75	255.14	1917.2 9	2.5	3.8	SI	
4.9	2X/2Y ø8/23	8.28	-598.8 5	SLU 5	294.08	255.14 1916.5 2	2.5	35.5	77.58	-598.8 5	SLU 3	294.08	255.14	1916.5 2	2.5	3.79	SI	
5.1	2X/2Y ø8/23	8.24	-595.4 8	SLU 5	293.59	255.14 1916.0 1	2.5	35.62	55.86	-595.4 8	SLU 3	293.59	255.14	1916.0 1	2.5	5.26	SI	
5.39	2X/2Y ø8/23	8.24	-590.9 7	SLU 5	292.93	255.14 1915.3 2	2.5	35.54	55.86	-590.9 7	SLU 3	292.93	255.14	1915.3 2	2.5	5.24	SI	
5.68	2X/2Y ø8/23	8.24	-586.3 7	SLU 5	292.26	255.14 1914.6 3	2.5	35.46	55.86	-586.3 7	SLU 3	292.26	255.14	1914.6 3	2.5	5.23	SI	
5.96	2X/2Y ø8/23	8.24	-581.7 7	SLU 5	291.59	255.14 1913.9 3	2.5	35.38	55.86	-581.7 7	SLU 3	291.59	255.14	1913.9 3	2.5	5.22	SI	

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Quota	Staffe	V	N	Comb.	VfRd	VfRad	VfRcd	Cot	c.a.	V	N	Comb.	VfRd	VfRad	VfRcd	Cot	c.a.	
6.25	2X/2V a8/23	8.24	-577.1 7	SLV 5	290.91	255.14	1913.2 4	2.5	35.3	55.86	-577.1 7	SLV 3	290.91	255.14	1913.2 4	2.5	5.21	SL
6.54	2X/2V a8/23	8.24	-572.5 7	SLV 5	290.24	255.14	1912.5 4	2.5	35.21	55.86	-572.5 7	SLV 3	290.24	255.14	1912.5 4	2.5	5.2	SL
6.83	2X/2V a8/23	8.24	-567.9 7	SLV 5	289.57	255.14	1911.8 5	2.5	35.13	55.86	-567.9 7	SLV 3	289.57	255.14	1911.8 5	2.5	5.18	SL
7.11	2X/2V a8/23	8.24	-563.3 7	SLV 5	288.9	255.14	1911.1 5	2.5	35.05	55.86	-563.3 7	SLV 3	288.9	255.14	1911.1 5	2.5	5.17	SL
7.4	2X/2V a8/23	8.24	-558.8 5	SLV 5	288.23	255.14	1910.4 7	2.5	34.97	55.86	-558.8 5	SLV 3	288.23	255.14	1910.4 7	2.5	5.16	SL
7.6	2X/2V a8/23	8.2	-555.4 9	SLV 5	287.74	255.14	1909.9 6	2.5	35.11	-37.56	-555.4 9	SLV 2	287.74	255.14	1909.9 6	2.5	7.66	SL
7.89	2X/2V a8/23	8.2	-550.9 7	SLV 5	287.08	255.14	1909.2 7	2.5	35.03	-37.56	-550.9 7	SLV 2	287.08	255.14	1909.2 7	2.5	7.64	SL
8.18	2X/2V a8/23	8.2	-546.3 7	SLV 5	286.41	255.14	1908.5 8	2.5	34.95	-37.56	-546.3 7	SLV 2	286.41	255.14	1908.5 8	2.5	7.62	SL
8.46	2X/2V a8/23	8.2	-541.7 7	SLV 5	285.74	255.14	1907.8 8	2.5	34.86	-37.56	-541.7 7	SLV 2	285.74	255.14	1907.8 8	2.5	7.61	SL
8.75	2X/2V a8/23	8.2	-537.1 7	SLV 5	285.06	255.14	1907.1 9	2.5	34.78	-37.56	-537.1 7	SLV 2	285.06	255.14	1907.1 9	2.5	7.59	SL
9.04	2X/2V a8/23	8.2	-532.5 7	SLV 5	284.39	255.14	1906.4 9	2.5	34.7	-37.56	-532.5 7	SLV 2	284.39	255.14	1906.4 9	2.5	7.57	SL
9.33	2X/2V a8/23	8.2	-527.9 7	SLV 5	283.72	255.14	1905.7 9	2.5	34.62	-37.56	-527.9 7	SLV 2	283.72	255.14	1905.7 9	2.5	7.55	SL
9.61	2X/2V a8/23	8.2	-523.3 7	SLV 5	283.05	255.14	1905.1 7	2.5	34.54	-37.56	-523.3 7	SLV 2	283.05	255.14	1905.1 7	2.5	7.54	SL
9.9	2X/2V a8/23	8.2	-518.8 5	SLV 5	282.38	255.14	1904.4 1	2.5	34.46	-37.56	-518.8 5	SLV 2	282.38	255.14	1904.4 1	2.5	7.52	SL
10.1	2X/2V a8/24.3	8.16	-515.4 9	SLV 5	281.82	241.63	1902.7 2	2.5	34.53	-26.7	-515.4 9	SLV 2	281.82	241.63	1902.7 2	2.5	10.55	SL
10.38	2X/2V a8/24.3	8.16	-510.9 8	SLV 5	281.16	241.63	1902.0 2	2.5	34.45	-26.7	-510.9 8	SLV 2	281.16	241.63	1902.0 2	2.5	10.53	SL
10.67	2X/2V a8/24.3	8.16	-506.5 4	SLV 5	280.51	241.63	1901.3 4	2.5	34.37	-26.7	-506.5 4	SLV 2	280.51	241.63	1901.3 4	2.5	10.51	SL
10.95	2X/2V a8/24.3	8.16	-501.9 7	SLV 5	279.85	241.63	1900.6 5	2.5	34.29	-26.7	-501.9 7	SLV 2	279.85	241.63	1900.6 5	2.5	10.48	SL
11.23	2X/2V a8/24.3	8.16	-497.4 4	SLV 5	279.18	241.63	1899.9 7	2.5	34.2	-26.7	-497.4 4	SLV 2	279.18	241.63	1899.9 7	2.5	10.46	SL
11.52	2X/2V a8/24.3	8.16	-492.9 8	SLV 5	278.52	241.63	1899.2 8	2.5	34.12	-26.7	-492.9 8	SLV 2	278.52	241.63	1899.2 8	2.5	10.43	SL
11.8	2X/2V a8/24.3	8.16	-488.4 5	SLV 5	277.87	241.63	1898.6 1	2.5	34.04	-26.7	-488.4 5	SLV 2	277.87	241.63	1898.6 1	2.5	10.41	SL

**Verifica a taglio secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.5.3 in famiglia SLV**

Quota	Staffe	amp.	Direzione X								Direzione Y								Verifica	
			V	N	Comb.	VfRd	VfRad	VfRcd	Cot	c.a.	V	N	Comb.	VfRd	VfRad	VfRcd	Cot	c.a.		
0.2	5X/5V a10/6.8	2.5	146.6	-680.	SLV	332.5	2747.	2774.	2.05	18.74	2.5	175.9	-680.	SLV	332.5	2747.	2774.	2.05	16.07	SL
				37	13-7.4.5.3	2	23	42			37	11-7.4.5.3	2	23	42					
0.39	5X/5V a10/6.8	2.5	146.6	-675.	SLV	331.8	2747.	2773.	2.05	18.74	2.5	175.9	-675.	SLV	331.8	2747.	2773.	2.05	16.07	SL
				75	13-7.4.5.3	5	23	62			75	11-7.4.5.3	5	23	62					
0.38	5X/5V a10/6.8	2.5	146.6	-671.	SLV	331.1	2747.	2772.	2.05	18.74	2.5	175.9	-671.	SLV	331.1	2747.	2772.	2.05	16.07	SL
				13	13-7.4.5.3	7	23	82			13	11-7.4.5.3	7	23	82					
0.67	5X/5V a10/6.8	2.5	146.6	-666.	SLV	330.4	2747.	2772.	2.05	18.74	2.5	175.9	-666.	SLV	330.4	2747.	2772.	2.05	16.07	SL
				44	13-7.4.5.3	9	23	01			44	11-7.4.5.3	9	23	01					
0.96	5X/5V a10/6.8	2.5	146.6	-661.	SLV	329.8	2747.	2771.	2.05	18.74	2.5	175.9	-661.	SLV	329.8	2747.	2771.	2.05	16.07	SL
				88	13-7.4.5.3	2	23	22			88	11-7.4.5.3	2	23	22					
1.24	5X/5V a10/6.8	2.5	146.6	-657.	SLV	329.1	2747.	2770.	2.05	18.74	2.5	175.9	-657.	SLV	329.1	2747.	2770.	2.05	16.07	SL
				26	13-7.4.5.3	4	23	43			26	11-7.4.5.3	4	23	43					
1.53	5X/5V a10/6.8	2.5	146.6	-652.	SLV	328.4	2747.	2769.	2.05	18.74	2.5	175.9	-652.	SLV	328.4	2747.	2769.	2.05	16.07	SL
				64	13-7.4.5.3	7	23	63			64	11-7.4.5.3	7	23	63					
1.82	5X/5V a10/6.8	2.5	146.6	-648.	SLV	327.7	2747.	2768.	2.05	18.74	2.5	175.9	-648.	SLV	327.7	2747.	2768.	2.05	16.07	SL
				02	13-7.4.5.3	9	23	83			02	11-7.4.5.3	9	23	83					
2.11	5X/5V a10/6.8	2.5	146.6	-643.	SLV	327.1	2747.	2768.	2.05	18.74	2.5	175.9	-643.	SLV	327.1	2747.	2768.	2.05	16.07	SL
				39	13-7.4.5.3	2	23	03			39	11-7.4.5.3	2	23	03					
2.4	5X/5V a10/6.8	2.5	146.6	-638.	SLV	326.4	2747.	2767.	2.05	18.74	2.5	175.9	-638.	SLV	326.4	2747.	2767.	2.05	16.07	SL
				85	13-7.4.5.3	5	23	24			85	11-7.4.5.3	5	23	24					
2.6	2X/2V a8/23	2.5	134.7	-635.	SLV	299.4	255.1	1922.	2.5	2.22	2.5	136.8	-635.	SLV	299.4	255.1	1922.	2.5	2.19	SL
				49	13-7.4.5.3	4	4	06			49	11-7.4.5.3	4	4	06					
2.89	2X/2V a8/23	2.5	134.7	-630.	SLV	298.7	255.1	1921.	2.5	2.22	2.5	136.8	-630.	SLV	298.7	255.1	1921.	2.5	2.18	SL
				97	13-7.4.5.3	8	4	38			97	11-7.4.5.3	8	4	38					
3.18	2X/2V a8/23	2.5	134.7	-626.	SLV	298.1	255.1	1920.	2.5	2.21	2.5	136.8	-626.	SLV	298.1	255.1	1920.	2.5	2.18	SL
				37	13-7.4.5.3	1	4	68			37	11-7.4.5.3	1	4	68					
3.46	2X/2V a8/23	2.5	134.7	-621.	SLV	297.4	255.1	1919.	2.5	2.21	2.5	136.8	-621.	SLV	297.4	255.1	1919.	2.5	2.17	SL
				77	13-7.4.5.3	4	4	98			77	11-7.4.5.3	4	4	98					
3.75	2X/2V a8/23	2.5	134.7	-617.	SLV	296.7	255.1	1919.	2.5	2.2	2.5	136.8	-617.	SLV	296.7	255.1	1919.	2.5	2.17	SL
				17	13-7.4.5.3	6	4	29			17	11-7.4.5.3	6	4	29					
4.04	2X/2V a8/23	2.5	134.7	-612.	SLV	296.0	255.1	1918.	2.5	2.2	2.5	136.8	-612.	SLV	296.0	255.1	1918.	2.5	2.16	SL
				57	13-7.4.5.3	9	4	59			57	11-7.4.5.3	9	4	59					
4.33	2X/2V a8/23	2.5	134.7	-607.	SLV	295.4	255.1	1917.	2.5	2.19	2.5	136.8	-607.	SLV	295.4	255.1	1917.	2.5	2.16	SL
				97	13-7.4.5.3	2	4	9			97	11-7.4.5.3	2	4	9					
4.61	2X/2V a8/23	2.5	134.7	-603.	SLV	294.7	255.1	1917.	2.5	2.19	2.5	136.8	-603.	SLV	294.7	255.1	1917.	2.5	2.15	SL
				37	13-7.4.5.3	5	4	2			37	11-7.4.5.3	5	4	2					
4.9	2X/2V a8/23	2.5	134.7	-598.	SLV	294.0	255.1	1916.	2.5	2.18	2.5	136.8	-598.	SLV	294.0	255.1	1916.	2.5	2.15	SL
				85	13-7.4.5.3	8	4	52			85	11-7.4.5.3	8	4	52					
5.1	2X/2V a8/23	2.5	120.9	-595.	SLV	293.5	255.1	1916.	2.5	2.43	2.5	120.4	-595.	SLV	293.5	255.1	1916.	2.5	2.44	SL
				49	13-7.4.5.3	9	4													

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

Quota	Staffe	amp.	V	N	Comb.	VfEd	VfAd	VfCd	Cot	c.a.	amp.	V	N	Comb.	VfEd	VfAd	VfCd	Cot	c.a.	
9.18	2X/2V	a8/23	2.5	109.5	-546.37	SLV	286.4	255.1	1908.	2.5	2.61	2.5	112.9	-546.37	SLV	286.4	255.1	1908.	2.5	2.54
9.46	2X/2V	a8/23	2.5	109.5	-541.77	SLV	285.7	255.1	1907.	2.5	2.61	2.5	112.9	-541.77	SLV	285.7	255.1	1907.	2.5	2.53
9.75	2X/2V	a8/23	2.5	109.5	-537.17	SLV	285.0	255.1	1907.	2.5	2.6	2.5	112.9	-537.17	SLV	285.0	255.1	1907.	2.5	2.52
9.04	2X/2V	a8/23	2.5	109.5	-532.57	SLV	284.3	255.1	1906.	2.5	2.6	2.5	112.9	-532.57	SLV	284.3	255.1	1906.	2.5	2.52
9.33	2X/2V	a8/23	2.5	109.5	-527.97	SLV	283.7	255.1	1905.	2.5	2.59	2.5	112.9	-527.97	SLV	283.7	255.1	1905.	2.5	2.51
9.61	2X/2V	a8/23	2.5	109.5	-523.37	SLV	283.0	255.1	1905.	2.5	2.58	2.5	112.9	-523.37	SLV	283.0	255.1	1905.	2.5	2.51
9.9	2X/2V	a8/23	2.5	109.5	-518.77	SLV	282.3	255.1	1904.	2.5	2.58	2.5	112.9	-518.77	SLV	282.3	255.1	1904.	2.5	2.5
10.1	2X/2V	a8/24.3	2.5	103.0	-515.49	SLV	281.8	241.6	1902.	2.5	2.74	2.5	102.3	-515.49	SLV	281.8	241.6	1902.	2.5	2.75
10.3	2X/2V	a8/24.3	2.5	103.0	-510.89	SLV	281.1	241.6	1902.	2.5	2.73	2.5	102.3	-510.89	SLV	281.1	241.6	1902.	2.5	2.75
10.6	2X/2V	a8/24.3	2.5	103.0	-506.29	SLV	280.5	241.6	1901.	2.5	2.72	2.5	102.3	-506.29	SLV	280.5	241.6	1901.	2.5	2.74
10.9	2X/2V	a8/24.3	2.5	103.0	-501.69	SLV	279.8	241.6	1900.	2.5	2.72	2.5	102.3	-501.69	SLV	279.8	241.6	1900.	2.5	2.73
11.2	2X/2V	a8/24.3	2.5	103.0	-497.09	SLV	279.1	241.6	1899.	2.5	2.71	2.5	102.3	-497.09	SLV	279.1	241.6	1899.	2.5	2.73
11.5	2X/2V	a8/24.3	2.5	103.0	-492.49	SLV	278.5	241.6	1899.	2.5	2.7	2.5	102.3	-492.49	SLV	278.5	241.6	1899.	2.5	2.72
11.8	2X/2V	a8/24.3	2.5	103.0	-487.89	SLV	277.8	241.6	1898.	2.5	2.7	2.5	102.3	-487.89	SLV	277.8	241.6	1898.	2.5	2.71

Verifica taglio ciclico secondo Circolare 7 21-01-19 §C8.7.2.3.5 formula [C8.7.2.8] in combinazione SLV

Quot	Q.inf	Q.sup	Dir.	Lv	x	h	p.tot	l.m	l.y	μd,pl	VfEd	VfEd[co (μ=1)]	VfAd	Vv	VR	Vu	VEd	NEd	Comb.	Verifica
-0.2	-1.2	2.5	X	1.35	0.18	0.6	0.0113	0.00079	0.00945	0	332.524	3520.46	2747.22	1340.11	1552.07	2747.22	146.605	-680.37	SLV 13	SI
-0.2	-1.2	2.5	Y	1.35	0.18	0.6	0.0113	0.00082	0.00945	0	332.524	3520.46	2747.22	1340.11	1552.07	2747.22	170.968	-680.37	SLV 12	SI

Tagli plastici secondo §7.4.4.2.1 [7.4.5] in combinazione SLV

Q.inf.	Q.sup.	Luca	γRd	MfRdx,inf	MfRdy,inf	N,inf	MfRdx,sup	MfRdy,sup	N,sup	VpLx	VpLy	Comb.
-0.2	2.4	2.4	1.1	1094.4914	1094.4914	-680.371	0	0	-638.851	463.054	463.054	SLV 9
-0.2	2.4	2.4	1.1	1081.85713	1081.85713	-635.491	0	0	-598.851	507.845	507.845	SLV 9
2.4	4.9	2.3	1.1	1061.85713	1061.85713	-635.491	0	0	-598.851	507.845	507.845	SLV 10
2.4	4.9	2.3	1.1	1053.32412	1053.32412	-595.491	0	0	-558.851	503.764	503.764	SLV 10
5.1	7.4	2.3	1.1	1044.68692	1044.68692	-595.491	0	0	-558.851	499.633	499.633	SLV 10
5.1	7.4	2.3	1.1	1034.2965	1034.2965	-515.491	0	0	-518.851	469.633	469.633	SLV 10
7.6	9.9	2.3	1.1	1034.2965	1034.2965	-515.491	0	0	-518.851	469.633	469.633	SLV 10
10.1	11.8	1.7	1.1	1034.2965	1034.2965	-515.491	0	0	-518.851	469.633	469.633	SLV 9
10.1	11.8	1.7	1.1	1034.2965	1034.2965	-515.491	0	0	-518.851	469.633	469.633	SLV 9

Verifica delle tensioni in combinazioni rara

Tensione limite del calcestruzzo 27390 kN/m²

Tensione limite dell'acciaio 360000 kN/m²

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

Quota	Mx	My	N	Comb.	σc,max	Mx	My	N	Comb.	σf,max	Verifica
-0.2	-484.0397	-0.5863	-744.32	SLV RA 7	-9460	-483.8522	-0.9616	-680.37	SLV RA 3	197050	SI
0.09	-464.8834	-0.5691	-739.7	SLV RA 7	-9314	-464.7	-0.9383	-675.75	SLV RA 3	182603	SI
0.38	-445.727	-0.5519	-735.08	SLV RA 7	-8806	-445.5477	-0.9149	-671.13	SLV RA 3	172179	SI
0.67	-426.2855	-0.5344	-730.39	SLV RA 7	-8470	-426.1103	-0.7932	-666.44	SLV RA 3	161625	SI
0.96	-407.4143	-0.5174	-725.83	SLV RA 7	-8141	-407.2432	-0.7682	-661.88	SLV RA 3	151409	SI
1.24	-388.258	-0.5002	-721.21	SLV RA 7	-7804	-388.091	-0.7449	-657.26	SLV RA 3	141070	SI
1.53	-369.1016	-0.483	-716.59	SLV RA 7	-7464	-368.9387	-0.7216	-652.64	SLV RA 3	130769	SI
1.82	-349.9453	-0.4658	-711.97	SLV RA 7	-7123	-349.7865	-0.6982	-648.02	SLV RA 3	120511	SI
2.11	-330.7889	-0.4486	-707.34	SLV RA 7	-6777	-330.6342	-0.6749	-643.39	SLV RA 3	110304	SI
2.4	-311.6324	-0.4317	-702.8	SLV RA 7	-6435	-311.8135	-0.652	-638.85	SLV RA 3	100183	SI
2.6	-292.5597	-0.4139	-699.44	SLV RA 7	-6094	-299.412	-0.6357	-635.49	SLV RA 3	88144	SI
2.89	-284.9186	-0.405	-694.92	SLV RA 7	-6704	-284.7749	-0.6149	-630.97	SLV RA 3	80795	SI
3.18	-275.0184	-0.3988	-690.32	SLV RA 7	-6751	-269.8788	-0.5936	-626.37	SLV RA 3	73380	SI
3.46	-266.4088	-0.3921	-685.77	SLV RA 2	-6429	-266.4088	-0.6661	-621.77	SLV RA 2	66801	SI
3.75	-245.0717	-0.3821	-679.17	SLV RA 2	-6157	-245.0717	-0.6421	-617.17	SLV RA 2	61387	SI
4.04	-233.7346	-0.3718	-672.57	SLV RA 2	-5884	-233.7346	-0.618	-612.57	SLV RA 2	56034	SI
4.33	-222.3975	-0.3594	-665.97	SLV RA 2	-5608	-222.3975	-0.594	-607.97	SLV RA 2	50751	SI
4.61	-211.0605	-0.3469	-659.37	SLV RA 2	-5331	-211.0605	-0.5699	-603.37	SLV RA 2	45552	SI
4.9	-199.9205	-0.3443	-652.85	SLV RA 2	-5058	-199.8054	-0.5481	-598.85	SLV RA 6	41135	SI
5.1	-192.3999	-0.3297	-646.48	SLV RA 2	-4873	-192.3999	-0.5297	-595.49	SLV RA 2	37487	SI
5.39	-183.1976	-0.3513	-639.92	SLV RA 6	-4022	-183.1976	-0.3513	-634.92	SLV RA 6	32794	SI
5.68	-173.9466	-0.3358	-633.32	SLV RA 6	-3875	-173.9466	-0.3358	-630.32	SLV RA 6	31551	SI
5.96	-164.6956	-0.3203	-626.72	SLV RA 6	-3729	-164.6956	-0.3203	-625.72	SLV RA 6	30332	SI
6.25	-155.4446	-0.3049	-620.12	SLV RA 6	-3582	-155.4446	-0.3049	-621.12	SLV RA 6	29109	SI
6.54	-146.1936	-0.2894	-613.52	SLV RA 6	-3435	-146.1936	-0.2894	-616.52	SLV RA 6	27886	SI
6.83	-136.9427	-0.2739	-606.92	SLV RA 6	-3288	-136.9427	-0.2739	-611.92	SLV RA 6	26670	SI
7.11	-127.6917	-0.2585	-600.32	SLV RA 6	-3141	-127.6917	-0.2585	-607.32	SLV RA 6	25454	SI
7.4	-118.4408	-0.2433	-593.72	SLV RA 6	-2994	-118.4408	-0.2433	-602.72	SLV RA 6	24242	SI
7.6	-112.6047	-0.2328	-587.12	SLV RA 6	-2899	-112.6047	-0.2328	-598.12	SLV RA 6	23030	SI
7.89	-105.5604	-0.2199	-580.52	SLV RA 6	-2785	-105.5604	-0.2199	-593.52	SLV RA 6	21827	SI
8.18	-98.3914	-0.2067	-573.92	SLV RA 6	-2668	-98.3914	-0.2067	-588.92	SLV RA 6	20634	SI
8.46	-91.2224	-0.1935	-567.32	SLV RA 6	-2551	-91.2224	-0.1935	-584.32	SLV RA 6	19446	SI
8.75	-84.0534	-0.1803	-560.72	SLV RA 6	-2434	-84.0534	-0.1803	-579.72	SLV RA 6	18264	SI
9.04	-76.8844	-0.1671	-554.12	SLV RA 6	-2317	-76.8844	-0.1671	-575.12	SLV RA 6	17084	SI
9.33	-69.7154	-0.1539	-547.52	SLV RA 6	-2200	-69.7154	-0.1539	-570.52	SLV RA 6	15904	SI
9.61	-62.5464	-0.1407	-540.92	SLV RA 6	-2082	-62.5464	-0.1407	-565.92	SLV RA 6	14724	SI
9.9	-55.3774	-0.1277	-534.32	SLV RA 6	-1965	-55.3774	-0.1277	-561.32	SLV RA 6	13544	SI
10.1	-48.2084	-0.1146	-527.72	SLV RA 6	-1848	-48.2084	-0.1146	-556.72	SLV RA 6	12364	SI
10.38	-41.0394	-0.1017	-521.12	SLV RA 6	-1731	-41.0394	-0.1017	-552.12	SLV RA 6	11184	SI
10.67	-33.8704	-0.0956	-514.52	SLV RA 6	-1614	-33.8704	-0.0956	-547.52	SLV RA 6	10004	SI
10.95	-26.7014	-0.0894	-507.92	SLV RA 6	-1497	-26.7014	-0.0894	-542.92	SLV RA 6	8824	SI
11.23	-19.5324	-0.0724	-501.32	SLV RA 6	-1380	-19.5324	-0.0724	-538.32	SLV RA 6	7644	SI
11.52	-12.3634	-0.0608	-494.72	SLV RA 6	-1263	-12.3634	-0.0608	-533.72	SLV RA 6	6464	SI
11.8	-5.1944	-0.0494	-488.12	SLV RA 6	-1146						

**IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)**

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Verifica delle tensioni sul calcestruzzo in combinazioni quasi permanenti**

Tensione limite del calcestruzzo 20543 kN/m<sup>2</sup>  
Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

Quota	Mx	My	N	Comb.	cr,max	Verifica
-0.2	-3.6522	-0.9309	-680.37	SLE QP 1	-1281	SI
0.09	-3.5721	-0.906	-675.75	SLE QP 1	-1271	SI
0.38	-3.492	-0.8812	-671.13	SLE QP 1	-1261	SI
0.67	-3.4107	-0.856	-666.44	SLE QP 1	-1251	SI
0.96	-3.3318	-0.8315	-661.88	SLE QP 1	-1242	SI
1.24	-3.2517	-0.8066	-657.24	SLE QP 1	-1232	SI
1.53	-3.1716	-0.7818	-652.64	SLE QP 1	-1222	SI
1.82	-3.0915	-0.757	-648.02	SLE QP 1	-1213	SI
2.11	-3.0114	-0.7321	-643.39	SLE QP 1	-1203	SI
2.4	-2.9327	-0.7077	-638.85	SLE QP 1	-1194	SI
2.6	-2.8745	-0.6904	-635.49	SLE QP 1	-1273	SI
2.89	-2.7962	-0.668	-630.97	SLE QP 1	-1262	SI
3.18	-2.7165	-0.6453	-626.37	SLE QP 1	-1252	SI
3.46	-2.6367	-0.6225	-621.77	SLE QP 1	-1242	SI
3.75	-2.557	-0.5998	-617.17	SLE QP 1	-1231	SI
4.04	-2.4773	-0.577	-612.57	SLE QP 1	-1221	SI
4.33	-2.3976	-0.5543	-607.97	SLE QP 1	-1211	SI
4.61	-2.3179	-0.5316	-603.37	SLE QP 1	-1200	SI
4.9	-2.2396	-0.5092	-598.85	SLE QP 1	-1190	SI
5.1	-2.1814	-0.4935	-595.49	SLE QP 1	-1182	SI
5.39	-2.103	-0.4738	-590.97	SLE QP 1	-1172	SI
5.68	-2.0233	-0.4536	-586.37	SLE QP 1	-1162	SI
5.96	-1.9436	-0.4335	-581.77	SLE QP 1	-1152	SI
6.25	-1.8639	-0.4133	-577.17	SLE QP 1	-1141	SI
6.54	-1.7842	-0.3932	-572.57	SLE QP 1	-1131	SI
6.83	-1.7045	-0.373	-567.97	SLE QP 1	-1121	SI
7.11	-1.6248	-0.3529	-563.37	SLE QP 1	-1110	SI
7.4	-1.5464	-0.3331	-558.85	SLE QP 1	-1100	SI
7.6	-1.4882	-0.3192	-555.49	SLE QP 1	-1093	SI
7.89	-1.4099	-0.3017	-550.97	SLE QP 1	-1082	SI
8.18	-1.3302	-0.2839	-546.37	SLE QP 1	-1072	SI
8.46	-1.2505	-0.2661	-541.77	SLE QP 1	-1062	SI
8.75	-1.1708	-0.2482	-537.17	SLE QP 1	-1052	SI
9.04	-1.0911	-0.2304	-532.57	SLE QP 1	-1041	SI
9.33	-1.0114	-0.2126	-527.97	SLE QP 1	-1031	SI
9.61	-0.9316	-0.1948	-523.37	SLE QP 1	-1021	SI
9.9	-0.8533	-0.1773	-518.85	SLE QP 1	-1010	SI
10.1	-0.7951	-0.1648	-515.49	SLE QP 1	-1003	SI
10.38	-0.7169	-0.1487	-510.98	SLE QP 1	-993	SI
10.67	-0.6394	-0.1328	-506.3	SLE QP 1	-983	SI
10.95	-0.5608	-0.1167	-501.97	SLE QP 1	-973	SI
11.23	-0.4823	-0.1006	-497.44	SLE QP 1	-963	SI
11.52	-0.4037	-0.0844	-492.9	SLE QP 1	-953	SI
11.8	-0.3265	-0.0686	-488.45	SLE QP 1	-943	SI

**Verifica di apertura delle fessure nella famiglia di combinazioni frequente**

Fessurazione non presente

**Verifica di apertura delle fessure nella famiglia di combinazioni quasi permanente**

Fessurazione non presente

**Verifiche nodi trave colonna**

Verifiche dei nodi trave pilastro non presenti in quanto la verifica è non necessaria per la pilastriata.

**Verifica di instabilità**

Q.inf.	Q.sup.	Quota	A.x	A.y	A,lmX	A,lmY	M 2° ord.	Nad	Comb.	M0ed,x	M2,x	M0ed,y	M2,y	Mver,x	Mver,y	C.a.x	C.a.y	Risultato	(5.38)	(5.39)	Ver.
-1.2	2.5	-0.2	38	38	119	119	No	-680.37	SLE 3	616.702	23.7209	0.7425	39.5253	-723.95	-0.827	1.67		Min	SI		SI
-1.2	2.5	-0.2	38	38	119	119	No	-680.37	SLE 3	616.702	23.7209	0.7425	39.5253	-723.95	-0.827	1.67		X	SI		SI
-1.2	2.5	-0.2	38	38	119	119	No	-680.37	SLV 11	560.702	23.7209	163.472	23.8025	-620.79	-180.26	2.05	11.03	Min	No	1.92	SI
-1.2	2.5	-0.2	38	38	119	119	No	-680.37	SLV 11	560.702	23.7209	163.472	23.8025	-620.79	-180.26	2.05	11.03	X	No	1.92	SI
-1.2	2.5	-0.2	38	38	99	99	No	-980.41	SLE 23	4.6373	50.6472	99.6198	34.3747	-5.0514	-108.58		13.35	Min	SI		SI
-1.2	2.5	-0.2	38	38	99	99	No	-980.41	SLE 23	4.6373	50.6472	99.6198	34.3747	-5.0514	-108.58		13.35	Y	SI		SI
-1.2	2.5	-0.2	38	38	119	119	No	-680.37	SLV 11	560.702	23.7209	163.472	23.8025	-620.79	-180.26	2.05	11.03	Min	No	1.92	SI
-1.2	2.5	-0.2	38	38	119	119	No	-680.37	SLV 13	163.822	24.039	543.876	23.7209	181.457	-399.72	10.96	2.14	Y	No	2	SI
2.5	5	2.6	25	25	110	110	No	-635.49	SLE 3	378.244	10.1151	0.5444	17.2391	-447.68	-0.6084	2.93		Min	SI		SI
2.5	5	2.6	25	25	110	110	No	-635.49	SLE 3	378.244	10.1151	0.5444	17.2391	-447.68	-0.6084	2.93		X	SI		SI
2.5	5	2.6	25	25	110	110	No	-635.49	SLV 11	422.291	10.1151	123.903	10.1511	-445.32	-136.72	2.78	11.59	Min	No	2.56	SI
2.5	5	2.6	25	25	110	110	No	-635.49	SLV 11	422.291	10.1151	123.903	10.1511	-445.32	-136.72	2.78	11.59	X	No	2.56	SI
2.5	5	2.6	25	25	91	91	No	-922.06	SLE 23	3.4328	22.1531	77.8979	14.7602	-3.9759	-85.304		11.87	Min	SI		SI
2.5	5	2.6	25	25	91	91	No	-922.06	SLE 23	3.4328	22.1531	77.8979	14.7602	-3.9759	-85.304		11.87	Y	SI		SI
2.5	5	2.6	25	25	110	110	No	-635.49	SLV 11	422.291	10.1151	123.903	10.1511	-445.32	-136.72	2.78	11.59	Min	No	2.56	SI
2.5	5	2.6	25	25	110	110	No	-635.49	SLV 13	123.247	10.2659	412.277	10.1151	135.833	-454.91	11.64	2.87	Y	No	2.63	SI
5	7.5	5.1	25	25	113	113	No	-595.49	SLE 2	246.349	9.5287	0.4789	15.4976	289.690	-0.5478	5.19		Min	SI		SI
5	7.5	5.1	25	25	113	113	No	-595.49	SLE 2	246.349	9.5287	0.4789	15.4976	289.690	-0.5478	5.19		X	SI		SI

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

Q.inf.	Q.sup.	Quota	$\lambda_x$	$\lambda_y$	$\lambda_{limX}$	$\lambda_{limY}$	M 2° ord.	Nad	Comb.	M0ed.x	M2.x	M0ed.y	M2.y	Mver.x	Mver.y	C.a.x	C.a.y	Risultato	(5.38)	(5.39)	Ver.
5	7.5	5.1	25	25	113	113	No	-595.49	SLV 11	303.7448	9.5207	89.0835	9.5111	-344.9602	-100.8976	4.1	14.25	Min	No	3.73	SI
5	7.5	5.1	25	25	113	113	No	-595.49	SLV 11	303.7448	9.5207	89.0835	9.5111	-344.9602	-100.8976	4.1	14.25	X	No	3.73	SI
5	7.5	5.1	25	25	89	89	No	-965.99	SLV 25	146.1579	15.5131	0.1553	26.2045	171.9508	-0.1845		12.93	Min	SI		SI
5	7.5	5.1	25	25	89	89	No	-965.99	SLV 25	146.1579	15.5131	0.1553	26.2045	171.9508	-0.1845		12.93	Y	SI		SI
5	7.5	5.1	25	25	113	113	No	-595.49	SLV 11	303.7448	9.5207	89.0835	9.5111	-344.9602	-100.8976	4.1	14.25	Min	No	3.73	SI
5	7.5	5.1	25	25	113	113	No	-595.49	SLV 13	88.5891	9.6232	296.4401	9.4883	100.6389	-335.7612	14.27	4.25	Y	No	3.85	SI
7.5	10	7.6	25	25	97	97	No	-818.06	SLV 20	135.679	13.1019	0.2349	22.1917	169.2047	-0.2854	9.23		Min	SI		SI
7.5	10	7.6	25	25	97	97	No	-818.06	SLV 20	135.679	13.1019	0.2349	22.1917	169.2047	-0.2854	9.23		X	SI		SI
7.5	10	7.6	25	25	117	117	No	-555.49	SLV 11	189.7249	8.9821	56.3796	8.8711	-229.8316	-67.8457	6.87	17.85	Min	No	6.23	SI
7.5	10	7.6	25	25	117	117	No	-555.49	SLV 11	189.7249	8.9821	56.3796	8.8711	-229.8316	-67.8457	6.87	17.85	X	No	6.23	SI
7.5	10	7.6	25	25	92	92	No	-913.99	SLV 25	80.6281	14.6997	0.0836	24.7939	100.5878	-0.1039		13.66	Min	SI		SI
7.5	10	7.6	25	25	92	92	No	-913.99	SLV 25	80.6281	14.6997	0.0836	24.7939	100.5878	-0.1039		13.66	Y	SI		SI
7.5	10	7.6	25	25	117	117	No	-555.49	SLV 11	189.7249	8.9821	56.3796	8.8711	-229.8316	-67.8457	6.87	17.85	Min	No	6.23	SI
7.5	10	7.6	25	25	117	117	No	-555.49	SLV 13	55.2895	8.9802	187.6505	8.8506	66.9962	-325.8077	17.94	7.03	Y	No	6.36	SI
10	12.4	10.1	24	24	100	100	No	-766.06	SLV 20	47.5751	11.3211	6.1285	24.102	76.698	-6.1285	13.92		Min	SI		SI
10	12.4	10.1	24	24	100	100	No	-766.06	SLV 20	47.5751	11.3211	6.1285	24.102	76.698	-6.1285	13.92		X	SI		SI
10	12.4	10.1	24	24	122	122	No	-515.49	SLV 15	22.3232	7.6816	4.1239	9.4616	-36.0194	-119.2481	22.85	13.56	Min	No	12.43	SI
10	12.4	10.1	24	24	122	122	No	-515.49	SLV 11	73.2455	7.5983	4.1239	9.4834	-118.1782	-35.836	13.65	22.87	X	No	12.52	SI
10	12.4	10.1	24	24	94	94	No	-861.99	SLV 25	28.2356	12.8032	6.8959	27.1201	45.5188	-6.8959		14.48	Min	SI		SI
10	12.4	10.1	24	24	94	94	No	-861.99	SLV 25	28.2356	12.8032	6.8959	27.1201	45.5188	-6.8959		14.48	Y	SI		SI
10	12.4	10.1	24	24	122	122	No	-515.49	SLV 15	22.3232	7.6816	4.1239	9.4616	-36.0194	-119.2481	22.85	13.56	Min	No	12.43	SI
10	12.4	10.1	24	24	122	122	No	-515.49	SLV 13	21.3281	7.6872	4.1239	9.4616	34.4093	-119.2835	23.07	13.56	Y	No	12.49	SI

Verifiche di gerarchia delle resistenze nei nodi trave pilastro

Verifiche di gerarchia delle resistenze nei nodi trave pilastro non presenti in quanto la verifica è non necessaria per la pilastata.

Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

Q.inf.: quota inferiore. [m]

Q.sup.: quota superiore. [m]

Sezione: sezione impiegata.

Esistente: campata esistente.

Secondaria: campata secondaria.

Dissipativa: campata dissipativa.

Interna a parete: campata adiacente ad una parete in c.a.

Sovraresistenza: aliquota di sovraresistenza da assicurare in verifica.

Materiale CLS: materiale calcestruzzo impiegato.

Materiale Acciaio: materiale/i acciaio impiegato/i.

FC: fattore di confidenza riferito al materiale CLS.

Staffatura: descrizione della staffatura del campo considerato.

quota: quota di riferimento. [m]

sommatoriaBiQuadro: sommatoriaBiquadro.

$\alpha_n$ : coefficiente di efficienza longitudinale.

$\alpha_s$ : coefficiente di efficienza trasversale.

$b_x$ : dimensione del nucleo confinato in direzione x. [m]

$b_y$ : dimensione del nucleo confinato in direzione y. [m]

D0: dimensione del nucleo confinato circolare. [m]

$\sigma_t$ : pressione di confinamento trasversale. [kN/m<sup>2</sup>]

$\alpha$ : coefficiente di efficienza.

$\sigma_2$ : pressione efficace di confinamento. [kN/m<sup>2</sup>]

$f_{ck,c}$ : resistenza caratteristica confinata del cls. [kN/m<sup>2</sup>]

$\epsilon_{c2,c}$ : deformazione elastica confinata del cls.

$\epsilon_{cu2,c}$ : deformazione ultima confinata del cls.

Posizione: posizione della barra.

X: ascissa relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [m]

Y: ordinata relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [m]

Diametro: diametro nominale della barra. [m]

Area: area nominale della barra. [m<sup>2</sup>]

Q.inf.: quota inferiore della barra. [m]

Q.sup.: quota superiore della barra. [m]

Materiale: materiale della barra.

Quota: quota della sezione. [m]

As: area complessiva delle armature verticali. [m<sup>2</sup>]

%: percentuale di acciaio.

At: area delle armature verticali destinata alla verifica di torsione. [m<sup>2</sup>]

Pos.: posizioni barre longitudinali presenti nella sezione.

Mx: momento Mx [kNm]

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

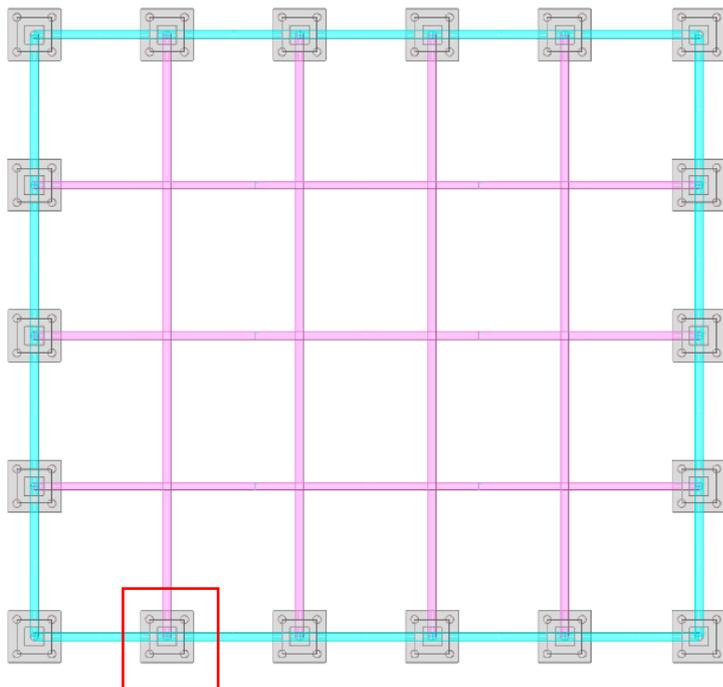
**My:** momento  $M_y$ . [kN\*m]  
**N:** sforzo normale. [kN]  
**MRdx:** momento resistente in direzione X. [kN\*m]  
**MRdy:** momento resistente in direzione Y. [kN\*m]  
**Comb.:** combinazione peggiore.  
**Coeff.s.:** coefficiente di sicurezza minimo.  
**Verifica:** stato di verifica.  
**a.x:** fattore amplificativo secondo Circolare 7 21-01-19 §C7.4.4.2.1 formula [C7.4.3] in direzione X.  
**a.y:** fattore amplificativo secondo Circolare 7 21-01-19 §C7.4.4.2.1 formula [C7.4.3] in direzione Y.  
**C.S.:** coefficiente di sicurezza minimo.  
**Nmin:** compressione massima. [kN]  
**Nlim:** compressione limite. [kN]  
**Comb.Nmin:** combinazione in cui si ottiene la compressione massima.  
**Ver.:** stato di verifica.  
**Mx:** momento attorno all'asse X. [kN\*m]  
**My:** momento attorno all'asse Y. [kN\*m]  
**dir.:** direzione di riferimento per la duttilità di curvatura.  
 **$\mu\phi$ :** duttilità di curvatura convenzionale secondo D.M. 17-01-2018 §4.1.2.3.4.2.  
**lim.  $\mu\phi$  [7.4.3]:** limite per la duttilità di curvatura secondo D.M. 17-01-18 NTC §7.4.4.1.2 formula [7.4.3].  
**coeff.  $\mu\phi$ :** coefficiente di duttilità di curvatura.  
**comb.  $\mu\phi$ :** combinazione peggiore per la duttilità di curvatura.  
**Staffe:** staffatura presente nella sezione.  
**Direzione X:** dati della verifica a taglio in direzione X.  
**V:** taglio di verifica per la direzione considerata. [kN]  
**N:** sforzo normale per la verifica nella direzione considerata. [kN]  
**Comb.:** combinazione per la verifica nella direzione considerata.  
**VRd:** resistenza a taglio del calcestruzzo non staffato per la verifica nella direzione considerata. [kN]  
**VRsd:** resistenza a taglio delle staffe per la verifica nella direzione considerata. [kN]  
**VRcd:** resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata. [kN]  
**Cot:** cotangente delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata.  
**c.s.:** coefficiente di sicurezza per la verifica nella direzione considerata.  
**amp.:** amplificazione del taglio secondo D.M. 17-01-2018 formula [7.4.14].  
**Direzione Y:** dati della verifica a taglio in direzione Y.  
**Quota:** quota di verifica. [m]  
**Q.inf.:** quota inferiore dell'appoggio considerato per la valutazione della rotazione alla corda. [m]  
**Q.sup.:** quota superiore dell'appoggio considerato per la valutazione della rotazione alla corda. [m]  
**Dir.:** direzione di riferimento della verifica.  
**Lv:** luce di taglio considerata. [m]  
**x:** altezza della zona compressa della sezione. [m]  
**h:** altezza totale della sezione. [m]  
**p,tot:** percentuale geometrica totale di armatura longitudinale.  
 **$\theta_m$ :** rotazione massima per la combinazione considerata.  
 **$\theta_y$ :** rotazione di prima plasticizzazione.  
 **$\mu\Delta_{pl}$ :** parte plastica della domanda di duttilità.  
**VRd(cot $\theta=1$ ):** resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata considerando il valore di cot $\theta$  unitario. [kN]  
**Vw:** contributo dell'armatura trasversale per la resistenza a taglio [C8.7.2.9] ovvero [C8.7.2.10]. [kN]  
**VR:** resistenza a taglio in condizioni cicliche (formula [C8.7.2.6]). [kN]  
**Vu:** resistenza a taglio in condizioni sismiche. [kN]  
**VEd:** sollecitazione tagliante. [kN]  
**NEd:** sollecitazione di sforzo normale. [kN]  
**Comb.:** combinazione di riferimento.  
**Q.inf.:** quota inferiore della campata. [m]  
**Q.sup.:** quota superiore della campata. [m]  
**Luce:** lunghezza del pilastro. [m]  
 **$\gamma_{Rd}$ :** coefficiente per gerarchia delle resistenze secondo D.M. 14-01-2008 §7.4.4.2.1.  
**MRdx,inf:** momento resistente della sezione inferiore in direzione x. [kN\*m]  
**MRdy,inf:** momento resistente della sezione inferiore in direzione y. [kN\*m]  
**N,inf:** sforzo normale della sezione inferiore. [kN]  
**MRdx,sup:** momento resistente della sezione superiore in direzione x. [kN\*m]  
**MRdy,sup:** momento resistente della sezione superiore in direzione y. [kN\*m]  
**N,sup:** sforzo normale della sezione superiore. [kN]  
**Vpl,x:** taglio plastico in direzione x. [kN]  
**Vpl,y:** taglio plastico in direzione y. [kN]  
 **$\sigma_{c,max}$ :** tensione massima sul calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]  
 **$\sigma_{f,max}$ :** tensione massima sull'acciaio. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Quota:** quota della sezione di verifica. [m]  
**A,x:** snellezza per sbandamento in direzione X.  
**A,y:** snellezza per sbandamento in direzione Y.  
**A,limX:** snellezza limite in direzione X.  
**A,limY:** snellezza limite in direzione Y.  
**M 2° ord.:** la verifica viene effettuata considerando anche gli effetti del secondo ordine, se non richiesti la verifica viene comunque condotta considerando i momenti del 1° ordine.  
**Nsd:** sforzo normale. [kN]  
**M0ed,x:** momento del primo ordine che tiene conto dell'effetto delle imperfezioni in direzione X. [kN\*m]  
**M2,x:** momento del secondo ordine in direzione X. [kN\*m]  
**M0ed,y:** momento del primo ordine che tiene conto dell'effetto delle imperfezioni in direzione Y. [kN\*m]  
**M2,y:** momento del secondo ordine in direzione y. [kN\*m]  
**Mver,x:** momento di verifica in direzione X. [kN\*m]  
**Mver,y:** momento di verifica in direzione Y. [kN\*m]  
**C.s x:** coefficiente di sicurezza per sbandamento in direzione X.  
**C.s y:** coefficiente di sicurezza per sbandamento in direzione Y.  
**Risultato:** tipo di risultato esposto, può essere critico, in direzione X e in direzione Y.  
**(5.38):** applicabilità delle verifiche in direzioni separate.  
**(5.39):** coefficiente di sicurezza per i casi di non applicabilità delle verifiche su direzioni separate.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**7.5. VERIFICA FONDAZIONI**

Le fondazioni dell'edificio 18 sono dei plinti su pali collegati tra di loro tramite dei cordoli; si riportano di seguito le pressioni sul terreno e la verifica relative ad un plinto.

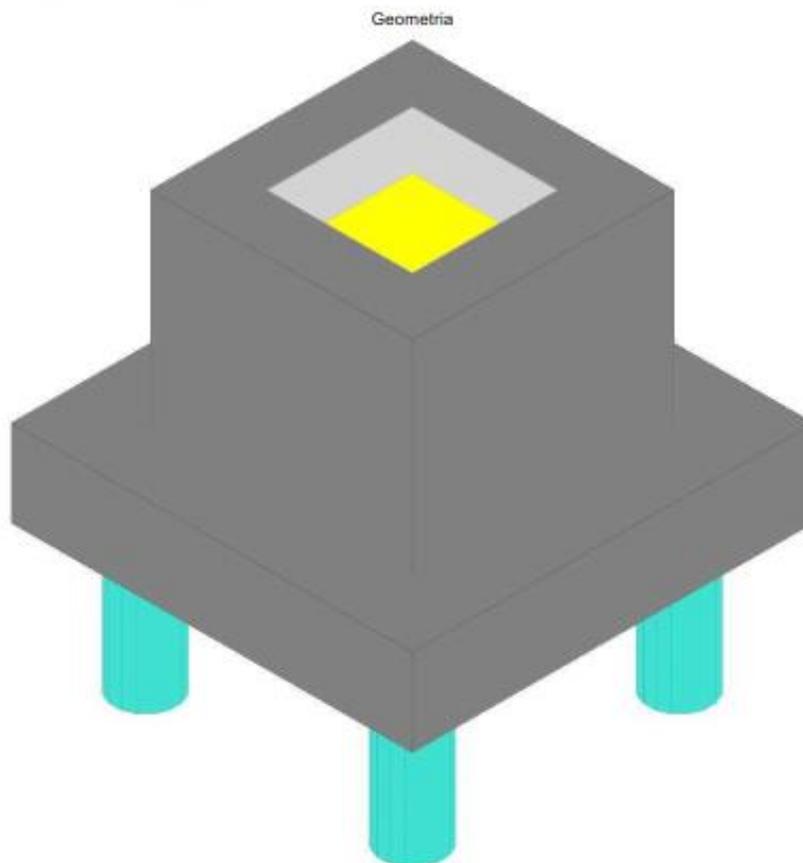
**7.5.1. Verifica di un plinto di fondazione**



**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Plinto su pali P6**

Verifiche condotte secondo D.M. 17 gennaio 2018



**Caratteristiche dei materiali**

Calcestruzzo: C25/30\_1; Resistenza cubica caratteristica Rck: 30000  
 Acciaio per armatura: B450C; Fyk: 450000

**Caratteristiche geometriche**

Plinto a pianta quadrata con 5 pali diametro 42  
 Ricoprimento dei pali 0.25  
 Spessore della suola 0.6  
 Coordinate dei pali

Palo n°	x	y
1	-0,9192	-0,9192
2	0,9192	-0,9192
3	0,9192	0,9192
4	-0,9192	0,9192
5	0	0

**Dado:** dimensione x: 1.8; dimensione y: 1.8; spessore: 1.4  
**Bicchiere:** dimensione x: 1; dimensione y: 1; profondità: 1.3  
**Pilastro rettangolare:** dimensione x: 0.8; dimensione y: 0.8  
**Copriferri:** suola: 0.04; dado: 0.04

**Carichi massimi sui pali**

**Famiglia "Limite ultimo"**

Massima compressione 445.2 nel palo 1 in combinazione SLU 20  
 Nessun palo è in trazione.

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Massima compressione 377.7 nel palo 1 in combinazione SLV FO 5  
 Nessun palo è in trazione.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Famiglia "Esercizio rara"**

Massima compressione 328.7 nel palo 1 in combinazione SLE RA 6  
 Nessun palo è in trazione.

**Famiglia "Esercizio quasi permanente"**

Massima compressione 239.5 nel palo 1 in combinazione SLE QP 1  
 Nessun palo è in trazione.

**Verifiche nel funzionamento tirante-puntone**

**Famiglia "Limite ultimo"**

Massima trazione inferiore 856.1 in combinazione SLU 20 relativa al palo 1  
 Area presente 0.002212 Tensione di trazione 387095 < 391304 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.01  
 Massima compressione nei puntoni 965 in combinazione SLU 20 relativa al palo 1  
 Area presente 0.1764 Tensione di compressione 5470 < 14110 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 2.58

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Massima trazione inferiore 728.3 in combinazione SLV FO 5 relativa al palo 1  
 Area presente 0.002212 Tensione di trazione 328415 < 391304 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.19  
 Massima compressione nei puntoni 818.7 in combinazione SLV FO 5 relativa al palo 1  
 Area presente 0.1764 Tensione di compressione 4641 < 14110 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 3.04

**Famiglia "Esercizio rara"**

Massima trazione inferiore 632.2 in combinazione SLE RA 6 relativa al palo 1  
 Area presente 0.002212 Tensione di trazione 285832 < 360000 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.26  
 Massima compressione nei puntoni 712.5 in combinazione SLE RA 6 relativa al palo 1  
 Area presente 0.1764 Tensione di compressione 4039 < 14940 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 3.7

**Famiglia "Esercizio quasi permanente"**

Massima compressione nei puntoni 519.2 in combinazione SLE QP 1 relativa al palo 1  
 Area presente 0.1764 Tensione di compressione 2943 < 11205 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 3.81

**Verifiche del bicchiere**

Collegamento sovradimensionato in GDR (tipo b, NTC2018 7.4.5.2.1), con fattore di sovrarresistenza 1.2

**Verifiche delle pareti per tensoflessione del bordo superiore**

Sezione B=0.65 H=0.4  
 Armatura interna 9 diam.22 armatura esterna 9 diam.22

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo a tensoflessione 2.43

Sezione di normale	Comb.	N pil.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	N par	M par	Nu par	Mu par	Verifica
Y	SLU 21	-980.41	0.07	99.41	-725.3291	0.4932	486.8	94.9854	1183.79	230.9825	SI
Y	SLU 17	-884.48	0.1	99.39	-725.0478	1.1062	486.63	95.0016	1183.44	231.0371	SI
Y	SLU 7	-776.3	0.05	99.33	-724.2334	0.414	486.31	94.8161	1184.04	230.945	SI
Y	SLU 3	-680.37	0.08	99.31	-723.9522	0.827	485.94	94.8324	1183.68	230.9997	SI
Y	SLU 2	-680.37	0.09	-70.15	632.4051	1.0212	413.08	80.6529	1183.36	231.0496	SI

**Famiglia "Esercizio rara"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Valori limite:  $\sigma_c$  lim. 14940  $\sigma_f$  lim. 360000

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 3.33

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	$\sigma_c$	$\sigma_f$	Verifica
Y	SLE RA 7	324.84	63.3988	sì	-2790	108126	SI
Y	SLE RA 3	324.72	63.4096	sì	-2792	108118	SI
X	SLE RA 3	0.55	63.4096	sì	-4269	60154	SI
X	SLE RA 7	0.38	63.3988	sì	-4268	60119	SI
Y	SLE RA 2	274.62	53.6581	sì	-2364	91466	SI

**Famiglia "Esercizio frequente"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.0004

Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	w	Verifica
X	SLE FR 1	0.6	0.5641	no	0	SI
X	SLE FR 2	0.6	10.4663	no	0	SI
X	SLE FR 3	0.59	13.1332	no	0	SI
X	SLE FR 4	8.38	2.0811	no	0	SI
X	SLE FR 5	9.64	2.3277	no	0	SI

**Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"**

Si stampano le situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite:  $\sigma_c$  lim. 11205 w lim. 0.0003

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 480.26  
 Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	σC	wd	Verifica
X	SLE QP 1	0.4	0.5641	no	-23	0	SI
Y	SLE QP 1	2.3	0.5641	no	-18	0	SI

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo a tensoflessione 1.03

Sezione di normale	Comb.	N pil.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	N par	M par	Nu par	Mu par	Verifica
X	GR SLV 1a	-680.37	555.66	0	0	1313.3899	1139.74	222.1824	1169.44	227.9717	SI
X	GR SLV 1	-680.37	555.66	0	0	1313.3899	1139.74	222.1824	1169.44	227.9717	SI
X	GR SLV 2	-680.37	555.66	0	0	1313.3899	1139.74	222.1824	1169.44	227.9717	SI
X	GR SLV 3	-680.37	555.66	0	0	1313.3899	1139.74	222.1824	1169.44	227.9717	SI
X	GR SLV 4	-680.37	555.66	0	0	1313.3899	1139.74	222.1824	1169.44	227.9717	SI

**Verifiche delle pareti nel funzionamento tirante-puntone**

Non solo le armature di spigolo sono prese in conto in verifica.  
 Armatura verticale 48 diam.20 mm ( 24 di spigolo 12 di parete X 12 di parete Y)  
 Spessore puntoni 0.4

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo 2.99

Comb.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	Direzione X					Direzione Y					αx+αy	σ limite	Verifica			
					β	F'ad/2	Compr.	Compr. limite	Trazione	Area tirante	β	F'ad/2	Compr.	Compr. limite				Trazione	Area tirante	
SLU 21	0.07	99.41	-725.3	0.6932	36	0.45	0.56	1801.9	0.33	0.0028	27	36	486.8	603.6	1801.9	356.87	0.0028	126333	391304	SI
SLU 19	0.1	99.39	-725.0	1.1042	36	0.71	0.89	1801.9	0.52	0.0028	27	36	486.63	603.38	1801.9	356.74	0.0028	126354	391304	SI
SLU 7	0.05	99.33	-724.2	0.414	36	0.27	0.34	1801.9	0.2	0.0028	27	36	486.11	602.74	1801.9	356.36	0.0028	126107	391304	SI
SLU 3	0.08	99.31	-723.9	0.827	36	0.53	0.66	1801.9	0.39	0.0028	27	36	485.94	602.53	1801.9	356.23	0.0028	126129	391304	SI
SLU 2	0.09	-76.15	632.40	1.0212	36	0.65	0.81	1801.9	0.48	0.0028	27	36	413.08	513.19	1801.9	302.82	0.0028	107270	391304	SI

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo 1.28

Comb.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	Direzione X					Direzione Y					αx+αy	σ limite	Verifica			
					β	F'ad/2	Compr.	Compr. limite	Trazione	Area tirante	β	F'ad/2	Compr.	Compr. limite				Trazione	Area tirante	
GR SLV 4	0	-555.6	1313.3	0	36	0	0	1801.9	0	0.0028	27	36	1139.7	1413.2	1801.9	835.53	0.0028	295507	391304	SI
GR SLV 6	555.66	0	0	1313.3	36	1139.7	1413.2	1801.9	835.53	0.0028	27	36	0	0	1801.9	0	0.0028	295507	391304	SI
GR SLV 6	0	-555.6	1313.3	0	36	0	0	1801.9	0	0.0028	27	36	1139.7	1413.2	1801.9	835.53	0.0028	295507	391304	SI
GR SLV 6	555.66	0	0	1313.3	36	1139.7	1413.2	1801.9	835.53	0.0028	27	36	0	0	1801.9	0	0.0028	295507	391304	SI
GR SLV 7	0	-555.6	1313.3	0	36	0	0	1801.9	0	0.0028	27	36	1139.7	1413.2	1801.9	835.53	0.0028	295507	391304	SI
GR SLV 7	555.66	0	0	1313.3	36	1139.7	1413.2	1801.9	835.53	0.0028	27	36	0	0	1801.9	0	0.0028	295507	391304	SI

**Verifiche della sezione anulare di base**

Armature verticali 48 diam.20 mm

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione 10.77  
 Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 52.21

Comb.	N	Mx	My	Coeff.a.	Vx	Vy	Vrdx	Vrdy	Vrdsx	Vrddy	Vrcdx	Vrcdy	Verifica
SLU 3	-214.47	-584.9242	0.9344	10.77	0.08	99.31	392.28	392.28	5190.15	5190.15	3579.85	3579.85	SI
SLU 7	-233.66	-585.1756	0.4789	11.11	0.05	99.33	393.72	393.72	5190.15	5190.15	3582.01	3582.01	SI
SLU 19	-255.3	-585.9034	1.2518	11.49	0.1	99.39	395.34	395.34	5190.15	5190.15	3584.44	3584.44	SI
SLU 21	-274.48	-586.1548	0.7842	11.86	0.07	99.41	396.78	396.78	5190.15	5190.15	3586.6	3586.6	SI
SLU 2	-214.47	534.1934	1.1511	12.19	0.09	-70.15	392.28	392.28	5190.15	5190.15	3579.85	3579.85	SI

**Famiglia "Esercizio rara"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Valori limite: σc lim. 14940 of lim. 360000  
 Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 28.62

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	σC	σF	Verifica
SLE RA 7	-227.26	-391.2051	0.6697	no	-522	1924	SI
SLE RA 3	-214.47	-391.0375	0.9747	no	-517	1961	SI
SLE RA 6	-227.26	354.8733	0.8128	no	-483	1688	SI
SLE RA 2	-214.47	355.0409	1.1178	no	-478	1727	SI
SLE RA 12	-240.05	-236.2634	0.3953	no	-359	874	SI

**Famiglia "Esercizio frequente"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.0004  
 Coefficiente minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	wd	Verifica
SLE FR 1	-214.47	-3.264	1.0512	no	0	SI
SLE FR 2	-214.47	48.397	1.0646	no	0	SI
SLE FR 3	-214.47	-80.8187	1.0359	no	0	SI
SLE FR 4	-214.47	-3.2624	-14.732	no	0	SI
SLE FR 5	-214.47	-3.2667	16.9572	no	0	SI

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Famiglia "Esercizio quasi permanente"**

Valori limite:  $\sigma_c$  lim. 11205 w lim. 0.0003  
 Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 116.26  
 Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	$\sigma_c$	wd	Verifica
SLV_QP 1	-214.47	-3.264	1.0513	no	-94	0	21

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione 1.79  
 Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 9.34

Comb.	N	Mx	My	Coeff.s.	Vx	Vy	Vrdx	Vrdy	Vrsdx	Vrsdy	Vrcdx	Vrcdy	Verifica
GR SLV 4	-214.47	0	2091.3209	1.79	555.64	0	392.28	392.28	5190.15	5190.15	3579.85	3579.85	21
GR SLV 15	-214.47	0	2091.3209	1.79	555.64	0	392.28	392.28	5190.15	5190.15	3579.85	3579.85	21
GR SLV 14	-214.47	0	2091.3209	1.79	555.64	0	392.28	392.28	5190.15	5190.15	3579.85	3579.85	21
GR SLV 13	-214.47	0	2091.3209	1.79	555.64	0	392.28	392.28	5190.15	5190.15	3579.85	3579.85	21
GR SLV 16	-214.47	0	2091.3209	1.79	555.64	0	392.28	392.28	5190.15	5190.15	3579.85	3579.85	21
GR SLV 8	-214.47	535.459	0	8.77	0	-555.64	392.28	392.28	5190.15	5190.15	3579.85	3579.85	21
GR SLV 2	-214.47	535.459	0	8.77	0	-555.64	392.28	392.28	5190.15	5190.15	3579.85	3579.85	21
GR SLV 15	-214.47	535.459	0	8.77	0	-555.64	392.28	392.28	5190.15	5190.15	3579.85	3579.85	21
GR SLV 3	-214.47	535.459	0	8.77	0	-555.64	392.28	392.28	5190.15	5190.15	3579.85	3579.85	21

**Significato dei simboli utilizzati:**

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

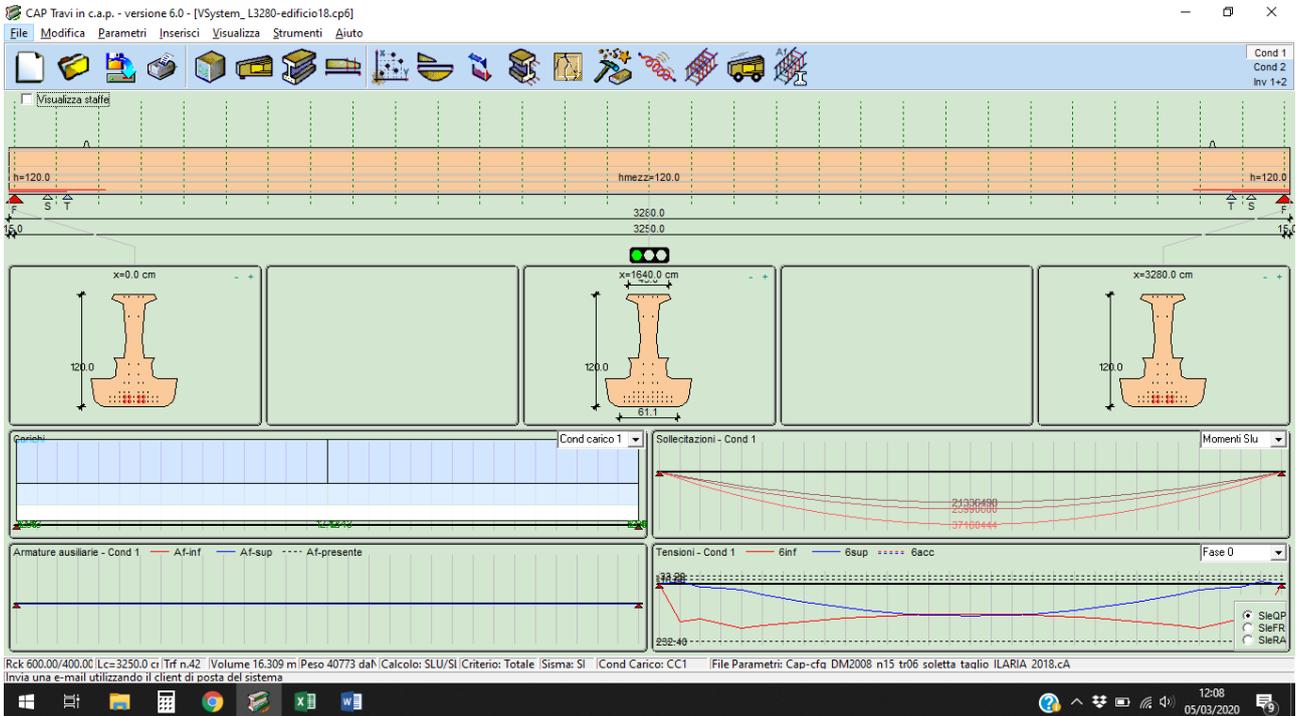
- Palo n°:** indice del palo.
- x:** coordinata x. [m]
- y:** coordinata y. [m]
- Sezione di normale:** orientamento della sezione.
- Comb.:** combinazione.
- N pil.:** sforzo normale dal pilastro nella combinazione. [kN]
- Fx pil.:** taglio X dal pilastro nella combinazione. [kN]
- Fy pil.:** taglio Y dal pilastro nella combinazione. [kN]
- Mx pil.:** momento X dal pilastro nella combinazione. [kN\*m]
- My pil.:** momento Y dal pilastro nella combinazione. [kN\*m]
- N par:** sforzo normale nella sezione di verifica della parete. [kN]
- M par:** momento flettente nella sezione di verifica della parete. [kN\*m]
- Nu par:** sforzo normale ultimo nella sezione di verifica della parete. [kN]
- Mu par:** momento ultimo nella sezione di verifica della parete. [kN\*m]
- Verifica:** stato di verifica.
- N:** sforzo normale. [kN]
- M:** momento flettente. [kN\*m]
- Fessurata:** stato fessurato o non fessurato.
- $\sigma_c$ :** tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]
- $\sigma_f$ :** tensione nell'acciaio. [kN/m<sup>2</sup>]
- wd:** apertura delle fessure. [m]
- $\sigma_x + \sigma_y$ :** somma delle tensioni nelle due direzioni. [kN/m<sup>2</sup>]
- $\sigma$  limite:** massima tensione di normativa. [kN/m<sup>2</sup>]
- Direzione X:** direzione di verifica.
- $\beta$ :** inclinazione sull'orizzontale del puntone. [deg]
- F'sd/2:** risultante applicata C.N.R. 10025/84 2.1.1.2. [kN]
- Compr.:** sforzo normale in un puntone. [kN]
- Compr. limite:** resistenza di calcolo di un puntone. [kN]
- Trazione:** trazione nel tirante verticale. [kN]
- Area tirante:** area del tirante. [m<sup>2</sup>]
- Direzione Y:** direzione di verifica.
- Mx:** momento flettente su sezione di base asse x. [kN\*m]
- My:** momento flettente su sezione di base asse y. [kN\*m]
- Coeff.s.:** coefficiente di sicurezza a pressoflessione.
- Vx:** sforzo di taglio su sezione di base lungo x. [kN]
- Vy:** sforzo di taglio su sezione di base lungo y. [kN]
- Vrdx:** taglio ultimo x in assenza di staffature [4.1.14]. [kN]
- Vrdy:** taglio ultimo y in assenza di staffature [4.1.14]. [kN]
- Vrsdx:** taglio ultimo x dovuto alla presenza di armatura trasversale. [kN]
- Vrsdy:** taglio ultimo y dovuto alla presenza di armatura trasversale. [kN]
- Vrcdx:** taglio x che produce la rottura delle bielle di calcestruzzo. [kN]
- Vrcdy:** taglio y che produce la rottura delle bielle di calcestruzzo. [kN]

**7.6. VERIFICA TEGOLO ALARE**

Si riporta di seguito la verifica di un tegolo alare di copertura. Si tratta di elementi che vengono verificati con uno schema statico di trave in semplice appoggio.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**



05/03/2020

**Caratteristiche dei materiali**

**CALCESTRUZZO**

Rck finale cls trave	(daN/cm <sup>2</sup> )	600.00
Rck iniziale cls trave	(daN/cm <sup>2</sup> )	400.00
Rck cls caldana	(daN/cm <sup>2</sup> )	300.00
Coefficiente di ritiro		0.00025
Coefficiente di viscosità		2.30
Coeff omogeneiz trefoli		6
Coeff omogeneiz soletta		0.84
% ritiro al taglio trefoli		25.0

**ACCIAIO ARMONICO**

Tiro Iniziale	(daN/cm <sup>2</sup> )	14000.00
Tens ammissib	(daN/cm <sup>2</sup> )	11400.00
Modulo elastico	(daN/cm <sup>2</sup> )	2000000.00
% Tens al taglio trefoli		98.0
% Rilass ad $\sigma$ dei trefoli		4.6
% Rilass ad $\sigma$ min trefoli		4.0
Lungh aderenza trefoli	(cm)	105.0
Tens acciaio ordinario	(daN/cm <sup>2</sup> )	3913.04
Lungh aderenza acc	(cm)	100.0

**Valori limite e coefficienti normativi**

Tensioni massime nel cls al taglio trefoli		
Massima compressione	(daN/cm <sup>2</sup> )	232.40
Massima trazione	(daN/cm <sup>2</sup> )	-33.20
Massima traz senza arm	(daN/cm <sup>2</sup> )	-16.60
Tensioni agli SLE Quasi permanenti e Frequenti		
Massima compressione	(daN/cm <sup>2</sup> )	224.10
Massima trazione	(daN/cm <sup>2</sup> )	-0.00
Massima traz senza arm	(daN/cm <sup>2</sup> )	-0.00
Tensioni agli SLE Rara		
Massima compressione	(daN/cm <sup>2</sup> )	298.80
Massima trazione	(daN/cm <sup>2</sup> )	-0.00
Massima traz senza arm	(daN/cm <sup>2</sup> )	-0.00

**Caratteristiche ambiente** Molto aggressivo

Amp max fessure SLE QP	(cm)	
Amp max fessure SLE FR	(cm)	
Deformazioni limite a rottura		
Calcestruzzo		0.0035
Acciaio armonico		0.0100
Acciaio ordinario		0.0100

**Dati di input**

**DATI GENERALI**

Lunghezza totale della trave	(cm)	3280.0		
Lunghezza teorica di calcolo della trave	(cm)	3250.0		
Numero tratti di suddivisione per il calcolo	sx	15	dx	15
Incremento carichi per sisma verticale		SI		
1° periodo di vibrazione della trave	(sec)	0.53		
Coeff riduz carichi accid per sisma verticale		0.00		

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Coeff di intensità sisma verticale	in luce	+/-0.031	su sbalzo	+/-0.031
Metodo di calcolo	Stati limite			
Criterio di calcolo	Precompressione totale			

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE**

Largh scont (cm)	61.1	71.3	75.9	81.6	85.9	91.0	48.3	38.1	37.4	42.2	20.2	17.6	22.8	46.2	43.0
H ad x=0.0 (cm)	0.0	1.0	2.2	4.7	8.2	30.0	30.0	33.0	46.3	52.0	52.0	72.0	110.0	115.0	120.0
H in mezzzeria (cm)	0.0	1.0	2.2	4.7	8.2	30.0	30.0	33.0	46.3	52.0	52.0	72.0	110.0	115.0	120.0
H ad x=Ltot (cm)	0.0	1.0	2.2	4.7	8.2	30.0	30.0	33.0	46.3	52.0	52.0	72.0	110.0	115.0	120.0

**DISPOSIZIONE DEI TREFOLI E DEI TUBETTI (Totale trefoli 42)**

Numero trefoli	11	11	6	4	2	2	2	2	2
H dal fondo (cm)	5.0	10.0	15.0	25.0	33.5	44.5	95.5	116.5	116.5
Numero tub sx	4	4	0	0	0	0	0	0	0
Lungh tub sx (cm)	150.0	250.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Numero tub dx	4	4	0	0	0	0	0	0	0
Lungh tub dx (cm)	150.0	250.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Area trefoli (cm²)	1.39	1.39	1.39	1.39	0.21	0.21	0.21	0.21	0.93

**Situazione di carico**

CARICHI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI (daN/cm)	Ecc (cm)	Aliq.App.	Slu	SluSV	SleQP	SleFR	SleRA
Peso proprio solaio	0.00	0.00	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso proprio caldana	0.00	0.00	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti di 2° fase	0.00	0.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili di 3° fase	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.20	1.00
Incremento per sisma verticale	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Totale carichi appesi	0.00						

**CARICHI DISTRIBUITI (cm, daN/cm)**

Qa	Qb	Xa	Xb	Ecc	Fase	Aliqu.	App.Incr.	sismici	Slu	SluSV	SleQP	SleFR	SleRA
12.43	12.43	15.0	1640.0	0.0	0	0.00	0.38	0.38	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
12.43	12.43	1640.0	3265.0	0.0	0	0.00	0.38	0.38	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
2.35	2.35	15.0	3265.0	0.0	2	0.00	0.07	0.07	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
5.64	5.64	15.0	3265.0	0.0	3	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.20	1.00

Fase: 0=taglio trefoli, 1=1° fase (sez isolata), 2=2° fase perm (sez mista), 3=3° fase variab (sez mista)

Volume complessivo della trave (mc): 16.309      Posizione baricentro trave (cm)      1640.0  
 Peso totale della trave (daN): 40773

**Caratteristiche di sollecitazione**

**MOMENTI FLETTENTI S.L.U. (cm, daNcm)**

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
123.3	2750038	2750038	0	2750038	599862	3349900	1439669	4789568
231.7	5310417	5310417	0	5310417	1158354	6468771	2780050	9248821
340.0	7681139	7681139	0	7681139	1675477	9356616	4021144	13377760
448.3	9862203	9862203	0	9862203	2151229	12013432	5162950	17176382
556.7	11853610	11853610	0	11853610	2585612	14439222	6205468	20644690
665.0	13655358	13655358	0	13655358	2978625	16633983	7148699	23782682
773.3	15267449	15267449	0	15267449	3330269	18597718	7992644	26590362
881.7	16689882	16689882	0	16689882	3640542	20330424	8737300	29067724
990.0	17922658	17922658	0	17922658	3909446	21832104	9382668	31214772
1098.3	18965776	18965776	0	18965776	4136980	23102756	9928750	33031506
1206.7	19819236	19819236	0	19819236	4323144	24142380	10375544	34517924
1315.0	20483038	20483038	0	20483038	4467938	24950976	10723048	35674024
1423.3	20957182	20957182	0	20957182	4571362	25528544	10971268	36499812
1531.7	21241670	21241670	0	21241670	4633416	25875086	11120198	36995284
1640.0	21336498	21336498	0	21336498	4654102	25990600	11169844	37160444

**MOMENTI FLETTENTI S.L.U. con SISMA verticale (cm, daNcm)**

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
123.3	2115413	2115413	0	2115413	399908	2515321	77502	2592823

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

231.7	4084936	4084936	0	4084936	772236	4857172	149659	5006832
340.0	5908568	5908568	0	5908568	1116984	7025552	216471	7242024
448.3	7586310	7586310	0	7586310	1434153	9020463	277938	9298401
556.7	9118161	9118161	0	9118161	1723741	10841902	334060	11175962
665.0	10504122	10504122	0	10504122	1985750	12489872	384838	12874710
773.3	11744191	11744191	0	11744191	2220179	13964370	430270	14394640
881.7	12838371	12838371	0	12838371	2427028	15265399	470357	15735756
990.0	13786659	13786659	0	13786659	2606297	16392956	505100	16898056
1098.3	14589058	14589058	0	14589058	2757986	17347044	534496	17881540
1206.7	15245564	15245564	0	15245564	2882096	18127660	558550	18686210
1315.0	15756182	15756182	0	15756182	2978624	18734806	577256	19312062
1423.3	16120908	16120908	0	16120908	3047574	19168482	590618	19759100
1531.7	16339744	16339744	0	16339744	3088944	19428688	598636	20027324
1640.0	16412690	16412690	0	16412690	3102734	19515424	601308	20116732

MOMENTI FLETTENTI S.L.E. Quasi permanente (cm, daNcm)

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
123.3	2115413	2115413	0	2115413	399908	2515321	0	2515321
231.7	4084936	4084936	0	4084936	772236	4857172	0	4857172
340.0	5908568	5908568	0	5908568	1116984	7025552	0	7025552
448.3	7586310	7586310	0	7586310	1434153	9020463	0	9020463
556.7	9118161	9118161	0	9118161	1723741	10841902	0	10841902
665.0	10504122	10504122	0	10504122	1985750	12489872	0	12489872
773.3	11744191	11744191	0	11744191	2220179	13964370	0	13964370
881.7	12838371	12838371	0	12838371	2427028	15265399	0	15265399
990.0	13786659	13786659	0	13786659	2606297	16392956	0	16392956
1098.3	14589058	14589058	0	14589058	2757986	17347044	0	17347044
1206.7	15245564	15245564	0	15245564	2882096	18127660	0	18127660
1315.0	15756182	15756182	0	15756182	2978624	18734806	0	18734806
1423.3	16120908	16120908	0	16120908	3047574	19168482	0	19168482
1531.7	16339744	16339744	0	16339744	3088944	19428688	0	19428688
1640.0	16412690	16412690	0	16412690	3102734	19515424	0	19515424

MOMENTI FLETTENTI S.L.E. Frequente (cm, daNcm)

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
123.3	2115413	2115413	0	2115413	399908	2515321	191956	2707277
231.7	4084936	4084936	0	4084936	772236	4857172	370674	5227846
340.0	5908568	5908568	0	5908568	1116984	7025552	536152	7561705
448.3	7586310	7586310	0	7586310	1434153	9020463	688393	9708856
556.7	9118161	9118161	0	9118161	1723741	10841902	827396	11669298
665.0	10504122	10504122	0	10504122	1985750	12489872	953160	13443032
773.3	11744191	11744191	0	11744191	2220179	13964370	1065686	15030056
881.7	12838371	12838371	0	12838371	2427028	15265399	1164973	16430372
990.0	13786659	13786659	0	13786659	2606297	16392956	1251022	17643978
1098.3	14589058	14589058	0	14589058	2757986	17347044	1323834	18670878
1206.7	15245564	15245564	0	15245564	2882096	18127660	1383406	19511066
1315.0	15756182	15756182	0	15756182	2978624	18734806	1429740	20164546
1423.3	16120908	16120908	0	16120908	3047574	19168482	1462836	20631318
1531.7	16339744	16339744	0	16339744	3088944	19428688	1482694	20911382
1640.0	16412690	16412690	0	16412690	3102734	19515424	1489312	21004736

MOMENTI FLETTENTI S.L.E. Rara (cm, daNcm)

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
123.3	2115413	2115413	0	2115413	399908	2515321	959779	3475100
231.7	4084936	4084936	0	4084936	772236	4857172	1853366	6710539
340.0	5908568	5908568	0	5908568	1116984	7025552	2680762	9706315
448.3	7586310	7586310	0	7586310	1434153	9020463	3441967	12462430
556.7	9118161	9118161	0	9118161	1723741	10841902	4136979	14978881
665.0	10504122	10504122	0	10504122	1985750	12489872	4765800	17255672
773.3	11744191	11744191	0	11744191	2220179	13964370	5328430	19292800
881.7	12838371	12838371	0	12838371	2427028	15265399	5824867	21090266
990.0	13786659	13786659	0	13786659	2606297	16392956	6255112	22648068
1098.3	14589058	14589058	0	14589058	2757986	17347044	6619166	23966210
1206.7	15245564	15245564	0	15245564	2882096	18127660	6917030	25044690
1315.0	15756182	15756182	0	15756182	2978624	18734806	7148700	25883506
1423.3	16120908	16120908	0	16120908	3047574	19168482	7314180	26482662

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

1531.7	16339744	16339744	0	16339744	3088944	19428688	7413466	26842154
1640.0	16412690	16412690	0	16412690	3102734	19515424	7446562	26961986

SFORZI DI TAGLIO S.L.U. (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
15.0	26260	26260	0	26260	5728	31988	13748	45736
123.3	24510	24510	0	24510	5346	29856	12831	42687
231.7	22759	22759	0	22759	4964	27723	11914	39638
340.0	21008	21008	0	21008	4582	25591	10998	36589
448.3	19258	19258	0	19258	4201	23458	10081	33540
556.7	17507	17507	0	17507	3819	21326	9165	30491
665.0	15756	15756	0	15756	3437	19193	8248	27442
773.3	14005	14005	0	14005	3055	17060	7332	24392
881.7	12255	12255	0	12255	2673	14928	6416	21343
990.0	10504	10504	0	10504	2291	12795	5499	18294
1098.3	8753	8753	0	8753	1909	10663	4582	15245
1206.7	7003	7003	0	7003	1528	8530	3666	12196
1315.0	5252	5252	0	5252	1146	6398	2750	9147
1423.3	3501	3501	0	3501	764	4265	1833	6098
1531.7	1751	1751	0	1751	382	2133	917	3049
1640.0	0	0	0	0	0	0	-0	0

SFORZI DI TAGLIO S.L.U. con SISMA verticale (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
15.0	20200	20200	0	20200	3819	24019	740	24759
123.3	18854	18854	0	18854	3564	22418	691	23108
231.7	17507	17507	0	17507	3310	20816	641	21458
340.0	16160	16160	0	16160	3055	19215	592	19807
448.3	14814	14814	0	14814	2800	17614	543	18157
556.7	13467	13467	0	13467	2546	16013	493	16506
665.0	12120	12120	0	12120	2291	14411	444	14855
773.3	10773	10773	0	10773	2037	12810	395	13205
881.7	9427	9427	0	9427	1782	11209	345	11554
990.0	8080	8080	0	8080	1527	9608	296	9904
1098.3	6733	6733	0	6733	1273	8006	247	8253
1206.7	5387	5387	0	5387	1018	6405	197	6602
1315.0	4040	4040	0	4040	764	4804	148	4952
1423.3	2693	2693	0	2693	509	3203	99	3301
1531.7	1347	1347	0	1347	255	1601	49	1651
1640.0	0	0	0	0	-0	-0	-0	-0

SFORZI DI TAGLIO S.L.E. Quasi permanente (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
15.0	20200	20200	0	20200	3819	24019	0	24019
123.3	18854	18854	0	18854	3564	22418	0	22418
231.7	17507	17507	0	17507	3310	20816	0	20816
340.0	16160	16160	0	16160	3055	19215	0	19215
448.3	14814	14814	0	14814	2800	17614	0	17614
556.7	13467	13467	0	13467	2546	16013	0	16013
665.0	12120	12120	0	12120	2291	14411	0	14411
773.3	10773	10773	0	10773	2037	12810	0	12810
881.7	9427	9427	0	9427	1782	11209	0	11209
990.0	8080	8080	0	8080	1527	9608	0	9608
1098.3	6733	6733	0	6733	1273	8006	0	8006
1206.7	5387	5387	0	5387	1018	6405	0	6405
1315.0	4040	4040	0	4040	764	4804	0	4804
1423.3	2693	2693	0	2693	509	3203	0	3203
1531.7	1347	1347	0	1347	255	1601	0	1601
1640.0	0	0	0	0	-0	-0	0	-0

SFORZI DI TAGLIO S.L.E. Frequente (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
15.0	20200	20200	0	20200	3819	24019	1833	25852
123.3	18854	18854	0	18854	3564	22418	1711	24129

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

231.7	17507	17507	0	17507	3310	20816	1589	22405
340.0	16160	16160	0	16160	3055	19215	1466	20682
448.3	14814	14814	0	14814	2800	17614	1344	18958
556.7	13467	13467	0	13467	2546	16013	1222	17235
665.0	12120	12120	0	12120	2291	14411	1100	15511
773.3	10773	10773	0	10773	2037	12810	978	13788
881.7	9427	9427	0	9427	1782	11209	855	12064
990.0	8080	8080	0	8080	1527	9608	733	10341
1098.3	6733	6733	0	6733	1273	8006	611	8617
1206.7	5387	5387	0	5387	1018	6405	489	6894
1315.0	4040	4040	0	4040	764	4804	367	5170
1423.3	2693	2693	0	2693	509	3203	244	3447
1531.7	1347	1347	0	1347	255	1601	122	1723
1640.0	0	0	0	0	-0	-0	-0	-0

SFORZI DI TAGLIO S.L.E. Rara (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
15.0	20200	20200	0	20200	3819	24019	9165	33184
123.3	18854	18854	0	18854	3564	22418	8554	30972
231.7	17507	17507	0	17507	3310	20816	7943	28759
340.0	16160	16160	0	16160	3055	19215	7332	26547
448.3	14814	14814	0	14814	2800	17614	6721	24335
556.7	13467	13467	0	13467	2546	16013	6110	22123
665.0	12120	12120	0	12120	2291	14411	5499	19910
773.3	10773	10773	0	10773	2037	12810	4888	17698
881.7	9427	9427	0	9427	1782	11209	4277	15486
990.0	8080	8080	0	8080	1527	9608	3666	13274
1098.3	6733	6733	0	6733	1273	8006	3055	11061
1206.7	5387	5387	0	5387	1018	6405	2444	8849
1315.0	4040	4040	0	4040	764	4804	1833	6637
1423.3	2693	2693	0	2693	509	3203	1222	4425
1531.7	1347	1347	0	1347	255	1601	611	2212
1640.0	0	0	0	0	-0	-0	0	0

REAZIONI VINCOLARI VERTICALI E TORCENTI (cm, daN, daNcm)

X	R0	Rf1	RT1	Rpf2	RT2p	Raf2	RT	
15.0	26503	0	26503	5728	32231	13748	45978	Slu
	20387	0	20387	3819	24205	740	24946	SluSV
	20387	0	20387	3819	24205	0	24205	SleQP
	20387	0	20387	3819	24205	1833	26038	SleFR
	20387	0	20387	3819	24205	9165	33370	SleRA
3265.0	26503	0	26503	5728	32231	13748	45978	Slu
	20387	0	20387	3819	24205	740	24946	SluSV
	20387	0	20387	3819	24205	0	24205	SleQP
	20387	0	20387	3819	24205	1833	26038	SleFR
	20387	0	20387	3819	24205	9165	33370	SleRA

**Caratteristiche sezioni omogeneizzate**

SEZIONE IDEALE ISOLATA (cm, cm, cm<sup>2</sup>, cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>, cm<sup>3</sup>)

X	Ht	Area	Ig	Xgi	Xgs	Wi	Ws	Ecc	FattTgi
15.0	120.0	4972	6322444	43.12	76.88	146633	82235	43.12	1687
123.3	120.0	5157	6552490	42.30	77.70	154903	84331	22.02	1699
231.7	120.0	5157	6552490	42.30	77.70	154903	84331	22.02	1699
340.0	120.0	5185	6590960	42.10	77.90	156552	84609	23.82	1703
448.3	120.0	5212	6619454	41.93	78.07	157871	84788	24.60	1705
556.7	120.0	5212	6619454	41.93	78.07	157871	84788	24.60	1705
665.0	120.0	5212	6619454	41.93	78.07	157871	84788	24.60	1705
773.3	120.0	5212	6619454	41.93	78.07	157871	84788	24.60	1705
881.7	120.0	5212	6619454	41.93	78.07	157871	84788	24.60	1705
990.0	120.0	5212	6619454	41.93	78.07	157871	84788	24.60	1705
1098.3	120.0	5212	6619454	41.93	78.07	157871	84788	24.60	1705
1206.7	120.0	5212	6619454	41.93	78.07	157871	84788	24.60	1705
1315.0	120.0	5212	6619454	41.93	78.07	157871	84788	24.60	1705
1423.3	120.0	5212	6619454	41.93	78.07	157871	84788	24.60	1705
1531.7	120.0	5212	6619454	41.93	78.07	157871	84788	24.60	1705

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

1640.0    120.0    5212    6619454    41.93    78.07    157871    84788    24.60    1705  
 Distanza cavo risultante dal lembo inferiore 17.32 cm (sezione di mezzeria)

**Perdite di tensione e tensioni iniziali**

PERDITE DI TENSIONE (cm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Rit	Elast	Visc	Rilass	TOTALE	6 c.p.e.	6 s.p.e.
15.0							
123.3	500.00	636.39	1463.69	560.00	3160.07	10839.92	11476.31
231.7	500.00	603.30	1387.59	560.00	3050.89	10949.11	11552.41
340.0	500.00	698.32	1606.14	560.00	3364.47	10635.53	11333.86
448.3	500.00	783.76	1802.64	560.00	3646.39	10353.61	11137.36
556.7	500.00	755.29	1737.16	560.00	3552.44	10447.56	11202.84
665.0	500.00	729.53	1677.91	560.00	3467.44	10532.56	11262.09
773.3	500.00	706.48	1624.91	560.00	3391.39	10608.61	11315.09
881.7	500.00	686.15	1578.13	560.00	3324.28	10675.72	11361.87
990.0	500.00	668.52	1537.60	560.00	3266.12	10733.88	11402.40
1098.3	500.00	653.61	1503.30	560.00	3216.91	10783.09	11436.70
1206.7	500.00	641.41	1475.24	560.00	3176.65	10823.35	11464.76
1315.0	500.00	631.92	1453.41	560.00	3145.33	10854.67	11486.59
1423.3	500.00	625.14	1437.82	560.00	3122.96	10877.04	11502.18
1531.7	500.00	621.07	1428.47	560.00	3109.54	10890.46	11511.53
1640.0	500.00	619.72	1425.35	560.00	3105.06	10894.94	11514.65

TENSIONI INIZIALI AL TAGLIO DEI TREFOLI (cm, daN, daNcm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	N0prec	M0prec	6sup	6inf	6't	6'c	
15.0							
123.3	501655	-11043964	-8.60	154.92	-2.09	58.90	c.a.p.
231.7	501655	-11043964	14.76	142.20	-1.58	67.31	c.a.p.
340.0	577244	-13748005	18.68	161.41	-1.17	76.94	c.a.p.
448.3	652832	-16062669	25.27	178.94	-0.86	87.60	c.a.p.
556.7	652832	-16062669	43.34	169.23	-0.66	94.36	c.a.p.
665.0	652832	-16062669	59.69	160.45	-0.50	100.50	c.a.p.
773.3	652832	-16062669	74.31	152.60	-0.38	106.00	c.a.p.
881.7	652832	-16062669	87.22	145.67	-0.28	110.87	c.a.p.
990.0	652832	-16062669	98.40	139.66	-0.20	115.10	c.a.p.
1098.3	652832	-16062669	107.86	134.58	-0.13	118.68	c.a.p.
1206.7	652832	-16062669	115.61	130.42	-0.08	121.61	c.a.p.
1315.0	652832	-16062669	121.63	127.19	-0.05	123.90	c.a.p.
1423.3	652832	-16062669	125.93	124.88	-0.02	125.53	c.a.p.
1531.7	652832	-16062669	128.51	123.49	-0.00	126.51	c.a.p.
1640.0	652832	-16062669	129.37	123.03	0.00	126.83	c.a.p.

**Tensioni di esercizio**

TENSIONI DI FASE 0 (montaggio) S.L.E. Quasi permanente - Frequente - Rara (SEZ ISOLATA) (cm, daN, daNcm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
15.0									
123.3	423476	-9322837	-3.35	128.65		-2.38	51.83		c.a.p.
231.7	426284	-9384656	19.82	116.88		-1.76	60.40		c.a.p.
340.0	481235	-11461412	27.19	128.29		-1.31	68.94		c.a.p.
448.3	534816	-13158938	36.88	137.90		-0.96	78.25		c.a.p.
556.7	537960	-13236304	54.64	129.29		-0.73	85.23		c.a.p.
665.0	540805	-13306301	70.70	121.50		-0.55	91.57		c.a.p.
773.3	543351	-13368930	85.08	114.53		-0.41	97.27		c.a.p.
881.7	545597	-13424191	97.76	108.38		-0.30	102.31		c.a.p.
990.0	547543	-13472084	108.76	103.05		-0.21	106.68		c.a.p.
1098.3	549190	-13512609	118.06	98.54		-0.14	110.39		c.a.p.
1206.7	550538	-13545765	125.67	94.85		-0.09	113.43		c.a.p.
1315.0	551586	-13571554	131.59	91.98		-0.05	115.79		c.a.p.
1423.3	552335	-13589974	135.81	89.93		-0.02	117.48		c.a.p.
1531.7	552784	-13601026	138.35	88.70		-0.01	118.50		c.a.p.
1640.0	552934	-13604710	139.20	88.29		0.00	118.84		c.a.p.

TENSIONI DI 2° FASE (permanenti) S.L.E. Quasi permanente - Frequente - Rara (SEZ MISTA) (cm, daN, daNcm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
15.0									
123.3	423476	-9322837	1.40	126.07		-3.20	54.46	0.00	c.a.p.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

231.7	426284	-9384656	28.98	111.89	-2.33	64.47	0.00	c.a.p.
340.0	481235	-11461412	40.39	121.15	-1.71	74.41	0.00	c.a.p.
448.3	534816	-13158938	53.79	128.82	-1.25	85.06	0.00	c.a.p.
556.7	537960	-13236304	74.97	118.37	-0.95	93.27	0.00	c.a.p.
665.0	540805	-13306301	94.12	108.92	-0.71	100.75	0.00	c.a.p.
773.3	543351	-13368930	111.26	100.47	-0.53	107.47	0.00	c.a.p.
881.7	545597	-13424191	126.39	93.01	-0.38	113.42	0.00	c.a.p.
990.0	547543	-13472084	139.49	86.54	-0.27	118.58	0.00	c.a.p.
1098.3	549190	-13512609	150.58	81.07	-0.18	122.96	0.00	c.a.p.
1206.7	550538	-13545765	159.66	76.60	-0.11	126.55	0.00	c.a.p.
1315.0	551586	-13571554	166.72	73.12	-0.06	129.34	0.00	c.a.p.
1423.3	552335	-13589974	171.76	70.63	-0.03	131.33	0.00	c.a.p.
1531.7	552784	-13601026	174.78	69.14	-0.01	132.53	0.00	c.a.p.
1640.0	552934	-13604710	175.79	68.64	0.00	132.93	0.00	c.a.p.

TENSIONI DI 3° FASE S.L.E. Quasi permanente (SEZ MISTA) (cm, daN, daNcm, daN/cm²))

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
15.0									
123.3	423476	-9322837	1.40	126.07		-3.20	54.46	0.00	c.a.p.
231.7	426284	-9384656	28.98	111.89		-2.33	64.47	0.00	c.a.p.
340.0	481235	-11461412	40.39	121.15		-1.71	74.41	0.00	c.a.p.
448.3	534816	-13158938	53.79	128.82		-1.25	85.06	0.00	c.a.p.
556.7	537960	-13236304	74.97	118.37		-0.95	93.27	0.00	c.a.p.
665.0	540805	-13306301	94.12	108.92		-0.71	100.75	0.00	c.a.p.
773.3	543351	-13368930	111.26	100.47		-0.53	107.47	0.00	c.a.p.
881.7	545597	-13424191	126.39	93.01		-0.38	113.42	0.00	c.a.p.
990.0	547543	-13472084	139.49	86.54		-0.27	118.58	0.00	c.a.p.
1098.3	549190	-13512609	150.58	81.07		-0.18	122.96	0.00	c.a.p.
1206.7	550538	-13545765	159.66	76.60		-0.11	126.55	0.00	c.a.p.
1315.0	551586	-13571554	166.72	73.12		-0.06	129.34	0.00	c.a.p.
1423.3	552335	-13589974	171.76	70.63		-0.03	131.33	0.00	c.a.p.
1531.7	552784	-13601026	174.78	69.14		-0.01	132.53	0.00	c.a.p.
1640.0	552934	-13604710	175.79	68.64		0.00	132.93	0.00	c.a.p.

TENSIONI DI 3° FASE S.L.E. Frequente (SEZ MISTA) (cm, daN, daNcm, daN/cm²))

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
15.0									
123.3	423476	-9322837	3.67	124.83		-3.62	55.75	6.56	c.a.p.
231.7	426284	-9384656	33.37	109.50		-2.62	66.44	12.66	c.a.p.
340.0	481235	-11461412	46.73	117.73		-1.91	77.04	18.11	c.a.p.
448.3	534816	-13158938	61.91	124.46		-1.40	88.33	23.04	c.a.p.
556.7	537960	-13236304	84.73	113.13		-1.05	97.14	27.70	c.a.p.
665.0	540805	-13306301	105.36	102.89		-0.79	105.16	31.91	c.a.p.
773.3	543351	-13368930	123.83	93.72		-0.58	112.37	35.67	c.a.p.
881.7	545597	-13424191	140.13	85.63		-0.42	118.75	39.00	c.a.p.
990.0	547543	-13472084	154.25	78.62		-0.30	124.29	41.88	c.a.p.
1098.3	549190	-13512609	166.20	72.69		-0.20	128.99	44.31	c.a.p.
1206.7	550538	-13545765	175.97	67.83		-0.12	132.84	46.31	c.a.p.
1315.0	551586	-13571554	183.58	64.06		-0.07	135.84	47.86	c.a.p.
1423.3	552335	-13589974	189.01	61.36		-0.03	137.98	48.97	c.a.p.
1531.7	552784	-13601026	192.27	59.74		-0.01	139.27	49.63	c.a.p.
1640.0	552934	-13604710	193.36	59.21		0.00	139.70	49.85	c.a.p.

TENSIONI DI 3° FASE S.L.E. Rara (SEZ MISTA) (cm, daN, daNcm, daN/cm²))

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
15.0									
123.3	423476	-9322837	12.78	119.87		-5.44	61.06	32.78	c.a.p.
231.7	426284	-9384656	50.95	99.93		-3.85	74.40	63.30	c.a.p.
340.0	481235	-11461412	72.08	104.03		-2.77	87.63	90.54	c.a.p.
448.3	534816	-13158938	94.39	107.02		-2.01	101.45	115.21	c.a.p.
556.7	537960	-13236304	123.76	92.17		-1.49	112.62	138.48	c.a.p.
665.0	540805	-13306301	150.33	78.74		-1.11	122.80	159.53	c.a.p.
773.3	543351	-13368930	174.11	66.72		-0.82	131.97	178.36	c.a.p.
881.7	545597	-13424191	195.09	56.11		-0.59	140.09	194.98	c.a.p.
990.0	547543	-13472084	213.27	46.92		-0.41	147.14	209.38	c.a.p.
1098.3	549190	-13512609	228.65	39.14		-0.27	153.12	221.57	c.a.p.
1206.7	550538	-13545765	241.24	32.78		-0.17	158.03	231.54	c.a.p.
1315.0	551586	-13571554	251.03	27.83		-0.09	161.84	239.29	c.a.p.
1423.3	552335	-13589974	258.02	24.30		-0.04	164.57	244.83	c.a.p.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

1531.7	552784	-13601026	262.22	22.18	-0.01	166.21	248.16	c.a.p.
1640.0	552934	-13604710	263.62	21.47	0.00	166.76	249.26	c.a.p.

**Armatura lenta ausiliaria**

X	ARM SUP (FASE 0)			ARM INF (FASE 3)		ARM SUP (FASE 3)		Afp	6sup	Traz	Afn	Afp
	6sup	Traz	Afn	Afp	6inf	Traz	Afn					
15.0	0.00	*****	*****	*****	0.00	*****	*****	*****	*****	c.a.p.p.	*****	*****
123.3	-8.60	*****	*****	*****	119.87	*****	*****	*****	12.78	*****	*****	*****
231.7	14.76	*****	*****	*****	99.93	*****	*****	*****	50.95	*****	*****	*****
340.0	18.68	*****	*****	*****	104.03	*****	*****	*****	72.08	*****	*****	*****
448.3	25.27	*****	*****	*****	107.02	*****	*****	*****	94.39	*****	*****	*****
556.7	43.34	*****	*****	*****	92.17	*****	*****	*****	123.76	*****	*****	*****
665.0	59.69	*****	*****	*****	78.74	*****	*****	*****	150.33	*****	*****	*****
773.3	74.31	*****	*****	*****	66.72	*****	*****	*****	174.11	*****	*****	*****
881.7	87.22	*****	*****	*****	56.11	*****	*****	*****	195.09	*****	*****	*****
990.0	98.40	*****	*****	*****	46.92	*****	*****	*****	213.27	*****	*****	*****
1098.3	107.86	*****	*****	*****	39.14	*****	*****	*****	228.65	*****	*****	*****
1206.7	115.61	*****	*****	*****	32.78	*****	*****	*****	241.24	*****	*****	*****
1315.0	121.63	*****	*****	*****	27.83	*****	*****	*****	251.03	*****	*****	*****
1423.3	125.93	*****	*****	*****	24.30	*****	*****	*****	258.02	*****	*****	*****
1531.7	128.51	*****	*****	*****	22.18	*****	*****	*****	262.22	*****	*****	*****
1640.0	129.37	*****	*****	*****	21.47	*****	*****	*****	263.62	*****	*****	*****

**Verifiche a fessurazione**

FESSURAZIONE S.L.E. Quasi permanente (cm, daNcm)

X	Mfess1	M 1° fase	Eta1/Amp	Mfess2	M 2° fase	Eta2/Amp	
15.0	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
123.3		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
231.7		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
340.0		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
448.3		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
556.7		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
665.0		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
773.3		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
881.7		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
990.0		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
1098.3		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
1206.7		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
1315.0		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
1423.3		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
1531.7		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
1640.0		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	

FESSURAZIONE S.L.E. Frequente (cm, daNcm)

X	Mfess1	M 1° fase	Eta1/Amp	Mfess2	M 2° fase	Eta2/Amp	
15.0	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
123.3		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
231.7		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
340.0		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
448.3		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
556.7		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
665.0		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
773.3		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
881.7		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
990.0		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
1098.3		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
1206.7		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
1315.0		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
1423.3		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
1531.7		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	
1640.0		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	

FESSURAZIONE S.L.E. Rara (cm, daNcm)

X	Mfess1	M 1° fase	Eta1/Amp	Mfess2	M 2° fase	Eta2/Amp	
15.0	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
123.3		amp fess	no decomp		amp fess	no decomp	

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

231.7	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr
340.0	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr
448.3	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr
556.7	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr
665.0	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr
773.3	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr
881.7	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr
990.0	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr
1098.3	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr
1206.7	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr
1315.0	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr
1423.3	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr
1531.7	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr
1640.0	amp fess	no decompr	amp fess	no decompr

**Verifiche a rottura**

**VERIFICHE DI 2° FASE (SEZIONE MISTA) (cm, daN, daNcm)**

X	epsc	epsf	hint	F	Mrott	Eta
15.0						
123.3	0.0035	0.0010	72.73	471509	34291320	7.16
231.7	0.0035	0.0010	72.52	472398	34259764	3.70
340.0	0.0035	0.0007	70.09	522430	36617832	2.74
448.3	0.0035	0.0005	67.28	567362	38174500	2.22
556.7	0.0035	0.0005	67.13	568374	38152188	1.85
665.0	0.0035	0.0005	66.98	569290	38131908	1.60
773.3	0.0035	0.0005	66.85	570110	38113732	1.43
881.7	0.0035	0.0005	66.74	570834	38097644	1.31
990.0	0.0035	0.0005	66.64	571462	38083712	1.22
1098.3	0.0035	0.0005	66.56	571993	38071872	1.15
1206.7	0.0035	0.0005	66.49	572427	38062080	1.10
1315.0	0.0035	0.0005	66.44	572766	38054528	1.07
1423.3	0.0035	0.0005	66.40	573008	38049196	1.04
1531.7	0.0035	0.0005	66.38	573153	38045944	1.03
1640.0	0.0035	0.0005	66.37	573201	38044852	1.02

**VERIFICHE DI 2° FASE (SLU sisma verticale) (SEZIONE MISTA) (cm, daN, daNcm)**

X	epsc	epsf	hint	F	Mrott	Eta
15.0						
123.3	0.0035	0.0010	72.73	471820	34313704	13.23
231.7	0.0035	0.0010	72.52	472999	34302932	6.85
340.0	0.0035	0.0007	70.08	523481	36683656	5.07
448.3	0.0035	0.0005	67.25	568924	38259572	4.11
556.7	0.0035	0.0005	67.08	570253	38254296	3.42
665.0	0.0035	0.0005	66.93	571456	38249372	2.97
773.3	0.0035	0.0005	66.80	572534	38244912	2.66
881.7	0.0035	0.0005	66.68	573485	38240892	2.43
990.0	0.0035	0.0005	66.58	574310	38237332	2.26
1098.3	0.0035	0.0005	66.49	575008	38234284	2.14
1206.7	0.0035	0.0005	66.42	575580	38231744	2.05
1315.0	0.0035	0.0005	66.37	576024	38229764	1.98
1423.3	0.0035	0.0005	66.33	576342	38228396	1.93
1531.7	0.0035	0.0005	66.31	576533	38227544	1.91
1640.0	0.0035	0.0005	66.30	576597	38227244	1.90

**Determinazione delle deformazioni (cm, cm)**

DEFORMAZIONE S.L.E. Quasi permanente (cm, cm)

X	w0	w0'	w1	w0'+1	w2	w0'+1+2	w3	wtot
15.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
123.3	-0.292	-0.217	0.000	-0.217	0.339	0.122	0.000	0.122
231.7	-0.545	-0.370	0.000	-0.370	0.673	0.303	0.000	0.303
340.0	-0.759	-0.461	0.000	-0.461	0.999	0.538	0.000	0.538
448.3	-0.932	-0.491	0.000	-0.491	1.313	0.822	0.000	0.822
556.7	-1.062	-0.463	0.000	-0.463	1.611	1.148	0.000	1.148
665.0	-1.155	-0.389	0.000	-0.389	1.890	1.501	0.000	1.501
773.3	-1.219	-0.285	0.000	-0.285	2.148	1.863	0.000	1.863

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

881.7	-1.260	-0.162	0.000	-0.162	2.381	2.219	0.000	2.219
990.0	-1.284	-0.033	0.000	-0.033	2.588	2.555	0.000	2.555
1098.3	-1.296	0.093	0.000	0.093	2.766	2.859	0.000	2.859
1206.7	-1.300	0.207	0.000	0.207	2.914	3.122	0.000	3.122
1315.0	-1.299	0.303	0.000	0.303	3.031	3.334	0.000	3.334
1423.3	-1.297	0.376	0.000	0.376	3.115	3.491	0.000	3.491
1531.7	-1.294	0.421	0.000	0.421	3.166	3.587	0.000	3.587
1640.0	-1.294	0.436	0.000	0.436	3.183	3.619	0.000	3.619

Le deformazioni di fase 0', 1, 2 e 3 sono moltiplicate per il coefficiente di viscosità

Le deformazioni di fase 0 sono calcolate con la precompressione iniziale

DEFORMAZIONE S.L.E. Frequente (cm, cm)

X	w0	w0'	w1	w0'+1	w2	w0'+1+2	w3	wtot
15.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
123.3	-0.292	-0.217	0.000	-0.217	0.339	0.122	0.163	0.285
231.7	-0.545	-0.370	0.000	-0.370	0.673	0.303	0.323	0.626
340.0	-0.759	-0.461	0.000	-0.461	0.999	0.538	0.480	1.018
448.3	-0.932	-0.491	0.000	-0.491	1.313	0.822	0.630	1.452
556.7	-1.062	-0.463	0.000	-0.463	1.611	1.148	0.773	1.922
665.0	-1.155	-0.389	0.000	-0.389	1.890	1.501	0.907	2.408
773.3	-1.219	-0.285	0.000	-0.285	2.148	1.863	1.031	2.894
881.7	-1.260	-0.162	0.000	-0.162	2.381	2.219	1.143	3.362
990.0	-1.284	-0.033	0.000	-0.033	2.588	2.555	1.242	3.797
1098.3	-1.296	0.093	0.000	0.093	2.766	2.859	1.328	4.187
1206.7	-1.300	0.207	0.000	0.207	2.914	3.122	1.399	4.521
1315.0	-1.299	0.303	0.000	0.303	3.031	3.334	1.455	4.789
1423.3	-1.297	0.376	0.000	0.376	3.115	3.491	1.495	4.986
1531.7	-1.294	0.421	0.000	0.421	3.166	3.587	1.520	5.106
1640.0	-1.294	0.436	0.000	0.436	3.183	3.619	1.528	5.147

Le deformazioni di fase 0', 1, 2 e 3 sono moltiplicate per il coefficiente di viscosità

Le deformazioni di fase 0 sono calcolate con la precompressione iniziale

DEFORMAZIONE S.L.E. Rara (cm, cm)

X	w0	w0'	w1	w0'+1	w2	w0'+1+2	w3	wtot
15.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
123.3	-0.292	-0.217	0.000	-0.217	0.339	0.122	0.354	0.476
231.7	-0.545	-0.370	0.000	-0.370	0.673	0.303	0.703	1.006
340.0	-0.759	-0.461	0.000	-0.461	0.999	0.538	1.043	1.581
448.3	-0.932	-0.491	0.000	-0.491	1.313	0.822	1.370	2.192
556.7	-1.062	-0.463	0.000	-0.463	1.611	1.148	1.681	2.829
665.0	-1.155	-0.389	0.000	-0.389	1.890	1.501	1.973	3.474
773.3	-1.219	-0.285	0.000	-0.285	2.148	1.863	2.241	4.104
881.7	-1.260	-0.162	0.000	-0.162	2.381	2.219	2.485	4.704
990.0	-1.284	-0.033	0.000	-0.033	2.588	2.555	2.701	5.255
1098.3	-1.296	0.093	0.000	0.093	2.766	2.859	2.887	5.746
1206.7	-1.300	0.207	0.000	0.207	2.914	3.122	3.041	6.163
1315.0	-1.299	0.303	0.000	0.303	3.031	3.334	3.163	6.497
1423.3	-1.297	0.376	0.000	0.376	3.115	3.491	3.251	6.742
1531.7	-1.294	0.421	0.000	0.421	3.166	3.587	3.304	6.890
1640.0	-1.294	0.436	0.000	0.436	3.183	3.619	3.321	6.940

Le deformazioni di fase 0', 1 e 2 sono moltiplicate per il coefficiente di viscosità

Le deformazioni di fase 0 sono calcolate con la precompressione iniziale

**Verifiche a taglio**

VERIFICA A TAGLIO AGLI STATI LIMITE ULTIMI (cm, cm<sup>2</sup>, cm, daN, daNcm, cm<sup>2</sup>)

X	Af	Dx	Vsdu	Tsdu	bmin	Af teor	Af long	μ	Vs/Vr+Ts/Tr	Vsdu1
15.0	1.01	10.0	45736	0	17.6	0.44	0.00	1.97		8547
123.3	1.01	10.0	42687	0	17.6					61063
231.7	0.39	10.0	39638	0	17.6					61063
340.0	0.39	10.0	36589	0	17.6					61063
448.3	0.39	10.0	33540	0	17.6					61063
556.7	0.39	10.0	30491	0	17.6					61063
665.0	0.39	10.0	27442	0	17.6					61063
773.3	0.39	10.0	24392	0	17.6					61063
881.7	0.39	10.0	21343	0	17.6					61063
990.0	0.39	10.0	18294	0	17.6					61063
1098.3	0.39	10.0	15245	0	17.6					61063

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

1206.7	0.39	10.0	12196	0	17.6	61063
1315.0	0.39	10.0	9147	0	17.6	61063
1423.3	0.39	10.0	6098	0	17.6	61063
1531.7	0.39	10.0	3049	0	17.6	61063
1640.0	0.39	10.0	0	0	17.6	61063

Af testata= 29.22 cm<sup>2</sup> (come da normativa Af=Vmax/fywd)  
 Area int 1° fase= 0 cm<sup>2</sup> - Spessore anulare 1° fase= 0.0 cm  
 Area int 2° fase= 0 cm<sup>2</sup> - Spessore anulare 2° fase= 0.0 cm  
 Carichi appesi= 0.00 daN/cm

## 8. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 23

### 8.1. RISPOSTA MODALE

#### Risposta modale

*Modo:* identificativo del modo di vibrare.  
*Periodo:* periodo. [s]

*Massa X:* massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.  
*Massa Y:* massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.  
*Massa Z:* massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.  
*Massa rot. X:* massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.  
*Massa rot. Y:* massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.  
*Massa rot. Z:* massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.  
*Massa sX:* massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.  
*Massa sY:* massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

#### Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.977666  
 Traslazione Y: 0.968889  
 Traslazione Z: 0  
 Rotazione X: 0.99927  
 Rotazione Y: 0.999548  
 Rotazione Z: 0.812586

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	1.446414345	0	0.56319904	0	0.746630603	0	0.317291616	0	0.56319904
2	1.410035398	0.564496722	0	0	0	0.736154476	0.059419031	0.564496722	0
3	1.394487562	0.000000002	0.000083205	0	0.000108423	0.000000003	0.171731067	0.000000002	0.000083205
4	1.032774161	0.225964162	0	0	0	0.248835011	0.023779687	0.225964162	0
5	0.997500363	0	0.234280232	0	0.239807436	0	0.129370351	0	0.234280232
6	0.960084113	0.000000043	0.000005249	0	0.000005429	0.000000033	0.000095009	0.000000043	0.000005249
7	0.166394356	0.148397819	0.00000024	0	0.000000019	0.012832965	0.015479597	0.148397819	0.00000024
8	0.135499963	0.000000406	0.171320432	0	0.012717789	0.000000031	0.09062599	0.000000406	0.171320432
9	0.098152314	0.038806677	0.000000368	0	0.000000019	0.001725014	0.004793743	0.038806677	0.000000368

### 8.2. VERIFICA EFFETTI DEL SECONDO ORDINE

#### Verifica effetti secondo ordine

*Quota inf.:* quota inferiore esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata, espressa con notazione breve. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

*Quota sup.:* quota superiore esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata, espressa con notazione breve. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

*Comb.:* combinazione.

*N.b.:* nome breve o compatto della combinazione di carico.

*Carico verticale:* carico verticale. [kN]

*Spostamento:* spostamento medio di interpiano. [m]

*Forza orizzontale totale:* forza orizzontale totale. [kN]

*Altezza del piano:* altezza del piano. [m]

*Theta:* coefficiente Theta formula [7.3.3] § 7.3.1. Il valore è adimensionale.

Quota inf.	Quota sup.	Comb.	Carico verticale	Spostamento	Forza orizzontale totale	Altezza del piano	Theta
		<b>N.b.</b>					
L1	L2	SLV 1	2942.73	0.08941	313.76	11.6	0.072
L1	L2	SLV 2	2942.73	0.08941	313.76	11.6	0.072
L1	L2	SLV 3	2942.73	0.08941	313.79	11.6	0.072
L1	L2	SLV 4	2942.73	0.08941	313.79	11.6	0.072
L1	L2	SLV 5	2942.73	0.09699	313.43	11.6	0.078
L1	L2	SLV 6	2942.73	0.09699	313.43	11.6	0.078
L1	L2	SLV 7	2942.73	0.09699	313.46	11.6	0.078
L1	L2	SLV 8	2942.73	0.09699	313.46	11.6	0.078
L1	L2	SLV 9	2942.73	0.09699	313.46	11.6	0.078
L1	L2	SLV 10	2942.73	0.09699	313.46	11.6	0.078
L1	L2	SLV 11	2942.73	0.09699	313.43	11.6	0.079
L1	L2	SLV 12	2942.73	0.09699	313.43	11.6	0.079
L1	L2	SLV 13	2942.73	0.08942	313.79	11.6	0.072
L1	L2	SLV 14	2942.73	0.08942	313.79	11.6	0.072
L1	L2	SLV 15	2942.73	0.08942	313.76	11.6	0.072
L1	L2	SLV 16	2942.73	0.08942	313.76	11.6	0.072

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**8.3. DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI**

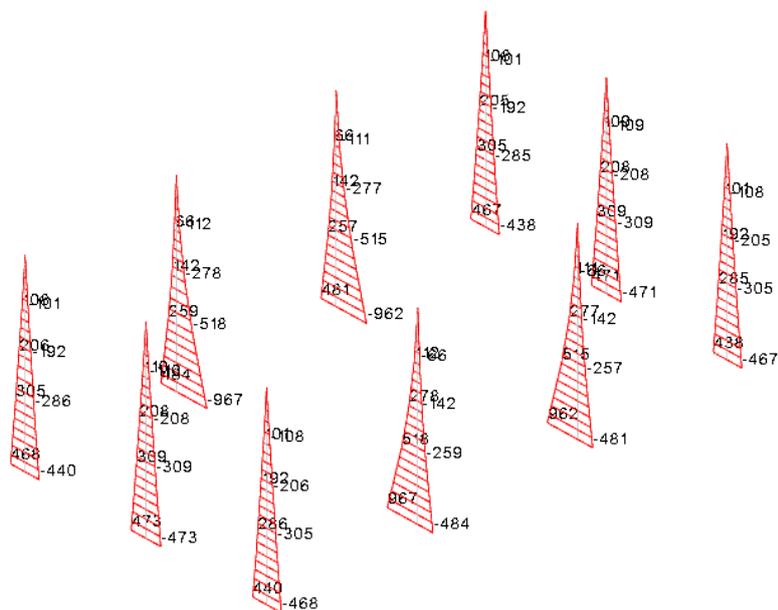


Figura 8.1 – Involuppo M2 massimi SLU – SLV sui pilastri KNm

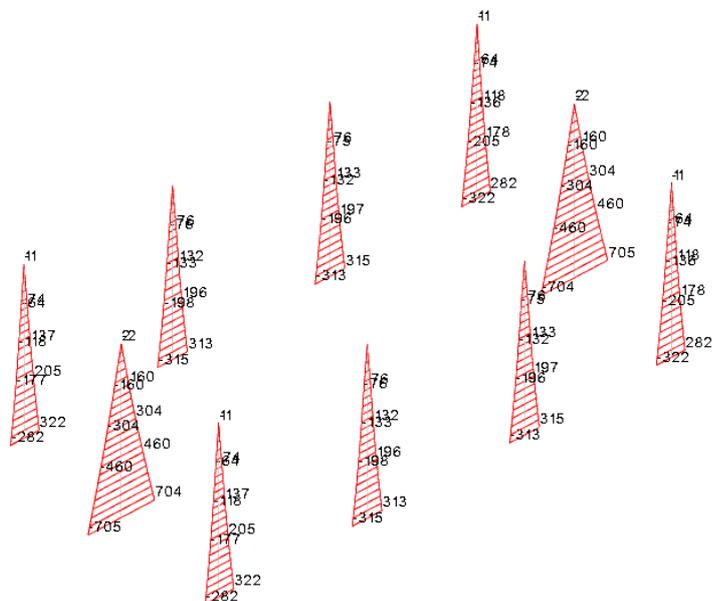


Figura 8.2 – Involuppo M3 massimi SLU – SLV sui pilastri KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

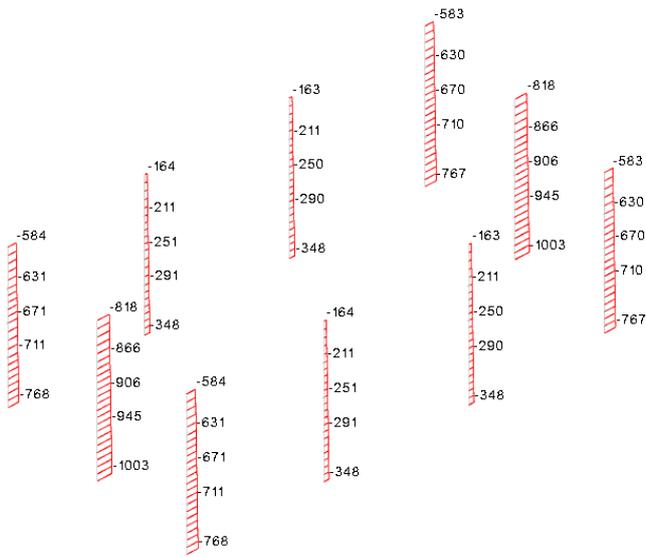
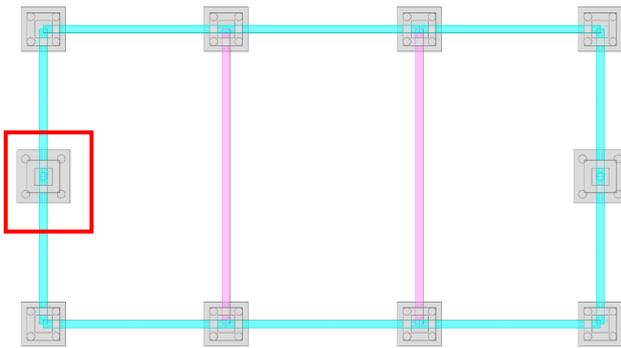


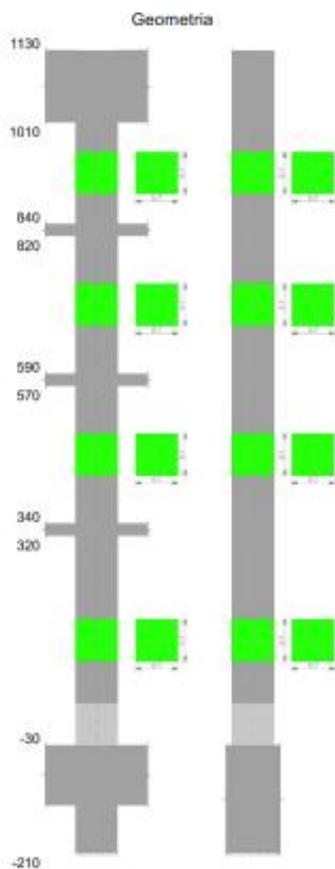
Figura 8.3 – Involuppo sforzo normale  $N$  SLU – SLV (KN)

**8.4. VERIFICA DI UN PILASTRO**



**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Pilastrata 2**



**Dati della pilastrata**

**Campate costituenti la pilastrata**

Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Esistente	Secondari	Dissipativi	Interna a parete	Sovrapposizione	Materiale CLS	Materiale Acciaio	FC
-0.3	3.2	8 70x70	No	No	S1	No		C45/55	B450C	
3.4	5.1	8 70x70	No	No	S1	No		C45/55	B450C	
5.9	8.2	8 70x70	No	No	S1	No		C45/55	B450C	
8.4	10.1	8 70x70	No	No	S1	No		C45/55	B450C	

**Dati relativi al confinamento di sezioni secondo D.M. 17-01-18 NTC §4.1.2.1.2.1**

Staffatura	quota	sommatoria BiQuadro	a,n	a,s	b,x	b,y	D0	σ,l	σ	σ,2	fck,c	sc2,c	scu2,c
Staffa ø10/10 4X 4V (-40/320)	-0.3	2938.874	0.8544	0.81582	0.58	0.58		2437	0.71344	1139	54345	-0.00283	-0.01112
Staffa ø8/20 2X 2V (120/320)	1.45	11720.821	0.42329	0.81458	0.582	0.582		311	0.24093	81	44056	-0.00304	-0.00384
Staffa ø8/5 2X 2V (320/340)	3.3	11720.821	0.42329	0.81583	0.582	0.582		1555	0.3877	603	48664	-0.902	-0.0035
Staffa ø8/20 2X 2V (340/570)	3.4	11720.821	0.42329	0.84385	0.582	0.582		338	0.27251	82	44111	-0.00204	-0.0039
Staffa ø8/10 2X 2V (570/590)	5.8	11720.821	0.42329	0.83554	0.582	0.582		777	0.35368	275	47025	-0.902	-0.0035
Staffa ø8/20 2X 2V (590/820)	5.9	11720.821	0.42329	0.84385	0.582	0.582		838	0.27251	82	44111	-0.00204	-0.0039

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Staffatura	quota	sommatoria BiQuadro	a,n	a,s	b,x	b,y	D0	a,l	a	a,2	fck,c	sc2,c	scu2,c
Staffa ø8/10 2X 2V (820/840)	8.3	11720.821	0.43229	0.83554	0.582	0.582		777	0.35368	275	47025	-0.002	-0.0035
Staffa ø8/24.3 2X 2V (840/1010 )	8.4	11720.821	0.43229	0.82625	0.582	0.582		320	0.24508	85	44074	-0.00204	-0.00387
Staffa ø8/24.3 2X 2V (840/1010 )	8.967	0	0	0.82625	0.582	0.582		320	0	0	45650	-0.002	-0.0035
Staffa ø8/24.3 2X 2V (840/1010 )	9.817	11537.813	0.43229	0.82625	0.582	0.582		320	0.27072	87	44083	-0.00204	-0.00388
Staffa ø8/15 2X 2V (1010/1130)	10.7	11537.813	0.43229	0.75887	0.582	0.582		518	0.32805	170	44500	-0.002	-0.0035

**Disposizione delle armature longitudinali**

Posizione	X	Y	Diametro	Area	Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Materiale
p.1	-0.2707	-0.2707	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	0.2707	-0.2707	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	0.2707	0.2707	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	-0.2707	0.2707	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	-0.273	-0.1425	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	-0.273	0	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	-0.273	0.1425	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	0.273	-0.1425	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	0.273	0	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	0.273	0.1425	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	-0.1425	-0.273	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	0	-0.273	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	0.1425	-0.273	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	-0.1425	0.273	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	0	0.273	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.1	0.1425	0.273	0.024	0.0004524	-1.3	3.4	R 70x70	B450C
p.2	-0.2707	-0.2707	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.2	0.2707	-0.2707	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.2	0.2707	0.2707	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.2	-0.2707	0.2707	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.2	-0.273	-0.095	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.2	-0.273	0	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.2	-0.273	0.095	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.2	0.273	-0.095	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.2	0.273	0	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.2	0.273	0.095	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.2	-0.095	-0.273	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.2	0.095	-0.273	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.2	-0.095	0.273	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.2	0.095	0.273	0.024	0.0004524	3.4	5.9	R 70x70	B450C
p.3	-0.2707	-0.2707	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.3	0.2707	-0.2707	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.3	0.2707	0.2707	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.3	-0.2707	0.2707	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.3	-0.273	-0.095	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.3	-0.273	0	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.3	-0.273	0.095	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.3	0.273	-0.095	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.3	0.273	0	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.3	0.273	0.095	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.3	-0.095	-0.273	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.3	0.095	-0.273	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.3	-0.095	0.273	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.3	0.095	0.273	0.024	0.0004524	5.9	8.4	R 70x70	B450C
p.4	-0.2685	-0.2685	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C
p.4	0.2685	-0.2685	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C
p.4	0.2685	0.2685	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C
p.4	-0.2685	0.2685	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C
p.5	-0.27	-0.095	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C
p.5	-0.27	0.095	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C
p.5	0.27	-0.095	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C
p.5	0.27	0.095	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C
p.5	-0.1425	-0.27	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C
p.5	0	-0.27	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C
p.5	0.1425	-0.27	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C
p.5	-0.1425	0.27	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C
p.5	0	0.27	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C
p.5	0.1425	0.27	0.03	0.0007069	8.4	10.332	R 70x70	B450C

**Controlli geometrici NTC18**

Nessuna anomalia

**Verifiche delle sezioni**

**Verifica a pressoflessione in SLU**

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	Mrdx	Mrdy	Comb.	Coeff.a.	Verifica
-0.3	0.006283	1.5	0	1	604.5968	-14.1613	-629.39	847.1623	-19.8423	SLU 5	1.401	SI
-0.61	0.007238	1.5	0	1	579.8113	-14.0809	-625.82	843.7738	-23.4056	SLU 5	1.662	SI
0.28	0.007238	1.5	0	1	555.2542	-14.0013	-622.28	871.8377	-24.5058	SLU 5	1.75	SI
0.58	0.007238	1.5	0	1	530.2403	-13.9201	-618.67	880.4196	-25.7385	SLU 5	1.849	SI
0.87	0.007238	1.5	0	1	505.4548	-13.8397	-615.1	889.9688	-27.1061	SLU 5	1.959	SI
1.16	0.007238	1.5	0	1	480.6693	-13.7594	-611.53	1000.6816	-28.6449	SLU 5	2.082	SI
1.45	0.007238	1.5	0	1	455.8838	-13.679	-607.95	875.7578	-29.278	SLU 5	2.14	SI
1.74	0.007238	1.5	0	1	431.0983	-13.5986	-604.38	888.3527	-31.1764	SLU 5	2.293	SI

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.a.	Verifica
2.03	0.007238	1.5	0	1	406.3128	-13.5182	-600.81	1001.6044	-33.3238	SLU 5	2.445	SI
2.33	0.007238	1.5	0	1	381.3273	-13.4378	-597.24	1016.3323	-35.7962	SLU 5	2.444	SI
2.62	0.007238	1.5	0	1	356.7417	-13.3574	-593.66	1032.0608	-38.6444	SLU 5	2.493	SI
2.91	0.007238	1.5	0	1	-337.9915	13.2777	-590.09	-1046.0932	41.2024	SLU 4	3.103	SI
3.2	0.007238	1.5	0	1	-319.0492	13.198	-586.58	-1058.8793	43.8023	SLU 4	3.319	SI
3.4	0.007238	2.6	0	1,2	-307.0418	11.4801	-584.01	-1069.1751	46.6721	SLU 4	3.482	SI
3.68	0.006335	2.6	0	1,2	-292.5162	11.4109	-580.54	-1033.0072	41.0033	SLU 4	3.531	SI
3.98	0.005383	2.6	0	1,2	-277.7334	11.5405	-577.02	-997.3777	41.4433	SLU 4	3.591	SI
4.28	0.005383	2.6	0	1,2	-262.9507	11.47	-573.5	-962.2373	41.9732	SLU 4	3.659	SI
4.55	0.005432	2.6	0	1,2	-248.168	11.3996	-569.98	-927.8671	42.4215	SLU 4	3.739	SI
4.84	0.005429	1.1	0	2	-233.3852	11.3291	-566.46	-893.8478	43.914	SLU 4	4.053	SI
5.13	0.005429	1.1	0	2	-218.6025	11.2587	-562.94	-866.784	49.7924	SLU 4	4.423	SI
5.41	0.005429	1.1	0	2	-203.8198	11.1883	-559.41	-843.6232	53.994	SLU 4	4.824	SI
5.7	0.005429	1.1	0	2	-189.0371	11.1179	-555.89	-822.5722	58.8907	SLU 4	5.296	SI
5.9	0.005429	2.2	0	2,3	-179.7058	11.0676	-553.38	-809.7672	62.1889	SLU 4	5.619	SI
6.19	0.005429	2.2	0	2,3	-168.4295	16.1435	-807.18	-1014.346	97.2224	SLU 22	6.022	SI
6.48	0.005429	2.2	0	2,3	-156.3594	16.052	-802.6	-995.7191	101.8304	SLU 22	6.344	SI
6.76	0.005429	2.2	0	2,3	-145.4892	15.9604	-798.02	-972.6842	106.7049	SLU 22	6.686	SI
7.05	0.005429	2.2	0	2,3	-134.019	15.8688	-793.44	-945.9511	112.0074	SLU 22	7.058	SI
7.34	0.005429	1.1	0	3	-122.5488	15.7772	-788.86	-913.5547	117.4133	SLU 22	7.455	SI
7.63	0.005429	1.1	0	3	-111.0787	15.6857	-784.28	-876.6731	123.797	SLU 22	7.882	SI
7.91	0.005429	1.1	0	3	-99.6085	15.5941	-779.71	-833.282	130.4536	SLU 22	8.346	SI
8.2	0.005429	1.1	0	3	-88.3378	15.5041	-775.21	-784.0074	137.6058	SLU 22	8.875	SI
8.48	0.005429	3.1	0	3,4,5	-81.1602	15.4372	-771.64	-747.5654	142.1765	SLU 22	9.21	SI
8.68	0.005451	3.1	0	3,4,5	-73.1644	15.3474	-767.37	-711.3688	149.2212	SLU 22	9.724	SI
8.97	0.005374	3.1	0	3,4,5	-65.2312	15.2584	-762.82	-658.4177	154.0117	SLU 22	10.094	SI
9.25	0.004094	3.1	0	3,4,5	-57.1913	15.1681	-758.41	-609.1463	161.5561	SLU 22	10.651	SI
9.53	0.004319	3.1	0	3,4,5	-49.4933	16.3235	-846.17	-328.8294	188.4851	SLU 27	11.149	SI
9.82	0.007789	2	0	4,5	-34.6703	16.8332	-841.66	-295.3252	201.5088	SLU 27	11.971	SI
10.1	0.009344	2	0	4,5	-19.9324	16.7448	-837.23	-254.3817	213.4994	SLU 27	12.742	SI

Verifica a pressoflessione in SLV con sollecitazioni da gerarchia secondo formula [C7.4.3]

E' attiva l'opzione fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q

Quota	As	%	At	Pos.	c.x	c.y	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	C.S.	Nmin	Nim	Comb.Nmin	Ver.	
-0.3	0.0054	1.5	0	1	1	1	704.6231	-141.871	-629.39	790.4073	-159.143	7	SLV 15	1.122	629.39	8239.06	SLV 3	SI
-0.01	0.0071	1.5	0	1	1	1	684.4622	-137.651	-625.82	900.9251	-181.184	7	SLV 15	1.316	625.82	8239.06	SLV 3	SI
0.28	0.0071	1.5	0	1	1	1	664.5287	-133.439	-622.28	905.4055	-181.929	7	SLV 15	1.363	622.28	8239.06	SLV 3	SI
0.58	0.0071	1.5	0	1	1	1	644.2747	-129.302	-618.67	910.6998	-182.773	2	SLV 15	1.414	618.67	8239.06	SLV 3	SI
0.87	0.0071	1.5	0	1	1	1	624.2568	-125.179	-615.1	916.1084	-183.703	4	SLV 15	1.468	615.1	8239.06	SLV 3	SI
1.16	0.0071	1.5	0	1	1	1	604.2986	-121.096	-611.53	921.9126	-184.744	2	SLV 15	1.526	611.53	8239.06	SLV 3	SI
1.45	0.0071	1.5	0	1	1	1	584.4026	-117.056	-607.95	896.8583	-177.638	3	SLV 15	1.588	607.95	8239.06	SLV 3	SI
1.74	0.0071	1.5	0	1	1	1	564.5802	-113.044	-604.38	891.7748	-178.589	6	SLV 15	1.58	604.38	8239.06	SLV 3	SI
2.03	0.0071	1.5	0	1	1	1	544.8376	-109.125	-600.81	896.907	-179.641	1	SLV 15	1.646	600.81	8239.06	SLV 3	SI
2.33	0.0071	1.5	0	1	1	1	525.1912	-105.248	-597.24	902.2119	-180.803	9	SLV 15	1.718	597.24	8239.06	SLV 3	SI
2.62	0.0071	1.5	0	1	1	1	505.6437	-101.449	-593.66	907.9258	-182.161	1	SLV 15	1.796	593.66	8239.06	SLV 3	SI
2.91	0.0071	1.5	0	1	1	1	486.2083	-97.7334	-590.09	914.0667	-183.737	7	SLV 15	1.88	590.09	8239.06	SLV 3	SI
3.2	0.0071	1.5	0	1	1	1	467.2228	-94.1599	-586.58	920.4854	-185.506	4	SLV 15	1.97	586.58	8239.06	SLV 3	SI
3.4	0.0071	2.6	0	1,2	1	1	453.5469	-91.5688	-584.01	926.4655	-187.048	7	SLV 15	2.043	584.01	8239.06	SLV 3	SI
3.69	0.0054	2.6	0	1,2	1	1	435.4266	-88.0703	-580.54	898.4398	-179.738	1	SLV 15	2.041	580.54	8239.06	SLV 3	SI
3.98	0.0054	2.6	0	1,2	1	1	417.0732	-84.5248	-577.02	850.7228	-172.409	1	SLV 15	2.04	577.02	8239.06	SLV 3	SI
4.26	0.0055	2.6	0	1,2	1	1	398.8187	-80.9941	-573.5	812.4072	-165.032	5	SLV 15	2.038	573.5	8239.06	SLV 3	SI
4.55	0.0055	2.6	0	1,2	1	1	380.6802	-77.4849	-569.98	774.1437	-157.575	9	SLV 15	2.034	569.98	8239.06	SLV 3	SI
4.84	0.0055	1.1	0	2	1	1	362.4911	-73.9992	-566.46	783.226	-159.809	1	SLV 15	2.18	566.46	8239.06	SLV 3	SI
5.13	0.0055	1.1	0	2	1	1	344.8159	-70.5349	-562.94	793.5807	-162.337	9	SLV 15	2.301	562.94	8239.06	SLV 3	SI
5.41	0.0055	1.1	0	2	1	1	327.1358	-67.1031	-559.41	805.0093	-165.124	4	SLV 15	2.461	559.41	8239.06	SLV 3	SI
5.7	0.0055	1.1	0	2	1	1	309.9453	-63.7618	-555.89	817.3844	-168.141	4	SLV 15	2.637	555.89	8239.06	SLV 3	SI
5.9	0.0055	2.2	0	2,3	1	1	291.4982	-61.2782	-553.38	827.211	-170.387	5	SLV 15	2.781	553.38	8239.06	SLV 3	SI
6.19	0.0055	2.2	0	2,3	1	1	281.0046	-57.9151	-549.92	840.8848	-173.106	4	SLV 15	2.992	549.92	8239.06	SLV 3	SI
6.48	0.0055	2.2	0	2,3	1	1	264.2686	-54.4952	-546.4	854.7535	-176.26	3	SLV 15	3.234	546.4	8239.06	SLV 3	SI
6.76	0.0055	2.2	0	2,3	1	1	247.5918	-51.0787	-542.88	869.8165	-179.444	9	SLV 15	3.513	542.88	8239.06	SLV 3	SI
7.05	0.0055	2.2	0	2,3	1	1	230.9887	-47.6663	-539.35	887.5963	-183.162	4	SLV 15	3.843	539.35	8239.06	SLV 3	SI
7.34	0.0055	1.1	0	3	1	1	214.4738	-44.2588	-535.83	906.9721	-187.162	9	SLV 15	4.229	535.83	8239.06	SLV 3	SI
7.63	0.0055	1.1	0	3	1	1	198.0723	-40.8577	-532.31	926.994	-191.217	4	SLV 15	4.68	532.31	8239.06	SLV 3	SI
7.91	0.0055	1.1	0	3	1	1	181.8115	-37.4644	-528.79	950.2533	-195.811	1	SLV 15	5.227	528.79	8239.06	SLV 3	SI
8.2	0.0055	1.1	0	3	1	1	166.0128	-34.1402	-525.33	972.194	-199.929	6	SLV 15	5.856	525.33	8239.06	SLV 3	SI
8.4	0.0055	3.1	0	3,4,5	1	1	154.5356	-31.7558	-522.76	985.2727	-202.465	8	SLV 15	6.376	522.76	8239.06	SLV 3	SI
8.68	0.0055	3.1	0	3,4,5	1	1	139.333	-28.6615	-519.3	1014.910	-206.771	9	SLV 15	7.284	519.3	8239.06	SLV 3	SI
8.97	0.0055	3.1	0	3,4,5	1	1	-124.268	25.5948	-515.87	-1009.22	207.8439	51	SLV 1	8.121	515.87	8239.06	SLV 3	SI
9.25	0.004	3.1	0	3,4,5	1	1	-109.903	22.4869	-512.4	-1055.78	207.4886	84	SLV 1	9.227	512.4	8239.06	SLV 3	SI

**IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)**

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Quota	Ax	%	At	Pos.	ax	ay	Mx	My	N	M/Rdx	M/Rdy	Comb.	C.S.	Nmin	Nlim	Comb.Nmin	Ver.
9.53	0.006	3.1	0	3,4,5	1	1	-93.7393	19.3789	-508.93	-979.803	202.557	SLV 1	10.452	508.93	8239.06	SLV 3	SI
9.82	0.007	2	0	4,5	1	1	-78.475	16.271	-505.46	-1003.20	208.0038	SLV 1	12.784	505.46	8239.06	SLV 3	SI
10.1	0.009	2	0	4,5	1	1	-63.4805	13.2179	-502.05	-965.257	200.9856	SLV 1	15.206	502.05	8239.06	SLV 3	SI

**Verifica di duttilità secondo D.M. 17-01-18 NTC §7.4.4.2.2 valutata separatamente per le due direzioni principali di verifica**

E' attiva l'opzione fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q

Quota	Mx	My	N	dir.	μp	lim. μp [7.4.3]	coeff. μp	comb. μp	Verifica
-0.3	704.46821	141.64117	-629.391	X	12.3261	4.8	2.568	SLV 13	SI
-0.3	704.46821	141.64117	-629.391	Y	12.3261	4.8	2.568	SLV 13	SI

**Verifica a taglio in famiglia SLU**

Quota	Staffe	V	N	Direz. X					Cot	c.s.	V	N	Direz. Y					Verifica		
				Comb.	V/Rd	V/Rd	V/Rcd	Cot					Comb.	V/Rd	V/Rd	V/Rcd	Cot		c.s.	
-0.3	4X/4Y ø10/10	-17.42	-818.2	SLU 16	239.01	1557.2	1682.9	4	2.5	88.36	-84.98	-818.2	SLU 19	239.01	1557.2	1682.9	4	2.5	18.32	SI
-0.01	4X/4Y ø10/10	-17.42	-813.5	SLU 16	288.34	1557.2	1682.9	4	2.5	88.36	-84.98	-813.5	SLU 19	288.34	1557.2	1682.9	4	2.5	18.32	SI
0.28	4X/4Y ø10/10	-17.42	-808.9	SLU 16	287.67	1557.2	1682.2	5	2.5	88.36	-84.98	-808.9	SLU 19	287.67	1557.2	1682.2	5	2.5	18.32	SI
0.58	4X/4Y ø10/10	-17.42	-804.2	SLU 16	286.98	1557.2	1681.5	6	2.5	88.36	-84.98	-804.2	SLU 19	286.98	1557.2	1681.5	6	2.5	18.32	SI
0.87	4X/4Y ø10/10	-17.42	-799.6	SLU 16	286.31	1557.2	1680.8	7	2.5	88.36	-84.98	-799.6	SLU 19	286.31	1557.2	1680.8	7	2.5	18.32	SI
1.16	4X/4Y ø10/10	-17.42	-794.9	SLU 16	285.63	1557.2	1680.1	8	2.5	88.36	-84.98	-794.9	SLU 19	285.63	1557.2	1680.1	8	2.5	18.32	SI
1.45	2X/2Y ø8/25	-17.42	-607.9	SLU 2	244.91	199.33	1413.9	7	2.5	13.78	-84.98	-607.9	SLU 5	244.91	199.33	1413.9	7	2.5	2.88	SI
1.74	2X/2Y ø8/25	-17.42	-604.3	SLU 2	244.39	199.33	1413.4	8	2.5	13.87	-84.98	-604.3	SLU 5	244.39	199.33	1413.4	8	2.5	2.88	SI
2.03	2X/2Y ø8/25	-17.42	-600.8	SLU 2	243.87	199.33	1412.9	9	2.5	13.84	-84.98	-600.8	SLU 5	243.87	199.33	1412.9	9	2.5	2.87	SI
2.33	2X/2Y ø8/25	-17.42	-597.2	SLU 2	243.35	199.33	1412.3	10	2.5	13.81	-84.98	-597.2	SLU 5	243.35	199.33	1412.3	10	2.5	2.86	SI
2.62	2X/2Y ø8/25	-17.42	-593.6	SLU 2	242.83	199.33	1411.8	11	2.5	13.78	-84.98	-593.6	SLU 5	242.83	199.33	1411.8	11	2.5	2.86	SI
2.91	2X/2Y ø8/25	-17.42	-590.0	SLU 2	242.31	199.33	1411.2	12	2.5	13.75	-84.98	-590.0	SLU 5	242.31	199.33	1411.2	12	2.5	2.85	SI
3.2	2X/2Y ø8/25	-17.42	-586.5	SLU 2	241.8	199.33	1410.7	13	2.5	13.72	-84.98	-586.5	SLU 5	241.8	199.33	1410.7	13	2.5	2.85	SI
3.4	2X/2Y ø8/23	-17.58	-584.0	SLU 2	241.51	216.66	1411.9	14	2.5	13.74	-61.94	-584.0	SLU 5	241.51	216.66	1411.9	14	2.5	3.9	SI
3.69	2X/2Y ø8/23	-17.58	-580.5	SLU 2	241.01	216.66	1411.4	15	2.5	13.71	-61.94	-580.5	SLU 5	241.01	216.66	1411.4	15	2.5	3.89	SI
3.98	2X/2Y ø8/23	-17.58	-577.0	SLU 2	240.5	216.66	1410.8	16	2.5	13.68	-61.94	-577.0	SLU 5	240.5	216.66	1410.8	16	2.5	3.88	SI
4.26	2X/2Y ø8/23	-17.58	-573.5	SLU 2	239.98	216.66	1410.3	17	2.5	13.65	-61.94	-573.5	SLU 5	239.98	216.66	1410.3	17	2.5	3.87	SI
4.55	2X/2Y ø8/23	-17.58	-569.9	SLU 2	239.47	216.66	1409.8	18	2.5	13.62	-61.94	-569.9	SLU 5	239.47	216.66	1409.8	18	2.5	3.87	SI
4.84	2X/2Y ø8/23	-17.58	-566.4	SLU 2	238.96	216.66	1409.2	19	2.5	13.59	-61.94	-566.4	SLU 5	238.96	216.66	1409.2	19	2.5	3.86	SI
5.13	2X/2Y ø8/23	-17.58	-562.9	SLU 2	238.45	216.66	1408.7	20	2.5	13.56	-61.94	-562.9	SLU 5	238.45	216.66	1408.7	20	2.5	3.85	SI
5.41	2X/2Y ø8/23	-17.58	-559.4	SLU 2	237.93	216.66	1408.2	21	2.5	13.53	-61.94	-559.4	SLU 5	237.93	216.66	1408.2	21	2.5	3.84	SI
5.7	2X/2Y ø8/23	-17.58	-555.9	SLU 2	237.43	216.66	1407.7	22	2.5	13.51	-61.94	-555.9	SLU 5	237.43	216.66	1407.7	22	2.5	3.83	SI
5.9	2X/2Y ø8/23	-17.52	-553.3	SLU 2	237.04	216.66	1407.3	23	2.5	13.53	39.9	-553.3	SLU 4	237.04	216.66	1407.3	23	2.5	5.94	SI
6.19	2X/2Y ø8/23	-17.52	-549.9	SLU 2	236.55	216.66	1406.8	24	2.5	13.5	39.9	-549.9	SLU 4	236.55	216.66	1406.8	24	2.5	5.93	SI
6.48	2X/2Y ø8/23	-17.52	-546.4	SLU 2	236.04	216.66	1406.2	25	2.5	13.47	39.9	-546.4	SLU 4	236.04	216.66	1406.2	25	2.5	5.92	SI
6.76	2X/2Y ø8/23	-17.52	-542.8	SLU 2	235.53	216.66	1405.7	26	2.5	13.45	39.9	-542.8	SLU 4	235.53	216.66	1405.7	26	2.5	5.9	SI
7.05	2X/2Y ø8/23	-17.52	-539.3	SLU 2	235.01	216.66	1405.2	27	2.5	13.42	39.9	-539.3	SLU 4	235.01	216.66	1405.2	27	2.5	5.89	SI
7.34	2X/2Y ø8/23	-17.52	-535.8	SLU 2	234.5	216.66	1404.6	28	2.5	13.39	39.9	-535.8	SLU 4	234.5	216.66	1404.6	28	2.5	5.88	SI
7.63	2X/2Y ø8/23	-17.52	-532.3	SLU 2	233.99	216.66	1404.1	29	2.5	13.34	39.9	-532.3	SLU 4	233.99	216.66	1404.1	29	2.5	5.84	SI
7.91	2X/2Y ø8/23	-17.52	-528.7	SLU 2	233.47	216.66	1403.6	30	2.5	13.33	39.9	-528.7	SLU 4	233.47	216.66	1403.6	30	2.5	5.85	SI
8.2	2X/2Y ø8/23	-17.52	-525.3	SLU 2	232.97	216.66	1403.1	31	2.5	13.3	39.9	-525.3	SLU 4	232.97	216.66	1403.1	31	2.5	5.84	SI
8.4	2X/2Y ø8/24.3	-17.47	-522.7	SLU 2	232.53	205.19	1401.6	32	2.5	13.31	28.38	-522.7	SLU 4	232.53	205.19	1401.6	32	2.5	8.19	SI
8.68	2X/2Y ø8/24.3	-17.47	-519.3	SLU 2	232.03	205.19	1401.1	33	2.5	13.28	28.38	-519.3	SLU 4	232.03	205.19	1401.1	33	2.5	8.18	SI
8.97	2X/2Y ø8/24.3	-17.47	-515.9	SLU 2	231.51	205.19	1398.4	34	2.5	13.21	28.38	-515.9	SLU 4	231.51	205.19	1398.4	34	2.5	8.13	SI
9.25	2X/2Y ø8/24.3	-17.47	-512.4	SLU 2	231.01	205.19	1387.9	35	2.5	13.19	28.38	-512.4	SLU 4	231.01	205.19	1387.9	35	2.5	8.12	SI
9.53	2X/2Y ø8/24.3	-17.47	-508.9	SLU 2	229.9	205.19	1387.4	36	2.5	13.16	28.38	-508.9	SLU 4	229.9	205.19	1387.4	36	2.5	8.1	SI
9.82	2X/2Y ø8/24.3	-17.47	-505.4	SLU 2	229.04	204.3	1391.8	37	2.5	13.13	28.38	-505.4	SLU 4	229.04	204.3	1391.8	37	2.5	8.07	SI
10.1	2X/2Y ø8/24.3	-17.47	-502.0	SLU 2	228.55	204.1	1391.3	38	2.5	13.08	28.38	-502.0	SLU 4	228.55	204.1	1391.3	38	2.5	8.05	SI

**Verifica a taglio secondo D.M. 17-01-18 §7.4.5.3 in famiglia SLV**

Quota	Staffe	amp.	V	N	Direz. X					Cot	c.s.	amp.	V	N	Direz. Y					Verifica		
					Comb.	V/Rd	V/Rd	V/Rcd	Cot						Comb.	V/Rd	V/Rd	V/Rcd	Cot		c.s.	
-0.1	4X/4Y ø10/10	2.5	-53.1	-629.	SLV	261.5	1557.	1655.	2	2.5	29.28	2.5	-71.5	-629.	SLV	261.5	1557.	1655.	2	2.5	21.76	SI
-0.1	4X/4Y ø10/10	2.5	-53.1	-625.	SLV	261	1557.	1654.	2	2.5	29.28	2.5	-71.5	-625.	SLV	261	1557.	1654.	2	2.5	21.76	SI
0.28	4X/4Y ø10/10	2.5	-53.1	-622.	SLV	260.4	1557.	1654.	2	2.5	29.28	2.5	-71.5	-622.	SLV	260.4	1557.	1654.	2	2.5	21.76	SI

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Quota	Staffa	amp.	V	N	Comb.	VfRd	VfRad	VfRcd	Cot	c.s.	amp.	V	N	Comb.	VfRd	VfRad	VfRcd	Cot	c.s.
0.58	4X/4Y ø10/10	2.5	-53.1	-618.	SLV	259.9	1557.	1653.	2.5	29.28	2.5	-71.5	-618.	SLV	259.9	1557.	1653.	2.5	29.28
				67	5-7.4.5.3	6	24	59					67	15-7.4.5.3	6	24	59		
0.87	4X/4Y ø10/10	2.5	-53.1	-615.	SLV	259.4	1557.	1653.	2.5	29.28	2.5	-71.5	-615.	SLV	259.4	1557.	1653.	2.5	29.28
				3	5-7.4.5.3	4	24	65					3	15-7.4.5.3	4	24	65		
1.16	4X/4Y ø10/10	2.5	-53.1	-611.	SLV	258.9	1557.	1652.	2.5	29.28	2.5	-71.5	-611.	SLV	258.9	1557.	1652.	2.5	29.28
				8	5-7.4.5.3	2	24	51					8	15-7.4.5.3	2	24	51		
1.45	2X/2Y ø8/25	2.5	-53.1	-607.	SLV	244.9	199.3	1413.	2.5	4.61	2.5	-71.5	-607.	SLV	244.9	199.3	1413.	2.5	4.61
				8	5-7.4.5.3	1	3	97					8	15-7.4.5.3	1	3	97		
1.74	2X/2Y ø8/25	2.5	-53.1	-604.	SLV	244.3	199.3	1413.	2.5	4.6	2.5	-71.5	-604.	SLV	244.3	199.3	1413.	2.5	4.6
				8	5-7.4.5.3	9	3	43					8	15-7.4.5.3	9	3	43		
2.03	2X/2Y ø8/25	2.5	-53.1	-600.	SLV	243.8	199.3	1412.	2.5	4.59	2.5	-71.5	-600.	SLV	243.8	199.3	1412.	2.5	4.59
				8	5-7.4.5.3	7	3	89					8	15-7.4.5.3	7	3	89		
2.33	2X/2Y ø8/25	2.5	-53.1	-597.	SLV	243.3	199.3	1412.	2.5	4.58	2.5	-71.5	-597.	SLV	243.3	199.3	1412.	2.5	4.58
				8	5-7.4.5.3	5	3	36					8	15-7.4.5.3	5	3	36		
2.62	2X/2Y ø8/25	2.5	-53.1	-593.	SLV	242.8	199.3	1411.	2.5	4.57	2.5	-71.5	-593.	SLV	242.8	199.3	1411.	2.5	4.57
				8	5-7.4.5.3	3	3	82					8	15-7.4.5.3	3	3	82		
2.91	2X/2Y ø8/25	2.5	-53.1	-590.	SLV	242.3	199.3	1411.	2.5	4.56	2.5	-71.5	-590.	SLV	242.3	199.3	1411.	2.5	4.56
				8	5-7.4.5.3	1	3	28					8	15-7.4.5.3	1	3	28		
3.2	2X/2Y ø8/25	2.5	-53.1	-586.	SLV	241.8	199.3	1410.	2.5	4.55	2.5	-71.5	-586.	SLV	241.8	199.3	1410.	2.5	4.55
				8	5-7.4.5.3	3	3	75					8	15-7.4.5.3	3	3	75		
3.4	2X/2Y ø8/25	2.5	-43.2	-584.	SLV	241.5	216.6	1411.	2.5	5.58	2.5	-67.5	-584.	SLV	241.5	216.6	1411.	2.5	5.58
				8	5-7.4.5.3	1	6	94					8	15-7.4.5.3	1	6	94		
3.69	2X/2Y ø8/25	2.5	-43.2	-580.	SLV	241.0	216.6	1411.	2.5	5.57	2.5	-67.5	-580.	SLV	241.0	216.6	1411.	2.5	5.57
				8	5-7.4.5.3	1	6	42					8	15-7.4.5.3	1	6	42		
3.98	2X/2Y ø8/25	2.5	-43.2	-577.	SLV	240.5	216.6	1410.	2.5	5.56	2.5	-67.5	-577.	SLV	240.5	216.6	1410.	2.5	5.56
				8	5-7.4.5.3	6	6	89					8	15-7.4.5.3	6	6	89		
4.26	2X/2Y ø8/25	2.5	-43.2	-573.	SLV	239.9	216.6	1410.	2.5	5.54	2.5	-67.5	-573.	SLV	239.9	216.6	1410.	2.5	5.54
				8	5-7.4.5.3	8	6	35					8	15-7.4.5.3	8	6	35		
4.55	2X/2Y ø8/25	2.5	-43.2	-569.	SLV	239.4	216.6	1409.	2.5	5.53	2.5	-67.5	-569.	SLV	239.4	216.6	1409.	2.5	5.53
				8	5-7.4.5.3	7	6	74					8	15-7.4.5.3	7	6	74		
4.84	2X/2Y ø8/25	2.5	-43.2	-566.	SLV	238.9	216.6	1409.	2.5	5.52	2.5	-67.5	-566.	SLV	238.9	216.6	1409.	2.5	5.52
				8	5-7.4.5.3	6	6	29					8	15-7.4.5.3	6	6	29		
5.13	2X/2Y ø8/25	2.5	-43.2	-562.	SLV	238.4	216.6	1408.	2.5	5.51	2.5	-67.5	-562.	SLV	238.4	216.6	1408.	2.5	5.51
				8	5-7.4.5.3	5	6	76					8	15-7.4.5.3	5	6	76		
5.41	2X/2Y ø8/25	2.5	-43.2	-559.	SLV	237.9	216.6	1408.	2.5	5.5	2.5	-67.5	-559.	SLV	237.9	216.6	1408.	2.5	5.5
				8	5-7.4.5.3	3	6	23					8	15-7.4.5.3	3	6	23		
5.7	2X/2Y ø8/25	2.5	-43.2	-555.	SLV	237.4	216.6	1407.	2.5	5.49	2.5	-67.5	-555.	SLV	237.4	216.6	1407.	2.5	5.49
				8	5-7.4.5.3	3	6	74					8	15-7.4.5.3	3	6	74		
5.9	2X/2Y ø8/25	2.5	-39.9	-553.	SLV	237.0	216.6	1407.	2.5	5.94	2.5	-59.7	-553.	SLV	237.0	216.6	1407.	2.5	5.94
				2	38	5-7.4.5.3	6	32					2	38	5-7.4.5.3	6	32		
6.19	2X/2Y ø8/25	2.5	-39.9	-549.	SLV	236.5	216.6	1406.	2.5	5.93	2.5	-59.7	-549.	SLV	236.5	216.6	1406.	2.5	5.93
				2	92	5-7.4.5.3	5	6					2	92	5-7.4.5.3	5	6		
6.48	2X/2Y ø8/25	2.5	-39.9	-546.	SLV	236.0	216.6	1406.	2.5	5.91	2.5	-59.7	-546.	SLV	236.0	216.6	1406.	2.5	5.91
				2	4	5-7.4.5.3	4	6					2	4	5-7.4.5.3	4	6		
6.76	2X/2Y ø8/25	2.5	-39.9	-542.	SLV	235.5	216.6	1405.	2.5	5.9	2.5	-59.7	-542.	SLV	235.5	216.6	1405.	2.5	5.9
				2	98	5-7.4.5.3	3	6					2	98	5-7.4.5.3	3	6		
7.05	2X/2Y ø8/25	2.5	-39.9	-539.	SLV	235.0	216.6	1405.	2.5	5.89	2.5	-59.7	-539.	SLV	235.0	216.6	1405.	2.5	5.89
				2	35	5-7.4.5.3	1	6					2	35	5-7.4.5.3	1	6		
7.34	2X/2Y ø8/25	2.5	-39.9	-535.	SLV	234.5	216.6	1404.	2.5	5.87	2.5	-59.7	-535.	SLV	234.5	216.6	1404.	2.5	5.87
				2	83	5-7.4.5.3	6	68					2	83	5-7.4.5.3	6	68		
7.63	2X/2Y ø8/25	2.5	-39.9	-532.	SLV	233.9	216.6	1404.	2.5	5.86	2.5	-59.7	-532.	SLV	233.9	216.6	1404.	2.5	5.86
				2	31	5-7.4.5.3	9	6					2	31	5-7.4.5.3	9	6		
7.91	2X/2Y ø8/25	2.5	-39.9	-529.	SLV	233.4	216.6	1403.	2.5	5.85	2.5	-59.7	-529.	SLV	233.4	216.6	1403.	2.5	5.85
				2	98	5-7.4.5.3	7	6					2	98	5-7.4.5.3	7	6		
8.2	2X/2Y ø8/25	2.5	-39.9	-525.	SLV	232.9	216.6	1403.	2.5	5.84	2.5	-59.7	-525.	SLV	232.9	216.6	1403.	2.5	5.84
				2	33	5-7.4.5.3	7	6					2	33	5-7.4.5.3	7	6		
8.4	2X/2Y ø8/24.3	2.5	-36.5	-522.	SLV	232.5	205.1	1401.	2.5	6.37	2.5	-53.8	-522.	SLV	232.5	205.1	1401.	2.5	6.37
				2	76	5-7.4.5.3	3	9					2	76	5-7.4.5.3	3	9		
8.68	2X/2Y ø8/24.3	2.5	-36.5	-519.	SLV	232.0	205.1	1401.	2.5	6.35	2.5	-53.8	-519.	SLV	232.0	205.1	1401.	2.5	6.35
				2	3	5-7.4.5.3	3	9					2	3	5-7.4.5.3	3	9		
8.97	2X/2Y ø8/24.3	2.5	-36.5	-515.	SLV	231.8	205.1	1398.	2.5	6.32	2.5	-53.8	-515.	SLV	231.8	205.1	1398.	2.5	6.32
				2	79	5-7.4.5.3	1	9					2	79	5-7.4.5.3	1	9		
9.25	2X/2Y ø8/24.3	2.5	-36.5	-512.	SLV	231.3	205.1	1397.	2.5	6.31	2.5	-53.8	-512.	SLV	231.3	205.1	1397.	2.5	6.31
				2	4	5-7.4.5.3	1	9					2	4	5-7.4.5.3	1	9		
9.53	2X/2Y ø8/24.3	2.5	-36.5	-508.	SLV	229.8	205.1	1397.	2.5	6.29	2.5	-53.8	-508.	SLV	229.8	205.1	1397.	2.5	6.29
				2	93	5-7.4.5.3	9	41					2	93	5-7.4.5.3	9	41		
9.82	2X/2Y ø8/24.3	2.5	-36.5	-505.	SLV	229.0	204.1	1391.	2.5	6.27	2.5	-53.8	-505.	SLV	229.0	204.1	1391.	2.5	6.27
				2	46	5-7.4.5.3	4	87					2	46	5-7.4.5.3	4	87	</	

**IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)**

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Quota	Mx	My	N	Comb.	σc,max	Mx	My	N	Comb.	σf,max	Verifica
1.74	297.4132	-0.0004	-645.9	SLE RA 9	-9943	297.4168	-0.0004	-604.39	SLE RA 5	117453	SI
2.03	270.8909	-0.0005	-642.33	SLE RA 9	-9440	270.8923	-0.0005	-600.81	SLE RA 5	104953	SI
2.33	254.3665	-0.0005	-658.76	SLE RA 9	-8931	254.3679	-0.0005	-597.24	SLE RA 5	96524	SI
2.62	237.8422	-0.0005	-655.18	SLE RA 9	-8417	237.8435	-0.0005	-593.66	SLE RA 5	86181	SI
2.91	-224.714	0.0005	-651.61	SLE RA 9	-8000	-224.7127	0.0005	-590.09	SLE RA 4	79118	SI
3.2	-212.6845	0.0004	-648.1	SLE RA 9	-7615	-212.6852	0.0004	-586.58	SLE RA 4	70446	SI
3.4	-204.682	0.0004	-645.53	SLE RA 9	-7350	-204.6808	0.0004	-584.01	SLE RA 4	65901	SI
3.69	-194.9989	0.0004	-642.34	SLE RA 9	-7187	-194.9978	0.0004	-580.54	SLE RA 4	63548	SI
3.98	-185.1444	0.0004	-638.54	SLE RA 9	-7006	-185.1433	0.0004	-577.02	SLE RA 4	60452	SI
4.26	-175.2899	0.0004	-635.02	SLE RA 9	-6811	-175.2889	0.0004	-573.5	SLE RA 4	57440	SI
4.55	-165.4354	0.0004	-631.5	SLE RA 9	-6600	-165.4354	0.0004	-571.5	SLE RA 9	-54424	SI
4.84	-155.5809	0.0004	-627.98	SLE RA 9	-6228	-155.5809	0.0004	-627.98	SLE RA 9	-51235	SI
5.13	-145.7264	0.0003	-624.46	SLE RA 9	-5854	-145.7264	0.0003	-624.46	SLE RA 9	-48001	SI
5.41	-135.8712	0.0003	-559.43	SLE RA 4	-5464	-135.8712	0.0003	-559.43	SLE RA 4	-44586	SI
5.7	-126.1888	0.0003	-617.47	SLE RA 9	-4652	-126.1888	0.0003	-617.47	SLE RA 9	-38138	SI
5.9	-119.7972	0.0003	-614.9	SLE RA 9	-4494	-119.7972	0.0003	-614.9	SLE RA 9	-34804	SI
6.19	-112.2837	0.0003	-611.44	SLE RA 9	-4308	-112.2837	0.0003	-611.44	SLE RA 9	-35233	SI
6.48	-104.6372	0.0003	-607.92	SLE RA 9	-4117	-104.6372	0.0003	-607.92	SLE RA 9	-33637	SI
6.76	-96.9907	0.0002	-604.4	SLE RA 9	-3927	-96.9907	0.0002	-604.4	SLE RA 9	-32044	SI
7.05	-89.3442	0.0002	-600.87	SLE RA 9	-3736	-89.3442	0.0002	-600.87	SLE RA 9	-30455	SI
7.34	-81.6977	0.0002	-597.35	SLE RA 9	-3544	-81.6977	0.0002	-597.35	SLE RA 9	-28870	SI
7.63	-74.0512	0.0002	-593.83	SLE RA 9	-3352	-74.0512	0.0002	-593.83	SLE RA 9	-27289	SI
7.91	-66.4047	0.0002	-590.31	SLE RA 9	-3160	-66.4047	0.0002	-590.31	SLE RA 9	-25710	SI
8.2	-58.8912	0.0002	-586.85	SLE RA 9	-2971	-58.8912	0.0002	-586.85	SLE RA 9	-24129	SI
8.4	-54.1224	0.0002	-584.28	SLE RA 9	-2850	-54.1224	0.0002	-584.28	SLE RA 9	-23140	SI
8.68	-48.7761	0.0001	-580.82	SLE RA 9	-2692	-48.7761	0.0001	-580.82	SLE RA 9	-21960	SI
8.97	-43.4876	0.0001	-577.4	SLE RA 9	-2547	-43.4876	0.0001	-577.4	SLE RA 9	-20300	SI
9.25	-38.1279	0.0001	-573.92	SLE RA 9	-2394	-38.1279	0.0001	-573.92	SLE RA 9	-19088	SI
9.53	-32.7683	0.0001	-570.45	SLE RA 9	-2244	-32.7683	0.0001	-570.45	SLE RA 9	-17900	SI
9.82	-27.4086	0.0001	-566.98	SLE RA 9	-2096	-27.4086	0.0001	-566.98	SLE RA 9	-16423	SI
10.1	-22.1435	0.0001	-563.57	SLE RA 9	-1932	-22.1435	0.0001	-563.57	SLE RA 9	-14968	SI

**Verifica delle tensioni sul calcestruzzo in combinazioni quasi permanenti**

Tensione limite del calcestruzzo 20543 kN/m²

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

Quota	Mx	My	N	Comb.	σc,max	Verifica
-0.3	0.0491	0.0001	-629.39	SLE QP 1	-1543	
-0.01	0.0469	0.0001	-625.82	SLE QP 1	-1494	SI
0.28	0.0448	0.0001	-622.28	SLE QP 1	-1485	SI
0.58	0.0425	0.0001	-618.67	SLE QP 1	-1477	SI
0.87	0.0403	0.0001	-615.1	SLE QP 1	-1468	SI
1.16	0.0581	0.0001	-611.53	SLE QP 1	-1460	SI
1.45	0.0559	0.0001	-607.95	SLE QP 1	-1537	SI
1.74	0.0537	0.0001	-604.38	SLE QP 1	-1528	SI
2.03	0.0515	0.0001	-600.81	SLE QP 1	-1519	SI
2.33	0.0493	0.0001	-597.24	SLE QP 1	-1510	SI
2.62	0.0471	0.0001	-593.66	SLE QP 1	-1500	SI
2.91	0.0449	0.0001	-590.09	SLE QP 1	-1491	SI
3.2	0.0427	0	-586.58	SLE QP 1	-1482	SI
3.4	0.0411	0	-584.01	SLE QP 1	-1475	SI
3.69	0.039	0	-580.54	SLE QP 1	-1461	SI
3.98	0.0368	0	-577.02	SLE QP 1	-1466	SI
4.26	0.0347	0	-573.5	SLE QP 1	-1461	SI
4.55	0.0325	0	-569.98	SLE QP 1	-1466	SI
4.84	0.0303	0	-566.46	SLE QP 1	-1467	SI
5.13	0.0281	0	-562.94	SLE QP 1	-1478	SI
5.41	0.026	0	-559.41	SLE QP 1	-1468	SI
5.7	0.0238	0	-555.95	SLE QP 1	-1459	SI
5.9	0.0223	0	-553.38	SLE QP 1	-1452	SI
6.19	0.0201	0	-549.92	SLE QP 1	-1443	SI
6.48	0.0179	0	-546.4	SLE QP 1	-1434	SI
6.76	0.0158	0	-542.88	SLE QP 1	-1425	SI
7.05	0.0136	0	-539.35	SLE QP 1	-1435	SI
7.34	0.0114	0	-535.83	SLE QP 1	-1466	SI
7.63	0.0093	0	-532.31	SLE QP 1	-1397	SI
7.91	0.0071	0	-528.79	SLE QP 1	-1388	SI
8.2	0.0049	0	-525.33	SLE QP 1	-1379	SI
8.4	0.0034	0	-522.76	SLE QP 1	-1372	SI
8.68	0.0012	0	-519.3	SLE QP 1	-1356	SI
8.97	-0.0009	0	-515.87	SLE QP 1	-1344	SI
9.25	-0.003	0	-512.4	SLE QP 1	-1329	SI
9.53	-0.0052	0	-508.93	SLE QP 1	-1314	SI
9.82	-0.0073	0	-505.46	SLE QP 1	-1263	SI
10.1	-0.0094	0	-502.05	SLE QP 1	-1215	SI

**Verifica di apertura delle fessure nella famiglia di combinazioni frequente**

Fessurazione non presente

**Verifica di apertura delle fessure nella famiglia di combinazioni quasi permanente**

Fessurazione non presente

**Verifiche nodi trave colonna**

Verifiche dei nodi trave pilastro non presenti in quanto la verifica è non necessaria per la pilastriata.

**Verifica di instabilità**

Q.inf.	Q.sup.	Quota	A,x	A,y	A,lmX	A,lmY	M 2° ord.	Nad	Comb.	M0ed,x	M2,x	M0ed,y	M2,y	Mver,x	Mver,y	C a x	C a y	Risult	(5.38)	(5.39)	Ver.
-1.2	3.3	-0.3	54	54	101	101	NO	-629.39	SLE 5	482.227 2	38.2237	0.4409	49.1987	604.596 8	-9.4409	1.4		Min	SI		SI
-1.2	3.3	-0.3	54	54	101	101	NO	-629.39	SLE 5	482.227 2	38.2237	0.4409	49.1987	604.596 8	-9.4409	1.4		X	SI		SI
-1.2	3.3	-0.3	54	54	101	101	NO	-629.39	SLE 15	606.894 1	38.2237	122.271 9	38.2237	704.623 1	-141.87	1.16	8.82	Min	NO	1.12	SI
-1.2	3.3	-0.3	54	54	101	101	NO	-629.39	SLE 15	606.894 1	38.2237	122.271 9	38.2237	704.623 1	-141.87	1.16	8.82	X	NO	1.12	SI

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

Q.inf.	Q.sup.	Quota	A,x	A,y	A,lmX	A,lmY	M 2° ord.	Nad	Comb.	M0ed.x	M2,x	M0ed.y	M2,y	Mver.x	Mver.y	C.a.x	C.a.y	Risultato	(5.38)	(5.39)	Ver.
-1.2	3.3	-0.3	54	54	101	101	Mo	-629.39	SLU 2	0.0587	55.2146	178.2148	38.2237	0.0696	203.594		5.99	Min	Sl		Sl
-1.2	3.3	-0.3	54	54	101	101	Mo	-629.39	SLU 2	0.0587	55.2146	178.2148	38.2237	0.0696	203.594		5.99	Y	Sl		Sl
-1.2	3.3	-0.3	54	54	101	101	Mo	-629.39	SLV 15	606.8941	38.2237	122.3719	38.2237	704.6231	-141.8716	1.16	8.82	Min	Mo	1.12	Sl
-1.2	3.3	-0.3	54	54	101	101	Mo	-629.39	SLV 5	182.185	38.2293	407.3169	38.2237	-211.5319	472.5559	5.71	1.92	Y	Mo	1.69	Sl
3.3	5.8	5.7	30	30	99	99	Mo	-555.95	SLU 4	261.0225	10.4217	4.6329	13.6498	-261.0225	4.6329	3.47		Min	Sl		Sl
3.3	5.8	5.7	30	30	99	99	Mo	-555.95	SLU 4	261.0225	10.4217	4.6329	13.6498	-261.0225	4.6329	3.47		X	Sl		Sl
3.3	5.8	5.7	30	30	99	99	Mo	-555.95	SLV 15	397.636	10.4214	80.7349	10.4209	397.636	-80.7349	2	11.2	Min	Mo	1.91	Sl
3.3	5.8	5.7	30	30	99	99	Mo	-555.95	SLV 15	397.636	10.4214	80.7349	10.4209	397.636	-80.7349	2	11.2	X	Mo	1.91	Sl
3.3	5.8	3.4	30	30	83	83	Mo	-851.49	SLU 20	0.0435	24.4228	122.5653	15.9604	0.0521	138.2999		7.41	Min	Sl		Sl
3.3	5.8	3.4	30	30	83	83	Mo	-851.49	SLU 20	0.0435	24.4228	122.5653	15.9604	0.0521	138.2999		7.41	Y	Sl		Sl
3.3	5.8	5.7	30	30	99	99	Mo	-555.95	SLV 15	397.636	10.4214	80.7349	10.4209	397.636	-80.7349	2	11.2	Min	Mo	1.91	Sl
3.3	5.8	5.7	30	30	99	99	Mo	-555.95	SLV 5	119.3702	10.4226	268.9776	10.4209	-119.3702	268.9776	8.73	3.33	Y	Mo	2.81	Sl
5.8	8.3	5.9	30	30	101	101	Mo	-553.38	SLU 4	143.997	10.3735	4.6115	13.5946	-179.7059	4.6115	5.49		Min	Sl		Sl
5.8	8.3	5.9	30	30	101	101	Mo	-553.38	SLU 4	143.997	10.3735	4.6115	13.5946	-179.7059	4.6115	5.49		X	Sl		Sl
5.8	8.3	5.9	30	30	101	101	Mo	-553.38	SLV 15	246.2608	10.3732	50.6803	10.3727	297.4982	-61.2782	2.91	12.82	Min	Mo	2.78	Sl
5.8	8.3	5.9	30	30	101	101	Mo	-553.38	SLV 15	246.2608	10.3732	50.6803	10.3727	297.4982	-61.2782	2.91	12.82	X	Mo	2.78	Sl
5.8	8.3	5.9	30	30	83	83	Mo	-811.67	SLU 20	0.0196	23.1115	78.677	15.2142	0.0282	94.3551		8.56	Min	Sl		Sl
5.8	8.3	5.9	30	30	83	83	Mo	-811.67	SLU 20	0.0196	23.1115	78.677	15.2142	0.0282	94.3551		8.56	Y	Sl		Sl
5.8	8.3	5.9	30	30	101	101	Mo	-553.38	SLV 15	246.2608	10.3732	50.6803	10.3727	297.4982	-61.2782	2.91	12.82	Min	Mo	2.78	Sl
5.8	8.3	5.9	30	30	101	101	Mo	-553.38	SLV 5	73.9653	10.3744	168.7776	10.3727	-89.335	204.089	10.41	4.84	Y	Mo	4.03	Sl
8.3	10.7	8.4	29	29	85	85	Mo	-771.86	SLU 22	50.0912	13.334	6.1749	17.4717	-81.1492	6.1749	9.38		Min	Sl		Sl
8.3	10.7	8.4	29	29	85	85	Mo	-771.86	SLU 22	50.0912	13.334	6.1749	17.4717	-81.1492	6.1749	9.38		X	Sl		Sl
8.3	10.7	8.4	29	29	104	104	Mo	-522.76	SLV 15	95.415	9.0305	4.182	11.288	154.5356	-31.7558	6.49	16.42	Min	Mo	6.38	Sl
8.3	10.7	8.4	29	29	104	104	Mo	-522.76	SLV 15	95.415	9.0305	4.182	11.288	154.5356	-31.7558	6.49	16.42	X	Mo	6.38	Sl
8.3	10.7	8.4	29	29	81	81	Mo	-864.14	SLU 27	30.0607	14.9285	6.9131	20.0832	-48.7	6.9131		10.59	Min	Sl		Sl
8.3	10.7	8.4	29	29	81	81	Mo	-864.14	SLU 27	30.0607	14.9285	6.9131	20.0832	-48.7	6.9131		10.59	Y	Sl		Sl
8.3	10.7	8.4	29	29	104	104	Mo	-522.76	SLV 15	95.415	9.0305	4.182	11.288	154.5356	-31.7558	6.49	16.42	Min	Mo	6.38	Sl
8.3	10.7	8.4	29	29	104	104	Mo	-522.76	SLV 5	28.6864	9.0309	4.182	11.288	-48.4457	105.7247	14.75	9.7	Y	Mo	8.31	Sl

Verifiche di gerarchia delle resistenze nei nodi trave pilastro

Verifiche di gerarchia delle resistenze nei nodi trave pilastro non presenti in quanto la verifica è non necessaria per la pilastata.

Significato dei simboli utilizzati:

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

Q.inf.: quota inferiore. [m]

Q.sup.: quota superiore. [m]

Sezione: sezione impiegata.

Esistente: campata esistente.

Secondaria: campata secondaria.

Dissipativa: campata dissipativa.

Interna a parete: campata adiacente ad una parete in c.a.

Sovreresistenza: aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica.

Materiale CLS: materiale calcestruzzo impiegato.

Materiale Acciaio: materiale/i acciaio impiegato/i.

FC: fattore di confidenza riferito al materiale CLS.

Staffatura: descrizione della staffatura del campo considerato.

quota: quota di riferimento. [m]

sommatoriaBiQuadro: sommatoriaBiquadro.

a,n: coefficiente di efficienza longitudinale.

a,s: coefficiente di efficienza trasversale.

b,x: dimensione del nucleo confinato in direzione x. [m]

b,y: dimensione del nucleo confinato in direzione y. [m]

D0: dimensione del nucleo confinato circolare. [m]

σ,t: pressione di confinamento trasversale. [kN/m²]

α: coefficiente di efficienza.

α,2: pressione efficace di confinamento. [kN/m²]

fck,c: resistenza caratteristica confinata del cls. [kN/m²]

εc2,c: deformazione elastica confinata del cls.

εcu2,c: deformazione ultima confinata del cls.

Posizione: posizione della barra.

X: ascissa relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [m]

Y: ordinata relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [m]

Diametro: diametro nominale della barra. [m]

Area: area nominale della barra. [m²]

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

---

**Q.inf.:** quota inferiore della barra. [m]  
**Q.sup.:** quota superiore della barra. [m]  
**Materiale:** materiale della barra.  
**Quota:** quota della sezione. [m]  
**As:** area complessiva delle armature verticali. [m<sup>2</sup>]  
**%:** percentuale di acciaio.  
**At:** area delle armature verticali destinata alla verifica di torsione. [m<sup>2</sup>]  
**Pos.:** posizioni barre longitudinali presenti nella sezione.  
**Mx:** momento  $M_x$ . [kN\*m]  
**My:** momento  $M_y$ . [kN\*m]  
**N:** sforzo normale. [kN]  
**MRdx:** momento resistente in direzione X. [kN\*m]  
**MRdy:** momento resistente in direzione Y. [kN\*m]  
**Comb.:** combinazione peggiore.  
**Coeff.s.:** coefficiente di sicurezza minimo.  
**Verifica:** stato di verifica.  
 **$\alpha_x$ :** fattore amplificativo secondo Circolare 7 21-01-19 §C7.4.4.2.1 formula [C7.4.3] in direzione X.  
 **$\alpha_y$ :** fattore amplificativo secondo Circolare 7 21-01-19 §C7.4.4.2.1 formula [C7.4.3] in direzione Y.  
**C.S.:** coefficiente di sicurezza minimo.  
**Nmin:** compressione massima. [kN]  
**Nlim:** compressione limite. [kN]  
**Comb.Nmin:** combinazione in cui si ottiene la compressione massima.  
**Ver.:** stato di verifica.  
**Mx:** momento attorno all'asse X. [kN\*m]  
**My:** momento attorno all'asse Y. [kN\*m]  
**dir.:** direzione di riferimento per la duttilità di curvatura.  
 **$\mu\phi$ :** duttilità di curvatura convenzionale secondo D.M. 17-01-2018 §4.1.2.3.4.2.  
**lim.  $\mu\phi$  [7.4.3]:** limite per la duttilità di curvatura secondo D.M. 17-01-18 NTC §7.4.4.1.2 formula [7.4.3].  
**coeff.  $\mu\phi$ :** coefficiente di duttilità di curvatura.  
**comb.  $\mu\phi$ :** combinazione peggiore per la duttilità di curvatura.  
**Staffe:** staffatura presente nella sezione.  
**Direzione X:** dati della verifica a taglio in direzione X.  
**V:** taglio di verifica per la direzione considerata. [kN]  
**N:** sforzo normale per la verifica nella direzione considerata. [kN]  
**Comb.:** combinazione per la verifica nella direzione considerata.  
**VRd:** resistenza a taglio del calcestruzzo non staffato per la verifica nella direzione considerata. [kN]  
**VRsd:** resistenza a taglio delle staffe per la verifica nella direzione considerata. [kN]  
**VRcd:** resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata. [kN]  
**Cot:** cotangente delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata.  
**c.s.:** coefficiente di sicurezza per la verifica nella direzione considerata.  
**amp.:** amplificazione del taglio secondo D.M. 17-01-2018 formula [7.4.14].  
**Direzione Y:** dati della verifica a taglio in direzione Y.  
**Quota:** quota di verifica. [m]  
**Q.inf.:** quota inferiore dell'appoggio considerato per la valutazione della rotazione alla corda. [m]  
**Q.sup.:** quota superiore dell'appoggio considerato per la valutazione della rotazione alla corda. [m]  
**Dir.:** direzione di riferimento della verifica.  
**Lv:** luce di taglio considerata. [m]  
**x:** altezza della zona compressa della sezione. [m]  
**h:** altezza totale della sezione. [m]  
**p.tot:** percentuale geometrica totale di armatura longitudinale.  
 **$\theta_m$ :** rotazione massima per la combinazione considerata.  
 **$\theta_y$ :** rotazione di prima plasticizzazione.  
 **$\mu\Delta_{pl}$ :** parte plastica della domanda di duttilità.  
**VRcd(cot $\theta$ =1):** resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata considerando il valore di cot $\theta$  unitario. [kN]  
**Vw:** contributo dell'armatura trasversale per la resistenza a taglio [C8.7.2.9] ovvero [C8.7.2.10]. [kN]  
**VR:** resistenza a taglio in condizioni cicliche (formula [C8.7.2.6]). [kN]  
**Vu:** resistenza a taglio in condizioni sismiche. [kN]  
**VEd:** sollecitazione tagliante. [kN]  
**NEd:** sollecitazione di sforzo normale. [kN]  
**Comb.:** combinazione di riferimento.  
**Q.inf.:** quota inferiore della campata. [m]  
**Q.sup.:** quota superiore della campata. [m]  
**Luce:** lunghezza del pilastro. [m]  
 **$\gamma_{Rd}$ :** coefficiente per gerarchia delle resistenze secondo D.M. 14-01-2008 §7.4.4.2.1.  
**MRdx,inf:** momento resistente della sezione inferiore in direzione x. [kN\*m]  
**MRdy,inf:** momento resistente della sezione inferiore in direzione y. [kN\*m]  
**N,inf:** sforzo normale della sezione inferiore. [kN]  
**MRdx,sup:** momento resistente della sezione superiore in direzione x. [kN\*m]  
**MRdy,sup:** momento resistente della sezione superiore in direzione y. [kN\*m]  
**N,sup:** sforzo normale della sezione superiore. [kN]  
**Vpl,x:** taglio plastico in direzione x. [kN]  
**Vpl,y:** taglio plastico in direzione y. [kN]  
 **$\sigma_{c,max}$ :** tensione massima sul calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]  
 **$\sigma_{f,max}$ :** tensione massima sull'acciaio. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Quota:** quota della sezione di verifica. [m]  
 **$\lambda_x$ :** snellezza per sbandamento in direzione X.  
 **$\lambda_y$ :** snellezza per sbandamento in direzione Y.  
 **$\lambda_{limX}$ :** snellezza limite in direzione X.  
 **$\lambda_{limY}$ :** snellezza limite in direzione Y.

### PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

**M 2° ord.:** la verifica viene effettuata considerando anche gli effetti del secondo ordine, se non richiesti la verifica viene comunque condotta considerando i momenti del 1° ordine.

**Nsd:** sforzo normale. [kN]

**M0ed,x:** momento del primo ordine che tiene conto dell'effetto delle imperfezioni in direzione X. [kN\*m]

**M2,x:** momento del secondo ordine in direzione X. [kN\*m]

**M0ed,y:** momento del primo ordine che tiene conto dell'effetto delle imperfezioni in direzione Y. [kN\*m]

**M2,y:** momento del secondo ordine in direzione y. [kN\*m]

**Mver,x:** momento di verifica in direzione X. [kN\*m]

**Mver,y:** momento di verifica in direzione Y. [kN\*m]

**C.s x:** coefficiente di sicurezza per sbandamento in direzione X.

**C.s y:** coefficiente di sicurezza per sbandamento in direzione Y.

**Risultato:** tipo di risultato esposto, può essere critico, in direzione X e in direzione Y.

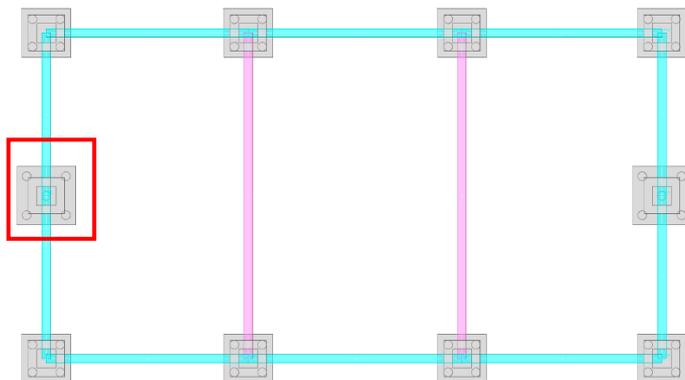
(5.38): applicabilità delle verifiche in direzioni separate.

(5.39): coefficiente di sicurezza per i casi di non applicabilità delle verifiche su direzioni separate.

## 8.5. VERIFICA FONDAZIONI

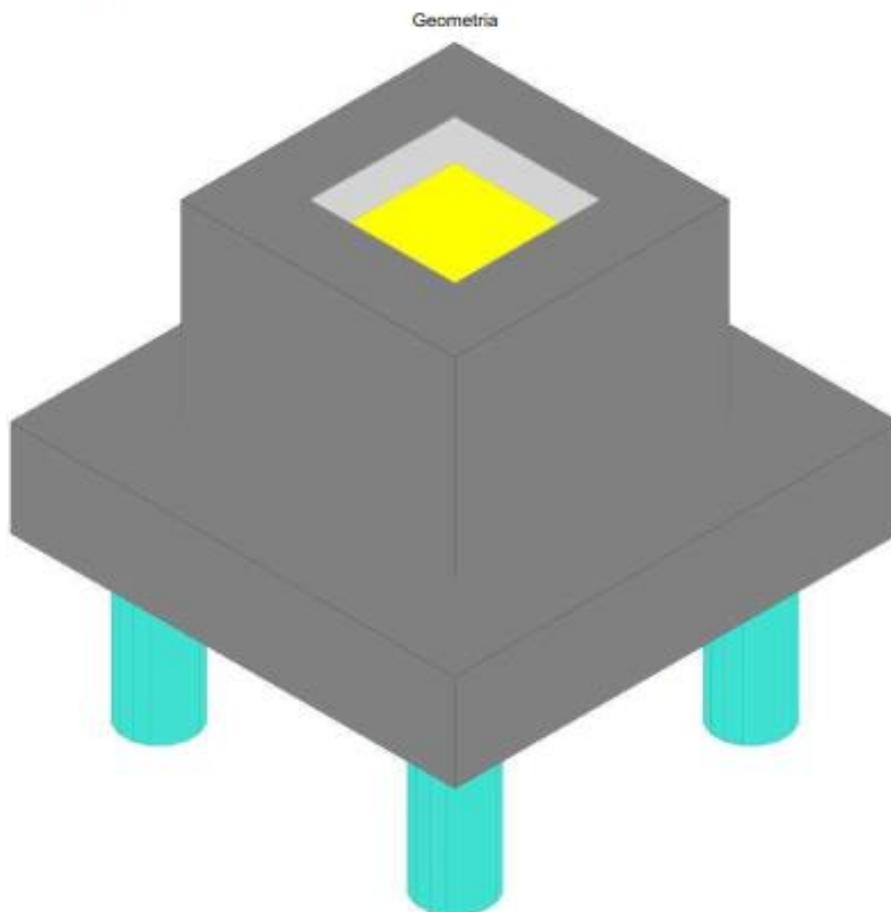
Le fondazioni dell'edificio 23 sono dei plinti su pali collegati tra di loro tramite dei cordoli; si riporta di seguito la verifica di un plinto.

### 8.5.1. Verifica di un plinto di fondazione



**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Verifiche condotte secondo D.M. 17 gennaio 2018



**Caratteristiche dei materiali**

Calcestruzzo: C25/30\_1; Resistenza cubica caratteristica Rck: 30000  
 Acciaio per armatura: B450C; Fyk: 450000

**Caratteristiche geometriche**

Plinto a pianta quadrata con 5 pali diametro 42  
 Ricoprimento dei pali 0.25  
 Spessore della suola 0.6  
 Coordinate dei pali

Palo n°	x	y
1	-0,9192	-0,9192
2	0,9192	-0,9192
3	0,9192	0,9192
4	-0,9192	0,9192
5	0	0

Dado: dimensione x: 1.7; dimensione y: 1.7; spessore: 1.2  
 Bicchiere: dimensione x: 0.9; dimensione y: 0.9; profondità: 1.15  
 Pilastro rettangolare: dimensione x: 0.7; dimensione y: 0.7  
 Copriferrì: suola: 0.075; dado: 0.04

**Carichi massimi sui pali**

**Famiglia "Limite ultimo"**

Massima compressione 427.1 nel palo 2 in combinazione SLU 23  
 Nessun palo è in trazione.

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Massima compressione 386.6 nel palo 4 in combinazione SLV FO 1  
 Nessun palo è in trazione.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Famiglia "Esercizio rara"**

Massima compressione 314.8 nel palo 2 in combinazione SLE RA 9  
 Nessun palo è in trazione.

**Famiglia "Esercizio quasi permanente"**

Massima compressione 225.3 nel palo 2 in combinazione SLE QP 1  
 Nessun palo è in trazione.

**Verifiche nel funzionamento tirante-puntone**

**Famiglia "Limite ultimo"**

Massima trazione inferiore 939.5 in combinazione SLU 23 relativa al palo 2  
 Area presente 0.002614 Tensione di trazione 359438 < 391304 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.09  
 Massima compressione nei puntoni 1032 in combinazione SLU 23 relativa al palo 2  
 Area presente 0.1764 Tensione di compressione 5851 < 14110 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 2.41

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Massima trazione inferiore 850.4 in combinazione SLV FO 1 relativa al palo 4  
 Area presente 0.002614 Tensione di trazione 325367 < 391304 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.2  
 Massima compressione nei puntoni 934.2 in combinazione SLV FO 1 relativa al palo 4  
 Area presente 0.1764 Tensione di compressione 5296 < 14110 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 2.66

**Famiglia "Esercizio rara"**

Massima trazione inferiore 692.4 in combinazione SLE RA 9 relativa al palo 2  
 Area presente 0.002614 Tensione di trazione 264910 < 360000 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 1.36  
 Massima compressione nei puntoni 760.6 in combinazione SLE RA 9 relativa al palo 2  
 Area presente 0.1764 Tensione di compressione 4312 < 14940 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 3.46

**Famiglia "Esercizio quasi permanente"**

Massima compressione nei puntoni 544.5 in combinazione SLE QP 1 relativa al palo 2  
 Area presente 0.1764 Tensione di compressione 3087 < 11205 - SODDISFATTA  
 Coefficiente di sicurezza 3.63

**Verifiche del bicchiere**

Collegamento sovradimensionato in GDR (tipo b, NTC2018 7.4.5.2.1), con fattore di sovrarresistenza 1.2

**Verifiche delle pareti per tensoflessione del bordo superiore**

Sezione B=0.575 H=0.4  
 Armatura interna 8 diam.20 armatura esterna 8 diam.20

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo a tensoflessione 2

Sezione di normale	Comb.	N pil.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	N par	M par	Nu par	Mu par	Verifica
Y	SLU 23	-910.49	0	-84.98	604.6146	0.001	452.74	83.0747	904.28	165.9293	SI
Y	SLU 19	-818.21	0	-84.98	604.6176	0.001	452.74	83.0751	904.28	165.9293	SI
Y	SLU 5	-629.39	0	-84.98	604.5968	0.0013	452.73	83.0723	904.28	165.9293	SI
Y	SLU 9	-721.67	0	-84.98	604.5939	0.0013	452.72	83.0719	904.28	165.9293	SI
Y	SLU 8	-721.67	0	62.94	-539.0212	-0.0009	394.81	72.4444	904.28	165.9293	SI

**Famiglia "Esercizio rara"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Valori limite: oc lim. 14940 of lim. 360000  
 Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 2.73

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	oC	of	Verifica
Y	SLE RA 5	301.83	55.3846	si	-2875	131805	SI
Y	SLE RA 3	301.83	55.3844	si	-2875	131804	SI
Y	SLE RA 8	243.19	48.2932	si	-2507	114929	SI
Y	SLE RA 4	243.19	48.293	si	-2507	114928	SI
X	SLE RA 5	0	55.3846	si	-4596	70680	SI

**Famiglia "Esercizio frequente"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.0004  
 Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	wd	Verifica
X	SLE FR 1	0	0.0092	no	0	SI
X	SLE FR 2	19.32	3.5542	no	0	SI
X	SLE FR 3	19.32	3.5542	no	0	SI
X	SLE FR 4	0	9.4512	no	0	SI
X	SLE FR 5	0	11.0843	no	0	SI

**Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"**

Si stampano le situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Valori limite: oc lim. 11205 w lim. 0.0003

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 23100.7

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	σC	wd	Verifica
X	SLE_QP 1	0	0.0092	no	0	0	SI
Y	SLE_QP 1	0.05	0.0092	no	0	0	SI

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a tensoflessione 1.07

Sezione di normale	Comb.	N pil.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	N par	M par	Nu par	Mu par	Verifica
X	GR_SLV 16	-629.39	-301.8	0	0	-960.2744	833.75	152.9885	891.58	163.5887	SI
X	GR_SLV 1	-629.39	-301.8	0	0	-960.2744	833.75	152.9885	891.58	163.5887	SI
X	GR_SLV 2	-629.39	-301.8	0	0	-960.2744	833.75	152.9885	891.58	163.5887	SI
X	GR_SLV 3	-629.39	-301.8	0	0	-960.2744	833.75	152.9885	891.58	163.5887	SI
X	GR_SLV 4	-629.39	-301.8	0	0	-960.2744	833.75	152.9885	891.58	163.5887	SI

**Verifiche delle pareti nel funzionamento tirante-puntone**

Non solo le armature di spigolo sono prese in conto in verifica.

Armatura verticale 32 diam.20 mm ( 16 di spigolo 8 di parete X 8 di parete Y)

Spessore puntoni 0.4

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo 2.35

Comb.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	β	Direzione X				Direzione Y				α+γ	σ limite	Verifica			
						F'ad/2	Compr.	Compr. limite	Trazione	Area tirante	β	F'ad/2	Compr.				Compr. limite	Trazione	Area tirante
SLU 19	0	-84.98	404.6176	0.001	35	0	0	1639.18	0	0.001885	35	452.74	550.77	1639.18	313.65	0.001885	166394	391304	SI
SLU 23	0	-84.98	404.6146	0.001	35	0	0	1639.18	0	0.001885	35	452.74	550.77	1639.18	313.64	0.001885	166394	391304	SI
SLU 5	0	-84.98	404.5968	0.0011	35	0	0	1639.18	0	0.001885	35	452.73	550.75	1639.18	313.63	0.001885	166389	391304	SI
SLU 9	0	-84.98	404.5939	0.0011	35	0	0	1639.18	0	0.001885	35	452.72	550.75	1639.18	313.63	0.001885	166388	391304	SI
SLU 8	0	62.94	-539.0212	-0.0009	35	0	0	1639.18	0	0.001885	35	394.81	480.29	1639.18	273.51	0.001885	145102	391304	SI

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo 1.28

Comb.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	β	Direzione X				Direzione Y				α+γ	σ limite	Verifica			
						F'ad/2	Compr.	Compr. limite	Trazione	Area tirante	β	F'ad/2	Compr.				Compr. limite	Trazione	Area tirante
GR_SLV 4	0	-301.8	960.2746	0	35	0	0	1639.18	0	0.001885	35	833.75	1014.28	1639.18	577.6	0.001885	306427	391304	SI
GR_SLV 6	-301.8	0	0	-960.2744	35	833.75	1014.28	1639.18	577.6	0.001885	35	0	0	1639.18	0	0.001885	306427	391304	SI
GR_SLV 6	0	-301.8	960.2744	0	35	0	0	1639.18	0	0.001885	35	833.75	1014.28	1639.18	577.6	0.001885	306427	391304	SI
GR_SLV 7	-301.8	0	0	-960.2744	35	833.75	1014.28	1639.18	577.6	0.001885	35	0	0	1639.18	0	0.001885	306427	391304	SI
GR_SLV 7	0	-301.8	960.2744	0	35	0	0	1639.18	0	0.001885	35	833.75	1014.28	1639.18	577.6	0.001885	306427	391304	SI

**Verifiche della sezione anulare di base**

Armature verticali 32 diam.20 mm

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione 8.03

Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 47.1

Comb.	N	Mx	My	Coeff.a.	Vx	Vy	Vrdx	Vrdy	Vrxdx	Vrxdy	Vrcdx	Vrcdy	Verifica
SLU 5	-189.28	502.6222	0.0012	8.03	0	-84.98	330.15	330.15	4002.23	4002.23	3322.92	3322.92	SI
SLU 9	-206.73	502.6196	0.0012	8.32	0	-84.98	331.54	331.54	4002.23	4002.23	3325	3325	SI
SLU 19	-226.04	502.6402	0.0011	8.63	0	-84.98	332.98	332.98	4002.23	4002.23	3327.17	3327.17	SI
SLU 23	-244.5	502.6376	0.0012	8.95	0	-84.98	334.37	334.37	4002.23	4002.23	3329.25	3329.25	SI
SLU 4	-189.28	-463.4924	-0.001	8.97	0	62.94	330.15	330.15	4002.23	4002.23	3322.92	3322.92	SI
SLU 8	-206.73	-463.4949	-0.001	9.32	0	62.94	331.54	331.54	4002.23	4002.23	3325	3325	SI

**Famiglia "Esercizio raro"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite: σc lim. 14940 of lim. 360000

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 28.58

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	σC	σf	Verifica
SLE_RA 9	-200.58	335.0398	0.0008	no	-523	1948	SI
SLE_RA 5	-189.28	335.1015	0.0008	no	-517	2006	SI
SLE_RA 8	-200.58	-308.9766	-0.0007	no	-489	1767	SI
SLE_RA 4	-189.28	-308.9749	-0.0007	no	-484	1805	SI
SLE_RA 14	-212.89	201.0815	0.0004	no	-357	899	SI

**Famiglia "Esercizio frequente"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.0004

Coefficiente minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	wd	Verifica
SLE_PK 1	-189.28	0.0401	-0.0001	no	0	SI
SLE_PK 2	-189.28	0.0401	-29.9659	no	0	SI
SLE_PK 3	-189.28	0.04	29.9657	no	0	SI
SLE_PK 4	-189.28	-61.7469	-0.0002	no	0	SI
SLE_PK 5	-189.28	67.0684	0.0001	no	0	SI

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Famiglia "Esercizio quasi permanente"**

Valori limite: oc lim. 11205 w lim. 0.0003

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 127.59

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	oC	wd	Verifica
SLV QP 1	-188.28	0.0001	-0.0001	no	-88	0	SI

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione 1.83

Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 13.26

Comb.	N	Mx	My	Coeff.s.	Vx	Vy	Vrdx	Vrdy	Vrda	Vrady	Vrcda	Vrcdy	Verifica
GR SLV 4	-188.28	0	-1322.435 2	1.83	-301.8	0	330.15	330.15	4002.23	4002.23	3322.92	3322.92	SI
GR SLV 2	-188.28	0	-1322.435 2	1.83	-301.8	0	330.15	330.15	4002.23	4002.23	3322.92	3322.92	SI
GR SLV 3	-188.28	0	-1322.435 2	1.83	-301.8	0	330.15	330.15	4002.23	4002.23	3322.92	3322.92	SI
GR SLV 5	-188.28	0	-1322.435 1	1.83	-301.8	0	330.15	330.15	4002.23	4002.23	3322.92	3322.92	SI
GR SLV 6	-188.28	0	-1322.435 1	1.83	-301.8	0	330.15	330.15	4002.23	4002.23	3322.92	3322.92	SI
GR SLV 8	-188.28	598.1138	0	4.59	0	-301.8	330.15	330.15	4002.23	4002.23	3322.92	3322.92	SI
GR SLV 2	-188.28	598.1138	0	4.59	0	-301.8	330.15	330.15	4002.23	4002.23	3322.92	3322.92	SI
GR SLV 15	-188.28	598.1138	0	4.59	0	-301.8	330.15	330.15	4002.23	4002.23	3322.92	3322.92	SI
GR SLV 3	-188.28	598.1138	0	4.59	0	-301.8	330.15	330.15	4002.23	4002.23	3322.92	3322.92	SI

**Significato dei simboli utilizzati:**

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

**Palo n°:** indice del palo.

**x:** coordinata x. [m]

**y:** coordinata y. [m]

**Sezione di normale:** orientamento della sezione.

**Comb.:** combinazione.

**N pil.:** sforzo normale dal pilastro nella combinazione. [kN]

**Fx pil.:** taglio X dal pilastro nella combinazione. [kN]

**Fy pil.:** taglio Y dal pilastro nella combinazione. [kN]

**Mx pil.:** momento X dal pilastro nella combinazione. [kN\*m]

**My pil.:** momento Y dal pilastro nella combinazione. [kN\*m]

**N par.:** sforzo normale nella sezione di verifica della parete. [kN]

**M par.:** momento flettente nella sezione di verifica della parete. [kN\*m]

**Nu par.:** sforzo normale ultimo nella sezione di verifica della parete. [kN]

**Mu par.:** momento ultimo nella sezione di verifica della parete. [kN\*m]

**Verifica:** stato di verifica.

**N:** sforzo normale. [kN]

**M:** momento flettente. [kN\*m]

**Fessurata:** stato fessurato o non fessurato.

**oC:** tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**oF:** tensione nell'acciaio. [kN/m<sup>2</sup>]

**wd:** apertura delle fessure. [m]

**ox+oy:** somma delle tensioni nelle due direzioni. [kN/m<sup>2</sup>]

**o limite:** massima tensione di normativa. [kN/m<sup>2</sup>]

**Direzione X:** direzione di verifica.

**β:** inclinazione sull'orizzontale del puntone. [deg]

**F'sd/2:** risultante applicata C.N.R. 10025/84 2.1.1.2. [kN]

**Compr.:** sforzo normale in un puntone. [kN]

**Compr. limite:** resistenza di calcolo di un puntone. [kN]

**Trazione:** trazione nel tirante verticale. [kN]

**Area tirante:** area del tirante. [m<sup>2</sup>]

**Direzione Y:** direzione di verifica.

**Mx:** momento flettente su sezione di base asse x. [kN\*m]

**My:** momento flettente su sezione di base asse y. [kN\*m]

**Coeff.s.:** coefficiente di sicurezza a pressoflessione.

**Vx:** sforzo di taglio su sezione di base lungo x. [kN]

**Vy:** sforzo di taglio su sezione di base lungo y. [kN]

**Vrdx:** taglio ultimo x in assenza di staffature [4.1.14]. [kN]

**Vrdy:** taglio ultimo y in assenza di staffature [4.1.14]. [kN]

**Vrsdx:** taglio ultimo x dovuto alla presenza di armatura trasversale. [kN]

**Vrsdy:** taglio ultimo y dovuto alla presenza di armatura trasversale. [kN]

**Vrcdx:** taglio x che produce la rottura delle bielle di calcestruzzo. [kN]

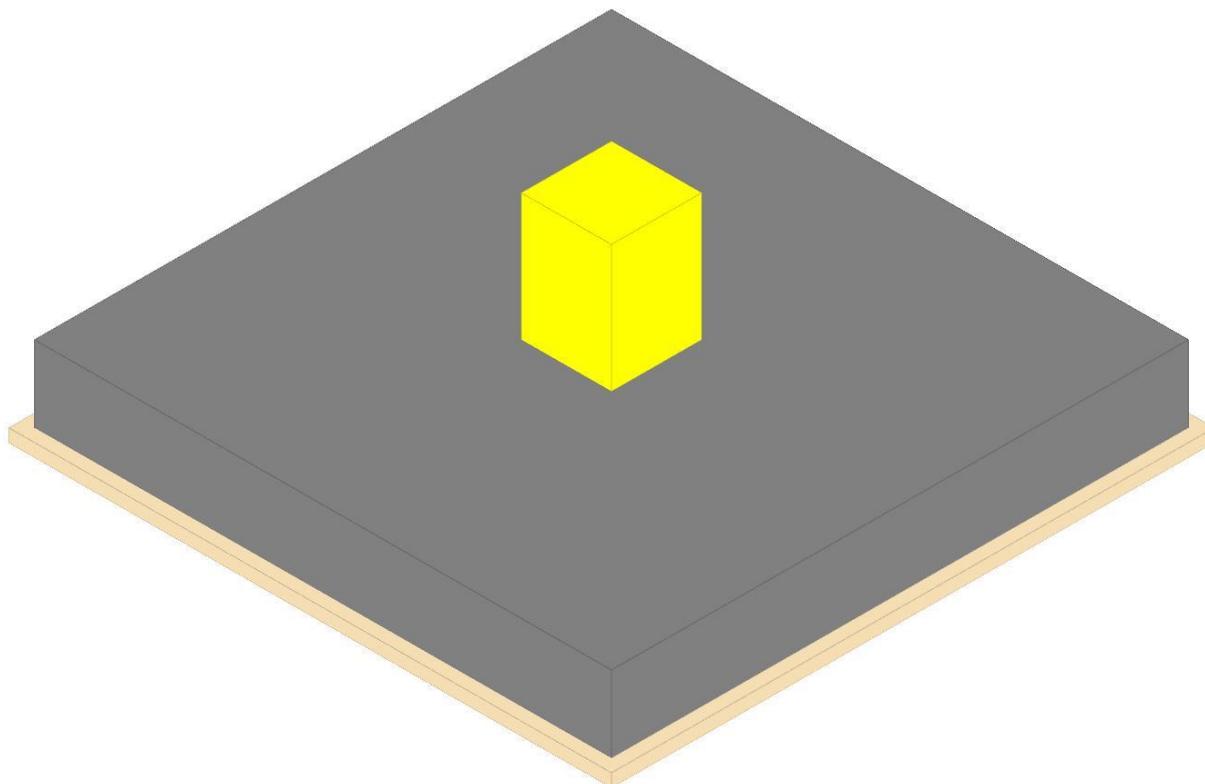
**Vrcdy:** taglio y che produce la rottura delle bielle di calcestruzzo. [kN]

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Plinto P6**

Verifiche condotte secondo D.M. 17 gennaio 2018

Geometria



**Caratteristiche dei materiali**

Calcestruzzo: C25/30; Resistenza cubica caratteristica Rck: 30000  
 Calcestruzzo per magrone: Magrone; Resistenza cubica caratteristica Rck: 100  
 Acciaio per armatura: B450C; Fyk: 450000

**Caratteristiche geometriche**

**Suola:** dimensione x: 4.5; dimensione y: 4.5; spessore: 0.6  
**Magrone:** sbordo: 0.1; spessore: 0.1; materiale: Magrone  
**Pilastro rettangolare:** dimensione x: 0.7; dimensione y: 0.7  
**Copriferro:** suola: 0.035

**Pressioni raggiunte sul terreno**

**Famiglia "Limite ultimo"**

Coefficiente di sicurezza minimo 1.86

Comb.	$\sigma_t$ max	$\sigma_t$ min	$\sigma_t$ verifica	Verifica
SLU 4	-58	-65	-120	Si
SLU 3	-55	-62	-120	Si
SLU 2	-45	-50	-120	Si
SLU 1	-42	-47	-120	Si

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo 1.15

Comb.	$\sigma_t$ max	$\sigma_t$ min	$\sigma_t$ verifica	Verifica
SLV FO 11	0	-105	-120	Si
SLV FO 12	0	-105	-120	Si
SLV FO 7	0	-104	-120	Si
SLV FO 8	0	-104	-120	Si
SLV FO 9	0	-97	-120	Si

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Verifiche a ribaltamento**

**Famiglia "Equilibrio", Famiglia "Limite ultimo", Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo 2.19

Comb.	Asse di rotazione					yR	Mrib	Mstb	c.s.	Verifica
	x1	y1	x2	y2						
SLV FO 12	2.25	2.25	-2.25	2.25	2.25	1.15	858.3533	1882.8568	2.19	SI
SLV FO 11	2.25	2.25	-2.25	2.25	2.25	1.15	858.3533	1882.8568	2.19	SI
SLV FO 7	2.25	2.25	-2.25	2.25	2.25	1.15	858.013	1883.0596	2.19	SI
SLV FO 8	2.25	2.25	-2.25	2.25	2.25	1.15	858.013	1883.0596	2.19	SI
SLV FO 5	-2.25	-2.25	2.25	-2.25	2.25	1.15	775.0804	1773.2629	2.29	SI

**Verifiche geotecniche di scorrimento e capacità portante**

**Caratteristiche del terreno a contatto con il piano di posa della fondazione**

Descrizione	γ naturale	γ saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito δ	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coeff. Adesione
L02-Sabbie limose	17.5	20.5	37	24	0	0	0

**Caratteristiche del terreno di progetto per la capacità portante della fondazione**

Descrizione	γ naturale	γ saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito δ	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coeff. Adesione
Suolo medio nel bulbo di influenza	17.5	20.5	37	24	0	0	0

**Verifiche a slittamento magrone-calcestruzzo**

**Famiglia "Limite ultimo"**

Coefficiente di sicurezza minimo a slittamento cls-magrone 605.63

Comb.	Azione orizz.	Azione vert.	Attrito	Laterale	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLU 1	0.98	-934.34	35	0	1.1	594.58	0.98	605.63	SI
SLU 3	1.28	-1214.64	35	0	1.1	772.96	1.28	605.63	SI
SLU 4	1.34	-1277.05	35	0	1.1	812.67	1.34	606.73	SI
SLU 2	1.05	-996.75	35	0	1.1	634.29	1.05	606.93	SI

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a slittamento cls-magrone 5.51

Comb.	Azione orizz.	Azione vert.	Attrito	Laterale	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLV FO 9	104.74	-906.23	35	0	1.1	576.69	104.74	5.51	SI
SLV FO 10	104.74	-906.23	35	0	1.1	576.69	104.74	5.51	SI
SLV FO 5	104.5	-906.33	35	0	1.1	576.76	104.5	5.52	SI
SLV FO 6	104.5	-906.33	35	0	1.1	576.76	104.5	5.52	SI
SLV FO 13	102.77	-925.75	35	0	1.1	589.11	102.77	5.73	SI

**Verifica di scorrimento**

**Famiglia "Limite ultimo"**

Coefficiente di sicurezza minimo a scorrimento 407.42

Comb.	Azione orizz.	Azione vert.	Cond.	Adesione	Attrito	Laterale	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLU 2	1.05	-1051.97	LT	0	24	0	1.1	425.79	1.05	407.42	SI
SLU 4	1.34	-1348.84	LT	0	24	0	1.1	545.95	1.34	407.6	SI
SLU 1	0.98	-989.57	LT	0	24	0	1.1	400.53	0.98	407.97	SI
SLU 3	1.28	-1286.44	LT	0	24	0	1.1	520.69	1.28	407.97	SI

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a scorrimento 3.72

Comb.	Azione orizz.	Azione vert.	Cond.	Adesione	Attrito	Laterale	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLV FO 9	104.74	-961.46	LT	0	24	0	1.1	389.15	104.74	3.72	SI
SLV FO 10	104.74	-961.46	LT	0	24	0	1.1	389.15	104.74	3.72	SI
SLV FO 5	104.5	-961.56	LT	0	24	0	1.1	389.19	104.5	3.72	SI
SLV FO 6	104.5	-961.56	LT	0	24	0	1.1	389.19	104.5	3.72	SI
SLV FO 13	102.77	-980.98	LT	0	24	0	1.1	397.05	102.77	3.86	SI

**Verifica di capacità portante**

**Famiglia "Limite ultimo"**

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 14.64

Cmb	Fx	Fy	Fz	Mx	My	B'	L'	Cnd	Coes	Phi	Peso	Ovl	Amax	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Note	Verifica
SLU 4	0.74	-1.11	1348.84	-57.964	3.4504	4.61	4.69	LT	0	37	17.5	2	0	2.3	19748.4	1348.84	14.64		SI
SLU 3	0.74	-1.04	1286.44	-54.0235	3.4387	4.62	4.69	LT	0	37	17.5	2	0	2.3	19763.8	1286.44	15.36		SI
SLU 2	0.57	-0.87	1051.97	-45.4971	2.6568	4.61	4.69	LT	0	37	17.5	2	0	2.3	19744.0	1051.97	18.77		SI
SLU 1	0.57	-0.8	989.57	-41.5565	2.6451	4.62	4.69	LT	0	37	17.5	2	0	2.3	19763.8	989.57	19.97		SI

**Fattori di capacità portante in Famiglia "Limite ultimo"**

N			S			D			I			G			P			E		
Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ik	Ig	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
53.8	70.1	62	0	1.3	0.8													1	1	1
53.8	70.1	62	0	1.3	0.8													1	1	1
53.8	70.1	62	0	1.3	0.8													1	1	1
53.8	70.1	62	0	1.3	0.8													1	1	1

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 7.61

Cmb	Fx	Fy	Fz	Mx	My	B'	L'	Cnd	Coes	Phi	Peso	Ovl	Amax	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Note	Verifica
SLV FO 12	29.93	98.86	-	-868.2393	132.5486	2.99	4.44	LT	0	37	17.5	2	0.08	2.3	7746.91	1017.57	7.61		Si
SLV FO 11	29.93	98.86	1017.57	-868.2393	132.5486	2.99	4.44	LT	0	37	17.5	2	0.08	2.3	7746.91	1017.57	7.61		Si
SLV FO 8	-28.6	98.83	-	-867.8956	-127.2812	2.99	4.45	LT	0	37	17.5	2	0.08	2.3	7769.28	1017.68	7.63		Si
SLV FO 7	-28.6	98.83	1017.68	-867.8956	-127.2812	2.99	4.45	LT	0	37	17.5	2	0.08	2.3	7769.28	1017.68	7.63		Si
SLV FO 9	29.74	-100.42	-961.46	784.7826	132.5714	3.07	4.42	LT	0	37	17.5	2	0.08	2.3	8093.49	961.46	8.42		Si

**Fattori di capacità portante in Famiglia "Limite ultimo sismico"**

N			S			D			I			G			P			E		
Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	lc	Ig	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
53.8	70.1	62	0	1.3	0.8													0.96	0.97	0.96
53.8	70.1	62	0	1.3	0.8													0.96	0.97	0.96
53.8	70.1	62	0	1.3	0.8													0.96	0.97	0.96
53.8	70.1	62	0	1.3	0.8													0.96	0.97	0.96
53.8	70.1	62	0	1.3	0.8													0.96	0.97	0.96

**Verifiche della suola**

Superficie su cui è valutata la pressione del suolo: rettangolare a filo pilastro  
 Non sono state richieste le verifiche a taglio della suola.  
 Armatura inferiore in direzione X 22 diam. 16 mm Armatura superiore in direzione X 10 diam. 12 mm  
 Armatura inferiore in direzione Y 22 diam. 16 mm Armatura superiore in direzione Y 10 diam. 12 mm

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a flessione 2.39

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Mu	Verifica
norm.Y+	filo pil.	SLU 4	376.1676	900.5725	Si
norm.Y+	filo pil.	SLU 3	349.6183	900.5725	Si
norm.X+	filo pil.	SLU 4	355.148	927.66	Si
norm.X-	filo pil.	SLU 4	352.5533	927.66	Si
norm.Y-	filo pil.	SLU 4	331.5338	900.5725	Si

**Famiglia "Esercizio raro"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite:  $\sigma$  lim. 14940  $\sigma$  lim. 36000

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 14.35

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	$\sigma C$	$\sigma F$	Verifica
norm.Y+	filo pil.	SLE RA 2	286.6367	no	-1041	5401	Si
norm.X+	filo pil.	SLE RA 2	270.6229	no	-980	5420	Si
norm.Y+	filo pil.	SLE RA 1	268.9372	no	-977	5068	Si
norm.X-	filo pil.	SLE RA 2	268.6279	no	-973	5380	Si
norm.X+	filo pil.	SLE RA 1	253.9319	no	-920	5086	Si

**Famiglia "Esercizio frequente"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.0004

Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	wd	Verifica
norm.X+	filo pil.	SLE FR 1	253.9319	no	0	Si
norm.X+	filo pil.	SLE FR 2	257.2701	no	0	Si
norm.Y+	filo pil.	SLE FR 1	268.9372	no	0	Si
norm.Y+	filo pil.	SLE FR 2	272.4771	no	0	Si
norm.X-	filo pil.	SLE FR 1	251.9428	no	0	Si

**Famiglia "Esercizio quasi permanente"**

Valori limite:  $\sigma$  lim. 11205 w lim. 0.0003

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 11.47

Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	$\sigma C$	wd	Verifica
norm.Y+	filo pil.	SLE QP 1	268.9372	no	-977	0	Si
norm.X+	filo pil.	SLE QP 1	253.9319	no	-920	0	Si
norm.X-	filo pil.	SLE QP 1	251.9428	no	-912	0	Si
norm.Y-	filo pil.	SLE QP 1	236.9375	no	-860	0	Si

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a flessione 1.45

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Mu	Verifica
norm.Y+	filo pil.	SLV FO 11	599.5258	867.8898	Si
norm.Y+	filo pil.	SLV FO 12	599.5258	867.8898	Si
norm.Y+	filo pil.	SLV FO 8	599.3152	867.8898	Si
norm.Y+	filo pil.	SLV FO 7	599.3152	867.8898	Si
norm.Y-	filo pil.	SLV FO 5	542.9083	867.8898	Si

**Verifiche a punzonamento**

**Famiglia "Limite ultimo"**

**Verifiche in adiacenza all'elemento punzonante (perimetro U0)**

Coefficiente di sicurezza minimo 6.25

Comb.	Elemento punzonante	d	Perimetro	Perim. minim.	N	$\beta$	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	VRd,max	Verifica
SLU 4	pilastro	0.549	2.8	no	-687.41	1.04	7.35	30.9	452	2822	Si
SLU 3	pilastro	0.549	2.8	no	-606.26	1.05	7.35	29.39	399	2822	Si
SLU 2	pilastro	0.549	2.8	no	-547.5	1.04	7.35	24.12	360	2822	Si
SLU 1	pilastro	0.549	2.8	no	-466.36	1.05	7.35	22.61	307	2822	Si

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Verifiche a distanza <=2d dall'elemento punzonante (perimetro U1)**

Coefficiente di sicurezza minimo 4.49

Comb.	Elem. punz.	d	Offset	Perim. utile	Perim. minim.	N	$\beta$	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	$\rho_I$	VRd	Asw	VRd,cs	Verifica
SLU 4	pilastro	0.549	0.593	6.52	no	-687.41	1.02	25.29	204.8	146	0.0023	657	0	0	Si
SLU 3	pilastro	0.549	0.571	6.38	no	-606.26	1.02	24.43	186.32	131	0.0023	682	0	0	Si
SLU 2	pilastro	0.549	0.593	6.52	no	-547.5	1.02	25.29	159.85	117	0.0023	657	0	0	Si
SLU 1	pilastro	0.549	0.571	6.38	no	-466.36	1.02	24.43	143.32	101	0.0023	682	0	0	Si

**Coordinate del perimetro del cono punzonante a distanza 0.593 dal pilastro**

Vert.	x	y															
1	-0.943	-0.35	2	-0.932	-0.466	3	-0.898	-0.577	4	-0.843	-0.679	5	-0.769	-0.769	6	-0.679	-0.843
7	-0.577	-0.898	8	-0.466	-0.932	9	-0.35	-0.943	10	0.35	-0.943	11	0.466	-0.932	12	0.577	-0.898
13	0.679	-0.843	14	0.769	-0.769	15	0.843	-0.679	16	0.898	-0.577	17	0.932	-0.466	18	0.943	-0.35
19	0.943	0.35	20	0.932	0.466	21	0.898	0.577	22	0.843	0.679	23	0.769	0.769	24	0.679	0.843
25	0.577	0.898	26	0.466	0.932	27	0.35	0.943	28	-0.35	0.943	29	-0.466	0.932	30	-0.577	0.898
31	-0.679	0.843	32	-0.769	0.769	33	-0.843	0.679	34	-0.898	0.577	35	-0.932	0.466	36	-0.943	0.35

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

**Verifiche in adiacenza all'elemento punzonante (perimetro U0)**

Coefficiente di sicurezza minimo 1.6

Comb.	Elemento punzonante	d	Perimetro	Perim. minim.	N	$\beta$	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	VRd,max	Verifica
SLV FO 9	pilastro	0.549	2.8	no	-466.36	5.99	7.35	21.72	1761	2822	Si
SLV FO 10	pilastro	0.549	2.8	no	-466.36	5.99	7.35	21.72	1761	2822	Si
SLV FO 5	pilastro	0.549	2.8	no	-466.36	5.98	7.35	21.72	1758	2822	Si
SLV FO 6	pilastro	0.549	2.8	no	-466.36	5.98	7.35	21.72	1758	2822	Si
SLV FO 13	pilastro	0.549	2.8	no	-466.36	5.93	7.35	22.4	1740	2822	Si

**Verifiche a distanza <=2d dall'elemento punzonante (perimetro U1)**

Coefficiente di sicurezza minimo 1.8

Comb.	Elem. punz.	d	Offset	Perim. utile	Perim. minim.	N	$\beta$	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	$\rho_I$	VRd	Asw	VRd,cs	Verifica
SLV FO 9	pilastro	0.549	1.076	6.89	si	-466.36	6.78	81.61	436.16	201	0.0023	362	0	0	Si
SLV FO 10	pilastro	0.549	1.076	6.89	si	-466.36	6.78	81.61	436.16	201	0.0023	362	0	0	Si
SLV FO 5	pilastro	0.549	1.076	6.89	si	-466.36	6.79	81.61	437.14	199	0.0023	362	0	0	Si
SLV FO 6	pilastro	0.549	1.076	6.89	si	-466.36	6.79	81.61	437.14	199	0.0023	362	0	0	Si
SLV FO 11	pilastro	0.549	1.054	6.85	si	-466.36	7.54	80.78	448.67	197	0.0023	369	0	0	Si

**Coordinate del perimetro del cono punzonante a distanza 1.076 dal pilastro**

Vert.	x	y															
1	-2.25	2.25	2	-2.25	-1.426	3	0.35	-1.426	4	0.56	-1.405	5	0.762	-1.344	6	0.948	-1.245
7	1.111	-1.111	8	1.245	-0.948	9	1.344	-0.762	10	1.405	-0.56	11	1.426	-0.35	12	1.426	2.25

**Significato dei simboli utilizzati:**

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

**Comb.:** combinazione.

**ot max:** massimo valore della pressione di compressione. [kN/m<sup>2</sup>]

**ot min:** minimo valore della pressione di compressione. [kN/m<sup>2</sup>]

**ot verifica:** valore di confronto della pressione di compressione. [kN/m<sup>2</sup>]

**Verifica:** stato di verifica.

**Asse di rotazione:** asse di rotazione considerato (lato fondazione).

**x1:** ascissa punto 1. [m]

**y1:** ordinata punto 1. [m]

**x2:** ascissa punto 2. [m]

**y2:** ordinata punto 2. [m]

**yR:** coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.

**Mrib:** momento ribaltante rispetto all'asse di rotazione. [kN\*m]

**Mstb:** momento stabilizzante rispetto all'asse di rotazione. [kN\*m]

**c.s.:** coefficiente di sicurezza.

**Descrizione:** descrizione del terreno.

**y naturale:** peso specifico naturale del terreno. [kN/m<sup>3</sup>]

**y saturo:** peso specifico saturo del terreno. [kN/m<sup>3</sup>]

**Angolo Attrito Interno:** angolo di attrito interno del terreno. [deg]

**Angolo Attrito  $\delta$ :** angolo di attrito all'interfaccia fondazione. [deg]

**Coesione Efficace:** coesione efficace del terreno. [kN/m<sup>2</sup>]

**Coesione Non Drenata:** coesione non drenata del terreno. [kN/m<sup>2</sup>]

**Coeff. Adesione:** coefficiente di adesione della coesione.

**Azione orizz.:** componente orizzontale del carico. [kN]

**Azione vert.:** componente verticale del carico. [kN]

**Attrito:** angolo di attrito di progetto. [deg]

**Laterale:** resistenza passiva laterale unitaria di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]

**Rd:** resistenza alla traslazione di progetto. [kN]

**Ed:** azione di progetto. [kN]

**Rd/Ed:** coefficiente di sicurezza allo scorrimento.

**Cond.:** resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT).

**Adesione:** adesione di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]

**Cmb:** combinazione.

**Fx:** componente lungo x del carico. [kN]

**Fy:** componente lungo y del carico. [kN]

**Fz:** componente verticale del carico. [kN]

## PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

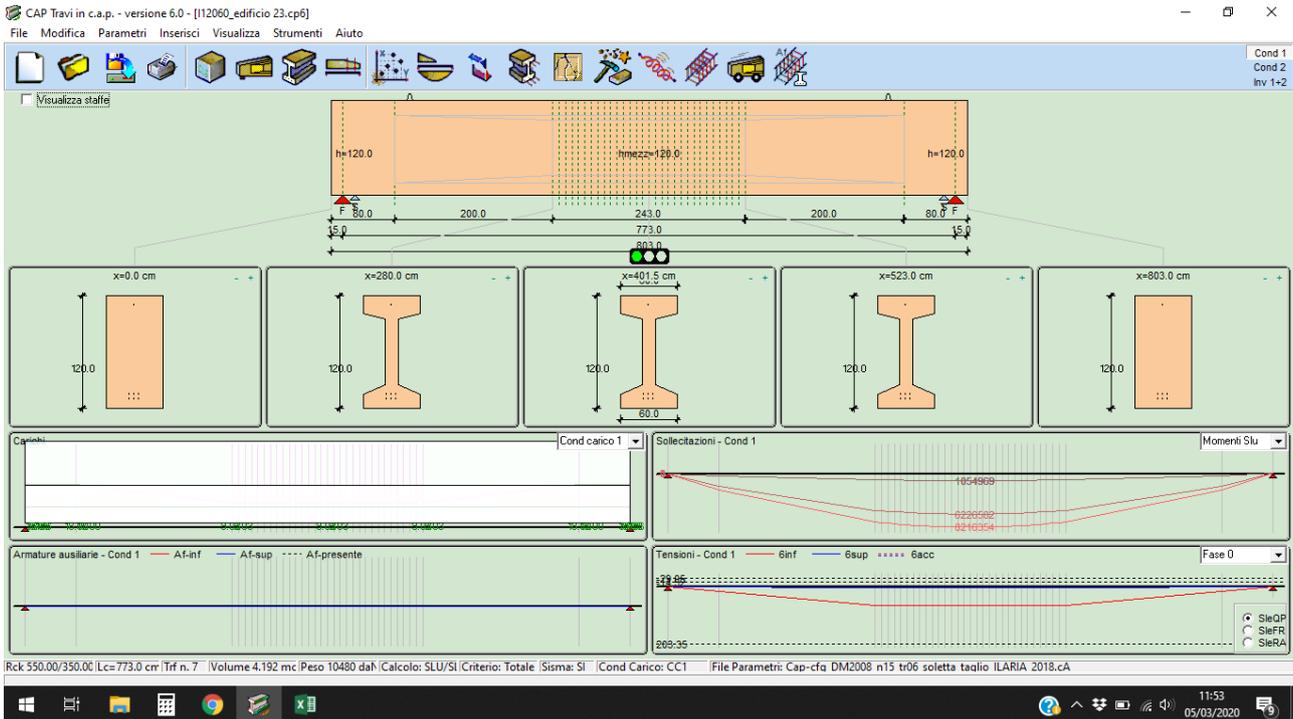
**Mx:** componente lungo x del momento. [kN\*m]  
**My:** componente lungo y del momento. [kN\*m]  
**B:** larghezza efficace. [m]  
**L:** lunghezza efficace. [m]  
**Cnd:** condizione valutazione resistenza a breve o lungo termine (BT - LT).  
**Coes:** coesione di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Phi:** angolo di attrito di progetto. [deg]  
**Peso:** peso specifico del terreno di progetto. [kN/m<sup>3</sup>]  
**Ovl:** sovraccarico laterale da piano di posa. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Amax:** accelerazione normalizzata massima attesa al suolo.  
**Rd:** resistenza alla rottura del complesso di progetto. [kN]  
**Ed:** azione di progetto (sforzo normale al piano di posa). [kN]  
**Rd/Ed:** coefficiente di sicurezza alla capacità portante.  
**Note:** note di verifica (1 Ipotesi errate, 2 Espulsione coesivo, 3 Inclinazione eccessiva, 4 Eccentricità eccessiva, 5 Carico eccessivo).  
**N:**  
**Nq:** fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico.  
**Nc:** fattore di capacità portante per il termine coesivo.  
**Ng:** fattore di capacità portante per il termine attritivo.  
**S:**  
**Sq:** fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico.  
**Sc:** fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo.  
**Sg:** fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo.  
**D:**  
**Dq:** fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico.  
**Dc:** fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo.  
**Dg:** fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo.  
**I:**  
**Iq:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico.  
**Ic:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo.  
**Ig:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo.  
**G:**  
**Gq:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico.  
**Gc:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo.  
**Gg:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo.  
**P:**  
**Pq:** fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico.  
**Pc:** fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo.  
**Pg:** fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo.  
**E:**  
**Eq:** fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine di sovraccarico.  
**Ec:** fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine coesivo.  
**Eg:** fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine attritivo.  
**Desc.:** descrizione.  
**Tipo sez.:** asse o filo pilastro, filo risega.  
**M:** momento flettente. [kN\*m]  
**Mu:** momento ultimo. [kN\*m]  
**Fessurata:** stato fessurato o non fessurato.  
**σC:** tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]  
**σF:** tensione nell'acciaio. [kN/m<sup>2</sup>]  
**wd:** apertura delle fessure. [m]  
**Elemento punzonante:** elemento punzonante, pilastro o dado/bicchiera.  
**d:** altezza utile. [m]  
**Perimetro:** lunghezza utile del perimetro. [m]  
**Perim. minim.:** perimetro critico con lati non attivi.  
**N:** carico dal pilastro. [kN]  
**β:** coefficiente UNI EN 1992-1-1 (6.38).  
**Peso cono:** peso del cono punzonato e del suolo sovrastante. [kN]  
**Reazione suolo:** reazione del suolo di fondazione. [kN]  
**VEd,red:** tensione tangenziale. [kN/m<sup>2</sup>]  
**VRd,max:** resistenza in adiacenza al pilastro. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Elem. punz.:** elemento punzonante, pilastro o dado/bicchiera.  
**Offset:** distanza dal bordo pilastro del perimetro critico. [m]  
**Perim. utile:** lunghezza utile del perimetro. [m]  
**ρ<sub>I</sub>:** densità di armatura tesa.  
**VRd:** resistenza in assenza di armature a taglio. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Asw:** area efficace di ferri piegati. [m<sup>2</sup>]  
**VRd,cs:** resistenza in presenza di armature a taglio. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Vert.:** vertice.  
**x:** coordinata x. [m]  
**y:** coordinata y. [m]

## 8.6. VERIFICA TRAVE DI COPERTURA

Si riporta di seguito la verifica di una trave di copertura. Si tratta di elementi che vengono verificati con uno schema statico di trave in semplice appoggio.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**



**Caratteristiche dei materiali**

**CALCESTRUZZO**

Rck finale cls trave	(daN/cm <sup>2</sup> )	550.00
Rck iniziale cls trave	(daN/cm <sup>2</sup> )	350.00
Rck cls caldana	(daN/cm <sup>2</sup> )	300.00
Coefficiente di ritiro		0.00025
Coefficiente di viscosità		2.30
Coeff omogeneiz trefoli		6
Coeff omogeneiz soletta		0.86
% ritiro al taglio trefoli		25.0

**ACCIAIO ARMONICO**

Tiro Iniziale	(daN/cm <sup>2</sup> )	14000.00
Tens ammissib	(daN/cm <sup>2</sup> )	11400.00
Modulo elastico	(daN/cm <sup>2</sup> )	2000000.00
% Tens al taglio trefoli		98.0
% Rilass ad $\alpha$ dei trefoli		4.6
% Rilass ad $\alpha$ min trefoli		4.0
Lungh aderenza trefoli	(cm)	105.0
Tens acciaio ordinario	(daN/cm <sup>2</sup> )	3913.04
Lungh aderenza acc	(cm)	100.0

**Valori limite e coefficienti normativi**

Tensioni massime nel cls al taglio trefoli		
Massima compressione	(daN/cm <sup>2</sup> )	203.35
Massima trazione	(daN/cm <sup>2</sup> )	-29.05
Massima traz senza arm	(daN/cm <sup>2</sup> )	-14.52
Tensioni agli SLE Quasi permanenti e Frequenti		
Massima compressione	(daN/cm <sup>2</sup> )	205.42
Massima trazione	(daN/cm <sup>2</sup> )	-0.00
Massima traz senza arm	(daN/cm <sup>2</sup> )	-0.00
Tensioni agli SLE Rara		
Massima compressione	(daN/cm <sup>2</sup> )	273.90
Massima trazione	(daN/cm <sup>2</sup> )	-0.00
Massima traz senza arm	(daN/cm <sup>2</sup> )	-0.00

**Caratteristiche ambiente Molto aggressivo**

Amp max fessure SLE QP	(cm)	0.0035
Amp max fessure SLE FR	(cm)	0.0100
Deformazioni limite a rottura		
Calcestruzzo		0.0035
Acciaio armonico		0.0100
Acciaio ordinario		0.0100

**Dati di input**

**DATI GENERALI**

Lunghezza totale della trave	(cm)	803.0		
Lunghezza teorica di calcolo della trave	(cm)	773.0		
Numero tratti di suddivisione per il calcolo	sx	15	dx	15
Lunghezza del ringrosso di testata	sx (cm)	80.0	dx (cm)	80.0
Numero tratti di suddivisione per il calcolo	sx	1	dx	1
Larghezza del ringrosso di testata	sx (cm)	60.0	dx (cm)	60.0
Lunghezza della rastremazione	sx (cm)	200.0	dx (cm)	200.0
Numero tratti di suddivisione per il calcolo	sx	1	dx	1
Incremento carichi per sisma verticale		SI		

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

1° periodo di vibrazione della trave	(sec)	0.06		
Coeff riduz carichi accid per sisma verticale		0.00		
Coeff di intensità sisma verticale	in luce	+/-0.108	su sbalzo	+/-0.108
Metodo di calcolo		Stati limite		
Criterio di calcolo		Precompressione totale		

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE**

Largh scont (cm)	60.0	60.0	14.0	14.0	60.0	60.0
H ad x=0.0 (cm)	0.0	15.0	25.0	95.0	101.0	120.0
H in mezzeria (cm)	0.0	15.0	25.0	95.0	101.0	120.0
H ad x=Ltot (cm)	0.0	15.0	25.0	95.0	101.0	120.0

**DISPOSIZIONE DEI TREFOLI E DEI TUBETTI (Totale trefoli 7)**

Numero trefoli	3	3	1
H dal fondo (cm)	10.0	15.0	110.0
Numero tub sx	0	0	0
Lungh tub sx (cm)	0.0	0.0	0.0
Numero tub dx	0	0	0
Lungh tub dx (cm)	0.0	0.0	0.0
Area trefoli (cm²)	1.39	1.39	1.39

**Situazione di carico**

CARICHI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI (daN/cm)	Ecc (cm)	Aliq.App.	Slu	SluSV	SleQP	SleFR	SleRA
Peso proprio solaio	0.00	0.0	0.00	1.30	1.00	1.00	1.00
Peso proprio caldana	0.00	0.0	0.00	1.30	1.00	1.00	1.00
Permanenti di 2° fase	0.00	0.0	0.00	1.50	1.00	1.00	1.00
Variabili di 3° fase	0.00	0.0	0.00	1.50	0.00	0.00	0.20
Incremento per sisma verticale	0.00	0.0	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Totale carichi appesi	0.00						

**CARICHI DISTRIBUITI (cm, daN/cm)**

Qa	Qb	Xa	Xb	Ecc	Fase	Aliqu.	App.Incr.	sismici	Slu	SluSV	SleQP	SleFR	SleRA
18.00	18.00	15.0	80.0	0.0	0	0.00	1.94	1.94	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
18.00	9.03	80.0	280.0	0.0	0	0.00	1.94	0.98	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
9.03	9.03	280.0	401.5	0.0	0	0.00	0.98	0.98	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
9.03	9.03	401.5	523.0	0.0	0	0.00	0.98	0.98	1.30	0.00	1.00	1.00	1.00
9.03	18.00	523.0	723.0	0.0	0	0.00	0.98	1.94	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
18.00	18.00	723.0	788.0	0.0	0	0.00	1.94	1.94	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
38.76	38.76	15.0	788.0	0.0	2	0.00	4.19	4.19	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
7.40	7.40	15.0	788.0	0.0	2	0.00	0.80	0.80	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
17.76	17.76	15.0	788.0	0.0	3	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.20	1.00

Fase: 0=taglio trefoli, 1=1° fase (sez isolata), 2=2° fase perm (sez mista), 3=3° fase variab (sez mista)

Volume complessivo della trave (mc): 4.192      Posizione baricentro trave (cm)      401.5  
 Peso totale della trave (daN): 10480

**Caratteristiche di sollecitazione**

**MOMENTI FLETTENTI S.L.U. (cm, daNcm)**

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
80.0	370545	370545	0	370545	1593212	1963757	612986	2576744
280.0	968322	968322	0	968322	4660544	5628866	1793138	7422005
288.1	979490	979490	0	979490	4726415	5705906	1818482	7524388
296.2	989888	989888	0	989888	4787744	5777632	1842078	7619710
304.3	999515	999515	0	999515	4844529	5844044	1863926	7707970
312.4	1008372	1008372	0	1008372	4896772	5905144	1884026	7789170
320.5	1016460	1016460	0	1016460	4944471	5960931	1902379	7863310
328.6	1023776	1023776	0	1023776	4987629	6011405	1918984	7930388
336.7	1030323	1030323	0	1030323	5026243	6056566	1933840	7990406
344.8	1036100	1036100	0	1036100	5060314	6096414	1946949	8043362
352.9	1041106	1041106	0	1041106	5089842	6130948	1958310	8089258
361.0	1045342	1045342	0	1045342	5114828	6160170	1967924	8128093
369.1	1048808	1048808	0	1048808	5135271	6184078	1975788	8159867
377.2	1051504	1051504	0	1051504	5151171	6202674	1981906	8184580

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

385.3	1053429	1053429	0	1053429	5162528	6215956	1986276	8202232
393.4	1054584	1054584	0	1054584	5169342	6223926	1988898	8212824
401.5	1054969	1054969	0	1054969	5171613	6226582	1989772	8216354

MOMENTI FLETTENTI S.L.U. con SISMA verticale (cm, daNcm)

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
80.0	254982	254982	0	254982	1062142	1317123	145480	1462604
280.0	622341	622341	0	622341	3107030	3729371	415962	4145333
288.1	627187	627187	0	627187	3150944	3778130	421632	4199763
296.2	631440	631440	0	631440	3191829	3823269	426911	4250180
304.3	635101	635101	0	635101	3229686	3864787	431799	4296586
312.4	638169	638169	0	638169	3264514	3902684	436296	4338980
320.5	640645	640645	0	640645	3296314	3936959	440402	4377361
328.6	642528	642528	0	642528	3325086	3967614	444117	4411730
336.7	643819	643819	0	643819	3350828	3994648	447440	4442088
344.8	644517	644517	0	644517	3373543	4018060	450373	4468433
352.9	644623	644623	0	644623	3393228	4037852	452915	4490766
361.0	644137	644137	0	644137	3409885	4054022	455065	4509088
369.1	643058	643058	0	643058	3423514	4066572	456825	4523397
377.2	641386	641386	0	641386	3434114	4075500	458194	4533694
385.3	639123	639123	0	639123	3441685	4080808	459171	4539979
393.4	636266	636266	0	636266	3446228	4082494	459758	4542252
401.5	632818	632818	0	632818	3447742	4080560	459954	4540513

MOMENTI FLETTENTI S.L.E. Quasi permanente (cm, daNcm)

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
80.0	285034	285034	0	285034	1062142	1347176	0	1347176
280.0	744863	744863	0	744863	3107030	3851893	0	3851893
288.1	753454	753454	0	753454	3150944	3904398	0	3904398
296.2	761452	761452	0	761452	3191829	3953282	0	3953282
304.3	768858	768858	0	768858	3229686	3998544	0	3998544
312.4	775671	775671	0	775671	3264514	4040186	0	4040186
320.5	781892	781892	0	781892	3296314	4078206	0	4078206
328.6	787520	787520	0	787520	3325086	4112606	0	4112606
336.7	792556	792556	0	792556	3350828	4143385	0	4143385
344.8	797000	797000	0	797000	3373542	4170542	0	4170542
352.9	800851	800851	0	800851	3393228	4194079	0	4194079
361.0	804109	804109	0	804109	3409885	4213994	0	4213994
369.1	806775	806775	0	806775	3423514	4230289	0	4230289
377.2	808849	808849	0	808849	3434114	4242962	0	4242962
385.3	810330	810330	0	810330	3441685	4252016	0	4252016
393.4	811219	811219	0	811219	3446228	4257446	0	4257446
401.5	811515	811515	0	811515	3447742	4259257	0	4259257

MOMENTI FLETTENTI S.L.E. Frequente (cm, daNcm)

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
80.0	285034	285034	0	285034	1062142	1347176	81732	1428908
280.0	744863	744863	0	744863	3107030	3851893	239085	4090978
288.1	753454	753454	0	753454	3150944	3904398	242464	4146862
296.2	761452	761452	0	761452	3191829	3953282	245610	4198892
304.3	768858	768858	0	768858	3229686	3998544	248524	4247068
312.4	775671	775671	0	775671	3264514	4040186	251204	4291390
320.5	781892	781892	0	781892	3296314	4078206	253650	4331857
328.6	787520	787520	0	787520	3325086	4112606	255864	4368470
336.7	792556	792556	0	792556	3350828	4143385	257845	4401230
344.8	797000	797000	0	797000	3373542	4170542	259593	4430136
352.9	800851	800851	0	800851	3393228	4194079	261108	4455187
361.0	804109	804109	0	804109	3409885	4213994	262390	4476384
369.1	806775	806775	0	806775	3423514	4230289	263438	4493728
377.2	808849	808849	0	808849	3434114	4242962	264254	4507216
385.3	810330	810330	0	810330	3441685	4252016	264837	4516852
393.4	811219	811219	0	811219	3446228	4257446	265186	4522633
401.5	811515	811515	0	811515	3447742	4259257	265303	4524560

MOMENTI FLETTENTI S.L.E. Rara (cm, daNcm)

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
15.0	0	0	0	0	0	0	0	0
80.0	285034	285034	0	285034	1062142	1347176	408658	1755834
280.0	744863	744863	0	744863	3107030	3851893	1195426	5047318
288.1	753454	753454	0	753454	3150944	3904398	1212322	5116720
296.2	761452	761452	0	761452	3191829	3953282	1228052	5181334
304.3	768858	768858	0	768858	3229686	3998544	1242618	5241162
312.4	775671	775671	0	775671	3264514	4040186	1256018	5296204
320.5	781892	781892	0	781892	3296314	4078206	1268253	5346460
328.6	787520	787520	0	787520	3325086	4112606	1279322	5391928
336.7	792556	792556	0	792556	3350828	4143385	1289227	5432612
344.8	797000	797000	0	797000	3373542	4170542	1297966	5468508
352.9	800851	800851	0	800851	3393228	4194079	1305540	5499619
361.0	804109	804109	0	804109	3409885	4213994	1311949	5525944
369.1	806775	806775	0	806775	3423514	4230289	1317192	5547482
377.2	808849	808849	0	808849	3434114	4242962	1321271	5564234
385.3	810330	810330	0	810330	3441685	4252016	1324184	5576200
393.4	811219	811219	0	811219	3446228	4257446	1325932	5583378
401.5	811515	811515	0	811515	3447742	4259257	1326514	5585772

SFORZI DI TAGLIO S.L.U. (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
15.0	6461	6461	0	6461	26761	33222	10296	43519
80.0	4940	4940	0	4940	22261	27201	8565	35766
280.0	1426	1426	0	1426	8413	9839	3237	13076
288.1	1331	1331	0	1331	7852	9183	3021	12204
296.2	1236	1236	0	1236	7291	8527	2805	11332
304.3	1141	1141	0	1141	6730	7871	2589	10461
312.4	1046	1046	0	1046	6169	7215	2374	9589
320.5	951	951	0	951	5608	6559	2158	8717
328.6	856	856	0	856	5048	5903	1942	7845
336.7	761	761	0	761	4487	5247	1726	6974
344.8	666	666	0	666	3926	4592	1510	6102
352.9	571	571	0	571	3365	3936	1295	5230
361.0	475	475	0	475	2804	3280	1079	4359
369.1	380	380	0	380	2243	2624	863	3487
377.2	285	285	0	285	1683	1968	647	2615
385.3	190	190	0	190	1122	1312	432	1743
393.4	95	95	0	95	561	656	216	872
401.5	-0	-0	0	-0	-0	-0	-0	-0

SFORZI DI TAGLIO S.L.U. con SISMA verticale (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
15.0	4508	4508	0	4508	17841	22349	2463	24812
80.0	3338	3338	0	3338	14840	18178	2013	20191
280.0	635	635	0	635	5608	6243	724	6967
288.1	562	562	0	562	5235	5796	676	6472
296.2	489	489	0	489	4861	5349	628	5977
304.3	415	415	0	415	4487	4902	579	5481
312.4	342	342	0	342	4113	4455	531	4986
320.5	269	269	0	269	3739	4008	483	4491
328.6	196	196	0	196	3365	3561	434	3995
336.7	123	123	0	123	2991	3114	386	3500
344.8	50	50	0	50	2617	2667	338	3005
352.9	-23	-23	0	-23	2243	2220	290	2510
361.0	-97	-97	0	-97	1869	1773	241	2014
369.1	-170	-170	0	-170	1496	1326	193	1519
377.2	-243	-243	0	-243	1122	879	145	1024
385.3	-316	-316	0	-316	748	432	97	528
393.4	-389	-389	0	-389	374	-15	-48	-64
401.5	-462	-462	0	-462	-0	-462	-0	-462

SFORZI DI TAGLIO S.L.E. Quasi permanente (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
15.0	4970	4970	0	4970	17841	22811	0	22811
80.0	3800	3800	0	3800	14840	18641	0	18641

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

280.0	1097	1097	0	1097	5608	6706	0	6706
288.1	1024	1024	0	1024	5235	6259	0	6259
296.2	951	951	0	951	4861	5812	0	5812
304.3	878	878	0	878	4487	5364	0	5364
312.4	805	805	0	805	4113	4917	0	4917
320.5	731	731	0	731	3739	4470	0	4470
328.6	658	658	0	658	3365	4023	0	4023
336.7	585	585	0	585	2991	3576	0	3576
344.8	512	512	0	512	2617	3129	0	3129
352.9	439	439	0	439	2243	2682	0	2682
361.0	366	366	0	366	1869	2235	0	2235
369.1	293	293	0	293	1496	1788	0	1788
377.2	219	219	0	219	1122	1341	0	1341
385.3	146	146	0	146	748	894	0	894
393.4	73	73	0	73	374	447	0	447
401.5	-0	-0	0	-0	-0	-0	0	-0

SFORZI DI TAGLIO S.L.E. Frequente (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
15.0	4970	4970	0	4970	17841	22811	1373	24184
80.0	3800	3800	0	3800	14840	18641	1142	19783
280.0	1097	1097	0	1097	5608	6706	432	7137
288.1	1024	1024	0	1024	5235	6259	403	6661
296.2	951	951	0	951	4861	5812	374	6186
304.3	878	878	0	878	4487	5364	345	5710
312.4	805	805	0	805	4113	4917	316	5234
320.5	731	731	0	731	3739	4470	288	4758
328.6	658	658	0	658	3365	4023	259	4282
336.7	585	585	0	585	2991	3576	230	3806
344.8	512	512	0	512	2617	3129	201	3331
352.9	439	439	0	439	2243	2682	173	2855
361.0	366	366	0	366	1869	2235	144	2379
369.1	293	293	0	293	1496	1788	115	1903
377.2	219	219	0	219	1122	1341	86	1427
385.3	146	146	0	146	748	894	58	952
393.4	73	73	0	73	374	447	29	476
401.5	-0	-0	0	-0	-0	-0	0	-0

SFORZI DI TAGLIO S.L.E. Rara (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
15.0	4970	4970	0	4970	17841	22811	6864	29675
80.0	3800	3800	0	3800	14840	18641	5710	24350
280.0	1097	1097	0	1097	5608	6706	2158	8863
288.1	1024	1024	0	1024	5235	6259	2014	8273
296.2	951	951	0	951	4861	5812	1870	7682
304.3	878	878	0	878	4487	5364	1726	7091
312.4	805	805	0	805	4113	4917	1582	6500
320.5	731	731	0	731	3739	4470	1439	5909
328.6	658	658	0	658	3365	4023	1295	5318
336.7	585	585	0	585	2991	3576	1151	4727
344.8	512	512	0	512	2617	3129	1007	4136
352.9	439	439	0	439	2243	2682	863	3545
361.0	366	366	0	366	1869	2235	719	2954
369.1	293	293	0	293	1496	1788	575	2364
377.2	219	219	0	219	1122	1341	432	1773
385.3	146	146	0	146	748	894	288	1182
393.4	73	73	0	73	374	447	144	591
401.5	-0	-0	0	-0	-0	-0	0	0

REAZIONI VINCOLARI VERTICALI E TORCENTI (cm, daN, daNcm)

X	R0	Rf1	RT1	Rpf2	RT2p	Raf2	RT	
15.0	6812	0	6812	26761	33573	10296	43870	Slu
	4778	0	4778	17841	22619	2463	25082	SluSV
	5240	0	5240	17841	23081	0	23081	SleQP
	5240	0	5240	17841	23081	1373	24454	SleFR
	5240	0	5240	17841	23081	6864	29945	SleRA

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

788.0	6812	0	6812	26761	33573	10296	43870	Slu
	4605	0	4605	17841	22446	2463	24910	SluSV
	5240	0	5240	17841	23081	0	23081	SleQP
	5240	0	5240	17841	23081	1373	24454	SleFR
	5240	0	5240	17841	23081	6864	29945	SleRA

**Caratteristiche sezioni omogeneizzate**

SEZIONE IDEALE ISOLATA (cm, cm, cm<sup>2</sup>, cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>, cm<sup>3</sup>)

X	Ht	Area	Ig	Xgi	Xgs	Wi	Ws	Ecc	FattTgi
15.0	120.0	7200	8640000	60.00	60.00	144000	144000	60.00	4800
80.0	120.0	7200	8640000	60.00	60.00	144000	144000	60.00	4800
280.0	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
288.1	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
296.2	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
304.3	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
312.4	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
320.5	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
328.6	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
336.7	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
344.8	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
352.9	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
361.0	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
369.1	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
377.2	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
385.3	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
393.4	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307
401.5	120.0	3661	6907264	60.57	59.43	114042	116220	34.14	1307

Distanza cavo risultante dal lembo inferiore 26.43 cm (sezione di mezzeria)

**Perdite di tensione e tensioni iniziali**

PERDITE DI TENSIONE (cm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Rit	Elast	Visc	Rilass	TOTALE	6 c.p.e.	6 s.p.e.
15.0							
80.0							
280.0	500.00	273.87	629.90	560.00	1963.76	11400.00	11673.87
288.1	500.00	273.66	629.41	560.00	1963.06	11400.00	11673.66
296.2	500.00	273.46	628.95	560.00	1962.41	11400.00	11673.46
304.3	500.00	273.27	628.53	560.00	1961.81	11400.00	11673.27
312.4	500.00	273.11	628.15	560.00	1961.25	11400.00	11673.11
320.5	500.00	272.95	627.79	560.00	1960.74	11400.00	11672.95
328.6	500.00	272.81	627.47	560.00	1960.29	11400.00	11672.81
336.7	500.00	272.69	627.19	560.00	1959.87	11400.00	11672.69
344.8	500.00	272.58	626.93	560.00	1959.51	11400.00	11672.58
352.9	500.00	272.48	626.71	560.00	1959.20	11400.00	11672.48
361.0	500.00	272.40	626.53	560.00	1958.93	11400.00	11672.40
369.1	500.00	272.34	626.38	560.00	1958.72	11400.00	11672.34
377.2	500.00	272.29	626.26	560.00	1958.55	11400.00	11672.29
385.3	500.00	272.25	626.18	560.00	1958.43	11400.00	11672.25
393.4	500.00	272.23	626.12	560.00	1958.35	11400.00	11672.23
401.5	500.00	272.22	626.11	560.00	1958.33	11400.00	11672.22

TENSIONI INIZIALI AL TAGLIO DEI TREFOLI (cm, daN, daNcm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	N0prec	M0prec	6sup	6inf	6't	6'c	
15.0							
80.0							
280.0	132279	-4515875	3.69	69.20	-0.02	36.15	c.a.p.
288.1	132279	-4515875	3.76	69.13	-0.02	36.15	c.a.p.
296.2	132279	-4515875	3.83	69.06	-0.01	36.15	c.a.p.
304.3	132279	-4515875	3.89	68.99	-0.01	36.15	c.a.p.
312.4	132279	-4515875	3.95	68.93	-0.01	36.15	c.a.p.
320.5	132279	-4515875	4.01	68.88	-0.01	36.14	c.a.p.
328.6	132279	-4515875	4.06	68.83	-0.01	36.14	c.a.p.
336.7	132279	-4515875	4.10	68.78	-0.01	36.14	c.a.p.
344.8	132279	-4515875	4.14	68.75	-0.00	36.14	c.a.p.
352.9	132279	-4515875	4.17	68.71	-0.00	36.14	c.a.p.
361.0	132279	-4515875	4.20	68.68	-0.00	36.14	c.a.p.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

369.1	132279	-4515875	4.22	68.66	-0.00	36.14	c.a.p.
377.2	132279	-4515875	4.24	68.64	-0.00	36.14	c.a.p.
385.3	132279	-4515875	4.25	68.63	-0.00	36.14	c.a.p.
393.4	132279	-4515875	4.26	68.62	-0.00	36.14	c.a.p.
401.5	132279	-4515875	4.26	68.62	0.00	36.14	c.a.p.

**Tensioni di esercizio**

TENSIONI DI FASE 0 (montaggio) S.L.E. Quasi permanente - Frequente - Rara (SEZ ISOLATA) (cm, daN, daNcm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
15.0									
80.0									
280.0	113587	-3877730	4.07	58.50		-0.02	31.05		c.a.p.
288.1	113585	-3877659	4.15	58.42		-0.02	31.05		c.a.p.
296.2	113583	-3877593	4.22	58.35		-0.02	31.05		c.a.p.
304.3	113581	-3877532	4.28	58.29		-0.01	31.04		c.a.p.
312.4	113579	-3877477	4.34	58.23		-0.01	31.04		c.a.p.
320.5	113578	-3877426	4.39	58.17		-0.01	31.04		c.a.p.
328.6	113576	-3877379	4.44	58.12		-0.01	31.03		c.a.p.
336.7	113575	-3877338	4.48	58.08		-0.01	31.03		c.a.p.
344.8	113574	-3877301	4.52	58.04		-0.00	31.03		c.a.p.
352.9	113573	-3877270	4.55	58.00		-0.00	31.03		c.a.p.
361.0	113572	-3877243	4.58	57.97		-0.00	31.03		c.a.p.
369.1	113572	-3877221	4.61	57.95		-0.00	31.03		c.a.p.
377.2	113571	-3877204	4.62	57.93		-0.00	31.03		c.a.p.
385.3	113571	-3877192	4.64	57.92		-0.00	31.03		c.a.p.
393.4	113571	-3877185	4.64	57.91		-0.00	31.02		c.a.p.
401.5	113571	-3877182	4.65	57.91		0.00	31.02		c.a.p.

TENSIONI DI 2° FASE (permanenti) S.L.E. Quasi permanente - Frequente - Rara (SEZ MISTA) (cm, daN, daNcm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
15.0									
80.0									
280.0	113587	-3877730	30.81	31.26		-0.83	31.86	0.00	c.a.p.
288.1	113585	-3877659	31.26	30.79		-0.72	31.75	0.00	c.a.p.
296.2	113583	-3877593	31.68	30.36		-0.63	31.65	0.00	c.a.p.
304.3	113581	-3877532	32.07	29.97		-0.53	31.56	0.00	c.a.p.
312.4	113579	-3877477	32.43	29.60		-0.45	31.48	0.00	c.a.p.
320.5	113578	-3877426	32.75	29.27		-0.37	31.40	0.00	c.a.p.
328.6	113576	-3877379	33.05	28.96		-0.30	31.33	0.00	c.a.p.
336.7	113575	-3877338	33.32	28.69		-0.24	31.27	0.00	c.a.p.
344.8	113574	-3877301	33.55	28.45		-0.18	31.21	0.00	c.a.p.
352.9	113573	-3877270	33.75	28.25		-0.14	31.16	0.00	c.a.p.
361.0	113572	-3877243	33.92	28.07		-0.09	31.12	0.00	c.a.p.
369.1	113572	-3877221	34.06	27.93		-0.06	31.09	0.00	c.a.p.
377.2	113571	-3877204	34.17	27.82		-0.03	31.06	0.00	c.a.p.
385.3	113571	-3877192	34.25	27.74		-0.02	31.04	0.00	c.a.p.
393.4	113571	-3877185	34.30	27.69		-0.00	31.03	0.00	c.a.p.
401.5	113571	-3877182	34.31	27.67		0.00	31.02	0.00	c.a.p.

TENSIONI DI 3° FASE S.L.E. Quasi permanente (SEZ MISTA) (cm, daN, daNcm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
15.0									
80.0									
280.0	113587	-3877730	30.81	31.26		-0.83	31.86	0.00	c.a.p.
288.1	113585	-3877659	31.26	30.79		-0.72	31.75	0.00	c.a.p.
296.2	113583	-3877593	31.68	30.36		-0.63	31.65	0.00	c.a.p.
304.3	113581	-3877532	32.07	29.97		-0.53	31.56	0.00	c.a.p.
312.4	113579	-3877477	32.43	29.60		-0.45	31.48	0.00	c.a.p.
320.5	113578	-3877426	32.75	29.27		-0.37	31.40	0.00	c.a.p.
328.6	113576	-3877379	33.05	28.96		-0.30	31.33	0.00	c.a.p.
336.7	113575	-3877338	33.32	28.69		-0.24	31.27	0.00	c.a.p.
344.8	113574	-3877301	33.55	28.45		-0.18	31.21	0.00	c.a.p.
352.9	113573	-3877270	33.75	28.25		-0.14	31.16	0.00	c.a.p.
361.0	113572	-3877243	33.92	28.07		-0.09	31.12	0.00	c.a.p.
369.1	113572	-3877221	34.06	27.93		-0.06	31.09	0.00	c.a.p.
377.2	113571	-3877204	34.17	27.82		-0.03	31.06	0.00	c.a.p.
385.3	113571	-3877192	34.25	27.74		-0.02	31.04	0.00	c.a.p.
393.4	113571	-3877185	34.30	27.69		-0.00	31.03	0.00	c.a.p.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

401.5 113571 -3877182 34.31 27.67 0.00 31.02 0.00 c.a.p.

TENSIONI DI 3° FASE S.L.E. Frequente (SEZ MISTA) (cm, daN, daNcm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
15.0									
80.0									
280.0	113587	-3877730	32.86	29.16		-0.93	31.96	10.50	c.a.p.
288.1	113585	-3877659	33.34	28.67		-0.82	31.84	10.65	c.a.p.
296.2	113583	-3877593	33.79	28.21		-0.71	31.73	10.79	c.a.p.
304.3	113581	-3877532	34.21	27.79		-0.60	31.63	10.92	c.a.p.
312.4	113579	-3877477	34.59	27.40		-0.51	31.54	11.03	c.a.p.
320.5	113578	-3877426	34.94	27.04		-0.42	31.45	11.14	c.a.p.
328.6	113576	-3877379	35.25	26.72		-0.34	31.37	11.24	c.a.p.
336.7	113575	-3877338	35.53	26.43		-0.27	31.30	11.33	c.a.p.
344.8	113574	-3877301	35.78	26.18		-0.21	31.23	11.40	c.a.p.
352.9	113573	-3877270	36.00	25.96		-0.15	31.18	11.47	c.a.p.
361.0	113572	-3877243	36.18	25.77		-0.11	31.13	11.53	c.a.p.
369.1	113572	-3877221	36.33	25.62		-0.07	31.09	11.57	c.a.p.
377.2	113571	-3877204	36.45	25.50		-0.04	31.06	11.61	c.a.p.
385.3	113571	-3877192	36.53	25.42		-0.02	31.04	11.63	c.a.p.
393.4	113571	-3877185	36.58	25.37		-0.00	31.03	11.65	c.a.p.
401.5	113571	-3877182	36.60	25.35		0.00	31.02	11.65	c.a.p.

TENSIONI DI 3° FASE S.L.E. Rara (SEZ MISTA) (cm, daN, daNcm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
15.0									
80.0									
280.0	113587	-3877730	41.09	20.77		-1.42	32.45	52.51	c.a.p.
288.1	113585	-3877659	41.69	20.16		-1.24	32.27	53.25	c.a.p.
296.2	113583	-3877593	42.25	19.60		-1.08	32.10	53.94	c.a.p.
304.3	113581	-3877532	42.76	19.07		-0.92	31.95	54.58	c.a.p.
312.4	113579	-3877477	43.23	18.59		-0.78	31.81	55.17	c.a.p.
320.5	113578	-3877426	43.67	18.15		-0.65	31.67	55.71	c.a.p.
328.6	113576	-3877379	44.06	17.75		-0.53	31.55	56.19	c.a.p.
336.7	113575	-3877338	44.41	17.39		-0.42	31.44	56.63	c.a.p.
344.8	113574	-3877301	44.72	17.07		-0.32	31.35	57.01	c.a.p.
352.9	113573	-3877270	44.98	16.80		-0.24	31.26	57.35	c.a.p.
361.0	113572	-3877243	45.21	16.57		-0.16	31.19	57.63	c.a.p.
369.1	113572	-3877221	45.40	16.38		-0.11	31.13	57.86	c.a.p.
377.2	113571	-3877204	45.54	16.23		-0.06	31.08	58.04	c.a.p.
385.3	113571	-3877192	45.64	16.13		-0.03	31.05	58.17	c.a.p.
393.4	113571	-3877185	45.71	16.06		-0.01	31.03	58.24	c.a.p.
401.5	113571	-3877182	45.73	16.04		0.00	31.02	58.27	c.a.p.

**Armatura lenta ausiliaria**

X	ARM SUP (FASE 0)		ARM INF (FASE 3)		ARM SUP (FASE 3)		6sup	Traz	Afn	Afp
	6sup	Traz	Afn	Afp	6inf	Traz				
15.0	0.00	*****	*****		0.00	*****	*****			
80.0	0.00	*****	*****		0.00	*****	*****			
280.0	3.69	*****	*****		20.77	*****	*****	41.09	*****	*****
288.1	3.76	*****	*****		20.16	*****	*****	41.69	*****	*****
296.2	3.83	*****	*****		19.60	*****	*****	42.25	*****	*****
304.3	3.89	*****	*****		19.07	*****	*****	42.76	*****	*****
312.4	3.95	*****	*****		18.59	*****	*****	43.23	*****	*****
320.5	4.01	*****	*****		18.15	*****	*****	43.67	*****	*****
328.6	4.06	*****	*****		17.75	*****	*****	44.06	*****	*****
336.7	4.10	*****	*****		17.39	*****	*****	44.41	*****	*****
344.8	4.14	*****	*****		17.07	*****	*****	44.72	*****	*****
352.9	4.17	*****	*****		16.80	*****	*****	44.98	*****	*****
361.0	4.20	*****	*****		16.57	*****	*****	45.21	*****	*****
369.1	4.22	*****	*****		16.38	*****	*****	45.40	*****	*****
377.2	4.24	*****	*****		16.23	*****	*****	45.54	*****	*****
385.3	4.25	*****	*****		16.13	*****	*****	45.64	*****	*****
393.4	4.26	*****	*****		16.06	*****	*****	45.71	*****	*****
401.5	4.26	*****	*****		16.04	*****	*****	45.73	*****	*****

**Verifiche a fessurazione**

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

FESSURAZIONE S.L.E. Quasi permanente (cm, daNcm)

X	Mfess1	M 1° fase	Eta1/Amp	Mfess2	M 2° fase	Eta2/Amp	
15.0	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
80.0	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
280.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
288.1		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
296.2		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
304.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
312.4		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
320.5		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
328.6		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
336.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
344.8		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
352.9		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
361.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
369.1		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
377.2		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
385.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
393.4		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
401.5		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	

FESSURAZIONE S.L.E. Frequente (cm, daNcm)

X	Mfess1	M 1° fase	Eta1/Amp	Mfess2	M 2° fase	Eta2/Amp	
15.0	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
80.0	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
280.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
288.1		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
296.2		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
304.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
312.4		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
320.5		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
328.6		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
336.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
344.8		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
352.9		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
361.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
369.1		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
377.2		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
385.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
393.4		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
401.5		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	

FESSURAZIONE S.L.E. Rara (cm, daNcm)

X	Mfess1	M 1° fase	Eta1/Amp	Mfess2	M 2° fase	Eta2/Amp	
15.0	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
80.0	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
280.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
288.1		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
296.2		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
304.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
312.4		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
320.5		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
328.6		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
336.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
344.8		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
352.9		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
361.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
369.1		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
377.2		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
385.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
393.4		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
401.5		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	

**Verifiche a rottura**

**VERIFICHE DI 2° FASE (SEZIONE MISTA) (cm, daN, daNcm)**

X	epsc	epsf	hint	F	Mrott	Eta
---	------	------	------	---	-------	-----

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

15.0						
80.0						
280.0	0.0011	0.0100	92.33	143887	13285143	1.79
288.1	0.0011	0.0100	92.33	143888	13285136	1.77
296.2	0.0011	0.0100	92.33	143888	13285128	1.74
304.3	0.0011	0.0100	92.33	143888	13285124	1.72
312.4	0.0011	0.0100	92.33	143888	13285117	1.71
320.5	0.0011	0.0100	92.33	143888	13285114	1.69
328.6	0.0011	0.0100	92.33	143889	13285107	1.68
336.7	0.0011	0.0100	92.33	143889	13285103	1.66
344.8	0.0011	0.0100	92.33	143889	13285101	1.65
352.9	0.0011	0.0100	92.33	143889	13285098	1.64
361.0	0.0011	0.0100	92.33	143889	13285096	1.63
369.1	0.0011	0.0100	92.33	143889	13285094	1.63
377.2	0.0011	0.0100	92.33	143889	13285093	1.62
385.3	0.0011	0.0100	92.33	143889	13285092	1.62
393.4	0.0011	0.0100	92.33	143889	13285092	1.62
401.5	0.0011	0.0100	92.33	143889	13285091	1.62

VERIFICHE DI 2° FASE (SLU sisma verticale) (SEZIONE MISTA) (cm, daN, daNcm)

X	epsc	epsf	hint	F	Mrott	Eta
15.0						
80.0						
280.0	0.0011	0.0100	92.34	143870	13285283	3.20
288.1	0.0011	0.0100	92.34	143870	13285277	3.16
296.2	0.0011	0.0100	92.34	143870	13285275	3.13
304.3	0.0011	0.0100	92.34	143870	13285269	3.09
312.4	0.0011	0.0100	92.34	143870	13285266	3.06
320.5	0.0011	0.0100	92.34	143870	13285263	3.03
328.6	0.0011	0.0100	92.34	143870	13285261	3.01
336.7	0.0011	0.0100	92.34	143870	13285258	2.99
344.8	0.0011	0.0100	92.34	143869	13285255	2.97
352.9	0.0011	0.0100	92.34	143869	13285254	2.96
361.0	0.0011	0.0100	92.34	143869	13285254	2.95
369.1	0.0011	0.0100	92.34	143869	13285250	2.94
377.2	0.0011	0.0100	92.34	143869	13285251	2.93
385.3	0.0011	0.0100	92.34	143869	13285251	2.93
393.4	0.0011	0.0100	92.34	143868	13285255	2.92
401.5	0.0011	0.0100	92.34	143868	13285255	2.93

**Determinazione delle deformazioni (cm, cm)**

DEFORMAZIONE S.L.E. Quasi permanente (cm, cm)

X	w0	w0'	w1	w0'+1	w2	w0'+1+2	w3	wtot
15.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80.0	-0.022	-0.037	0.000	-0.037	0.047	0.010	0.000	0.010
280.0	-0.081	-0.138	0.000	-0.138	0.161	0.023	0.000	0.023
288.1	-0.083	-0.141	0.000	-0.141	0.164	0.023	0.000	0.023
296.2	-0.084	-0.143	0.000	-0.143	0.166	0.023	0.000	0.023
304.3	-0.086	-0.146	0.000	-0.146	0.169	0.023	0.000	0.023
312.4	-0.087	-0.148	0.000	-0.148	0.171	0.023	0.000	0.023
320.5	-0.088	-0.150	0.000	-0.150	0.173	0.024	0.000	0.024
328.6	-0.089	-0.151	0.000	-0.151	0.175	0.024	0.000	0.024
336.7	-0.090	-0.153	0.000	-0.153	0.177	0.024	0.000	0.024
344.8	-0.091	-0.154	0.000	-0.154	0.179	0.024	0.000	0.024
352.9	-0.091	-0.156	0.000	-0.156	0.180	0.024	0.000	0.024
361.0	-0.092	-0.157	0.000	-0.157	0.181	0.024	0.000	0.024
369.1	-0.093	-0.157	0.000	-0.157	0.182	0.025	0.000	0.025
377.2	-0.093	-0.158	0.000	-0.158	0.183	0.025	0.000	0.025
385.3	-0.093	-0.158	0.000	-0.158	0.183	0.025	0.000	0.025
393.4	-0.093	-0.159	0.000	-0.159	0.183	0.025	0.000	0.025
401.5	-0.093	-0.159	0.000	-0.159	0.184	0.025	0.000	0.025

Le deformazioni di fase 0', 1, 2 e 3 sono moltiplicate per il coefficiente di viscosità

Le deformazioni di fase 0 sono calcolate con la precompressione iniziale

DEFORMAZIONE S.L.E. Frequente (cm, cm)

X	w0	w0'	w1	w0'+1	w2	w0'+1+2	w3	wtot
15.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80.0	-0.022	-0.037	0.000	-0.037	0.047	0.010	0.004	0.014

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

280.0	-0.081	-0.138	0.000	-0.138	0.161	0.023	0.012	0.035
288.1	-0.083	-0.141	0.000	-0.141	0.164	0.023	0.013	0.035
296.2	-0.084	-0.143	0.000	-0.143	0.166	0.023	0.013	0.036
304.3	-0.086	-0.146	0.000	-0.146	0.169	0.023	0.013	0.036
312.4	-0.087	-0.148	0.000	-0.148	0.171	0.023	0.013	0.037
320.5	-0.088	-0.150	0.000	-0.150	0.173	0.024	0.013	0.037
328.6	-0.089	-0.151	0.000	-0.151	0.175	0.024	0.013	0.037
336.7	-0.090	-0.153	0.000	-0.153	0.177	0.024	0.014	0.038
344.8	-0.091	-0.154	0.000	-0.154	0.179	0.024	0.014	0.038
352.9	-0.091	-0.156	0.000	-0.156	0.180	0.024	0.014	0.038
361.0	-0.092	-0.157	0.000	-0.157	0.181	0.024	0.014	0.038
369.1	-0.093	-0.157	0.000	-0.157	0.182	0.025	0.014	0.039
377.2	-0.093	-0.158	0.000	-0.158	0.183	0.025	0.014	0.039
385.3	-0.093	-0.158	0.000	-0.158	0.183	0.025	0.014	0.039
393.4	-0.093	-0.159	0.000	-0.159	0.183	0.025	0.014	0.039
401.5	-0.093	-0.159	0.000	-0.159	0.184	0.025	0.014	0.039

Le deformazioni di fase 0', 1, 2 e 3 sono moltiplicate per il coefficiente di viscosità  
 Le deformazioni di fase 0 sono calcolate con la precompressione iniziale

DEFORMAZIONE S.L.E. Rara (cm, cm)

X	w0	w0'	w1	w0'+1	w2	w0'+1+2	w3	wtot
15.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80.0	-0.022	-0.037	0.000	-0.037	0.047	0.010	0.008	0.018
280.0	-0.081	-0.138	0.000	-0.138	0.161	0.023	0.027	0.049
288.1	-0.083	-0.141	0.000	-0.141	0.164	0.023	0.027	0.050
296.2	-0.084	-0.143	0.000	-0.143	0.166	0.023	0.028	0.051
304.3	-0.086	-0.146	0.000	-0.146	0.169	0.023	0.028	0.052
312.4	-0.087	-0.148	0.000	-0.148	0.171	0.023	0.029	0.052
320.5	-0.088	-0.150	0.000	-0.150	0.173	0.024	0.029	0.053
328.6	-0.089	-0.151	0.000	-0.151	0.175	0.024	0.029	0.053
336.7	-0.090	-0.153	0.000	-0.153	0.177	0.024	0.030	0.054
344.8	-0.091	-0.154	0.000	-0.154	0.179	0.024	0.030	0.054
352.9	-0.091	-0.156	0.000	-0.156	0.180	0.024	0.030	0.054
361.0	-0.092	-0.157	0.000	-0.157	0.181	0.024	0.030	0.055
369.1	-0.093	-0.157	0.000	-0.157	0.182	0.025	0.030	0.055
377.2	-0.093	-0.158	0.000	-0.158	0.183	0.025	0.031	0.055
385.3	-0.093	-0.158	0.000	-0.158	0.183	0.025	0.031	0.055
393.4	-0.093	-0.159	0.000	-0.159	0.183	0.025	0.031	0.055
401.5	-0.093	-0.159	0.000	-0.159	0.184	0.025	0.031	0.055

Le deformazioni di fase 0', 1 e 2 sono moltiplicate per il coefficiente di viscosità  
 Le deformazioni di fase 0 sono calcolate con la precompressione iniziale

**Verifiche a taglio**

VERIFICA A TAGLIO AGLI STATI LIMITE ULTIMI (cm, cm<sup>2</sup>, cm, daN, daNcm, cm<sup>2</sup>)

X	Af	Dx	Vsdu	Tsdu	bmin	Af teor	Af long	μ	Vs/Vr+Ts/Tr	Vsdu1
15.0	1.57	10.0	43519	0	60.0	1.06	0.00	1.49		27896
80.0	1.57	15.0	35766	0	60.0	1.30	0.00	1.21		27896
280.0	1.57	20.0	13076	0	14.0					38564
288.1	1.57	20.0	12204	0	14.0					38564
296.2	1.57	20.0	11332	0	14.0					38564
304.3	1.57	20.0	10461	0	14.0					38564
312.4	1.57	20.0	9589	0	14.0					38564
320.5	1.57	20.0	8717	0	14.0					38564
328.6	1.57	20.0	7845	0	14.0					38563
336.7	1.57	20.0	6974	0	14.0					38563
344.8	1.57	20.0	6102	0	14.0					38563
352.9	1.57	20.0	5230	0	14.0					38563
361.0	1.57	20.0	4359	0	14.0					38563
369.1	1.57	20.0	3487	0	14.0					38563
377.2	1.57	20.0	2615	0	14.0					38563
385.3	1.57	20.0	1743	0	14.0					38563
393.4	1.57	20.0	872	0	14.0					38563
401.5	1.57	20.0	-462	0	14.0					38563

Af testata= 11.12 cm<sup>2</sup> (come da normativa Af=Vmax/fywd)  
 Area int 1° fase= 0 cm<sup>2</sup> - Spessore anulare 1° fase= 0.0 cm  
 Area int 2° fase= 0 cm<sup>2</sup> - Spessore anulare 2° fase= 0.0 cm  
 Carichi appesi= 0.00 daN/cm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**9. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 19**

**9.1. RISPOSTA MODALE**

**Risposta modale**

*Modo:* identificativo del modo di vibrare.

*Periodo:* periodo. [s]

*Massa X:* massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

*Massa Y:* massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

*Massa Z:* massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

*Massa rot X:* massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

*Massa rot Y:* massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

*Massa rot Z:* massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

*Massa sX:* massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

*Massa sY:* massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

**Totale masse partecipanti:**

Traslazione X: 0.961043

Traslazione Y: 0.984012

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.830435

Rotazione Y: 0.847074

Rotazione Z: 0.943214

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot X	Massa rot Y	Massa rot Z	Massa sX	Massa sY
1	0.073074522	0.000041913	0.053747853	0	0.046257621	0.00025773	0.00026797	0.000041913	0.053747853
2	0.072583537	0.000097265	0.118201418	0	0.01642384	0.000035521	0.003099226	0.000097265	0.118201418
3	0.059079925	0.054795942	0.026835139	0	0.002812885	0.046607428	0.052593952	0.054795942	0.026835139
4	0.056099438	0.056720117	0.002151839	0	0.002291393	0.048402353	0.060788068	0.056720117	0.002151839
5	0.05433005	0.032866935	0.000005921	0	0.000066979	0.028878926	0.03742358	0.032866935	0.000005921
6	0.050276337	0.008507386	0.000213214	0	0.000231282	0.007068527	0.005388791	0.008507386	0.000213214
7	0.04935832	0.000564313	0.002754811	0	0.002970979	0.000298249	0.00045818	0.000564313	0.002754811
8	0.044276357	0.000001074	0.473981842	0	0.52330213	0.000002475	0.00416979	0.000001074	0.473981842
9	0.042397529	0.000866771	0.002546683	0	0.002689247	0.00000577	0.01008776	0.000866771	0.002546683
10	0.041755452	0.00025079	0.010596767	0	0.007976123	0.00001079	0.000256212	0.00025079	0.010596767
11	0.03419188	0.000330365	0.003087188	0	0.002638611	0.000389719	0.00023947	0.000330365	0.003087188
12	0.031490871	0.001130262	0.011252024	0	0.009919215	0.001133226	0.00657803	0.001130262	0.011252024
13	0.025661133	0.002384568	0.000431535	0	0.001012425	0.00355891	0.00448384	0.002384568	0.000431535
14	0.022998898	0.006611773	0.02628705	0	0.021757329	0.0100796	0.012591326	0.006611773	0.02628705
15	0.020358889	0.038365383	0.017372427	0	0.016899121	0.030250262	0.030861734	0.038365383	0.017372427
16	0.018638889	0.024033194	0.069493402	0	0.062174564	0.020778356	0.033149332	0.024033194	0.069493402
17	0.012341255	0.3797835	0.05985781	0	0.014545125	0.172363919	0.183280603	0.3797835	0.05985781
18	0.011542884	0.262083393	0.049750334	0	0.00734778	0.231582024	0.212401012	0.262083393	0.049750334
19	0.008227384	0.241625127	0.014055464	0	0.00031152	0.201198346	0.253226274	0.241625127	0.014055464
20	0.007700566	0.050398611	0.059412666	0	0.00541644	0.043443461	0.037502222	0.050398611	0.059412666

**Masse di piano**

*Quota:* quota, livello o falda, a cui compete la massa risultante.

*Massa X:* massa per la componente di spostamento lungo l'asse X. [kN/(m/s²)]

*Massa Y:* massa per la componente di spostamento lungo l'asse Y. [kN/(m/s²)]

Quota	Massa X	Massa Y	Quota	Massa X	Massa Y
Piano 1	65.393	65.393	Altre quote	231.397	231.397

**9.2. VERIFICA PARETI**

Si riportano di seguito le sollecitazioni sulle pareti.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

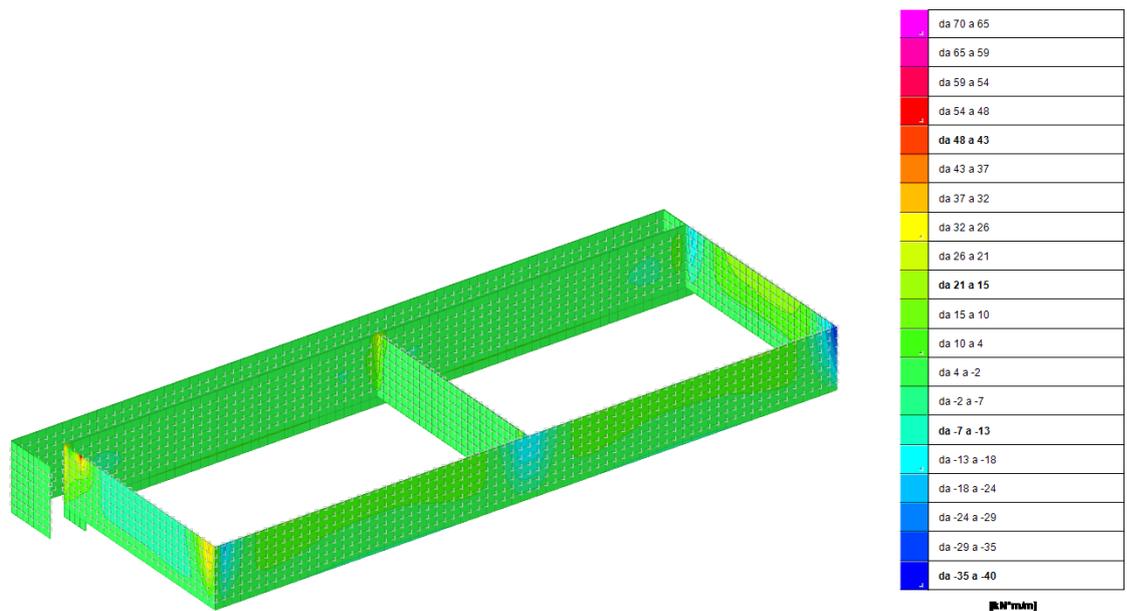


Figura 9.1 – Involuppo Momenti Moo massimi SLU – SLV KNm

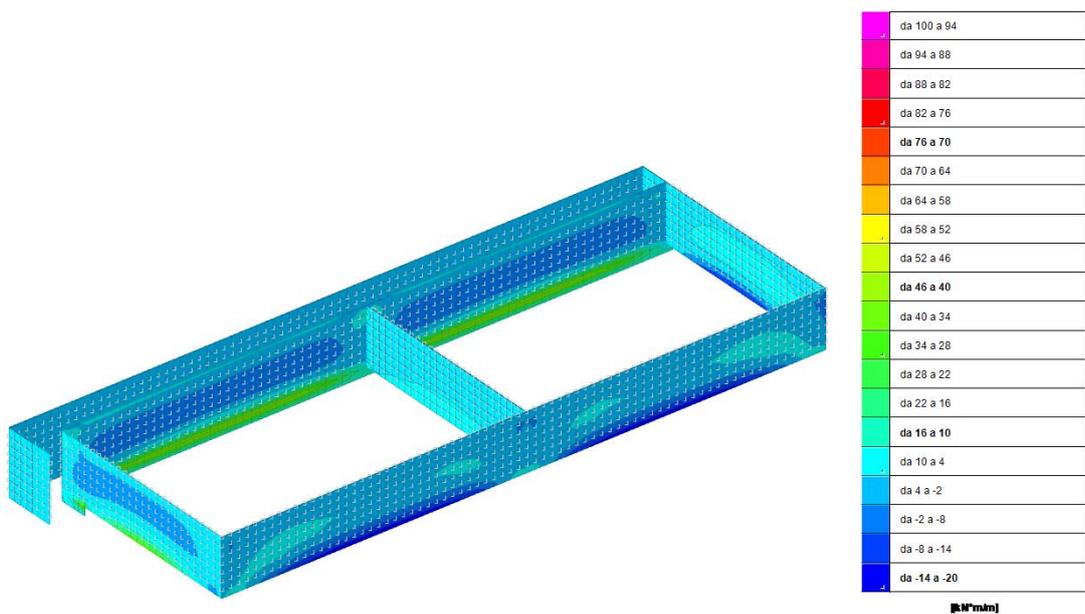


Figura 9.2 – Involuppo Momenti Mzz massimi SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

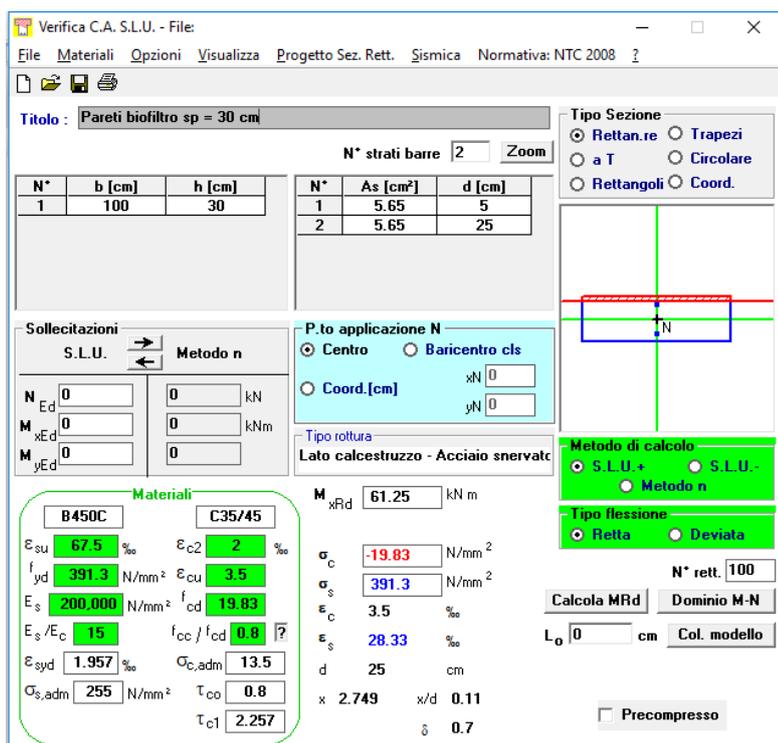


Figura 9.3 – Momento resistente con armatura minima

Le pareti del biofiltro sono armate con maglia d12/20x20 sia verticali che orizzontali con riprese verticali alla base d 16/20 e aggiunta di d16/20 orizzontali nelle parti terminali; pertanto rispettano i minimi richiesti.

### 9.3. VERIFICA FONDAZIONI

Le fondazioni del biofiltro è una platea superficiale dello spessore di 40 cm. Si riportano di seguito le pressioni sul terreno e la relativa verifica.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

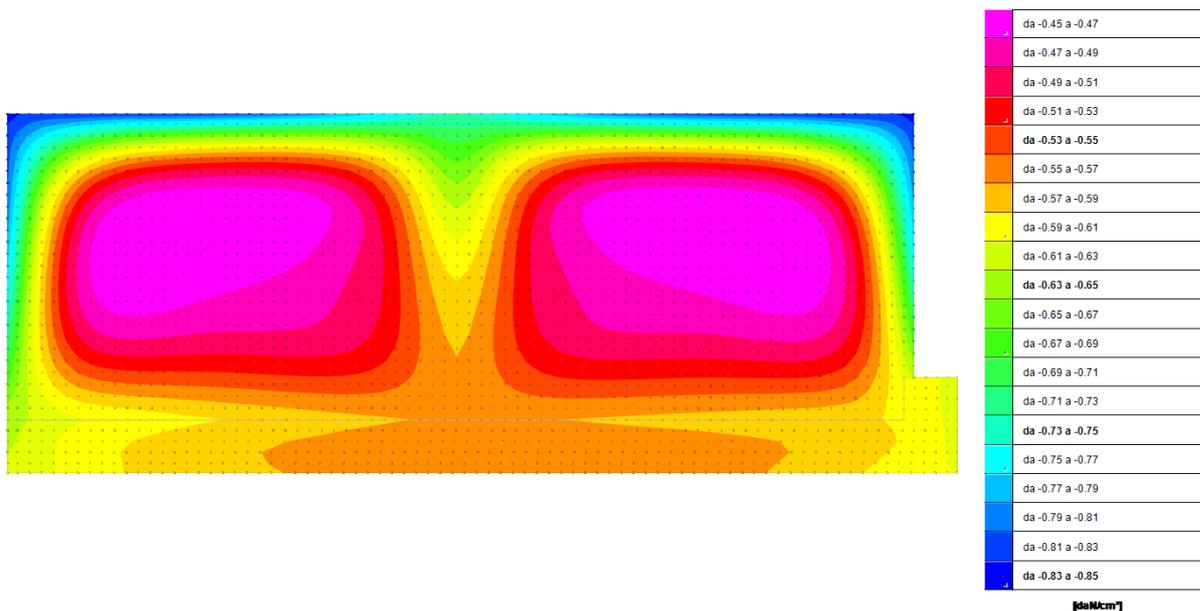


Figura 9.4 – Involuppo Pressione minima al suolo SLU – SLV (daN/cm<sup>2</sup>)

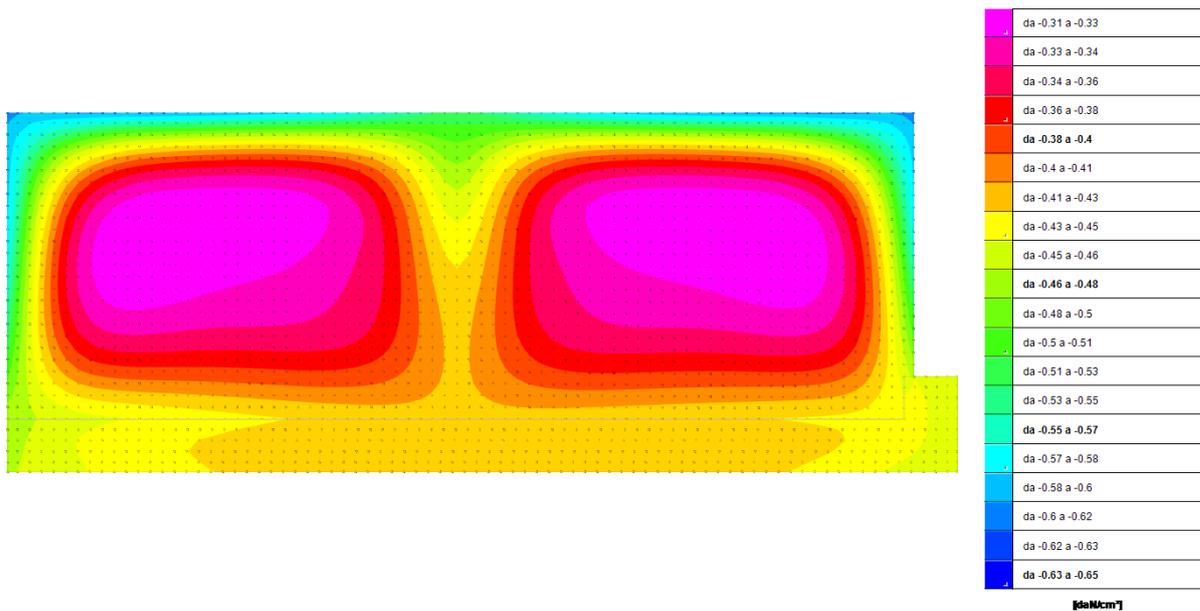
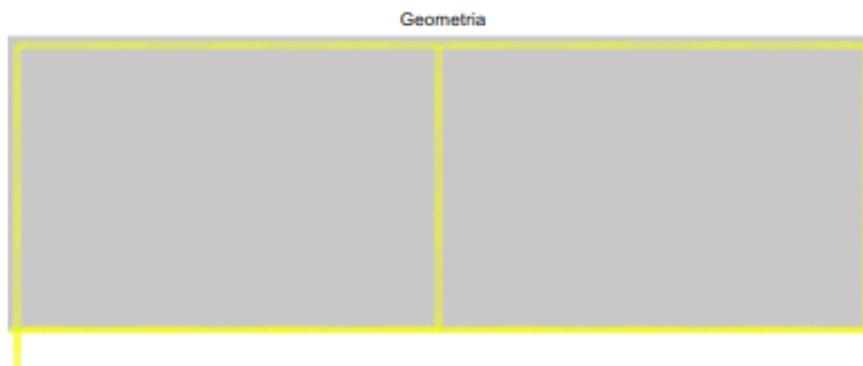


Figura 9.5 – Involuppo Pressione minima al suolo SLE rara (daN/cm<sup>2</sup>)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**9.3.1. Verifica della platea di fondazione**

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)



**Caratteristiche dei materiali**

Acciaio: B450C Fyk 450000  
 Calcestruzzo: C35/45 Rck 45000

**Sistema di riferimento e direzioni di armatura**

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-27.819; 84.95; -1.15), direzione dell'asse X = (0.01; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 0.01; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

**Verifiche nei nodi**

**Verifiche SLU flessione nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
2545	X	L	0.4	0.000565	0.068	0.000565	0.068	SLV 11	-49.3991	0	-69.3711	0	1.4043	SI
2544	X	L	0.4	0.000565	0.068	0.000565	0.068	SLV 11	-49.2531	0	-69.3711	0	1.4085	SI
2546	X	L	0.4	0.000565	0.068	0.000565	0.068	SLV 11	-49.1947	0	-69.3711	0	1.4101	SI
2547	X	L	0.4	0.000565	0.068	0.000565	0.068	SLV 7	-48.9879	0	-69.3711	0	1.4161	SI
2512	X	L	0.4	0.000565	0.068	0.000565	0.068	SLV 11	-48.741	0	-69.3711	0	1.4233	SI

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Ea/Ec	Verifica
402	X	L	0.4	0.000565	0.068	0.000565	0.068	SLE QP 2	37.4834	0	-1332	16808	15	SI
403	X	L	0.4	0.000565	0.068	0.000565	0.068	SLE QP 2	37.4496	0	-1331	16808	15	SI
404	X	L	0.4	0.000565	0.068	0.000565	0.068	SLE QP 2	37.1473	0	-1320	16808	15	SI
401	X	L	0.4	0.000565	0.068	0.000565	0.068	SLE QP 2	37.0995	0	-1318	16808	15	SI
2187	Y	L	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLE QP 2	37.1917	0	-1308	16808	15	SI

**Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Ea/Ec	Verifica
2187	Y	L	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLE RA 2	38.2971	0	14551	360000	15	SI
2263	Y	L	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLE RA 2	37.7418	0	14340	360000	15	SI
2111	Y	L	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLE RA 2	37.6082	0	14289	360000	15	SI
2035	Y	L	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLE RA 2	36.2251	0	13763	360000	15	SI
2339	Y	L	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLE RA 9	35.1578	0	13358	360000	15	SI

**Verifiche SLE fessurazione nei nodi**

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

**Verifiche geotecniche**

**Dati geometrici dell'impronta di calcolo**

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente  
 Centro impronta, nel sistema globale: -9.1; 91.3; -1.6  
 Lato minore B dell'impronta: 12.7  
 Lato maggiore L dell'impronta: 37.4  
 Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 474.3

**Verifica di capacità portante sul piano di posa**

Profondità massima del bulbo di rottura considerato: 9.48 m  
 Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLD: 0.025  
 Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLV: 0.071

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 3.48

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	ix	iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	yRt	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
1	SLD 22	-547.87	-872.61	-25942.5	-5244.91	-2146.06	-1	-2	-0.0	-0.2	12.2	37.2	BT	79	0	0	2.3	90173.63	-25942.5	3.48	SI
2	SLV 7	-437.83	-573.04	-16298.3	-3009.47	-1428.16	-2	-2	-0.0	-0.1	12.3	37.2	BT	79	0	0	2.3	90407.05	-16298.3	5.55	SI
3	SLD 7	-349.61	-1349.55	-16242.6	-2429.04	-1331.22	-1	-5	-0.0	-0.1	12.3	37.2	BT	79	0	0	2.3	90953.06	-16242.6	5.59	SI

Verifiche geotecniche di capacità portante - fattori utilizzati nel calcolo di Rd

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	lc	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	1	6	0	0	1	1																1	1	1
2	1	6	0	0	1	1																1	1	1
3	1	6	0	0	1	1																1	1	1

**Significato dei simboli utilizzati:**

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

**Nodo:** indice del nodo di verifica.

**Dir.:** direzione della sezione di verifica.

**B:** base della sezione rettangolare di verifica. [m]

**H:** altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]

**A. sup.:** area barre armatura superiori. [m<sup>2</sup>]

**C. sup.:** distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]

**A. inf.:** area barre armatura inferiori. [m<sup>2</sup>]

**C. inf.:** distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]

**Comb.:** combinazione di verifica.

**M:** momento flettente. [kN\*m]

**N:** sforzo normale. [kN]

**Mu:** momento flettente ultimo. [kN\*m]

**Nu:** sforzo normale ultimo. [kN]

**c.s.:** coefficiente di sicurezza.

**Verifica:** stato di verifica.

**σc:** tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**σlim:** tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]

**Es/Es:** coefficiente di omogenizzazione.

**σf:** tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

**Comb.:** combinazione.

**Fh:** componente orizzontale del carico. [kN]

**Fv:** componente verticale del carico. [kN]

**Cnd:** resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT).

**Ad:** adesione di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]

**Phi:** angolo di attrito di progetto. [deg]

**RPl:** resistenza passiva laterale unitaria di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]

**yR:** coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.

**Rd:** resistenza alla traslazione di progetto. [kN]

**Ed:** azione di progetto. [kN]

**Rd/Ed:** coefficiente di sicurezza allo scorrimento.

**ID:** indice della verifica di capacità portante.

**Fx:** componente lungo x del carico. [kN]

**Fy:** componente lungo y del carico. [kN]

**Fz:** componente verticale del carico. [kN]

**Mx:** componente lungo x del momento. [kN\*m]

**My:** componente lungo y del momento. [kN\*m]

**ix:** inclinazione del carico in x. [deg]

**iy:** inclinazione del carico in y. [deg]

**ex:** eccentricità del carico in x. [m]

**ey:** eccentricità del carico in y. [m]

**B':** larghezza efficace. [m]

**L':** lunghezza efficace. [m]

**C:** coesione di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]

**Qs:** sovraccarico laterale da piano di posa. [kN/m<sup>2</sup>]

**Rd:** resistenza alla rottura del complesso di progetto. [kN]

**Ed:** azione di progetto (sforzo normale al piano di posa). [kN]

**Rd/Ed:** coefficiente di sicurezza alla capacità portante.

**N:**

**Nq:** fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico.

**Nc:** fattore di capacità portante per il termine coesivo.

**Ng:** fattore di capacità portante per il termine attritivo.

**S:**

**Sq:** fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico.

**Sc:** fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo.

**Sg:** fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo.

**D:**

**Dq:** fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico.

**Dc:** fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo.

**Dg:** fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo.

**I:**

**Iq:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico.

**lc:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

*Ig*: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo.  
*B*:  
*Bq*: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine di sovraccarico.  
*Bc*: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine coesivo.  
*Bg*: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine attritivo.  
*G*:  
*Gq*: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico.  
*Gc*: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo.  
*Gg*: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo.  
*P*:  
*Pq*: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico.  
*Pc*: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo.  
*Pg*: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo.  
*E*:  
*Eq*: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine di sovraccarico.  
*Ec*: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine coesivo.  
*Eg*: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo.

## 10. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 20

### 10.1. RISPOSTA MODALE

#### Risposta modale

*Modo*: identificativo del modo di vibrare.

*Periodo*: periodo. [s]

*Massa X*: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

*Massa Y*: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

*Massa Z*: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

*Massa rot. X*: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

*Massa rot. Y*: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

*Massa rot. Z*: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

*Massa sX*: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

*Massa sY*: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

#### Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.965145

Traslazione Y: 0.957081

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.998527

Rotazione Y: 0.97512

Rotazione Z: 0.657307

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.062768848	0.000000001	0.841854745	0	0.992923859	0.000000002	0.472431881	0.000000001	0.841854745
2	0.037676886	0.842476377	0.000000002	0	0.000000002	0.963080284	0.111553178	0.842476377	0.000000002
3	0.023485774	0.003762152	0	0	0	0.007655903	0.000481786	0.003762152	0
4	0.02124415	0	0.019937666	0	0.005013563	0.000000003	0.006368299	0	0.019937666
5	0.020585992	0.001977531	0.000000015	0	0.000000002	0.004140029	0.000235472	0.001977531	0.000000015
6	0.011046048	0.000000005	0.021802668	0	0.000009118	0.000000033	0.041879872	0.000000005	0.021802668
7	0.009223044	0.033954685	0.000000029	0	0.000000001	0.000155563	0.004322362	0.033954685	0.000000029
8	0.006336988	0.000000078	0.073486173	0	0.000580642	0.000000031	0.008637574	0.000000078	0.073486173
9	0.004892639	0.082973869	0.000000057	0	0.000000004	0.00088368	0.011397006	0.082973869	0.000000057

### 10.2. VERIFICA PARETI

Si riportano di seguito le sollecitazioni sulle pareti.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

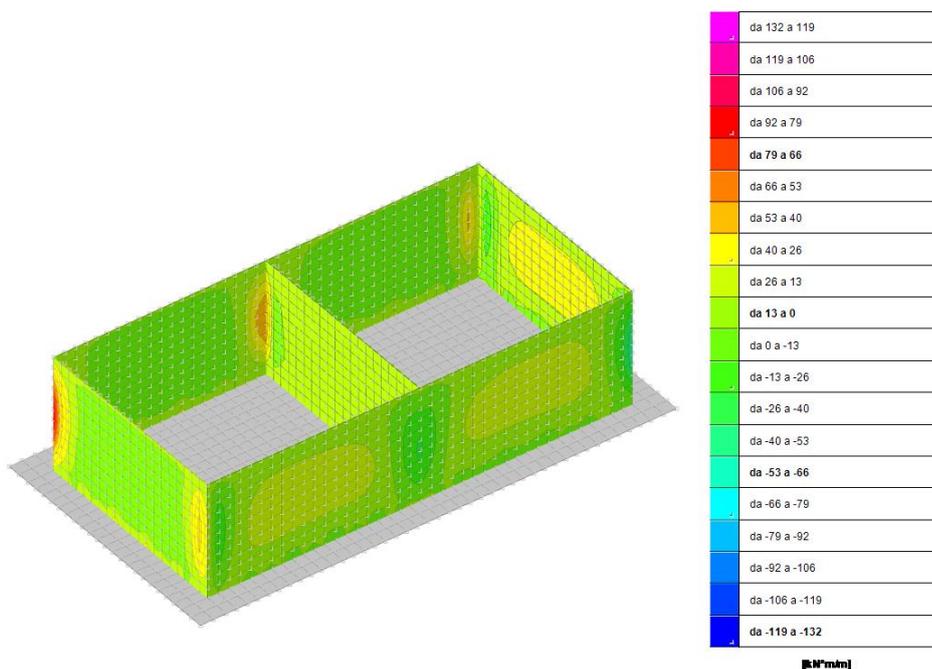


Figura 10.1 – Involuppo Momenti Mxx massimi SLU – SLV KNm

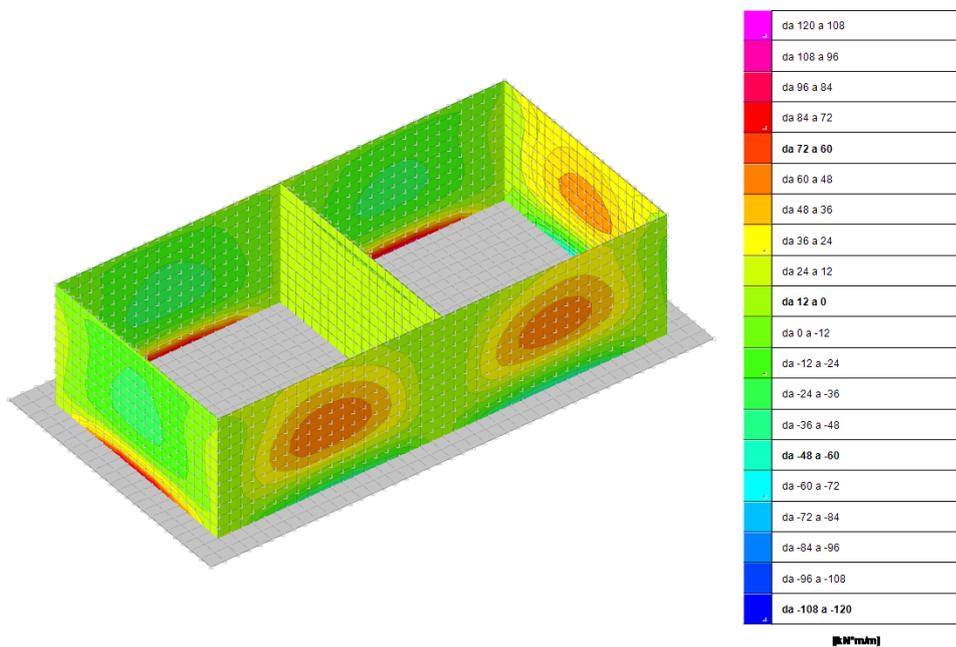


Figura 10.2 – Involuppo Momenti Mzz massimi SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

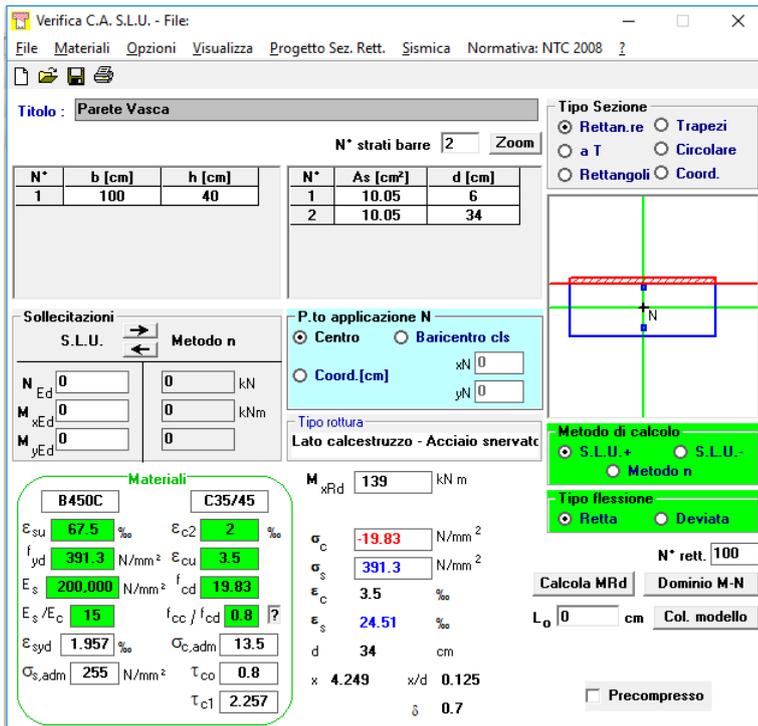


Figura 10.3 – Momento resistente con armatura minima

Le pareti sono armate con maglia d16/20x20 sia verticali che orizzontali con riprese verticali alla base d 16/20 e aggiunta di d16/20 orizzontali nelle parti terminali; pertanto rispettano i minimi richiesti.

**10.3. VERIFICA SOLETTA DI COPERTURA**

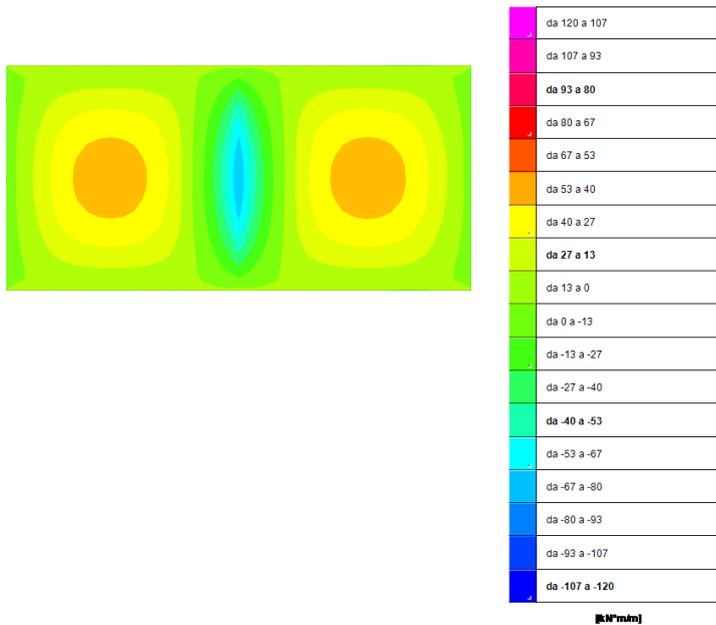


Figura 10.4 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

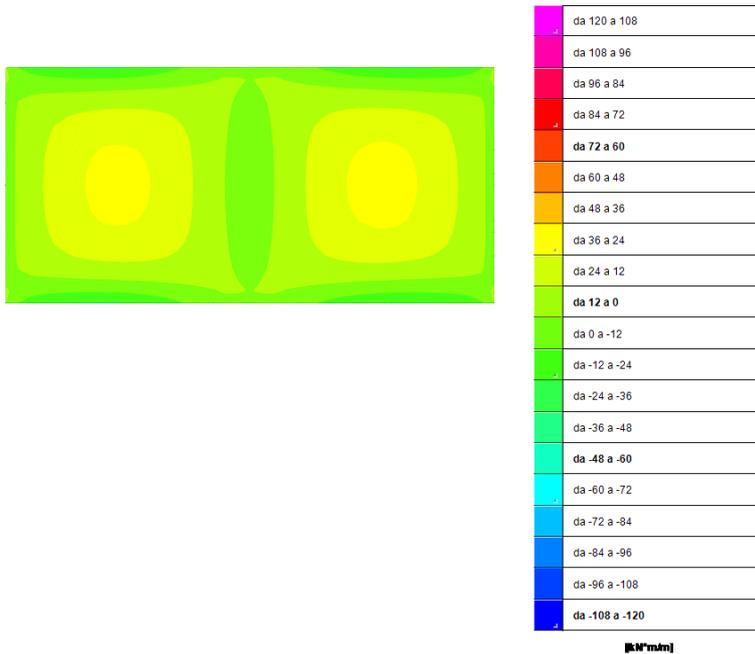


Figura 10.5 – Involupto Momenti Myy SLU – SLV KNm

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

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

Titolo: Parete Vasca

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	7.70	6
			2	7.70	34

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0 kN  
 M<sub>xEd</sub>: 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub>: 0 kNm

P.to applicazione N: Centro

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: Retta

N° rett.: 100

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub>: 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali: B450C C35/45

ε<sub>su</sub>: 67.5 ‰ ε<sub>c2</sub>: 2 ‰  
 f<sub>yd</sub>: 391.3 N/mm² ε<sub>cu</sub>: 3.5 ‰  
 E<sub>s</sub>: 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub>: 19.83 ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>: 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>: 0.8  
 ε<sub>syd</sub>: 1.957 ‰ σ<sub>c,adm</sub>: 13.5 ‰  
 σ<sub>s,adm</sub>: 255 N/mm² τ<sub>co</sub>: 0.8  
 τ<sub>c1</sub>: 2.257

M<sub>xRd</sub>: 111.1 kN m  
 σ<sub>c</sub>: -19.83 N/mm²  
 σ<sub>s</sub>: 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub>: 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub>: 28.26 ‰  
 d: 34 cm  
 x: 3.747 x/d: 0.1102  
 δ: 0.7

Figura 10.6 – Momento resistente con armatura minima

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

L'armatura base prevista per la platea è una maglia d14/20x20 superiore ed inferiore pertanto i minimi richiesti di armatura per la verifica sono rispettati.

**10.4. VERIFICA FONDAZIONI**

La fondazione della vasca di precarico è una platea superficiale su pali dello spessore di 60 cm. Si riportano di seguito sia le sollecitazioni che la verifica.

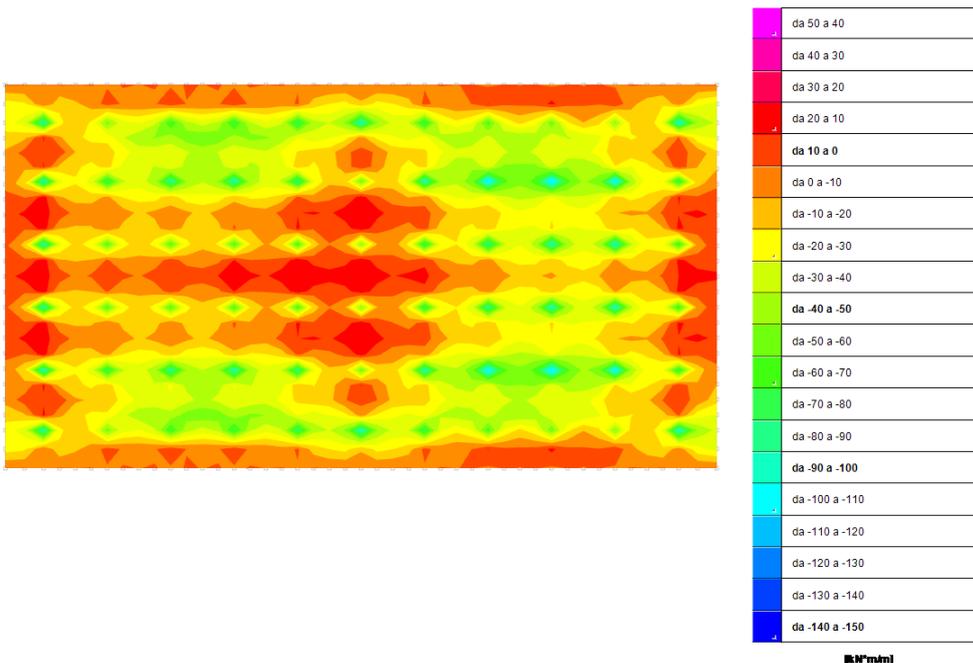
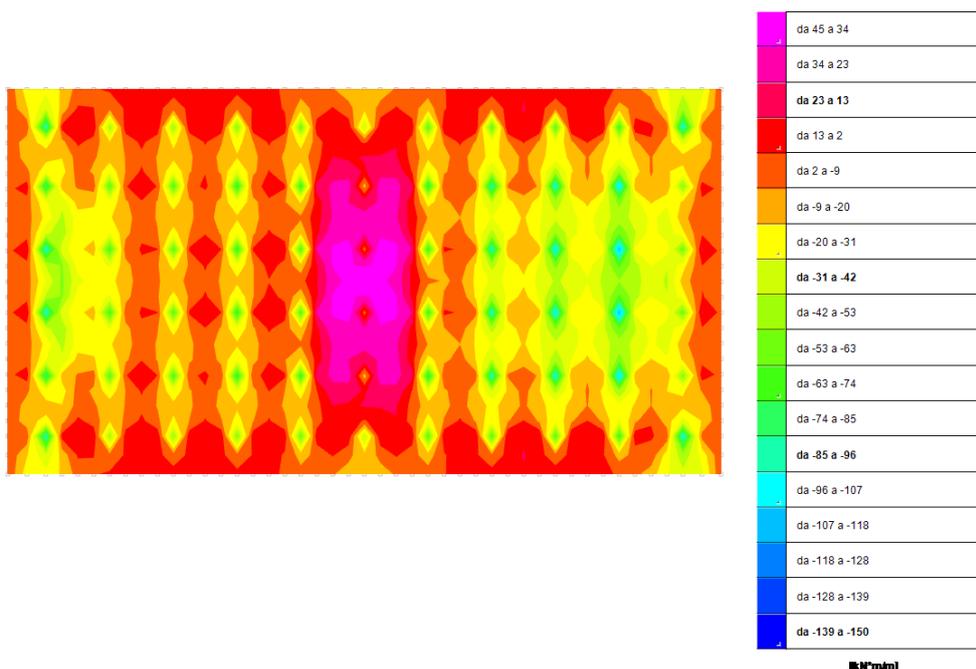


Figura 10.7 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm



**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Figura 10.8 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm

**10.4.1. Verifica della platea di fondazione**

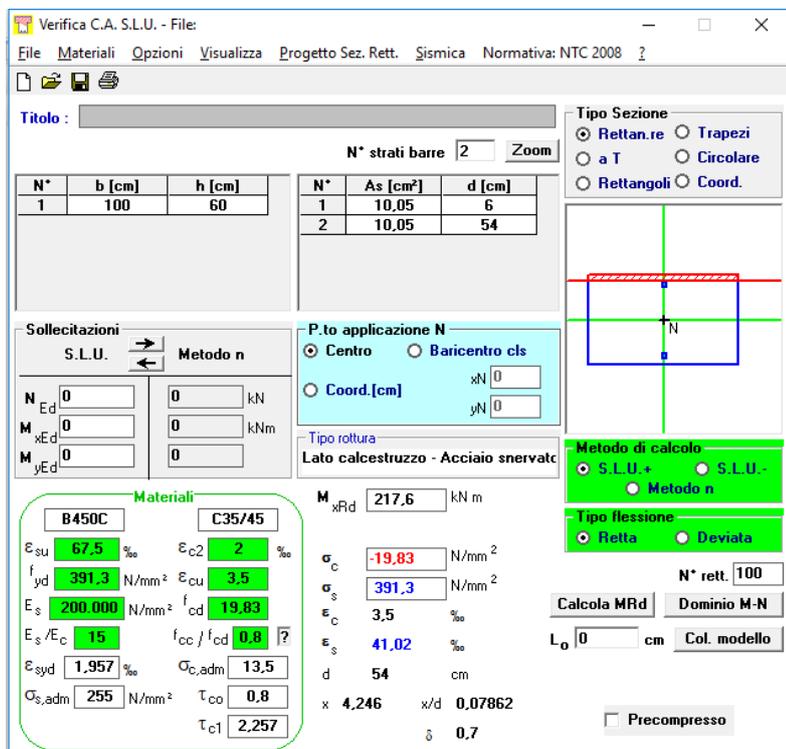


Figura 10.9 – Momento resistente con armatura minima

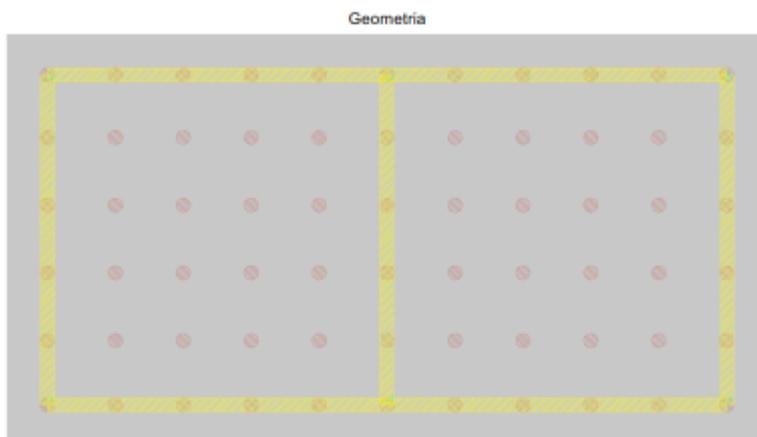
L'armatura base prevista per la platea è una maglia d16/20x20 superiore ed inferiore pertanto i minimi richiesti di armatura per la verifica sono rispettati. Nei punti con carico maggiore viene inserita un'armatura aggiuntiva maglia d 16/20x20 sia superiore che inferiore se necessaria.

Si riporta anche la verifica del programma di calcolo.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Platea a "Fondazione"**

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)



**Caratteristiche dei materiali**

Acciaio: B450C Fyk 450000  
 Calcestruzzo: C35/45 Rck 45000

**Sistema di riferimento e direzioni di armatura**

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-1.2; -1.2; -0.1), direzione dell'asse X = (0.01; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 0.01; 0).  
 Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

**Verifiche nei nodi**

**Verifiche SLU flessione nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
882	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLV 10	-106.5138	0	-193.3566	0	1.8153	SL
1883	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLV 11	-106.2853	0	-193.3566	0	1.8192	SL
1317	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLV 5	-117.3896	0	-213.9814	0	1.8228	SL
1531	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLV 5	-117.2321	0	-213.9814	0	1.8253	SL
874	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLV 5	-104.0891	0	-193.3566	0	1.8576	SL

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
1317	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE QP 1	-90.2997	0	-1371	16808	15	SL
1531	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE QP 1	-90.1785	0	-1369	16808	15	SL
882	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 1	-86.697	0	-1331	16808	15	SL
1883	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 1	-86.5196	0	-1328	16808	15	SL
874	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE QP 1	-84.5045	0	-1297	16808	15	SL

**Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
1317	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 1	-90.2997	0	16583	360000	15	SL
1531	Y	1	0.4	0.001005	0.058	0.001005	0.058	SLE RA 1	-90.1785	0	16561	360000	15	SL
882	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 4	-87.7157	0	15217	360000	15	SL
1883	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 4	-87.5343	0	15186	360000	15	SL
874	X	1	0.4	0.001005	0.074	0.001005	0.074	SLE RA 4	-85.4918	0	14832	360000	15	SL

**Verifiche SLE fessurazione nei nodi**

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

**Significato dei simboli utilizzati:**

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

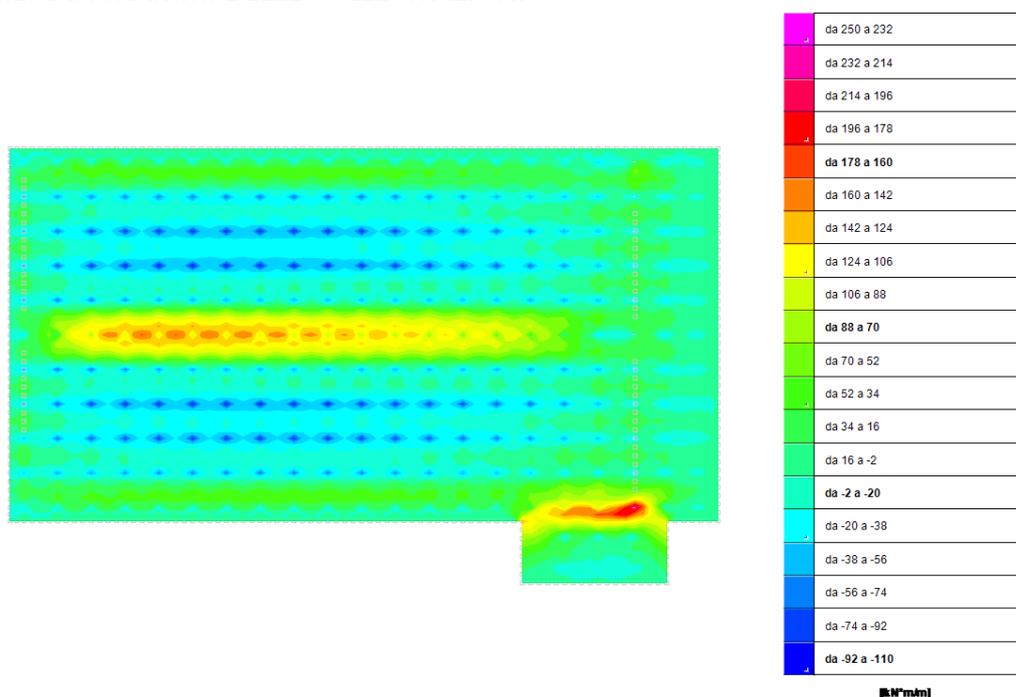
- Nodo:** indice del nodo di verifica.
- Dir.:** direzione della sezione di verifica.
- B:** base della sezione rettangolare di verifica. [m]
- H:** altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]
- A. sup.:** area barre armatura superiori. [m<sup>2</sup>]
- C. sup.:** distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]
- A. inf.:** area barre armatura inferiori. [m<sup>2</sup>]
- C. inf.:** distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]
- Comb.:** combinazione di verifica.
- M:** momento flettente. [kN\*m]
- N:** sforzo normale. [kN]
- Mu:** momento flettente ultimo. [kN\*m]
- Nu:** sforzo normale ultimo. [kN]
- c.s.:** coefficiente di sicurezza.
- Verifica:** stato di verifica.
- σc:** tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]
- σlim:** tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]
- Es/Ec:** coefficiente di omogenizzazione.
- σf:** tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

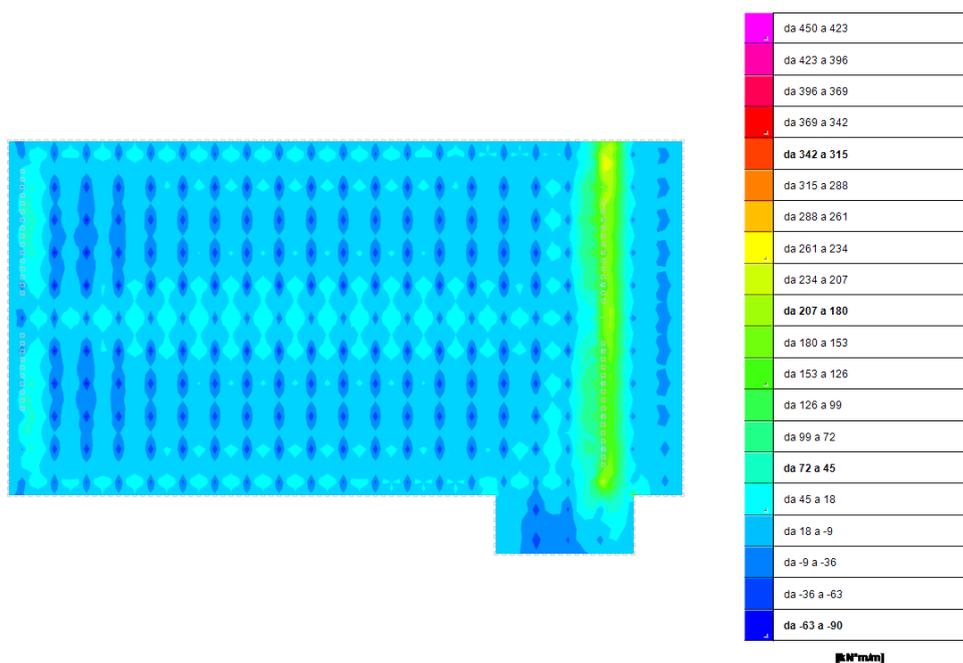
**11. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 21**

Si riportano di seguito le verifiche condotte per la platea di fondazione dell’edificio 21 e cioè del digestore primario ipotizzando la struttura e i relativi carichi. Stesse considerazioni possono essere estese al calcolo condotto per le opere di fondazioni degli interventi 22-25-26-27-30-31-32-33.

**11.1. DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI**



*Figura 11.1 – Inviluppo Momenti Myy SLU – SLV KNm*



*Figura 11.2 – Inviluppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm*

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**11.2. VERIFICA FONDAZIONI**

**11.2.1. Verifica della platea di fondazione**

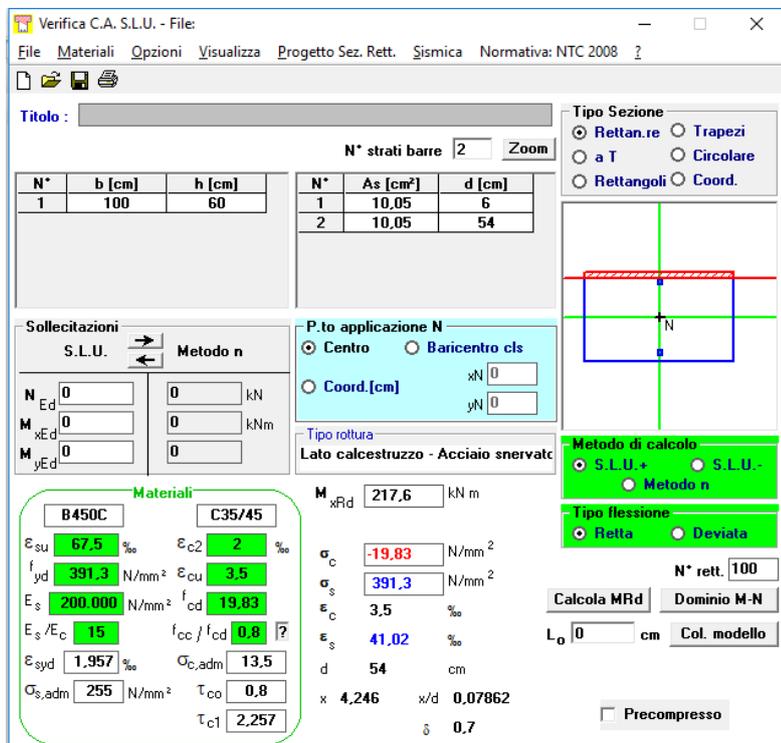


Figura 11.3 – Momento resistente con armatura minima

L’armatura base prevista per la platea è una maglia d16/20x20 superiore ed inferiore pertanto i minimi richiesti di armatura per la verifica sono rispettati. Nei punti con carico maggiore viene inserita un’armatura aggiuntiva maglia d 16/20x20 sia superiore che inferiore.

Tale platea potrebbe subire delle modifiche in funzione della tipologia di digestore che si andrà a realizzare.

PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

12. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 24

12.1. RISPOSTA MODALE

Risposta modale

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa rot Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa rot Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa sX: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

Massa sY: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.984627

Traslazione Y: 0.975998

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.917176

Rotazione Y: 0.914863

Rotazione Z: 0.985041

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot X	Massa rot Y	Massa rot Z	Massa sX	Massa sY
1	0.054116202	0.190628962	0.00001867	0	0.00001243	0.172930398	0.189598502	0.190628962	0.00001867
2	0.060839674	0.030782995	0.00008564	0	0.00004599	0.027785006	0.030782995	0.030782995	0.00008564
3	0.057878264	0.151725364	0.00002176	0	0.00002602	0.141055267	0.150292033	0.151725364	0.00002176
4	0.039070508	0.001581203	0.001530252	0	0.001645928	0.002484819	0.00103978	0.001581203	0.001530252
5	0.03751034	0.000428202	0.00018134	0	0.00036989	0.000818322	0.00086563	0.000428202	0.00018134
6	0.036434315	0.001843198	0.00048239	0	0.00010459	0.002270819	0.001327785	0.001843198	0.00048239
7	0.028854225	0.000130375	0.00048879	0	0.004360007	0.000747426	0.00001951	0.000130375	0.00048879
8	0.02672687	0.000253316	0.322572891	0	0.302653169	0.00041034	0.02093898	0.000253316	0.322572891
9	0.025207622	0.168018033	0.056881307	0	0.056507967	0.15834526	0.118902444	0.168018033	0.056881307
10	0.02403086	0.060623481	0.186136779	0	0.173287975	0.069962368	0.11325311	0.060623481	0.186136779
11	0.02377211	0.000122775	0.109776662	0	0.118221098	0.001528843	0.004887929	0.000122775	0.109776662
12	0.022347493	0.008116415	0.00749249	0	0.041313898	0.01107982	0.014793463	0.008116415	0.00749249
13	0.018064572	0.190293836	0.005964414	0	0.005537753	0.169885976	0.157355503	0.190293836	0.005964414
14	0.017064838	0.096854888	0.013549888	0	0.017950291	0.10538281	0.094515659	0.096854888	0.013549888
15	0.014081589	0.018541611	0.055406289	0	0.100221435	0.019773757	0.004605436	0.018541611	0.055406289
16	0.01343906	0.009502086	0.021280901	0	0.04263562	0.004398459	0.019052503	0.009502086	0.021280901
17	0.010624038	0.007809469	0.113903087	0	0.034236266	0.00029917	0.00019075	0.007809469	0.113903087
18	0.009768659	0.021957985	0.011491933	0	0.00095744	0.016335346	0.031631703	0.021957985	0.011491933
19	0.004978407	0.001271375	0.031261034	0	0.018143518	0.000634341	0.00010481	0.001271375	0.031261034
20	0.003800616	0.024141103	0.001366085	0	0.00030277	0.009572761	0.033547374	0.024141103	0.001366085

Masse di piano

Quota: quota, livello o falda, a cui compete la massa risultante.

Massa X: massa per la componente di spostamento lungo l'asse X. [kN/(m/s<sup>2</sup>)]

Massa Y: massa per la componente di spostamento lungo l'asse Y. [kN/(m/s<sup>2</sup>)]

Quota	Massa X	Massa Y	Quota	Massa X	Massa Y
Piano 1	28.036	28.036	Altre quote	121.903	121.903

12.2. VERIFICA PARETI

Si riportano di seguito le sollecitazioni sulle pareti.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

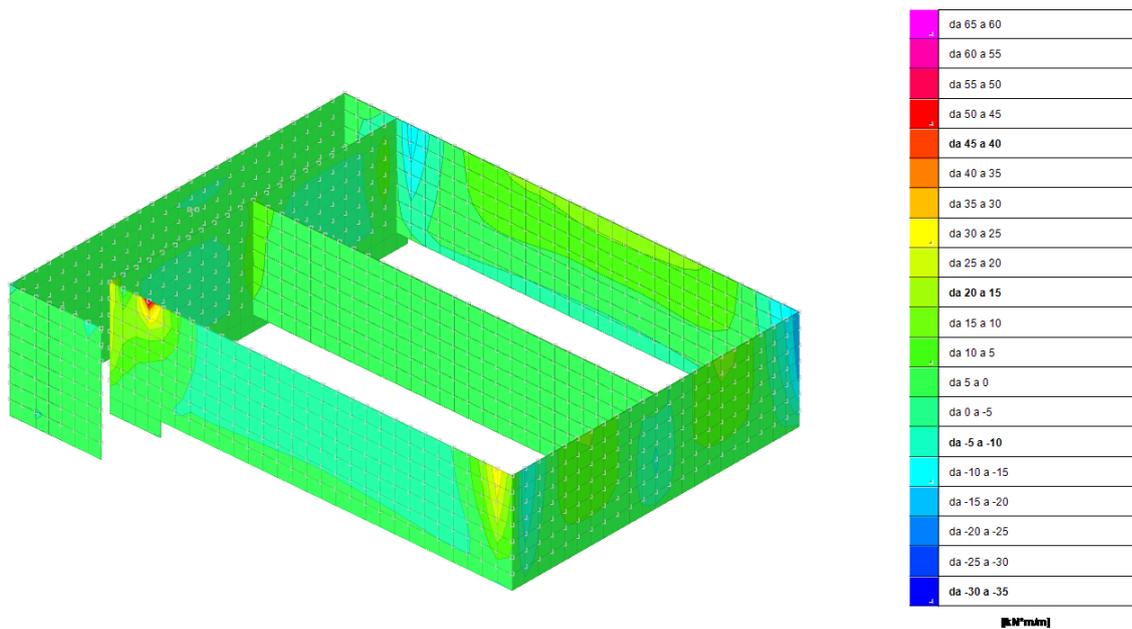


Figura 12.1 – Involuppo Momenti Mxx massimi SLU – SLV KNm

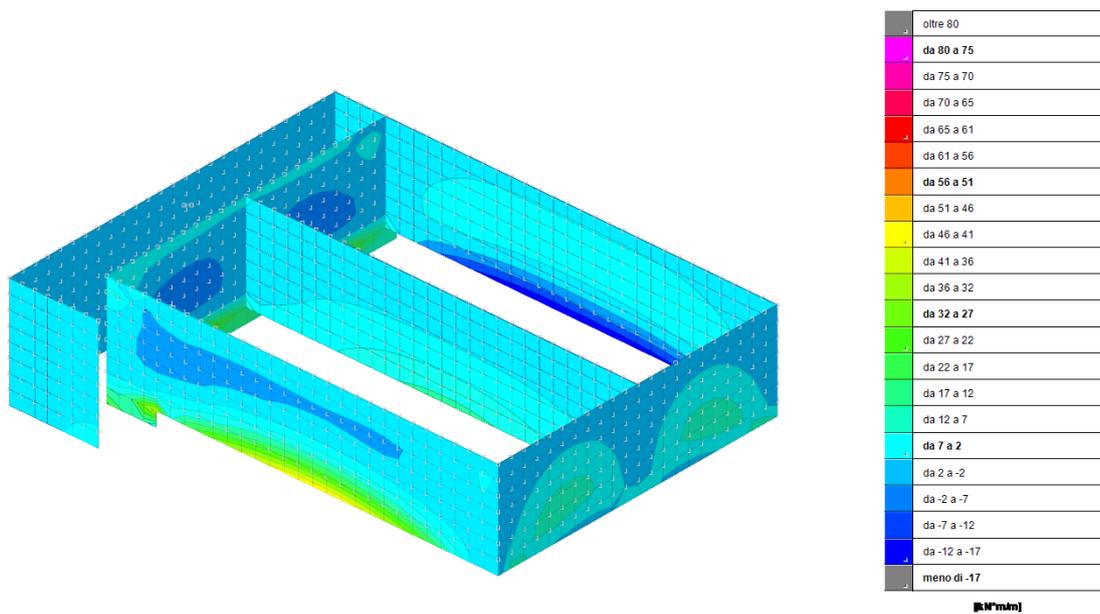


Figura 12.2 – Involuppo Momenti Mzz massimi SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

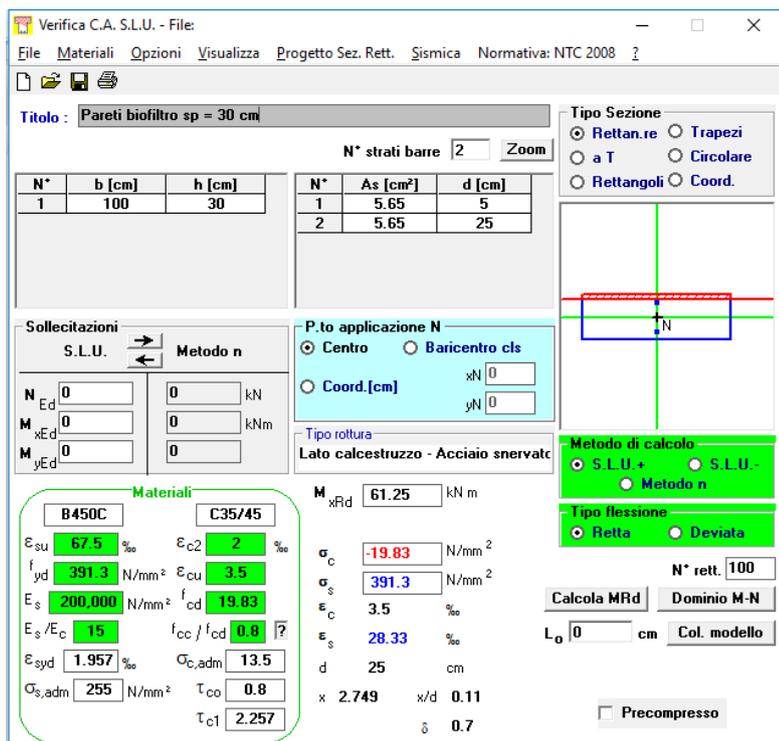


Figura 12.3 – Momento resistente con armatura minima

Le pareti del biofiltro sono armate con maglia d12/20x20 sia verticali che orizzontali con riprese verticali alla base d 16/20 e aggiunta di d16/20 orizzontali nelle parti terminali; pertanto rispettano i minimi richiesti.

### 12.3. VERIFICA FONDAZIONI

Le fondazioni del biofiltro è una platea superficiale dello spessore di 40 cm. Si riportano di seguito le pressioni sul terreno e la relativa verifica.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

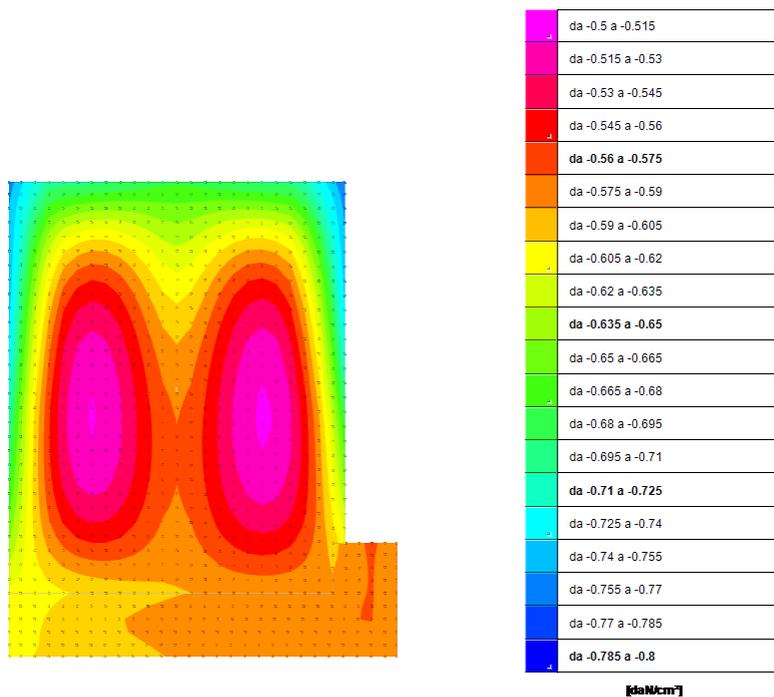


Figura 12.4 – Involuppo Pressione minima al suolo SLU – SLV (daN/cm<sup>2</sup>)

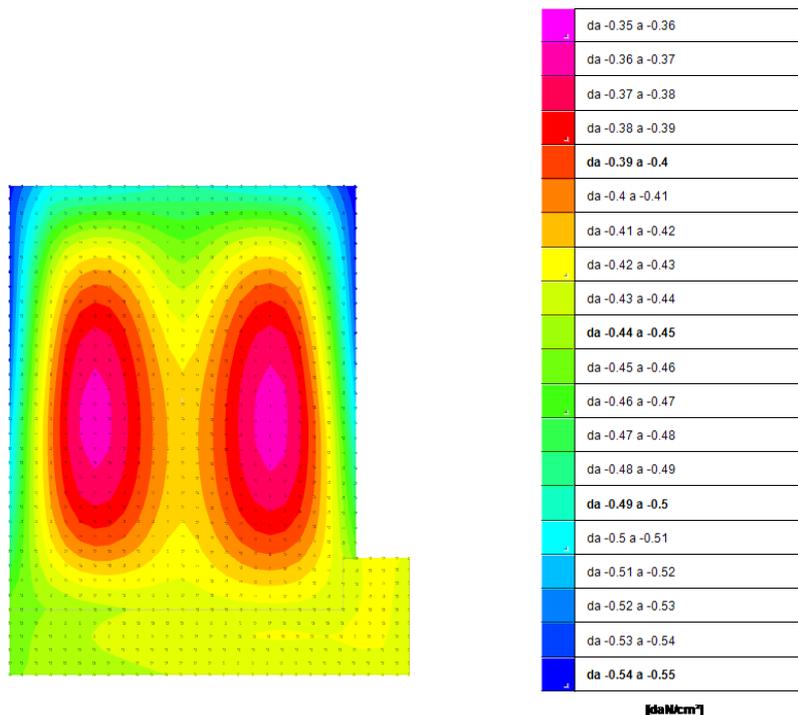
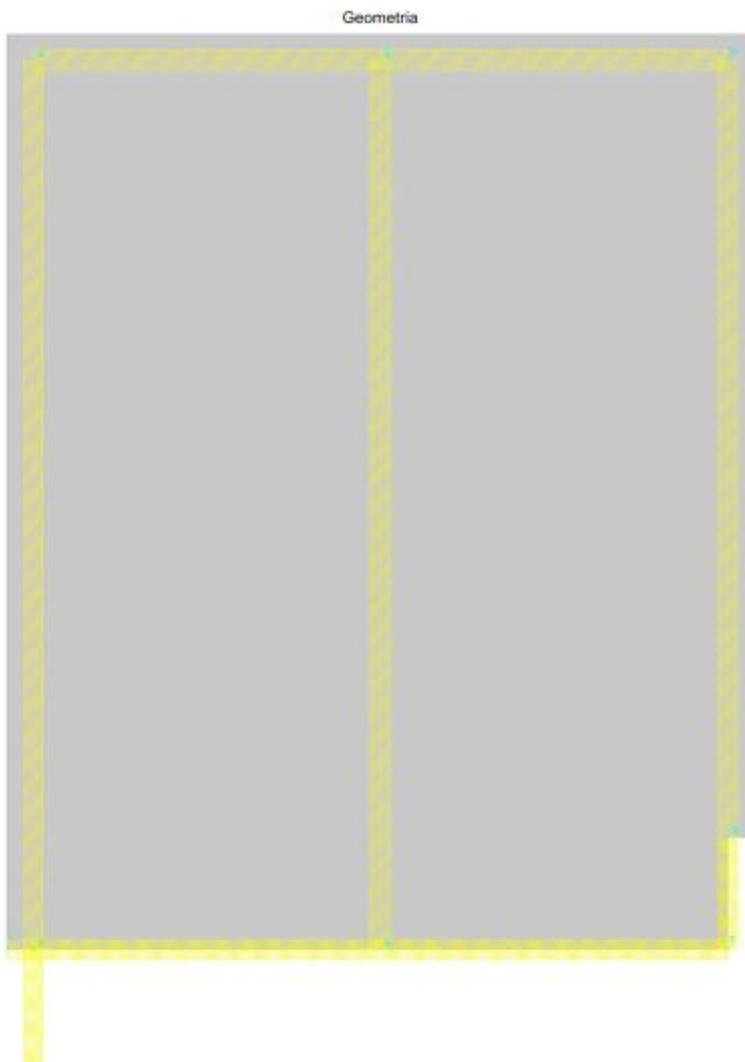


Figura 12.5 – Involuppo Pressione minima al suolo SLE rara (daN/cm<sup>2</sup>)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**12.3.1. Verifica della platea di fondazione**

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)



**Caratteristiche dei materiali**

Acciaio: B450C Fyk 450000  
 Calcestruzzo: C35/45 Rck 45000

**Sistema di riferimento e direzioni di armatura**

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-27.819; 84.95; -1.15), direzione dell'asse X = (0.01; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 0.01; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

**Verifiche nei nodi**

**Verifiche SLU flessione nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.a.	Verifica
547	Y	1	0.4	0.000545	0.056	0.000545	0.056	SLV 3	-41.4128	0	-11.374	0	1.1259	SI
522	Y	1	0.4	0.000545	0.056	0.000545	0.056	SLV 3	-41.1402	0	-11.374	0	1.1338	SI

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
572	Y	1	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLV 3	-40.9233	0	-71.576	0	1.743	SL
648	Y	1	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLV 1	-40.4149	0	-71.576	0	1.771	SL
497	Y	1	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLV 3	-40.3179	0	-71.576	0	1.7753	SL

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
243	X	1	0.4	0.000565	0.068	0.000565	0.068	SLE QF 2	32.6122	0	-1159	16808	15	SL
242	X	1	0.4	0.000565	0.068	0.000565	0.068	SLE QF 2	32.5809	0	-1158	16808	15	SL
244	X	1	0.4	0.000565	0.068	0.000565	0.068	SLE QF 2	32.0287	0	-1138	16808	15	SL
245	X	1	0.4	0.000565	0.068	0.000565	0.068	SLE QF 2	31.6393	0	-1124	16808	15	SL
483	Y	1	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLE QF 1	31.1556	0	-1096	16808	15	SL

**Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
650	Y	1	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLE RA 9	-31.6814	0	12037	340000	15	SL
625	Y	1	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLE RA 9	-31.6721	0	12033	340000	15	SL
675	Y	1	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLE RA 9	-31.4367	0	11944	340000	15	SL
599	Y	1	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLE RA 9	-31.3872	0	11925	340000	15	SL
483	Y	1	0.4	0.000565	0.056	0.000565	0.056	SLE RA 8	31.33	0	11900	340000	15	SL

**Verifiche SLE fessurazione nei nodi**

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

**Verifiche geotecniche**

**Dati geometrici dell'impronta di calcolo**

Forma dell'impronta di calcolo: rettangolare di area equivalente

Centro impronta, nel sistema globale: -22; 92.1; -1.6

Lato minore B dell'impronta: 11.6

Lato maggiore L dell'impronta: 14.3

Area dell'impronta rettangolare di calcolo: 165.2

**Verifica di capacità portante sul piano di posa**

Profondità massima del bulbo di rottura considerato: 8.6 m

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLD: 0.025

Accelerazione normalizzata massima attesa al suolo Amax per verifiche in SLV: 0.071

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 3.83

ID	Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Ix	Iy	ex	ey	B'	L'	Cnd	C	Phi	Qs	γRt	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
1	SLU 22	-544.5	104.42	-3691.45	-1946.09	-565.148	1	6	-0.0	-0.2	11.4	13.8	R2	72	0	0	2.3	37070.59	-3691.45	3.83	SL
2	SLV 3	-932.61	-199.89	-6317.16	-817.795	-906.737	5	5	-0.1	-0.1	11.2	14.0	R2	72	0	0	2.3	36894.97	-6317.16	5.84	SL
3	SLD 3	-504.89	-237.36	-6303.91	-750.496	-518.738	1	3	-0.0	-0.1	11.4	14.0	R2	72	0	0	2.3	37350.55	-6303.91	5.92	SL

**Verifiche geotecniche di capacità portante - fattori utilizzati nel calcolo di Rd**

ID	N			S			D			I			B			G			P			E		
	Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ik	Ig	Bq	Bc	Bg	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
1	1	6	0	0	1.3	0.8																1	1	1
2	1	6	0	0	1.3	0.8																1	1	1
3	1	6	0	0	1.3	0.8																1	1	1

**Significato dei simboli utilizzati:**

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

**Nodo:** indice del nodo di verifica.

**Dir.:** direzione della sezione di verifica.

**B:** base della sezione rettangolare di verifica. [m]

**H:** altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]

**A. sup.:** area barre armatura superiori. [m<sup>2</sup>]

**C. sup.:** distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]

**A. inf.:** area barre armatura inferiori. [m<sup>2</sup>]

**C. inf.:** distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]

**Comb.:** combinazione di verifica.

**M:** momento flettente. [kN\*m]

**N:** sforzo normale. [kN]

**Mu:** momento flettente ultimo. [kN\*m]

**Nu:** sforzo normale ultimo. [kN]

**c.s.:** coefficiente di sicurezza.

**Verifica:** stato di verifica.

**σc:** tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**σlim:** tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]

**Es/Ec:** coefficiente di omogeneizzazione.

**σf:** tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

**Comb.:** combinazione.

**Fh:** componente orizzontale del carico. [kN]

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**F<sub>v</sub>**: componente verticale del carico. [kN]  
**Cnd**: resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT).  
**Ad**: adesione di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Phi**: angolo di attrito di progetto. [deg]  
**R<sub>Pl</sub>**: resistenza passiva laterale unitaria di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]  
**γ<sub>R</sub>**: coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.  
**Rd**: resistenza alla traslazione di progetto. [kN]  
**Ed**: azione di progetto. [kN]  
**Rd/Ed**: coefficiente di sicurezza allo scorrimento.  
**ID**: indice della verifica di capacità portante.  
**F<sub>x</sub>**: componente lungo x del carico. [kN]  
**F<sub>y</sub>**: componente lungo y del carico. [kN]  
**F<sub>z</sub>**: componente verticale del carico. [kN]  
**M<sub>x</sub>**: componente lungo x del momento. [kN\*m]  
**M<sub>y</sub>**: componente lungo y del momento. [kN\*m]  
**ix**: inclinazione del carico in x. [deg]  
**iy**: inclinazione del carico in y. [deg]  
**ex**: eccentricità del carico in x. [m]  
**ey**: eccentricità del carico in y. [m]  
**B'**: larghezza efficace. [m]  
**L'**: lunghezza efficace. [m]  
**C**: coesione di progetto. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Q<sub>s</sub>**: sovraccarico laterale da piano di posa. [kN/m<sup>2</sup>]  
**Rd**: resistenza alla rottura del complesso di progetto. [kN]  
**Ed**: azione al progetto (sforzo normale al piano di posa). [kN]  
**Rd/Ed**: coefficiente di sicurezza alla capacità portante.  
**N**:  
**N<sub>q</sub>**: fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico.  
**N<sub>c</sub>**: fattore di capacità portante per il termine coesivo.  
**N<sub>g</sub>**: fattore di capacità portante per il termine attritivo.  
**S**:  
**S<sub>q</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico.  
**S<sub>c</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo.  
**S<sub>g</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo.  
**D**:  
**D<sub>q</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico.  
**D<sub>c</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo.  
**D<sub>g</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo.  
**I**:  
**I<sub>q</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico.  
**I<sub>c</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo.  
**I<sub>g</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo.  
**B**:  
**B<sub>q</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine di sovraccarico.  
**B<sub>c</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine coesivo.  
**B<sub>g</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine attritivo.  
**G**:  
**G<sub>q</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico.  
**G<sub>c</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo.  
**G<sub>g</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo.  
**P**:  
**P<sub>q</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico.  
**P<sub>c</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo.  
**P<sub>g</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo.  
**E**:  
**E<sub>q</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine di sovraccarico.  
**E<sub>c</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine coesivo.  
**E<sub>g</sub>**: fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

### 13. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 29

#### 13.1. RISPOSTA MODALE

##### Risposta modale

*Modo: identificativo del modo di vibrare.*

*Periodo: periodo. [s]*

*Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.*

*Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.*

*Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.*

*Massa rot. X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.*

*Massa rot. Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.*

*Massa rot. Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.*

*Massa sX: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.*

*Massa sY: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.*

##### Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.988975

Traslazione Y: 0.978251

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.997157

Rotazione Y: 0.998086

Rotazione Z: 0.852993

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.070989269	0.870374127	0.00000013	0	0.00000015	0.99584406	0.31730102	0.870374127	0.00000013
2	0.062011636	0.00000013	0.86767025	0	0.995666217	0.00000016	0.437087553	0.00000013	0.86767025
3	0.022035435	0.000014423	0.00002252	0	0.00000245	0.00001086	0.00001353	0.000014423	0.00002252
4	0.015967782	0.00001164	0.02442465	0	0.000155661	0.00000139	0.014214634	0.00001164	0.02442465
5	0.015268387	0.055118143	0.00005744	0	0.00000051	0.00067205	0.019673652	0.055118143	0.00005744
6	0.014523808	0.0000524	0.041077881	0	0.000408557	0	0.019446577	0.0000524	0.041077881
7	0.01038423	0.019844763	0.00001141	0	0.00000027	0.000694713	0.005571005	0.019844763	0.00001141
8	0.006443263	0.00001894	0.045067135	0	0.0009264	0.00000173	0.022874863	0.00001894	0.045067135
9	0.00442295	0.047615501	0.00002002	0	0.00000016	0.000874263	0.01222195	0.047615501	0.00002002

##### Masse di piano

*Quota: quota, livello o falda, a cui compete la massa risultante.*

*Massa X: massa per la componente di spostamento lungo l'asse X. [kN/(m/s<sup>2</sup>)]*

*Massa Y: massa per la componente di spostamento lungo l'asse Y. [kN/(m/s<sup>2</sup>)]*

Quota	Massa X	Massa Y
Copertura	421.633	421.633

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**13.2. VERIFICA DELLE PARETI**

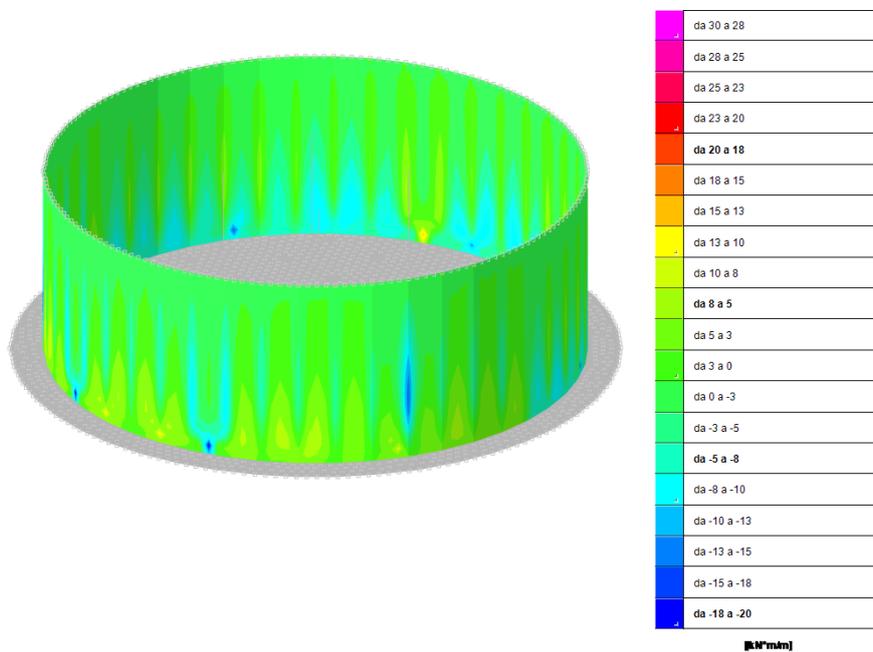


Figura 13.1 – Involuppo Momenti Moo minimi SLU – SLV KNm

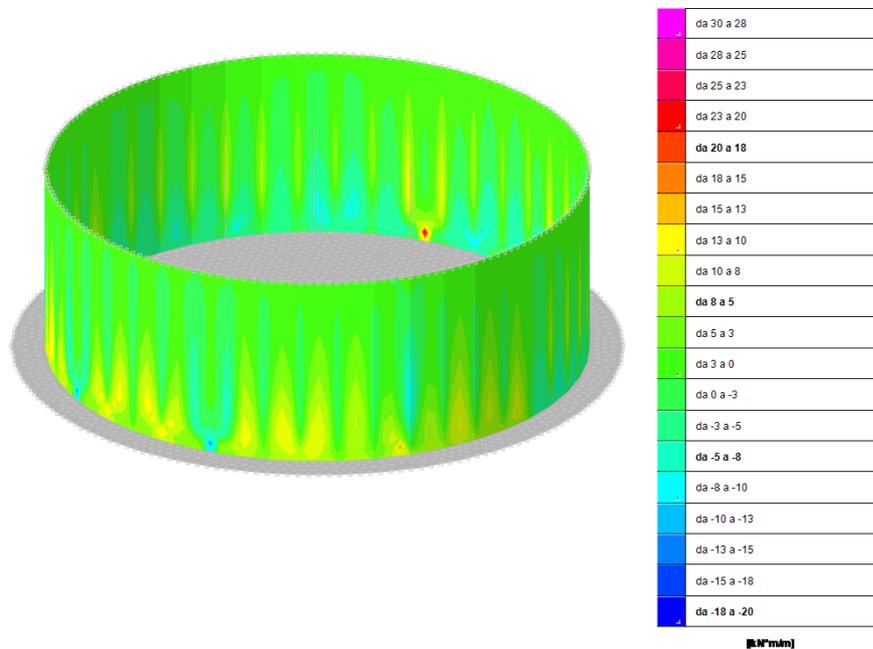


Figura 13.2 – Involuppo Momenti Moo massimi SLU – SLV KNm

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

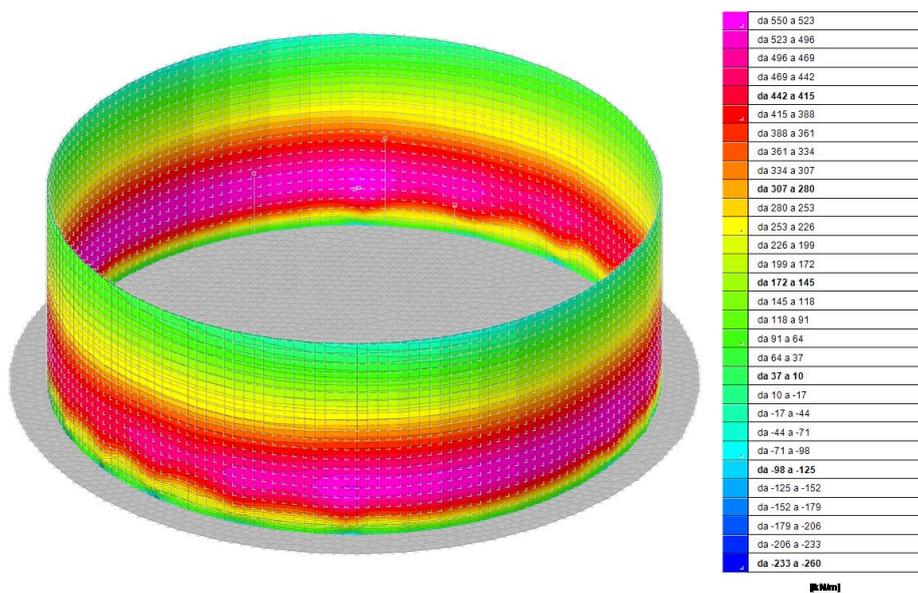


Figura 13.3 – Involuppo Momenti Foo SLE qp KN/m

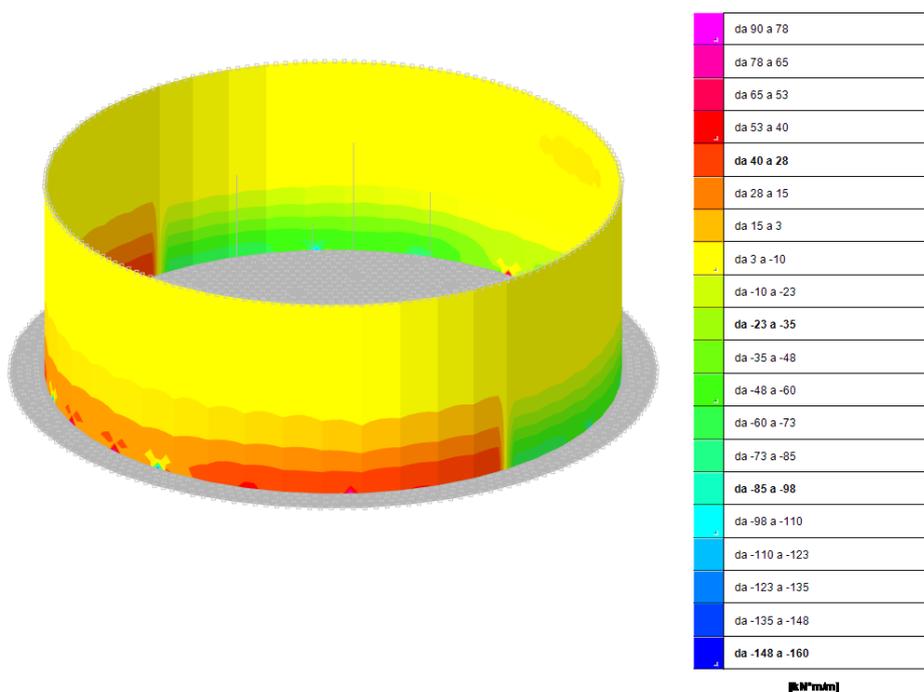


Figura 13.4 – Involuppo Momenti Mzz minimi SLU – SLV KNm

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

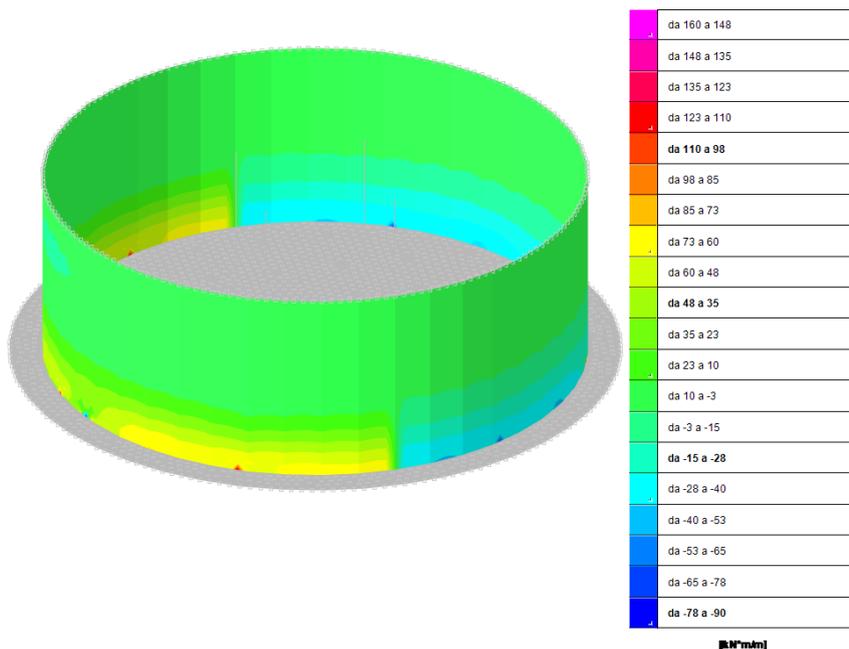


Figura 13.5 – Involuppo Momenti Mzz massimi SLU – SLV KNm

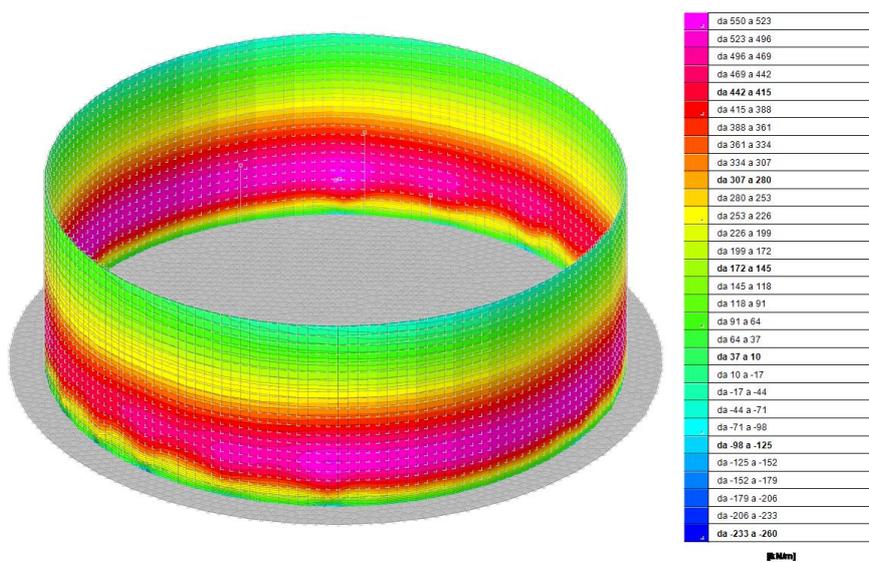


Figura 13.6 – Involuppo Momenti Mxx SLE qp KN/m

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

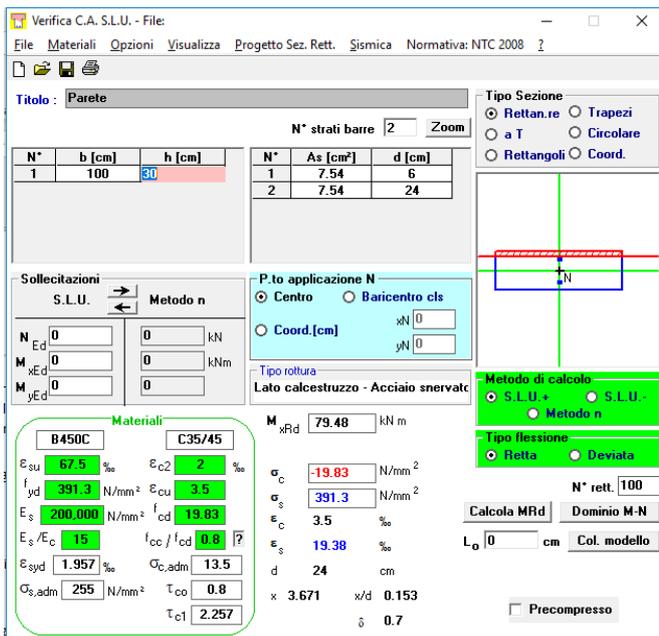
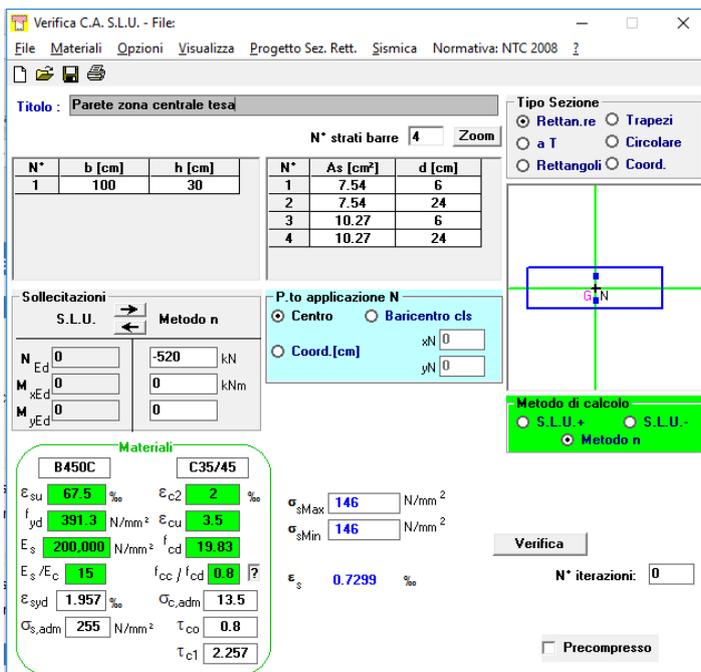


Figura 13.7 – Momento resistente con armatura minima

Le pareti sono armate con maglia d12/15x15 sia verticali che orizzontali con riprese verticali alla base d 16/15 e aggiunta di d14/15 orizzontali nelle parti centrali per la verifica a fessurazione essendo la sezione in trazione a causa della spinta del materiale contenuto; pertanto si rispettano i minimi richiesti.

**13.2.1. Verifica a fessurazione**

La massima trazione è pari a 520 KN/m. Si riporta il calcolo delle tensioni per poi calcolare l’apertura delle fessure.

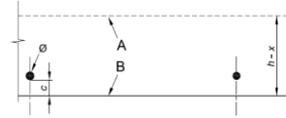


**IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)**

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**STATO LIMITE DI APERTURA DELLE FESSURE - NTC2018 C4.1.2.2.4.5 (Rif. UNI EN 1992-1-1: 2005 Par.7.3 )**

Geometria della sezione			
Altezza della sezione	h	300	[mm]
Larghezza della sezione	b	1000	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Distanza tra asse armatura e lembo compresso	d'	50	[mm]
Ricoprimento dell'armatura	c	50	[mm]
Armatura tesa ordinaria			
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	n <sub>r1</sub>	7	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φ <sub>r1</sub>	12	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	A <sub>st,1</sub>	792	[mm <sup>2</sup> ]
Armatura tesa di infittimento			
Numero di ferri tesi presenti nella sezione	n <sub>r2</sub>	7	[-]
Diametro dei ferri tesi presenti nella sezione	φ <sub>r2</sub>	14	[mm]
Area dei ferri tesi presenti nella sezione	A <sub>st,2</sub>	1078	[mm <sup>2</sup> ]



Caratteristiche dei materiali			
Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo	f <sub>ck</sub>	35	[MPa]
Resistenza a trazione media del calcestruzzo	f <sub>ctm</sub>	3.2	[MPa]
Modulo di elasticità del calcestruzzo	E <sub>cm</sub>	34077	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f <sub>yk</sub>	450	[MPa]
Modulo di elasticità dell'acciaio	E <sub>s</sub>	210000	[MPa]

$$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(0,6)} \leq C50/60$$

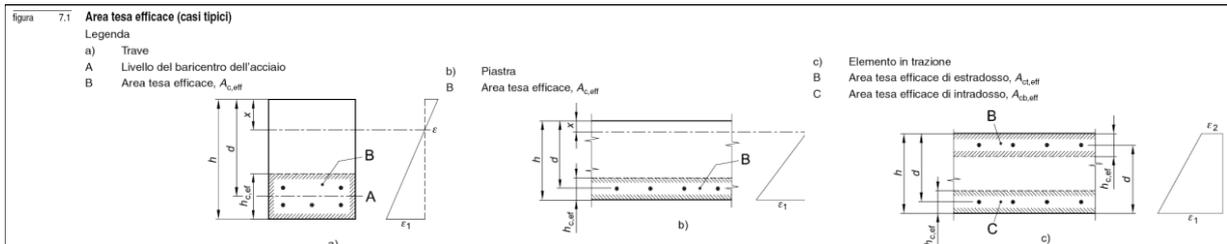
$$f_{ctm} = 2,12 \times \ln \left[ 1 + \left( \frac{f_{ck}}{10} \right) \right] > C50/60$$

$$E_{cm} = 22 \left[ \left( \frac{f_{cm}}{10} \right) \right]^{0,3}$$

**DETERMINAZIONE DELL'AMPIEZZA DELLE FESSURE**

Tensione nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ <sub>s</sub>	146	[MPa]	deriva dal calcolo delle tensioni con il metodo n
Asse neutro della sezione	x	-100	[mm]	
Tipo e durata dei carichi applicati				
Coefficiente di omogeneizzazione	α <sub>e</sub>	6.16	[-]	
Area totale delle armature presenti nella zona tesa	A <sub>s</sub>	1869	[mm <sup>2</sup> ]	
Area efficace tesa di calcestruzzo	A <sub>c,eff.1</sub>	125000	[mm <sup>2</sup> ]	2,5*(h-d)*b
	A <sub>c,eff.2</sub>	133333	[mm <sup>2</sup> ]	(h-x)/3*b
	A <sub>c,eff.3</sub>	150000	[mm <sup>2</sup> ]	h/2*b
	A <sub>c,eff.min</sub>	125000	[mm <sup>2</sup> ]	

è l'area efficace di calcestruzzo teso attorno all'armatura ordinaria o a quella di precompressione di altezza, h<sub>c,eff</sub>, dove h<sub>c,eff</sub> è il minore tra 2,5 (h-d), (h-x)/3 o h/2 (vedere figura 7.1);



Rapporto tra l'area di acciaio teso e quella di calcestruzzo teso	ρ <sub>p,eff</sub>	0.01495	[-]	ρ <sub>p,eff</sub> = (A <sub>s</sub> + s <sub>1</sub> A <sub>p</sub> ') / A <sub>c,eff</sub>
Resistenza efficace media del calcestruzzo	f <sub>ct,eff</sub>	3.2	[MPa]	
Fattore di durata del carico	k <sub>1</sub>	0.4	[-]	
<b>Differenza tra la deformazione nell'acciaio e nel cls</b>				
	ε <sub>sm,min</sub>	0.000417	[-]	NTC2018 C4.16
	ε <sub>sm,calc.</sub>	0.000249	[-]	NTC2018 C4.16
	ε <sub>sm</sub>	0.000417	[-]	NTC2018 C4.16

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Spaziatura tra le barre (calcolata tra i baricentri dei ferri)	s	150	[mm]	
Diametro equivalente delle barre	φ <sub>eq</sub>	13.08	[mm]	NTC2018 C4.18 φ <sub>eq</sub> = (n <sub>1</sub> φ <sub>1</sub> <sup>2</sup> + n <sub>2</sub> φ <sub>2</sub> <sup>2</sup> ) / (n <sub>1</sub> φ <sub>1</sub> + n <sub>2</sub> φ <sub>2</sub> )
Spaziatura massima di riferimento	s <sub>max,ref</sub>	282.6923	[mm]	
Coefficienti k per il calcolo dell'ampiezza di fessurazione				
	k <sub>1</sub>	0.800	[-]	
	k <sub>2</sub>	1.000	[-]	NTC2018 C4.19
	k <sub>3</sub>	3.400	[-]	valori fissi
	k <sub>4</sub>	0.425	[-]	valori fissi
<b>Distanza massima tra le fessure</b>	s <sub>r,max.1</sub>	467	[mm]	s <sub>r,max</sub> = k <sub>3</sub> C + k <sub>1</sub> k <sub>2</sub> k <sub>4</sub> σ / ρ <sub>p,eff</sub>
	s <sub>r,max</sub>	467	[mm]	
	Δs <sub>r,m</sub>	275	[mm]	
	Δσ <sub>μ</sub>	300	[mm]	NTC2018 C4.110 per spaziature superiori quella
	Δs <sub>r,m</sub>	275	[mm]	NTC2018 C4.17

k<sub>1</sub> è un coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente:  
= 0,8 per barre ad aderenza migliorata,  
= 1,6 per barre con una superficie effettivamente liscia (per esempio, armatura di precompressione);

k<sub>2</sub> è un coefficiente che tiene conto della distribuzione delle deformazioni:  
= 0,5 per flessione,  
= 1,0 per trazione pura.

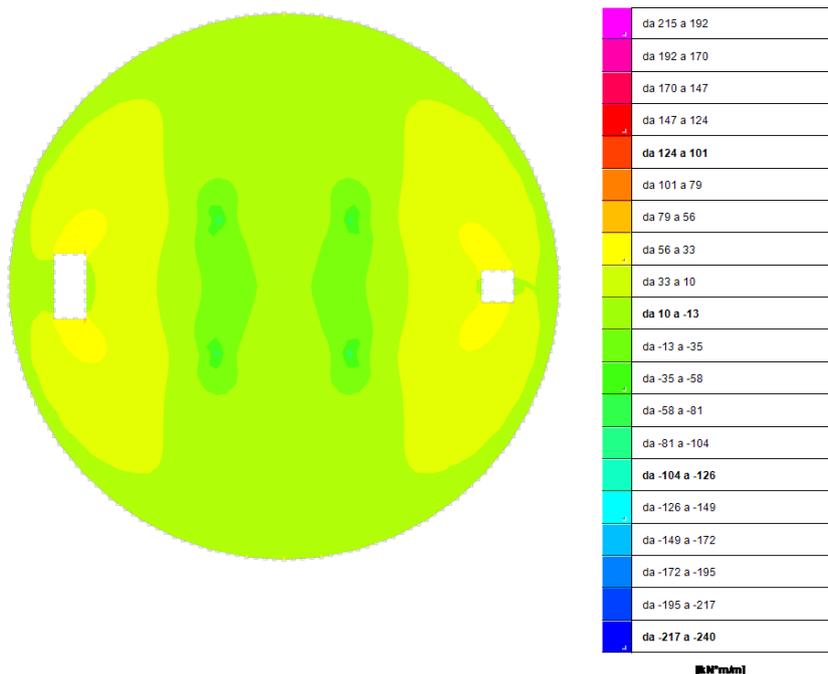
In caso di trazione eccentrica, o per singole parti di sezione, si raccomanda di utilizzare valori intermedi di k<sub>2</sub>, che possono essere calcolati con la relazione:  
k<sub>2</sub> = (ε<sub>1</sub> + ε<sub>2</sub>) / 2ε<sub>1</sub> (7.13)  
dove ε<sub>1</sub> ed ε<sub>2</sub> sono rispettivamente la più grande e la più piccola deformazione di trazione alle estremità della sezione considerata, calcolate per sezione fessurata.

I valori di k<sub>3</sub> e k<sub>4</sub> da adottare in uno Stato possono essere reperiti nella sua appendice nazionale. I valori raccomandati sono rispettivamente 3,4 e 0,425.

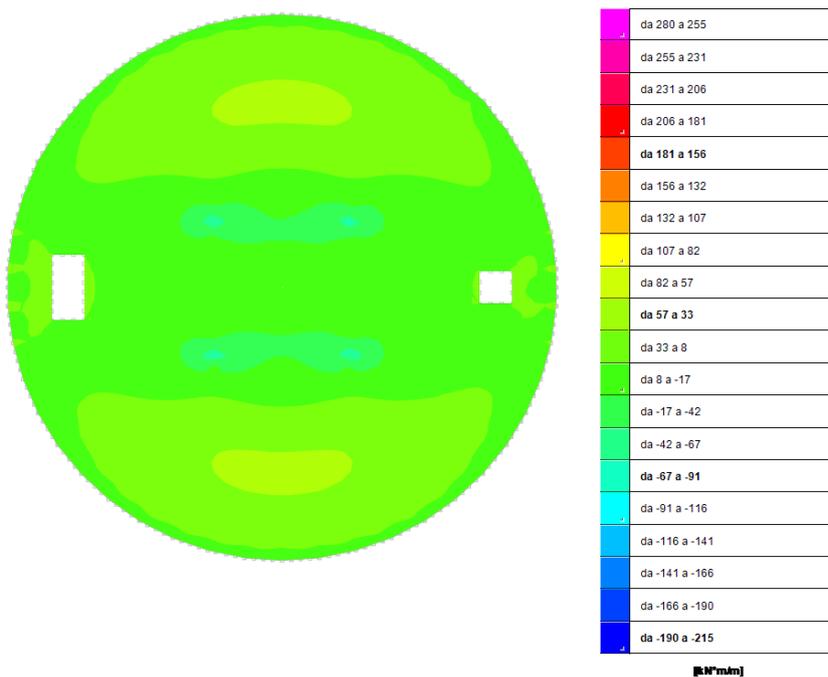
Ampiezza limite delle fessure per la combinazione di calcolo per w <sub>clim</sub>	w <sub>clim</sub>	0.20	[mm]
Ampiezza delle fessure (di calcolo)	w <sub>k</sub>	0.19	[mm]

**13.3. VERIFICA DELLA SOLETTA SUPERIORE**

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**



**Figura 13.8 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm**



**Figura 13.9 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm**

La soletta viene armata con maglia d12/20x20 sia superiore che inferiore e si riporta di seguito il momento resistente con armatura minima e come si può vedere si rispettano i minimi richiesti. Solo in corrispondenza dei pilastri viene aggiunta dell'armatura superiore pari a d 16/20x20 in entrambe le direzioni principali.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. It includes a menu bar (File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, Normativa: NTC 2008), a title bar, and several data input sections:

- Table 1:**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35
- Table 2:**

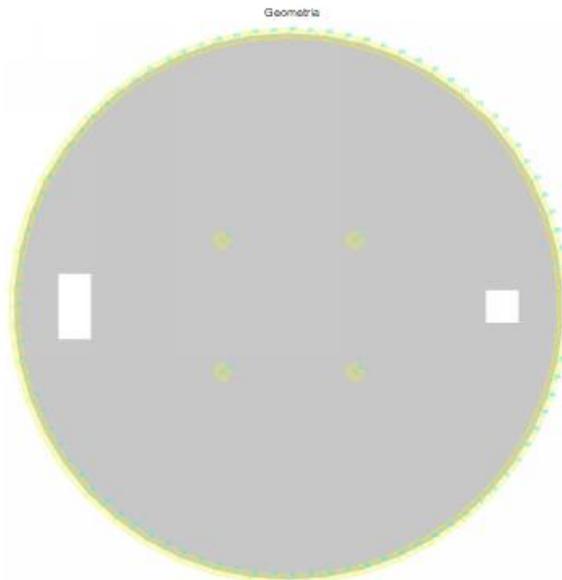
N°	As [cm²]	d [cm]
1	5,65	6
2	5,65	29
- Materiali:**
  - B450C:  $\epsilon_{su}$  67,5 ‰,  $f_{yd}$  391,3 N/mm²,  $E_s$  200.000 N/mm²,  $E_s/E_c$  15,  $\epsilon_{syd}$  1,957 ‰,  $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²
  - C35/45:  $\epsilon_{c2}$  2 ‰,  $\epsilon_{cu}$  3,5 ‰,  $f_{cd}$  19,83 N/mm²,  $f_{cc}/f_{cd}$  0,8,  $\sigma_{c,adm}$  13,5 N/mm²,  $\tau_{co}$  0,8,  $\tau_{c1}$  2,257
- Calculated Values:**
  - $M_{xRd}$  72,3 kNm
  - $\sigma_c$  -19,83 N/mm²
  - $\sigma_s$  391,3 N/mm²
  - $\epsilon_c$  3,5 ‰
  - $\epsilon_s$  33,46 ‰
  - $d$  29 cm
  - $x$  2,747,  $x/d$  0,09471
  - $\delta$  0,7
- Other Parameters:**
  - N° strati barre: 2
  - Tipo Sezione: Rettangolare
  - Metodo di calcolo: Metodo n
  - Tipo flessione: Retta
  - N° rett. 100
  - Col. modello
  - Precompresso:

Figura 13.10 – Momenti resistenti con armatura minima

Si riportano comunque le verifiche complete.

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Geometria



IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Caratteristiche dei materiali**

Acciaio: B450C Fyk 450000  
 Calcestruzzo: C35/45 Rck 45000

**Sistema di riferimento e direzioni di armatura**

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (5.769; 3.665; 5.7), direzione dell'asse X = (0.01; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 0.01; 0).

Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

**Verifiche nei nodi**

**Verifiche SLU flessione nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
9569	<input checked="" type="checkbox"/>	68.5	35	3.88	6.1	3.88	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LU 4	4204.38	0	4740.45	0	1.1275	<input checked="" type="checkbox"/> i
9038	<input checked="" type="checkbox"/>	67	35	3.79	6.1	3.79	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LU 4	4094.64	0	4625.63	0	1.1297	<input checked="" type="checkbox"/> i
8998	<input checked="" type="checkbox"/>	83.6	35	4.73	6.1	4.73	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LU 4	4639.85	0	5744.6	0	1.2381	<input checked="" type="checkbox"/> i
9606	<input checked="" type="checkbox"/>	89.4	35	5.06	6.1	5.06	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LU 4	4879.58	0	6176.75	0	1.2658	<input checked="" type="checkbox"/> i
8966	<input checked="" type="checkbox"/>	100	35	5.65	6.1	5.65	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LU 4	5408.2	0	6971.24	0	1.289	<input checked="" type="checkbox"/> i

**Verifiche SLD Resistenza flessione nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
9038	<input checked="" type="checkbox"/>	67	35	3.79	6.1	3.79	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LD 15	2751.92	0	3796.76	0	1.3797	<input checked="" type="checkbox"/> i
9569	<input checked="" type="checkbox"/>	68.5	35	3.88	6.1	3.88	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LD 13	2825.93	0	3929.26	0	1.3904	<input checked="" type="checkbox"/> i
8998	<input checked="" type="checkbox"/>	83.6	35	4.73	6.1	4.73	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LD 15	3117.96	0	4687.86	0	1.5035	<input checked="" type="checkbox"/> i
9606	<input checked="" type="checkbox"/>	89.4	35	5.06	6.1	5.06	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LD 13	3279.01	0	5188.67	0	1.5824	<input checked="" type="checkbox"/> i
9145	<input checked="" type="checkbox"/>	69.4	35	3.93	6.1	3.93	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LD 3	2488.43	0	4001.99	0	1.6082	<input checked="" type="checkbox"/> i

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
9753	<input checked="" type="checkbox"/>	100	35	15.71	7.8	5.65	7.3	<input checked="" type="checkbox"/> LE QP 1	-6852.6	0	-0.316	1.681	15	<input checked="" type="checkbox"/> i
8857	<input checked="" type="checkbox"/>	100	35	15.71	7.8	5.65	7.3	<input checked="" type="checkbox"/> LE QP 1	-6829.63	0	-0.315	1.681	15	<input checked="" type="checkbox"/> i
8905	<input checked="" type="checkbox"/>	100	35	15.71	6.2	5.65	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LE QP 1	-6792.16	0	-0.307	1.681	15	<input checked="" type="checkbox"/> i
9819	<input checked="" type="checkbox"/>	100	35	15.71	6.2	5.65	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LE QP 1	-6747.67	0	-0.305	1.681	15	<input checked="" type="checkbox"/> i
9767	<input checked="" type="checkbox"/>	100	35	15.71	7.8	5.65	7.3	<input checked="" type="checkbox"/> LE QP 1	-6555.72	0	-0.302	1.681	15	<input checked="" type="checkbox"/> i

**Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
8905	<input checked="" type="checkbox"/>	100	35	15.71	6.2	5.65	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LE RA 2	-7499.16	0	3.101	36	15	<input checked="" type="checkbox"/> i
9819	<input checked="" type="checkbox"/>	100	35	15.71	6.2	5.65	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LE RA 2	-7434.32	0	3.074	36	15	<input checked="" type="checkbox"/> i
9753	<input checked="" type="checkbox"/>	100	35	15.71	6.2	5.65	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LE RA 2	-7373.33	0	3.049	36	15	<input checked="" type="checkbox"/> i
8790	<input checked="" type="checkbox"/>	100	35	15.71	6.2	5.65	6.1	<input checked="" type="checkbox"/> LE RA 2	-7034.06	0	2.909	36	15	<input checked="" type="checkbox"/> i
9753	<input checked="" type="checkbox"/>	100	35	15.71	7.8	5.65	7.3	<input checked="" type="checkbox"/> LE RA 2	-7582.27	0	2.767	36	15	<input checked="" type="checkbox"/> i

**Verifiche SLE fessurazione nei nodi**

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

**Verifiche punzonamento**

**Zone di punzonamento considerate**

Nome	Lato punzonante	Verticali inferiori	Verticali superiori
<input checked="" type="checkbox"/> ZF40	<input checked="" type="checkbox"/> Inferiore	<input checked="" type="checkbox"/> Pilastro C.A. a tronco Fondazione - Copertura filo 40	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> ZF56	<input checked="" type="checkbox"/> Inferiore	<input checked="" type="checkbox"/> Pilastro C.A. a tronco Fondazione - Copertura filo 56	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> ZF41	<input checked="" type="checkbox"/> Inferiore	<input checked="" type="checkbox"/> Pilastro C.A. a tronco Fondazione - Copertura filo 41	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> ZF57	<input checked="" type="checkbox"/> Inferiore	<input checked="" type="checkbox"/> Pilastro C.A. a tronco Fondazione - Copertura filo 57	<input checked="" type="checkbox"/>

**Verifiche punzonamento U1 SLU**

Zona	Lato	Comb.	ved	vrđ,c	d	Offset	U1	VEđ	Peso	Suolo	β	M1	M2	W11	W12	β	c.s.	Verifica
<input checked="" type="checkbox"/> F56	<input checked="" type="checkbox"/> nf.	<input checked="" type="checkbox"/> LU 4	0.0282	0.0599	28.1	56.1	507.1	374.85	17.14	0	<input checked="" type="checkbox"/> 6.42	1590.55	1567.17			1.07	2.1268	<input checked="" type="checkbox"/> i

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Zona	Lato	Comb.	ved	vrđ,c	d	Offset	U1	VEđ	Peso	Suolo	$\beta$	M1	M2	W11	W12	$\beta$	c.s.	Verifica
<input checked="" type="checkbox"/> F57	<input checked="" type="checkbox"/> nf.	<input checked="" type="checkbox"/> LU 4	0.0282	0.0599	28.1	56.1	507.1	374.95	17.14	0	<input checked="" type="checkbox"/> (6.42)	1573.34	-1568.44			1.07	2.1279	<input checked="" type="checkbox"/> i
<input checked="" type="checkbox"/> F40	<input checked="" type="checkbox"/> nf.	<input checked="" type="checkbox"/> LU 4	0.0281	0.06	28.1	56.1	507.1	373.41	17.14	0	<input checked="" type="checkbox"/> (6.42)	1598.32	-1578.25			1.07	2.135	<input checked="" type="checkbox"/> i
<input checked="" type="checkbox"/> F41	<input checked="" type="checkbox"/> nf.	<input checked="" type="checkbox"/> LU 4	0.0281	0.06	28.1	56.1	507.1	373.67	17.14	0	<input checked="" type="checkbox"/> (6.42)	1580.49	-1563.01			1.07	2.1359	<input checked="" type="checkbox"/> i

**Verifiche punzonamento U1 SLD Resistenza**

Zona	Lato	Comb.	ved	vrđ,c	d	Offset	U1	VEđ	Peso	Suolo	$\beta$	M1	M2	W11	W12	$\beta$	c.s.	Verifica
<input checked="" type="checkbox"/> F56	<input checked="" type="checkbox"/> nf.	<input checked="" type="checkbox"/> LD 13	0.0197	0.0598	28.1	56.1	507.1	263.18	10.36	0	<input checked="" type="checkbox"/> (6.42)	1121.64	-894.12			1.06	3.0408	<input checked="" type="checkbox"/> i
<input checked="" type="checkbox"/> F57	<input checked="" type="checkbox"/> nf.	<input checked="" type="checkbox"/> LD 15	0.0197	0.0598	28.1	56.1	507.1	263.32	10.37	0	<input checked="" type="checkbox"/> (6.42)	1109.94	-896.81			1.06	3.0415	<input checked="" type="checkbox"/> i
<input checked="" type="checkbox"/> F40	<input checked="" type="checkbox"/> nf.	<input checked="" type="checkbox"/> LD 1	0.0196	0.0599	28.1	56.1	507.1	262.15	10.37	0	<input checked="" type="checkbox"/> (6.42)	1128.14	-900.86			1.06	3.0528	<input checked="" type="checkbox"/> i
<input checked="" type="checkbox"/> F41	<input checked="" type="checkbox"/> nf.	<input checked="" type="checkbox"/> LD 3	0.0196	0.0599	28.1	56.1	507.1	262.38	10.37	0	<input checked="" type="checkbox"/> (6.42)	1114.81	-890.01			1.06	3.0532	<input checked="" type="checkbox"/> i

**Significato dei simboli utilizzati:**

Le unità di misura elencate sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

**Nodo:** indice del nodo di verifica.

**Dir.:** direzione della sezione di verifica.

**B:** base della sezione rettangolare di verifica. [m]

**H:** altezza della sezione rettangolare di verifica. [m]

**A. sup.:** area barre armatura superiori. [m<sup>2</sup>]

**C. sup.:** distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [m]

**A. inf.:** area barre armatura inferiori. [m<sup>2</sup>]

**C. inf.:** distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [m]

**Comb.:** combinazione di verifica.

**M:** momento flettente. [kN\*m]

**N:** sforzo normale. [kN]

**Mu:** momento flettente ultimo. [kN\*m]

**Nu:** sforzo normale ultimo. [kN]

**c.s.:** coefficiente di sicurezza.

**Verifica:** stato di verifica.

**$\sigma_c$ :** tensione nel calcestruzzo. [kN/m<sup>2</sup>]

**$\sigma_{lim}$ :** tensione limite. [kN/m<sup>2</sup>]

**Es/Ec:** coefficiente di omogenizzazione.

**$\sigma_f$ :** tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/m<sup>2</sup>]

**$\epsilon_{sm}$ :** deformazione unitaria media delle barre di armatura.

**$\Delta_{max}$ :** distanza massima tra le fessure. [m]

**Wd:** valore di calcolo di apertura delle fessure. [m]

**Nome:** nome attribuito alla zona di punzonamento.

**Lato punzonante:** lato considerato come punzonante in verifica.

**Verticali inferiori:** elementi punzonanti inferiori.

**Verticali superiori:** elementi punzonanti superiori.

**Zona:** nome della zona di punzonamento.

**Lato:** lato su cui agisce l'azione punzonante.

**ved:** tensione tangenziale per punzonamento. [kN/m<sup>2</sup>]

**vrđ,c:** resistenza a punzonamento. [kN/m<sup>2</sup>]

**d:** media delle altezze utili nelle due direzioni ortogonali. [m]

**Offset:** distanza del perimetro di verifica dall'area caricata. [m]

**U1:** lunghezza efficace del perimetro di verifica. [m]

**VEđ:** forza netta di taglio-punzonamento. [kN]

**Peso:** peso del blocco di cls e dell'eventuale carico superficiale. [kN]

**Suolo:** reazione trasmessa dal suolo. [kN]

**$\beta$ :** formula per il calcolo del coefficiente.

**M1:** momento di calcolo secondo l'asse principale di verifica 1. [kN\*m]

**M2:** momento di calcolo secondo l'asse principale di verifica 2. [kN\*m]

**W11:** w1 secondo l'asse principale di verifica 1. [m<sup>2</sup>]

**W12:** w1 secondo l'asse principale di verifica 2. [m<sup>2</sup>]

**$\beta$ :** coefficiente per reazione eccentrica rispetto al perimetro di verifica.

**13.4. VERIFICA FONDAZIONI**

La fondazione è una platea superficiale dello spessore di 35 cm su pali.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Si riportano di seguito le relative verifiche.

**13.4.1. Verifica della platea di fondazione**

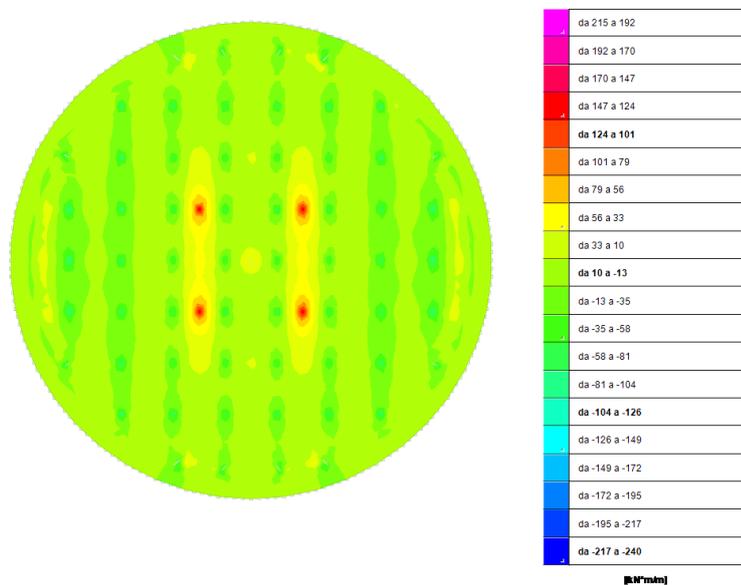


Figura 13.11 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm

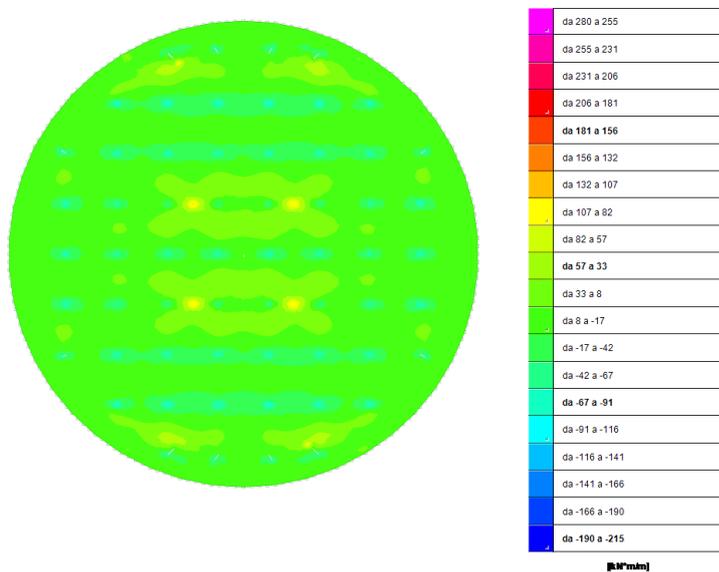


Figura 13.12 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm

La platea di fondazione viene armata con maglia d14/15x15 sia superiore che inferiore e si riporta di seguito il momento resistente con armatura minima e come si può vedere si rispettano i minimi richiesti. Solo in corrispondenza dei pilastri viene aggiunta dell'armatura pari a d 16/20x20 in entrambe le direzioni principali.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

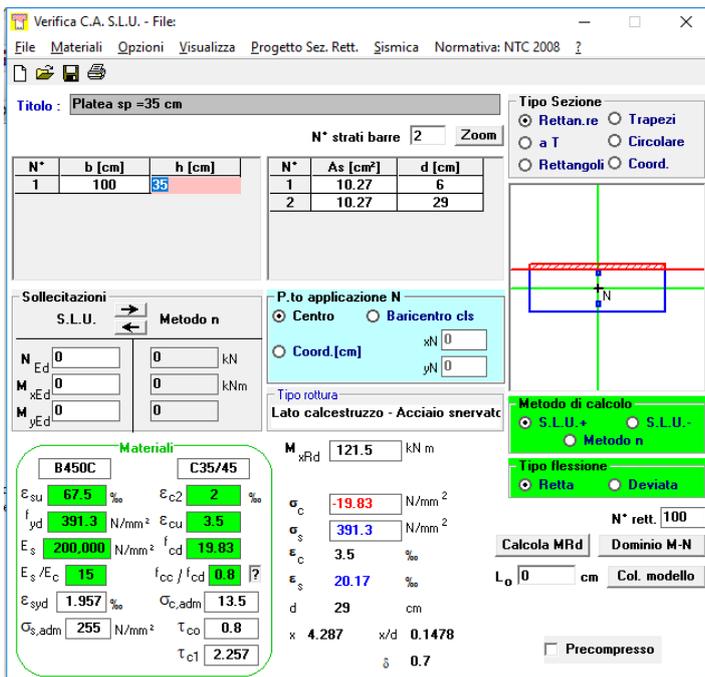


Figura 13.13 – Momenti resistenti con armatura minima

## 14. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO 28

### 14.1. RISPOSTA MODALE

#### Risposta modale

**Modo:** identificativo del modo di vibrare.

**Periodo:** periodo. [s]

**Massa X:** massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

**Massa Y:** massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

**Massa Z:** massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

**Massa rot. X:** massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

**Massa rot. Y:** massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

**Massa rot. Z:** massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

**Massa sX:** massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

**Massa sY:** massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

#### Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.97244

Traslazione Y: 0.978958

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.999938

Rotazione Y: 0.996462

Rotazione Z: 0.980931

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.93907814	0.000811604	0.031116945	0	0.0240487	0.00021473	0.04023523	0.000811604	0.031116945
2	0.696207503	0.055219703	0.367430834	0	0.523161948	0.075819769	0.438525619	0.055219703	0.367430834
3	0.619877515	0.027802276	0.288198571	0	0.408409435	0.041324385	0.170712571	0.027802276	0.288198571
4	0.485950431	0.005284389	0.000012143	0	0.00184872	0.00425323	0.000366272	0.005284389	0.000012143
5	0.366607393	0.321132367	0.002057319	0	0.00370268	0.654324147	0.026595449	0.321132367	0.002057319
6	0.168001919	0.001126749	0.046452308	0	0.007904287	0.000076396	0.040287406	0.001126749	0.046452308
7	0.155644962	0.011868696	0.217130743	0	0.026216204	0.001908759	0.215981051	0.011868696	0.217130743
8	0.142635166	0.042269975	0.023617205	0	0.003565036	0.010026423	0.006611035	0.042269975	0.023617205
9	0.08907837	0.506924212	0.002941665	0	0.0010811	0.208513894	0.041616166	0.506924212	0.002941665

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**14.2. VERIFICA EFFETTI DEL SECONDO ORDINE**

**Verifica effetti secondo ordine**

*Quota inf.:* quota inferiore esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata, espressa con notazione breve. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

*Quota sup.:* quota superiore esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata, espressa con notazione breve. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

*Comb.:* combinazione.

*N.b.:* nome breve o compatto della combinazione di carico.

*Carico verticale:* carico verticale. [kN]

*Spostamento:* spostamento medio di interpiano. [m]

*Forza orizzontale totale:* forza orizzontale totale. [kN]

*Altezza del piano:* altezza del piano. [m]

*Theta:* coefficiente Theta formula [7.3.3] § 7.3.1. Il valore è adimensionale.

Quota inf.	Quota sup.	Comb.	Carico verticale	Spostamento	Forza orizzontale totale	Altezza del piano	Theta
N.b.							
L1	L2	SLV 1	1252.33	0.0091	191.89	3.5	0.013
L1	L2	SLV 2	1252.33	0.01129	191.89	3.5	0.021
L1	L2	SLV 3	1252.35	0.01479	191.76	3.5	0.028
L1	L2	SLV 4	1252.35	0.01746	191.76	3.5	0.033
L1	L2	SLV 5	1252.28	0.01612	265.49	3.5	0.022
L1	L2	SLV 6	1252.28	0.01522	265.49	3.5	0.021
L1	L2	SLV 7	1252.47	0.01925	265.4	3.5	0.026
L1	L2	SLV 8	1252.47	0.02048	265.4	3.5	0.028
L1	L2	SLV 9	1252.32	0.02084	265.4	3.5	0.028
L1	L2	SLV 10	1252.32	0.01959	265.4	3.5	0.026
L1	L2	SLV 11	1252.51	0.01499	265.49	3.5	0.02
L1	L2	SLV 12	1252.51	0.01586	265.49	3.5	0.021
L1	L2	SLV 13	1252.44	0.0179	191.76	3.5	0.023
L1	L2	SLV 14	1252.44	0.01523	191.76	3.5	0.02
L1	L2	SLV 15	1252.43	0.01167	191.89	3.5	0.022
L1	L2	SLV 16	1252.43	0.00945	191.89	3.5	0.018
L2	L3	SLV 1	424.39	0.0585	125.62	3.75	0.053
L2	L3	SLV 2	424.39	0.06456	125.62	3.75	0.058
L2	L3	SLV 3	424.39	0.06938	121.24	3.75	0.061
L2	L3	SLV 4	424.39	0.07599	121.24	3.75	0.071
L2	L3	SLV 5	424.39	0.0806	115.29	3.75	0.073
L2	L3	SLV 6	424.39	0.0726	115.29	3.75	0.071
L2	L3	SLV 7	424.39	0.05188	110.51	3.75	0.053
L2	L3	SLV 8	424.39	0.05505	110.51	3.75	0.056
L2	L3	SLV 9	424.39	0.05627	110.51	3.75	0.058
L2	L3	SLV 10	424.39	0.05308	110.51	3.75	0.054
L2	L3	SLV 11	424.39	0.03691	115.29	3.75	0.036
L2	L3	SLV 12	424.39	0.03759	115.29	3.75	0.037
L2	L3	SLV 13	424.39	0.07729	121.24	3.75	0.072
L2	L3	SLV 14	424.39	0.07068	121.24	3.75	0.066
L2	L3	SLV 15	424.39	0.06572	125.62	3.75	0.059
L2	L3	SLV 16	424.39	0.05962	125.62	3.75	0.054

**14.3. DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI**

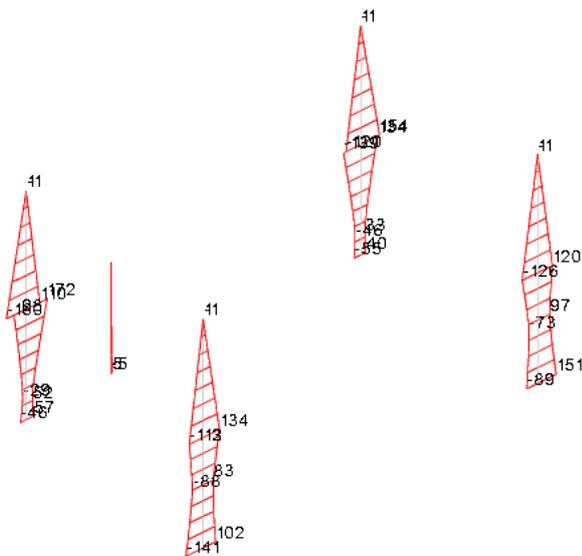
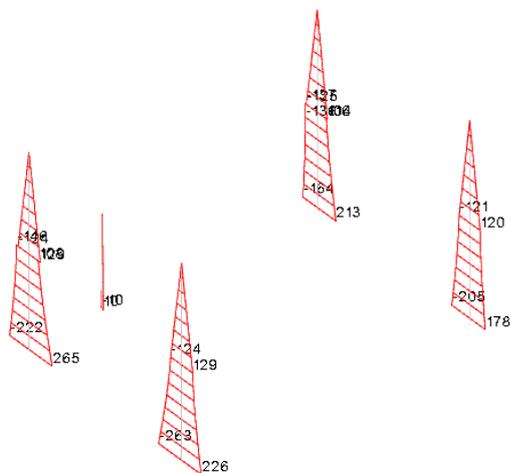
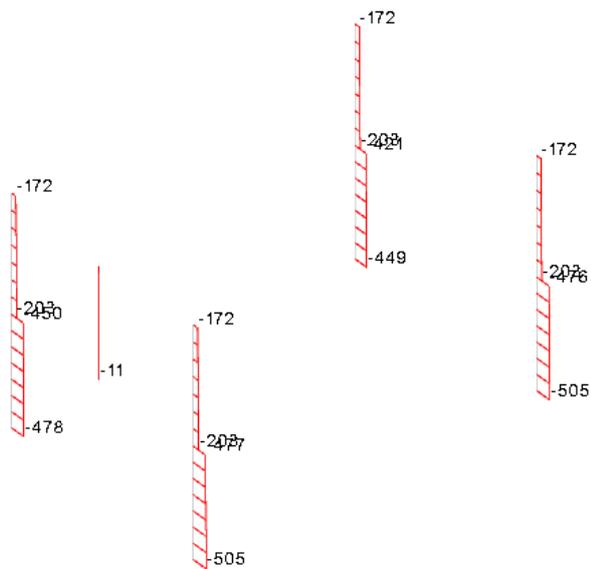


Figura 14.1 – Involuppo M2 massimi SLU – SLV sui pilastri KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**



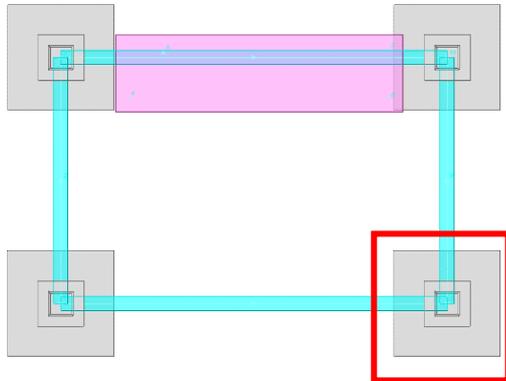
**Figura 14.2 – Involuppo M3 massimi SLU – SLV sui pilastri KNm**



**Figura 14.3 – Involuppo sforzo normale N SLU – SLV (KN)**

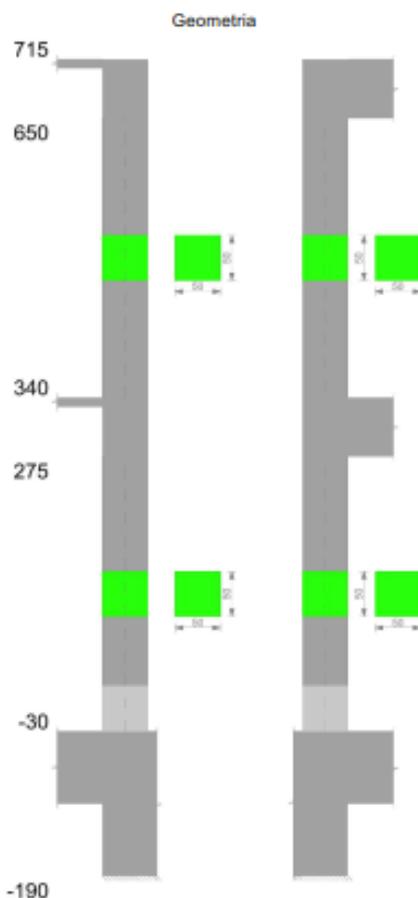
**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**14.4. VERIFICA DI UN PILASTRO**



**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Pilastrata 8**



**Dati della pilastrata**

**Campate costituenti la pilastrata**

Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Esistente	Secondari	Dissipativa	Interna a parete	Sovrarsalita	Materiale CLS	Materiale Acciaio	FC
-30	275	R 50x50	No	No	SI	No		C45/55	B450C	
340	650	R 50x50	No	No	SI	No		C45/55	B450C	

**Disposizione delle armature longitudinali**

Posizione	X	Y	Diametro	Area	Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Materiale
p.1	-19.52	-19.52	2	3.142	-110	-30	R 50x50	B450C
p.1	19.52	-19.52	2	3.142	-110	-30	R 50x50	B450C
p.1	19.52	19.52	2	3.142	-110	-30	R 50x50	B450C
p.1	-19.52	19.52	2	3.142	-110	-30	R 50x50	B450C
p.1	0	-19.7	2	3.142	-110	-30	R 50x50	B450C
p.1	0	19.7	2	3.142	-110	-30	R 50x50	B450C
p.1	-19.7	0	2	3.142	-110	-30	R 50x50	B450C
p.1	19.7	0	2	3.142	-110	-30	R 50x50	B450C
p.2	-19.52	-19.52	2	3.142	-30	340	R 50x50	B450C
p.2	19.52	-19.52	2	3.142	-30	340	R 50x50	B450C
p.2	19.52	19.52	2	3.142	-30	340	R 50x50	B450C
p.2	-19.52	19.52	2	3.142	-30	340	R 50x50	B450C
p.2	0	-19.7	2	3.142	-30	340	R 50x50	B450C
p.2	0	19.7	2	3.142	-30	340	R 50x50	B450C
p.2	-19.7	0	2	3.142	-30	340	R 50x50	B450C
p.2	19.7	0	2	3.142	-30	340	R 50x50	B450C
p.3	-19.52	-19.52	2	3.142	340	650	R 50x50	B450C
p.3	19.52	-19.52	2	3.142	340	650	R 50x50	B450C
p.3	19.52	19.52	2	3.142	340	650	R 50x50	B450C
p.3	-19.52	19.52	2	3.142	340	650	R 50x50	B450C
p.3	0	-19.7	2	3.142	340	650	R 50x50	B450C
p.3	0	19.7	2	3.142	340	650	R 50x50	B450C
p.3	-19.7	0	2	3.142	340	650	R 50x50	B450C
p.3	19.7	0	2	3.142	340	650	R 50x50	B450C

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Verifiche delle sezioni**

**Verifica a pressoflessione in SLU**

Quota	Aa	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coef.f.a.	Verifica
-30	25.13	2	0	1,2	168600	-384441	-50474	1599857	-3646957	SLU 8	3.489	SI
1	25.13	2	0	1,2	155416	-350966	-50226	1546409	-3487671	SLU 8	3.937	SI
31	25.13	2	0	1,2	142631	-315491	-49978	1484361	-3283307	SLU 8	10.407	SI
62	25.13	1	0	2	129647	-280516	-49730	1411205	-3047972	SLU 8	10.885	SI
92	25.13	1	0	2	116663	-244541	-49482	1328089	-2783864	SLU 8	11.384	SI
123	25.13	1	0	2	103678	-209566	-49235	1233254	-2486850	SLU 8	11.895	SI
153	25.13	1	0	2	102260	-173592	-48987	1263906	-2145544	SLU 8	12.36	SI
184	25.13	1	0	2	101743	-138117	-48739	1285299	-1744804	SLU 8	12.633	SI
214	25.13	1	0	2	101225	-102642	-48491	1285299	-1303283	SLU 8	12.697	SI
245	25.13	1	0	2	100708	-100708	-48243	1285299	-1285299	SLU 8	12.743	SI
275	25.13	1	0	2	100194	-100194	-47997	1285299	-1285299	SLU 8	12.828	SI
340	25.13	2	0	2,3	-40213	44505	-20104	-1231424	1362872	SLU 9	30.423	SI
371	25.13	2	0	2,3	40661	-39717	-19859	-1231424	1260704	SLU 9	31.605	SI
402	25.13	2	0	2,3	-39213	39213	-19607	-1231424	1231424	SLU 9	31.403	SI
433	25.13	1	0	3	-38710	38710	-19355	-1231424	1231424	SLU 9	31.812	SI
464	25.13	1	0	3	-38206	38206	-19103	-1231424	1231424	SLU 9	32.231	SI
495	25.13	1	0	3	-37702	37702	-18851	-1231424	1231424	SLU 9	32.662	SI
526	25.13	1	0	3	-37204	37204	-18602	-1231424	1231424	SLU 9	33.099	SI
557	25.13	1	0	3	-36695	36695	-18347	-1231424	1231424	SLU 9	33.559	SI
588	25.13	1	0	3	-36191	36191	-18095	-1231424	1231424	SLU 9	34.024	SI
619	25.13	1	0	3	-35687	35687	-17844	-1231424	1231424	SLU 9	34.504	SI
650	25.13	1	0	3	-35191	35191	-17596	-1231424	1231424	SLU 9	34.992	SI

**Verifica a pressoflessione in SLV con sollecitazioni da gerarchia secondo formula [C7.4.3]**

E' attiva l'opzione fattori parziali di sicurezza unitari per meccanismi duttili di strutture esistenti con fattore q

Quota	Aa	%	At	Pos.	c.x	c.y	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	C.S.	Nmin	Nim	Comb.Nmin	Ver.
-30	25.13	2	0	1,2			2048332	-716792	-34332	2881474	-1008341	SLV 6	1.407	34332	420360	SLV 15	SI
1	25.13	2	0	1,2	1	1	1349984	-684610	-34141	2921617	-1025736	SLV 6	1.498	34141	420360	SLV 15	SI
31	25.13	2	0	1,2	1	1	1854561	-647403	-33951	2970246	-10346874	SLV 6	1.602	33951	420360	SLV 15	SI
62	25.13	1	0	2	1	1	1762520	-602927	-33760	3030289	-1034608	SLV 6	1.719	33760	420360	SLV 15	SI
92	25.13	1	0	2	1	1	1674510	-549113	-33569	3103218	-1017422	SLV 6	1.853	33570	420360	SLV 15	SI
123	25.13	1	0	2	1	1	1591106	-486135	-33379	3184858	-974134	SLV 6	2.008	33379	420360	SLV 15	SI
153	25.13	1	0	2	1	1	1512889	-416091	-33188	3269637	-910251	SLV 6	2.188	33188	420360	SLV 15	SI
184	25.13	1	0	2	1	1	1440401	-341474	-32998	3436195	-814502	SLV 6	2.385	32998	420360	SLV 15	SI
214	25.13	1	0	2	1	1	1203073	-679583	-32807	3111475	-1749776	SLV 10	2.584	32807	420360	SLV 15	SI
245	25.13	1	0	2	1	1	1141302	-654879	-32616	3145281	-1804763	SLV 10	2.754	32616	420360	SLV 15	SI
275	25.13	1	0	2	1	1	1108586	-640474	-32427	3170081	-1831481	SLV 10	2.84	32427	420360	SLV 15	SI
340	25.13	2	0	2,3	1	1	-1134115	646546	-12825	-2378139	1355749	SLV 7	2.097	12825	420360	SLV 15	SI
371	25.13	2	0	2,3	1	1	-10365339	590482	-12635	-2411654	1374305	SLV 7	2.327	12635	420360	SLV 15	SI
402	25.13	2	0	2,3	1	1	-937363	533902	-12441	-2454338	1397938	SLV 7	2.618	12441	420360	SLV 15	SI
433	25.13	1	0	3	1	1	-838188	477122	-12247	-2509314	1428385	SLV 7	2.994	12247	420360	SLV 15	SI
464	25.13	1	0	3	1	1	-739012	420343	-12053	-2580463	1467742	SLV 7	3.482	12054	420360	SLV 15	SI
495	25.13	1	0	3	1	1	539477	431549	-11860	2489595	1395789	SLV 6	4.613	11860	420360	SLV 15	SI
526	25.13	1	0	3	1	1	456984	364615	-11668	2621450	2091584	SLV 6	5.736	11668	420360	SLV 15	SI
557	25.13	1	0	3	1	1	372376	296132	-11472	2793997	2221926	SLV 6	7.503	11472	420360	SLV 15	SI
588	25.13	1	0	3	1	1	288726	228425	-11278	3075472	2433157	SLV 6	10.652	11278	420360	SLV 15	SI
619	25.13	1	0	3	1	1	205075	160722	-11085	3458057	2710149	SLV 6	16.842	11085	420360	SLV 15	SI
650	25.13	1	0	3	1	1	122774	94121	-10894	3678758	2820200	SLV 6	29.964	10894	420360	SLV 15	SI

**Verifica a taglio in famiglia SLU**

Quota	Staffe	V	N	Comb.	Direzione X				c.a.	V	N	Comb.	Direzione Y				Verifica	
					VRd	VRd	VRcd	Cot					VRd	VRd	VRcd	Cot		
-30	3X/3Y a8/7.3	1363	-40162	SLU 6	16781	81723	95286	2.5	59.97	-529	-40162	SLU 6	16781	81723	95286	2.5	154.42	SI
1	3X/3Y a8/7.3	1363	-39915	SLU 6	16747	81723	95251	2.5	59.97	-529	-39915	SLU 6	16747	81723	95251	2.5	154.42	SI
31	2X/2Y a8/23.1	1363	-39667	SLU 6	16714	17123	95217	2.5	12.56	-529	-39667	SLU 6	16714	17123	95217	2.5	32.36	SI
62	2X/2Y a8/23.1	1363	-39419	SLU 6	16681	17123	95182	2.5	12.56	-529	-39419	SLU 6	16681	17123	95182	2.5	32.36	SI
92	2X/2Y a8/23.1	1363	-39171	SLU 6	16648	17123	95148	2.5	12.56	-529	-39171	SLU 6	16648	17123	95148	2.5	32.36	SI
123	2X/2Y a8/23.1	1363	-38923	SLU 6	16615	17123	95114	2.5	12.56	-529	-38923	SLU 6	16615	17123	95114	2.5	32.36	SI
153	2X/2Y a8/23.1	1363	-38676	SLU 6	16581	17123	95079	2.5	12.56	-529	-38676	SLU 6	16581	17123	95079	2.5	32.36	SI
184	2X/2Y a8/23.1	1363	-38428	SLU 6	16548	17123	95045	2.5	12.56	-529	-38428	SLU 6	16548	17123	95045	2.5	32.36	SI
214	2X/2Y a8/23.1	1363	-38180	SLU 6	16515	17123	95011	2.5	12.56	-529	-38180	SLU 6	16515	17123	95011	2.5	32.36	SI
245	2X/2Y a8/23.1	1363	-37932	SLU 6	16482	17123	94976	2.5	12.56	-529	-37932	SLU 6	16482	17123	94976	2.5	32.36	SI
275	2X/2Y a8/23.1	1363	-37684	SLU 6	16449	17123	94942	2.5	12.56	-529	-37684	SLU 6	16449	17123	94942	2.5	32.36	SI
340	2X/2Y a8/23.8	-137	-16673	SLU 6	13631	16592	92027	2.5	120.7	-59	-14542	SLU 3	13345	16592	91731	2.5	283.57	SI
371	2X/2Y a8/23.8	-137	-16425	SLU 6	13598	16592	91993	2.5	120.7	-59	-14351	SLU 3	13319	16592	91705	2.5	283.57	SI
402	2X/2Y a8/23.8	-137	-16177	SLU 6	13564	16592	91958	2.5	120.7	-59	-14158	SLU 3	13293	16592	91678	2.5	283.57	SI
433	2X/2Y a8/23.8	-137	-15929	SLU 6	13530	16592	91923	2.5	120.7	-59	-13964	SLU 3	13267	16592	91651	2.5	283.57	SI
464	2X/2Y a8/23.8	-137	-15670	SLU 6	13496	16592	91888	2.5	120.7	-59	-13770	SLU 3	13242	16592	91624	2.5	283.57	SI
495	2X/2Y a8/23.8	-137	-15412	SLU 6	13462	16592	91853	2.5	120.7	-59	-13576	SLU 3	13216	16592	91597	2.5	283.57	SI
526	2X/2Y a8/23.8	-137	-15169	SLU 6	13429	16592	91818	2.5	120.7	-59	-13385	SLU 3	13190	16592	91571	2.5	283.57	SI
557	2X/2Y a8/23.8	-137	-14914	SLU 6	13395	16592	91783	2.5	120.7	-59	-13189	SLU 3	13164	16592	91544	2.5	283.57	SI
588	2X/2Y a8/23.8	-137	-14662	SLU 6	13361	16592	91748	2.5	120.7	-59	-12995	SLU 3	13138	16592	91517	2.5	283.57	SI
619	2X/2Y a8/23.8	-137	-14410	SLU 6	13327	16592	91713	2.5	120.7	-59	-12801	SLU 3	13112	16592	91490	2.5	283.57	SI
650	2X/2Y a8/23.8	-137	-14162	SLU 6	13294	16592	91679	2.5	120.7	-59	-12611	SLU 3	13086	16592	91463	2.5	283.57	SI

**Verifica a taglio secondo D.M. 17-01-2018 §7.4.5.3 in famiglia SLV**

Quota	Staffe	amp.	V	N	Comb.	Direzione X				c.a.	amp.	V	N	Comb.	Direzione Y				Verifica	
						VRd	VRd	VRcd	Cot						VRd	VRd	VRcd	Cot		
-30	3X/3Y a8/7.3	2.5	14513	-3433	SLV	15999	81723	94477	2.5	5.63	2.5	-1004	-3433	SLV	15999	81723	94477	2.5	8.14	SI
1	3X/3Y a8/7.3	2.5	14513	-3414	SLV	15973	81723	94450	2.5	5.63	2.5	-1004	-3414	SLV	15973	81723	94450	2.5	8.14	SI
31	2X/2Y a8/23.1	2.5	14513	-3395	SLV	15948	17123	94424	2.5	1.18	2.5	-1004	-3395	SLV	15948</					

**IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)**

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Quota	Staffa	amp.	V	N	Comb.	VfRd	VfRd	VfRcd	Colt	c.s.	amp.	V	N	Comb.	VfRd	VfRd	VfRcd	Colt	c.s.	
62	2X/2V a8/23.1	2.5	14513	-3376 0	SLV 1-7.4.5.3	15922	17123	94397	2.5	1.18	2.5	-1004 5	-3376 0	SLV 6-7.4.5.3	15922	17123	94397	2.5	1.7	S1
92	2X/2V a8/23.1	2.5	14513	-3356 0	SLV 1-7.4.5.3	15897	17123	94371	2.5	1.18	2.5	-1004 5	-3356 0	SLV 6-7.4.5.3	15897	17123	94371	2.5	1.7	S1
123	2X/2V a8/23.1	2.5	14513	-3337 0	SLV 1-7.4.5.3	15871	17123	94345	2.5	1.18	2.5	-1004 5	-3337 0	SLV 6-7.4.5.3	15871	17123	94345	2.5	1.7	S1
153	2X/2V a8/23.1	2.5	14513	-3318 8	SLV 1-7.4.5.3	15845	17123	94318	2.5	1.18	2.5	-1004 5	-3318 8	SLV 6-7.4.5.3	15845	17123	94318	2.5	1.7	S1
184	2X/2V a8/23.1	2.5	14513	-3299 8	SLV 1-7.4.5.3	15820	17123	94292	2.5	1.18	2.5	-1004 5	-3299 8	SLV 6-7.4.5.3	15820	17123	94292	2.5	1.7	S1
214	2X/2V a8/23.1	2.5	14513	-3280 7	SLV 1-7.4.5.3	15794	17123	94265	2.5	1.18	2.5	-1004 5	-3280 7	SLV 6-7.4.5.3	15794	17123	94265	2.5	1.7	S1
245	2X/2V a8/23.1	2.5	14513	-3261 6	SLV 1-7.4.5.3	15769	17123	94239	2.5	1.18	2.5	-1004 5	-3261 6	SLV 6-7.4.5.3	15769	17123	94239	2.5	1.7	S1
275	2X/2V a8/23.1	2.5	14513	-3242 7	SLV 1-7.4.5.3	15743	17123	94212	2.5	1.18	2.5	-1004 5	-3242 7	SLV 6-7.4.5.3	15743	17123	94212	2.5	1.7	S1
340	2X/2V a8/23.8	2.5	-8415	-1282 5	SLV 4-7.4.5.3	13115	16592	91493	2.5	1.97	2.5	-8046 5	-1282 5	SLV 10-7.4.5.3	13115	16592	91493	2.5	2.06	S1
371	2X/2V a8/23.8	2.5	-8415	-1263 5	SLV 4-7.4.5.3	13089	16592	91467	2.5	1.97	2.5	-8046 5	-1263 5	SLV 10-7.4.5.3	13089	16592	91467	2.5	2.06	S1
402	2X/2V a8/23.8	2.5	-8415	-1244 1	SLV 4-7.4.5.3	13063	16592	91440	2.5	1.97	2.5	-8046 1	-1244 1	SLV 10-7.4.5.3	13063	16592	91440	2.5	2.06	S1
433	2X/2V a8/23.8	2.5	-8415	-1224 7	SLV 4-7.4.5.3	13037	16592	91413	2.5	1.97	2.5	-8046 7	-1224 7	SLV 10-7.4.5.3	13037	16592	91413	2.5	2.06	S1
464	2X/2V a8/23.8	2.5	-8415	-1205 3	SLV 4-7.4.5.3	13011	16592	91386	2.5	1.97	2.5	-8046 3	-1205 3	SLV 10-7.4.5.3	13011	16592	91386	2.5	2.06	S1
495	2X/2V a8/23.8	2.5	-8415	-1186 0	SLV 4-7.4.5.3	12985	16592	91359	2.5	1.97	2.5	-8046 0	-1186 0	SLV 10-7.4.5.3	12985	16592	91359	2.5	2.06	S1
526	2X/2V a8/23.8	2.5	-8415	-1166 8	SLV 4-7.4.5.3	12960	16592	91333	2.5	1.97	2.5	-8046 8	-1166 8	SLV 10-7.4.5.3	12960	16592	91333	2.5	2.06	S1
557	2X/2V a8/23.8	2.5	-8415	-1147 2	SLV 4-7.4.5.3	12933	16592	91306	2.5	1.97	2.5	-8046 2	-1147 2	SLV 10-7.4.5.3	12933	16592	91306	2.5	2.06	S1
588	2X/2V a8/23.8	2.5	-8415	-1127 8	SLV 4-7.4.5.3	12907	16592	91279	2.5	1.97	2.5	-8046 8	-1127 8	SLV 10-7.4.5.3	12907	16592	91279	2.5	2.06	S1
619	2X/2V a8/23.8	2.5	-8415	-1108 5	SLV 4-7.4.5.3	12881	16592	91252	2.5	1.97	2.5	-8046 5	-1108 5	SLV 10-7.4.5.3	12881	16592	91252	2.5	2.06	S1
650	2X/2V a8/23.8	2.5	-8415	-1089 4	SLV 4-7.4.5.3	12856	16592	91225	2.5	1.97	2.5	-8046 4	-1089 4	SLV 10-7.4.5.3	12856	16592	91225	2.5	2.06	S1

**Verifica taglio ciclico secondo Circolare 7 21-01-19 §C8.7.2.3.5 formula [C8.7.2.8] in combinazione SLV**

Quot	Q.inf	Q.sup	Dir.	Lv	x	h	p.tot	θ,m	θ,y	μ,pl	VfRd	VfRcd[co t=5]	VfRd	Vv	VR	Vu	VEd	NEd	Comb.	Verifica
-30	-110	307.5	X	175	14.8	50	0.0101	0.00584	0.01532	0	15998.8	136991.2	81723.2	32489.3	38429.4	81723.2	14512.6	-34331.9	SLV 1	S1
-30	-110	307.5	Y	175	14.8	50	0.0101	0.00296	0.01532	0	15998.8	136991.3	81723.2	32489.3	38429.4	81723.2	-10044.9	-34331.9	SLV 4	S1

**Tagli plastici secondo §7.4.4.2.1 [7.4.5] in combinazione SLV**

Q.inf.	Q.sup.	Luca	yRd	MRdx.inf	MRdy.inf	N.inf	MRdx.sup	MRdy.sup	N.sup	Vpl,x	Vpl,y	Comb.
-30	275	305	1.1	2777373		-34332.1	0		-32426.8	10016.8		SLV 15
-30	275	305	1.1		2777373	-34332.1	0		-32426.8		10016.8	SLV 15
340	650	310	1.1	2355683.7		-12825.4	0		-10894.2	8358.9		SLV 15
340	650	310	1.1		2355683.7	-12825.4	0		-10894.2		8358.9	SLV 15

**Verifica delle tensioni in combinazioni rara**

Tensione limite del calcestruzzo 273.9 daN/cm<sup>2</sup>

Tensione limite dell'acciaio 3600 daN/cm<sup>2</sup>

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

Quota	Mx	My	N	Comb.	σc,max	Mx	My	N	Comb.	σc,max	Verifica
-30	137291	-304489	-36624	SLV RA 2	-30.3	130357	-301241	-37768	SLV RA 3	-397.8	S1
1	120045	-273328	-37578	SLV RA 3	-28.7	120045	-273328	-37578	SLV RA 3	-379	S1
31	109733	-245415	-37387	SLV RA 3	-27.1	109733	-245415	-37387	SLV RA 3	-360.2	S1
62	99421	-217502	-37196	SLV RA 3	-25.5	99421	-217502	-37196	SLV RA 3	-341.4	S1
92	89109	-189589	-37006	SLV RA 3	-23.9	89109	-189589	-37006	SLV RA 3	-322.6	S1
123	78798	-161676	-36815	SLV RA 3	-22.4	78798	-161676	-36815	SLV RA 3	-303.9	S1
153	68486	-133762	-36625	SLV RA 3	-20.8	68486	-133762	-36625	SLV RA 3	-285.1	S1
184	58174	-105849	-36434	SLV RA 3	-19.2	58174	-105849	-36434	SLV RA 3	-266.3	S1
214	47862	-77936	-36243	SLV RA 3	-17.6	47862	-77936	-36243	SLV RA 3	-247.5	S1
245	37550	-50023	-36053	SLV RA 3	-16	37550	-50023	-36053	SLV RA 3	-228.7	S1
275	27239	-22257	-35863	SLV RA 3	-14.4	27239	-22257	-35863	SLV RA 3	-210	S1
340	-5874	34650	-15114	SLV RA 4	-6.9	-5874	34650	-15114	SLV RA 4	-97.7	S1
371	-5368	31657	-14924	SLV RA 4	-6.7	-5368	31657	-14924	SLV RA 4	-95	S1
402	-4855	28615	-14730	SLV RA 4	-6.4	-4855	28615	-14730	SLV RA 4	-92.4	S1
433	-4341	25574	-14536	SLV RA 4	-6.2	-4341	25574	-14536	SLV RA 4	-89.7	S1
464	-3827	22532	-14342	SLV RA 4	-6	-3827	22532	-14342	SLV RA 4	-87	S1
495	-3314	19491	-14149	SLV RA 4	-5.8	-3314	19491	-14149	SLV RA 4	-84.4	S1
526	-2806	16484	-13957	SLV RA 4	-5.6	-2806	16484	-13957	SLV RA 4	-81.7	S1
557	-2297	13408	-13761	SLV RA 4	-5.4	-2297	13408	-13761	SLV RA 4	-79.1	S1
588	-1793	10366	-13567	SLV RA 4	-5.2	-1793	10366	-13567	SLV RA 4	-76.4	S1
619	-1259	7325	-13374	SLV RA 4	-5	-1259	7325	-13374	SLV RA 4	-73.7	S1
650	-754	4332	-13183	SLV RA 4	-4.8	-754	4332	-13183	SLV RA 4	-71.1	S1

**Verifica delle tensioni sul calcestruzzo in combinazioni quasi permanenti**

Tensione limite del calcestruzzo 205.4 daN/cm<sup>2</sup>

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

Quota	Mx	My	N	Comb.	σc,max	Verifica
-30	136243	-313536	-34332	SLV QP 2	-29.8	S1
1	124886	-283754	-34141	SLV QP 2	-28.1	S1
31	113128	-253972	-33951	SLV QP 2	-26.4	S1
62	101370	-224191	-33760	SLV QP 2	-24.7	S1
92	90012	-194409	-33569	SLV QP 2	-23	S1
123	78454	-164627	-33375	SLV QP 2	-21.3	S1
153	66897	-134845	-33188	SLV QP 2	-19.6	S1
184	55339	-105063	-32998	SLV QP 2	-17.8	S1
214	43781	-75281	-32807	SLV QP 2	-16.1	S1
245	32223	-45499	-32616	SLV QP 2	-14.4	S1
275	20726	-15875	-32427	SLV QP 2	-12.7	S1
340	-7382	37345	-12825	SLV QP 1	-6.2	S1
371	-6747	34120	-12635	SLV QP 1	-6	S1

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Quota	Mx	My	N	Comb.	σc,max	Verifica
402	-6101	30843	-12441	SLE OP 1	-5.8	S1
433	-5456	21565	-12247	SLE OP 1	-5.8	S1
464	-4810	24287	-12053	SLE OP 1	-5.3	S1
495	-4165	21009	-11860	SLE OP 1	-5.1	S1
526	-3520	17769	-11668	SLE OP 1	-4.9	S1
557	-2874	14454	-11472	SLE OP 1	-4.7	S1
588	-2228	11176	-11278	SLE OP 1	-4.5	S1
619	-1583	7898	-11085	SLE OP 1	-4.2	S1
650	-947	4673	-10894	SLE OP 1	-4	S1

**Verifica di apertura delle fessure nella famiglia di combinazioni frequente**

Fessurazione non presente

**Verifica di apertura delle fessure nella famiglia di combinazioni quasi permanente**

Fessurazione non presente

**Verifiche nodi trave colonna**

Verifiche dei nodi trave pilastro non presenti in quanto la verifica è non necessaria per la pilastrata.

**Verifica di instabilità**

Q.inf.	Q.sup.	Quota	λx	λy	λlimX	λlimY	M2° ord.	Nad	Comb.	M0ed.x	M2.x	M0ed.y	M2.y	Mver.x	Mver.y	C.a.x	C.a.y	Risultato	(5.38)	(5.39)	Ver.
-110	307.5	-30	58	58	89	89	No	-50474	SLE 8	109000	420246	223605	424421	168600	-386441	12.2	10.09	Min	No	9.49	S1
-110	307.5	-30	58	58	89	89	No	-50474	SLE 8	109000	420246	223605	424421	168600	-386441	12.2	10.09	X	No	9.49	S1
-110	307.5	-30	58	58	109	109	No	-34332	SLV 6	1633757	226047	324074	259819	2048332	-716792	1.52	7.28	Min	No	1.41	S1
-110	307.5	-30	58	58	109	109	No	-34332	SLV 6	1633757	226047	324074	259819	2048332	-716792	1.52	7.28	X	No	1.41	S1
-110	307.5	-30	58	58	89	89	No	-50474	SLE 8	109000	420246	223605	424421	168600	-386441	12.2	10.09	Min	No	9.49	S1
-110	307.5	-30	58	58	89	89	No	-50474	SLE 8	109000	420246	223605	424421	168600	-386441	12.2	10.09	Y	No	9.49	S1
-110	307.5	-30	58	58	109	109	No	-34332	SLV 6	1633757	226047	324074	259819	2048332	-716792	1.52	7.28	Min	No	1.41	S1
-110	307.5	-30	58	58	109	109	No	-34332	SLV 9	1257243	233131	885659	242048	1423350	-151294	2.67	2.42	Y	No	1.53	S1
307.5	682.5	340	52	52	142	142	No	-20106	SLE 9	25133	186121	28185	142175	-25133	44505	30.62		Min	S1		S1
307.5	682.5	340	52	52	142	142	No	-20106	SLE 9	25133	186121	28185	142175	-25133	44505	30.62		X	S1		S1
307.5	682.5	340	52	52	178	178	No	-12825	SLV 7	14032	85159	408780	68127	-113411	446546	2.38	5.23	Min	No	2.1	S1
307.5	682.5	340	52	52	178	178	No	-12825	SLV 10	14032	85159	375424	49818	1140945	-593809	2.37	5.98	X	No	2.13	S1
307.5	682.5	340	52	52	142	142	No	-20106	SLE 9	25133	186121	28185	142175	-25133	44505	30.62		Min	S1		S1
307.5	682.5	340	52	52	142	142	No	-20106	SLE 9	25133	186121	28185	142175	-25133	44505	30.62		Y	S1		S1
307.5	682.5	340	52	52	178	178	No	-12825	SLV 7	14032	85159	408780	68127	-113411	446546	2.38	5.23	Min	No	2.1	S1
307.5	682.5	340	52	52	178	178	No	-12825	SLV 4	14032	85660	753924	68127	-494472	1191345	8.07	2.24	Y	No	2.11	S1

**Verifiche di gerarchia delle resistenze nei nodi trave pilastro**

Verifiche di gerarchia delle resistenze nei nodi trave pilastro non presenti in quanto la verifica è non necessaria per la pilastrata.

**Significato dei simboli utilizzati:**

Le unità di misura elencate sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

**Q.inf.:** quota inferiore. [cm]

**Q.sup.:** quota superiore. [cm]

**Sezione:** sezione impiegata.

**Esistente:** campata esistente.

**Secondaria:** campata secondaria.

**Dissipativa:** campata dissipativa.

**Interna a parete:** campata adiacente ad una parete in c.a.

**Sovreresistenza:** aliquota di sovreresistenza da assicurare in verifica.

**Materiale CLS:** materiale calcestruzzo impiegato.

**Materiale Acciaio:** materiale/i acciaio impiegato/i.

**FC:** fattore di confidenza riferito al materiale CLS.

**Posizione:** posizione della barra.

**X:** ascissa relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [cm]

**Y:** ordinata relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [cm]

**Diametro:** diametro nominale della barra. [cm]

**Area:** area nominale della barra. [cm²]

**Q.inf.:** quota inferiore della barra. [cm]

**Q.sup.:** quota superiore della barra. [cm]

**Materiale:** materiale della barra.

**Quota:** quota della sezione. [cm]

**As:** area complessiva delle armature verticali. [cm²]

**%:** percentuale di acciaio.

**At:** area delle armature verticali destinata alla verifica di torsione. [cm²]

**Pos.:** posizioni barre longitudinali presenti nella sezione.

**Mx:** momento Mx. [daN\*cm]

**My:** momento My. [daN\*cm]

**N:** sforzo normale. [daN]

**MRdx:** momento resistente in direzione X. [daN\*cm]

**MRdy:** momento resistente in direzione Y. [daN\*cm]

**Comb.:** combinazione peggiore.

**Coeff.s.:** coefficiente di sicurezza minimo.

**Verifica:** stato di verifica.

**αx:** fattore amplificativo secondo Circolare 7 21-01-19 §C7.4.4.2.1 formula [C7.4.3] in direzione X.

**αy:** fattore amplificativo secondo Circolare 7 21-01-19 §C7.4.4.2.1 formula [C7.4.3] in direzione Y.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

---

**C.S.:** coefficiente di sicurezza minimo.  
**N<sub>min</sub>:** compressione massima. [daN]  
**N<sub>lim</sub>:** compressione limite. [daN]  
**Comb.N<sub>min</sub>:** combinazione in cui si ottiene la compressione massima.  
**Ver.:** stato di verifica.  
**M<sub>x</sub>:** momento attorno all'asse X. [daN\*cm]  
**M<sub>y</sub>:** momento attorno all'asse Y. [daN\*cm]  
**dir.:** direzione di riferimento per la duttilità di curvatura.  
**μ<sub>φ</sub>:** duttilità di curvatura convenzionale secondo D.M. 17-01-2018 §4.1.2.3.4.2.  
**lim. μ<sub>φ</sub> [7.4.3]:** limite per la duttilità di curvatura secondo D.M. 17-01-18 NTC §7.4.4.1.2 formula [7.4.3].  
**coeff. μ<sub>φ</sub>:** coefficiente di duttilità di curvatura.  
**comb. μ<sub>φ</sub>:** combinazione peggiore per la duttilità di curvatura.  
**Staffe:** staffatura presente nella sezione.  
**Direzione X:** dati della verifica a taglio in direzione X.  
**V:** taglio di verifica per la direzione considerata. [daN]  
**N:** sforzo normale per la verifica nella direzione considerata. [daN]  
**Comb.:** combinazione per la verifica nella direzione considerata.  
**VR<sub>d</sub>:** resistenza a taglio del calcestruzzo non staffato per la verifica nella direzione considerata. [daN]  
**VR<sub>s</sub>:** resistenza a taglio delle staffe per la verifica nella direzione considerata. [daN]  
**VR<sub>rd</sub>:** resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata. [daN]  
**Cot:** cotangente delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata.  
**c.s.:** coefficiente di sicurezza per la verifica nella direzione considerata.  
**amp.:** amplificazione del taglio secondo D.M. 17-01-2018 formula [7.4.14].  
**Direzione Y:** dati della verifica a taglio in direzione Y.  
**Quota:** quota di verifica. [cm]  
**Q<sub>inf.</sub>:** quota inferiore dell'appoggio considerato per la valutazione della rotazione alla corda. [cm]  
**Q<sub>sup.</sub>:** quota superiore dell'appoggio considerato per la valutazione della rotazione alla corda. [cm]  
**Dir.:** direzione di riferimento della verifica.  
**L<sub>v</sub>:** luce di taglio considerata. [cm]  
**x:** altezza della zona compressa della sezione. [cm]  
**h:** altezza totale della sezione. [cm]  
**p<sub>tot</sub>:** percentuale geometrica totale di armatura longitudinale.  
**θ<sub>m</sub>:** rotazione massima per la combinazione considerata.  
**θ<sub>y</sub>:** rotazione di prima plasticizzazione.  
**μ<sub>d,pl</sub>:** parte plastica della domanda di duttilità.  
**VR<sub>cd</sub>(cotθ=1):** resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata considerando il valore di cotθ unitario. [daN]  
**V<sub>w</sub>:** contributo dell'armatura trasversale per la resistenza a taglio [C8.7.2.9] ovvero [C8.7.2.10]. [daN]  
**VR:** resistenza a taglio in condizioni cicliche (formula [C8.7.2.8]). [daN]  
**V<sub>u</sub>:** resistenza a taglio in condizioni sismiche. [daN]  
**VE<sub>d</sub>:** sollecitazione tagliante. [daN]  
**NE<sub>d</sub>:** sollecitazione di sforzo normale. [daN]  
**Comb.:** combinazione di riferimento.  
**Q<sub>inf.</sub>:** quota inferiore della campata. [cm]  
**Q<sub>sup.</sub>:** quota superiore della campata. [cm]  
**Luce:** lunghezza del pilastro. [cm]  
**γ<sub>Rd</sub>:** coefficiente per gerarchia delle resistenze secondo D.M. 14-01-2008 §7.4.4.2.1.  
**MR<sub>dx,inf</sub>:** momento resistente della sezione inferiore in direzione x. [daN\*cm]  
**MR<sub>dy,inf</sub>:** momento resistente della sezione inferiore in direzione y. [daN\*cm]  
**N<sub>inf</sub>:** sforzo normale della sezione inferiore. [daN]  
**MR<sub>dx,sup</sub>:** momento resistente della sezione superiore in direzione x. [daN\*cm]  
**MR<sub>dy,sup</sub>:** momento resistente della sezione superiore in direzione y. [daN\*cm]  
**N<sub>sup</sub>:** sforzo normale della sezione superiore. [daN]  
**V<sub>pl,x</sub>:** taglio plastico in direzione x. [daN]  
**V<sub>pl,y</sub>:** taglio plastico in direzione y. [daN]  
**σ<sub>c,max</sub>:** tensione massima sul calcestruzzo. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**σ<sub>f,max</sub>:** tensione massima sull'acciaio. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**Quota:** quota della sezione di verifica. [cm]  
**λ<sub>x</sub>:** snellezza per sbandamento in direzione X.  
**λ<sub>y</sub>:** snellezza per sbandamento in direzione Y.  
**λ<sub>limX</sub>:** snellezza limite in direzione X.  
**λ<sub>limY</sub>:** snellezza limite in direzione Y.  
**M 2° ord.:** la verifica viene effettuata considerando anche gli effetti del secondo ordine, se non richiesti la verifica viene comunque condotta considerando i momenti del 1° ordine.  
**N<sub>sd</sub>:** sforzo normale. [daN]  
**M<sub>0ed,x</sub>:** momento del primo ordine che tiene conto dell'effetto delle imperfezioni in direzione X. [daN\*cm]  
**M<sub>2,x</sub>:** momento del secondo ordine in direzione X. [daN\*cm]  
**M<sub>0ed,y</sub>:** momento del primo ordine che tiene conto dell'effetto delle imperfezioni in direzione Y. [daN\*cm]  
**M<sub>2,y</sub>:** momento del secondo ordine in direzione y. [daN\*cm]  
**M<sub>ver,x</sub>:** momento di verifica in direzione X. [daN\*cm]  
**M<sub>ver,y</sub>:** momento di verifica in direzione Y. [daN\*cm]  
**C.s x:** coefficiente di sicurezza per sbandamento in direzione X.  
**C.s y:** coefficiente di sicurezza per sbandamento in direzione Y.  
**Risultato:** tipo di risultato esposto, può essere critico, in direzione X e in direzione Y.  
**(5.38):** applicabilità delle verifiche in direzioni separate.  
**(5.39):** coefficiente di sicurezza per i casi di non applicabilità delle verifiche su direzioni separate.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**14.5. VERIFICA FONDAZIONI**

Le fondazioni dell'edificio 28 a destinazione uffici sono dei plinti con bicchiere superficiali collegati tra di loro tramite dei cordoli; si riportano di seguito le pressioni sul terreno e la verifica relative ad un plinto.

**14.5.1. Pressioni al suolo**

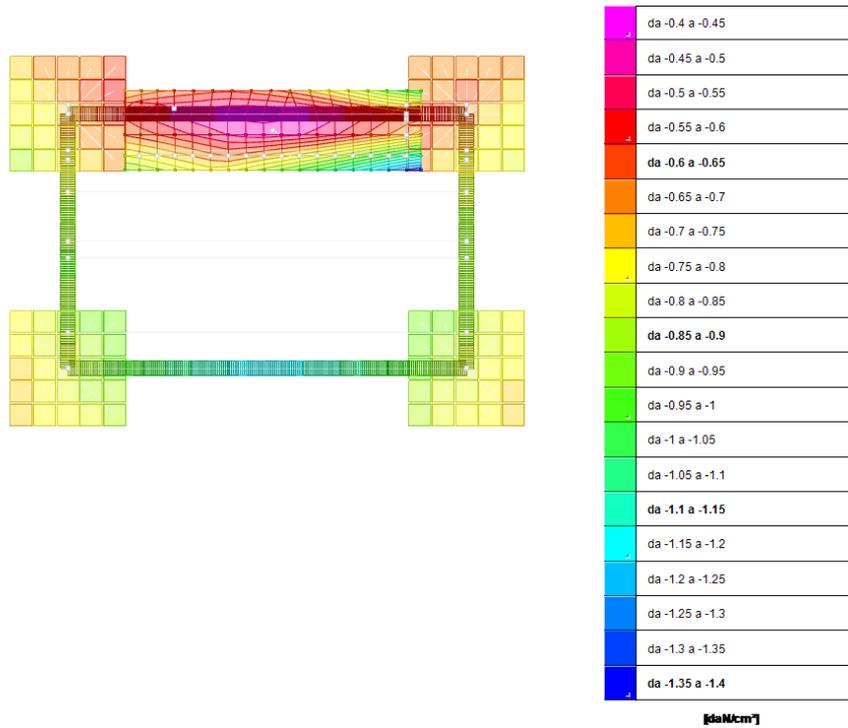
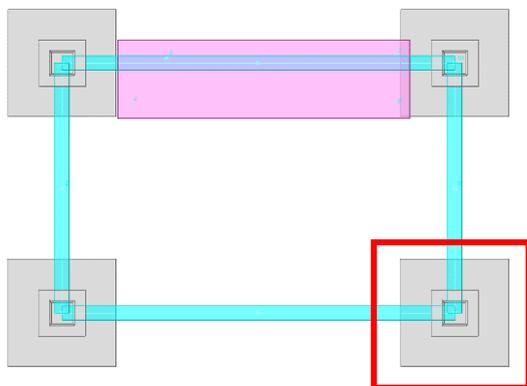


Figura 14.4 – Involuppo Pressione minima al suolo SLU – SLV.fondazioni (daN/cm²)

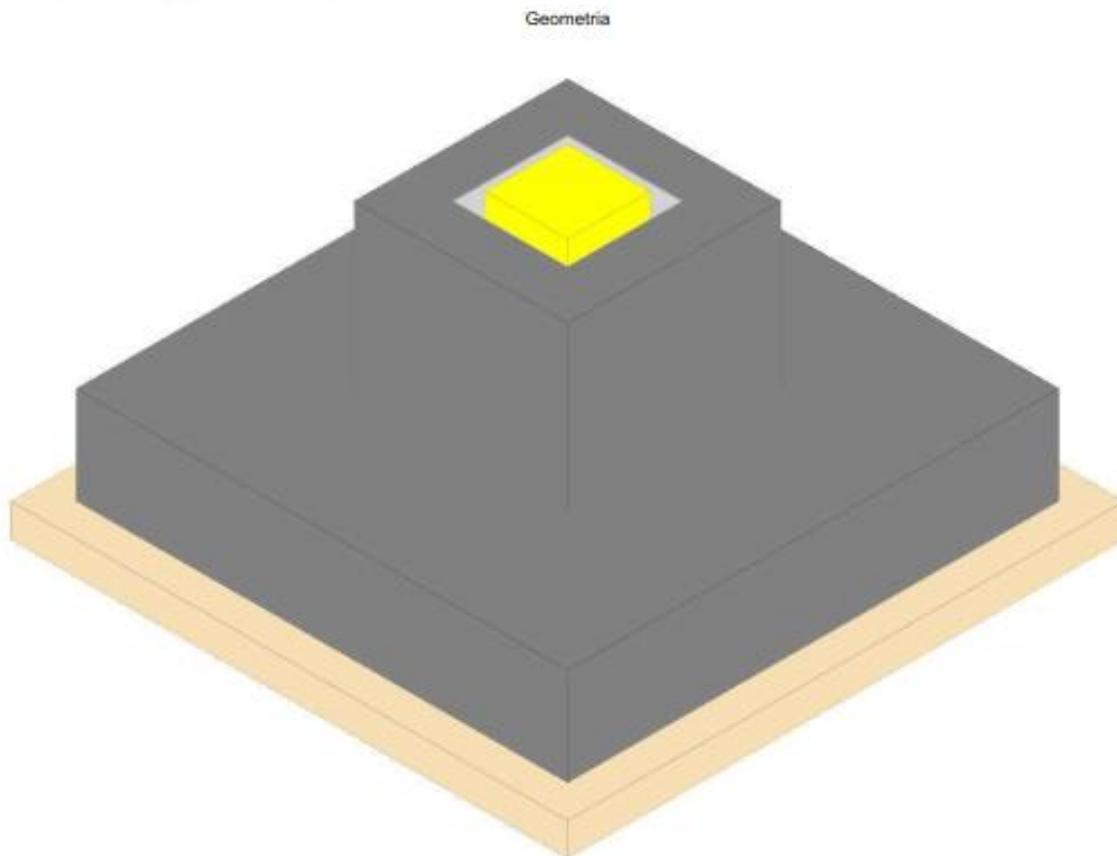
**14.5.2. Verifica di un plinto di fondazione**



**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Plinto 8**

Verifiche condotte secondo D.M. 17 gennaio 2018



**Caratteristiche dei materiali**

Calcestruzzo: C25/30; Resistenza cubica caratteristica Rck: 300  
 Calcestruzzo per magrone: Magrone; Resistenza cubica caratteristica Rck: 1  
 Acciaio per armatura: B450C; Fyk: 4500

**Caratteristiche geometriche**

**Suola:** dimensione x: 300; dimensione y: 300; spessore: 60  
**Magrone:** sbordo: 20; spessore: 20; materiale: Magrone  
**Dado:** dimensione x: 130; dimensione y: 130; spessore: 100  
**Bicchiera:** dimensione base x: 60; dimensione base y: 60; profondità: 95; dimensione superiore x: 70; dimensione superiore y: 70  
**Pilastro rettangolare:** dimensione x: 50; dimensione y: 50  
**Copriferri:** suola: 7.5; dado: 4

**Pressioni raggiunte sul terreno**

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo 1.2

Comb.	ot max	ot min	ot verifica	Verifica
SLD 8	-0.70	-0.94	-1.13	SI
SLD 10	-0.71	-0.94	-1.13	SI
SLD 7	-0.7	-0.93	-1.13	SI
SLD 9	-0.66	-0.9	-1.13	SI
SLD 6	-0.43	-0.89	-1.13	SI

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo 1.14

Comb.	ot max	ot min	ot verifica	Verifica
SLD 10_13	-0.10	-0.39	-1.13	SI

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Comb.	at max	at min	at verifica	Verifica
SLV PO 11	-0.17	-0.91	-1.13	SI
SLV PO 16	-0.26	-0.93	-1.13	SI
SLV PO 8	-0.25	-0.91	-1.13	SI
SLV PO 15	-0.28	-0.91	-1.13	SI

**Verifiche a ribaltamento**

**Famiglia "Equilibrio", Famiglia "Limite ultimo", Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo 4.26

Comb.	Asse di rotazione				yRt	Mrib	Mstb	c.a.	Verifica
	x1	y1	x2	y2					
SLV PO 11	150	150	-150	150	1.15	1851088	7887741	4.26	SI
SLV PO 11	150	150	-150	150	1	1851088	9042952	4.3	SI
SLV PO 12	150	150	-150	150	1.15	1589157	7902329	4.97	SI
SLV PO 7	150	150	-150	150	1.15	1590962	7926811	4.98	SI
SLV PO 12	150	150	-150	150	1	1589157	9087678	5.72	SI

**Verifiche geotecniche di scorrimento e capacità portante**

**Caratteristiche del terreno a contatto con il piano di posa della fondazione**

Descrizione	y naturale	y saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito δ	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coef. Adesione
2-Argilla limosa	0.00175	0.00205	26	0	0.03	0.3	1

**Caratteristiche del terreno di progetto per la capacità portante della fondazione**

Descrizione	y naturale	y saturo	Angolo Attrito Interno	Angolo Attrito δ	Coesione Efficace	Coesione Non Drenata	Coef. Adesione
suolo medio nel bulbo di influenza	0.00175	0.00205	26	0	0.031	0.304	1

**Verifiche a slittamento magrone-calcestruzzo**

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo a slittamento cls-magrone 34.32

Comb.	Azione orizz.	Azione vert.	Attrito	Laterale	yRt	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLV 1	1139	-61430	35	0	1.1	39092	1139	34.32	SI
SLV 6	1481	-79859	35	0	1.1	52919	1481	34.32	SI
SLV 9	1432	-82658	35	0	1.1	52605	1432	36.74	SI
SLV 4	1090	-64229	35	0	1.1	40873	1090	37.49	SI
SLV 7	1320	-89944	35	0	1.1	55328	1320	41.91	SI

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo a slittamento cls-magrone 6.21

Comb.	Azione orizz.	Azione vert.	Attrito	Laterale	yRt	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLV PO 1	6745	-65848	35	0	1.1	41903	6745	6.21	SI
SLV PO 2	6124	-66009	35	0	1.1	42005	6124	6.86	SI
SLV PO 5	5837	-67943	35	0	1.1	43237	5837	7.41	SI
SLV PO 3	5323	-63697	35	0	1.1	40534	5323	7.61	SI
SLV PO 6	5592	-68109	35	0	1.1	43342	5592	7.75	SI

**Verifica di scorrimento**

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo a scorrimento 19.53

Comb.	Azione orizz.	Azione vert.	Cond.	Adesione	Attrito	Laterale	yRt	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLV 1	1139	-67210	L7	0	20	0	1.1	22239	1139	19.53	SI
SLV 6	1481	-87373	L7	0	20	0	1.1	28910	1481	19.53	SI
SLV 9	1432	-90172	L7	0	20	0	1.1	29836	1432	20.84	SI
SLV 4	1090	-70009	L7	0	20	0	1.1	23145	1090	21.25	SI
SLV 7	1320	-94458	L7	0	20	0	1.1	31254	1320	23.68	SI

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo a scorrimento 3.51

Comb.	Azione orizz.	Azione vert.	Cond.	Adesione	Attrito	Laterale	yRt	Rd	Ed	Rd/Ed	Verifica
SLV PO 1	6745	-71628	L7	0	20	0	1.1	23700	6745	3.51	SI
SLV PO 2	6124	-71789	L7	0	20	0	1.1	23754	6124	3.88	SI
SLV PO 5	5837	-73723	L7	0	20	0	1.1	24394	5837	4.18	SI
SLV PO 3	5323	-68477	L7	0	20	0	1.1	22989	5323	4.32	SI
SLV PO 6	5592	-73889	L7	0	20	0	1.1	24448	5592	4.37	SI

**Verifica di capacità portante**

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica  
 Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 1.01

Comb.	Fx	Fy	Fz	Mx	My	B'	L'	Cnd	Coes	Phi	Peso	Ovl	Amax	yRt	Rd	Ed	Rd/Ed	Note	Verifica
SLV 8	1207	-469	-95857	-218521	-424865	331	334	L7	0.03	20	0.00158	0.04	0	2.3	94553	95857	1.01		SI
SLV 10	1238	-454	-95131	-313942	-428239	331	333	L7	0.03	20	0.00158	0.04	0	2.3	96403	95131	1.01		SI
SLV 7	1222	-498	-94458	-300358	-445044	331	334	L7	0.03	20	0.00158	0.04	0	2.3	96333	94458	1.02		SI
SLV 9	1245	-490	-93172	-354209	-462195	330	332	L7	0.03	20	0.00158	0.04	0	2.3	95490	93172	1.06		SI
SLV 6	1375	-550	-87373	-357883	-488553	329	332	L7	0.03	20	0.00158	0.04	0	2.3	94985	87373	1.09		SI

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

Fattori di capacità portante in Famiglia "Limite ultimo"

N			S			D			I			G			P			E		
Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
7.5	17.7	5	0	1.3	0.8													1	1	1
7.5	17.7	5	0	1.3	0.8													1	1	1
7.5	17.7	5	0	1.3	0.8													1	1	1
7.5	17.7	5	0	1.3	0.8													1	1	1
7.5	17.7	5	0	1.3	0.8													1	1	1

Famiglia "Limite ultimo sismico"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo per portanza 1.04

Comb	Fx	Fy	Fz	Mx	My	B'	L'	Cnd	Coef	Phi	Peso	Ovl	Amax	yR	Rd	Ed	Rd/Ed	Note	Verifica
SLV PO 11	-1433	3615	-66199	-1923385	-700467	282	319	LF	0.03	20	0.00158	0.04	0.07	2.3	68847	66199	1.04		SI
SLV PO 12	-2417	3019	-66365	-1649533	-1105973	290	307	LF	0.03	20	0.00158	0.04	0.07	2.3	69148	66365	1.04		SI
SLV PO 6	3426	-4428	-73889	1418816	-12346	302	340	LF	0.03	20	0.00158	0.04	0.07	2.3	81051	73889	1.1		SI
SLV PO 14	-4285	1661	-68460	-999150	-1198271	305	311	LF	0.03	20	0.00158	0.04	0.07	2.3	75412	68460	1.1		SI
SLV PO 5	4410	-3824	-73723	1344864	393160	309	329	LF	0.03	20	0.00158	0.04	0.07	2.3	81453	73723	1.1		SI

Fattori di capacità portante in Famiglia "Limite ultimo sismico"

N			S			D			I			G			P			E		
Nq	Nc	Ng	Sq	Sc	Sg	Dq	Dc	Dg	Iq	Ic	Ig	Gq	Gc	Gg	Pq	Pc	Pg	Eq	Ec	Eg
7.5	17.7	5	0	1.3	0.8													0.93	0.98	0.93
7.5	17.7	5	0	1.3	0.8													0.93	0.98	0.93
7.5	17.7	5	0	1.3	0.8													0.93	0.98	0.93
7.5	17.7	5	0	1.3	0.8													0.93	0.98	0.93
7.5	17.7	5	0	1.3	0.8													0.93	0.98	0.93

Verifiche della suola

Superficie su cui è valutata la pressione del suolo: rettangolare a filo pilastro e a filo dado

Non sono state richieste le verifiche a taglio della suola.

Armatura inferiore in direzione X 15 diam. 16 mm Armatura superiore in direzione X 7 diam. 12 mm

Armatura inferiore in direzione Y 15 diam. 16 mm Armatura superiore in direzione Y 7 diam. 12 mm

Famiglia "Limite ultimo"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a flessione 6.27

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Mu	Verifica
norm.X-	filo ris.	SLU 8	940570	5898175	SI
norm.Y+	filo ris.	SLU 8	912612	5749709	SI
norm.X-	filo ris.	SLU 10	932215	5898175	SI
norm.Y+	filo ris.	SLU 10	906826	5749709	SI
norm.X-	filo ris.	SLU 7	926352	5898175	SI

Famiglia "Esercizio raro"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite: oc lim. 149.4 of lim. 3600

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 38.24

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	oC	oF	Verifica
norm.X-	filo ris.	SLE RA 3	714340	no	-3.9	18.3	SI
norm.X-	filo ris.	SLE RA 5	708770	no	-3.9	18.1	SI
norm.X-	filo ris.	SLE RA 2	704861	no	-3.9	18	SI
norm.Y+	filo ris.	SLE RA 3	692753	no	-3.8	16.4	SI
norm.Y+	filo ris.	SLE RA 5	688895	no	-3.8	16.4	SI

Famiglia "Esercizio frequente"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04

Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	wd	Verifica
norm.X+	filo pil.	SLE FR 1	1072858	no	0	SI
norm.Y-	filo ris.	SLE FR 2	566878	no	0	SI
norm.Y-	filo ris.	SLE FR 1	521728	no	0	SI
norm.Y-	filo pil.	SLE FR 4	1208013	no	0	SI
norm.Y-	filo pil.	SLE FR 3	1125403	no	0	SI

Famiglia "Esercizio quasi permanente"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite: oc lim. 112.1 w lim. 0.03

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 29.92

Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Fessurata	oC	wd	Verifica
norm.X-	filo ris.	SLE QP 2	684797	no	-3.7	0	SI
norm.Y+	filo ris.	SLE QP 2	662136	no	-3.6	0	SI
norm.X-	filo ris.	SLE QP 1	654700	no	-3.6	0	SI
norm.Y+	filo ris.	SLE QP 1	632587	no	-3.5	0	SI
norm.Y-	filo ris.	SLE QP 2	560428	no	-3.1	0	SI

Famiglia "Limite ultimo sismico"

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a flessione 5.88

Desc.	Tipo sez.	Comb.	M	Mu	Verifica
norm.Y+	filo ris.	SLV PO 11	926579	5446514	SI
norm.Y-	filo ris.	SLV PO 6	917470	5446514	SI
norm.Y+	filo ris.	SLV PO 7	880019	5446514	SI
norm.Y+	filo ris.	SLV PO 12	877406	5446514	SI
norm.Y-	filo ris.	SLV PO 5	864311	5446514	SI

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Verifiche a punzonamento**

**Famiglia "Limite ultimo"**

**Verifiche in adiacenza all'elemento punzonante (perimetro U0)**

Coefficiente di sicurezza minimo 4.93

Comb.	Elemento punzonante	d	Perimetro	Perim. minim.	N	$\beta$	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	VRd,max	Verifica
SLU 8	pilaastro	55.9	200	no	-50474	1.32	406	2454	5.72	28.22	SI
SLU 10	pilaastro	55.9	200	no	-49612	1.32	406	2434	5.64	28.22	SI
SLU 7	pilaastro	55.9	200	no	-48757	1.33	406	2415	5.59	28.22	SI
SLU 9	pilaastro	55.9	200	no	-43596	1.38	406	2396	5.18	28.22	SI
SLU 4	pilaastro	55.9	200	no	-40162	1.42	406	2318	4.9	28.22	SI

**Verifiche a distanza <=2d dall'elemento punzonante (perimetro U1)**

Coefficiente di sicurezza minimo 5.98

Comb.	Elem. punz.	d	Offset	Perim. utile	Perim. minim.	N	$\beta$	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	$p_{\perp}$	VRd	Aaw	VRd,cs	Verifica
SLU 8	pilaastro	55.9	38	438	no	-50474	1.13	1268	14344	1.74	0.0022	10.38	0	0	SI
SLU 10	pilaastro	55.9	38	438	no	-49612	1.13	1268	14224	1.7	0.0022	10.38	0	0	SI
SLU 7	pilaastro	55.9	38	438	no	-48757	1.13	1268	14116	1.68	0.0022	10.38	0	0	SI
SLU 9	pilaastro	55.9	35.8	424	no	-43596	1.16	1204	12537	1.59	0.0022	11.03	0	0	SI
SLU 3	pilaastro	55.9	38	438	no	-41255	1.12	1268	11351	1.42	0.0022	10.38	0	0	SI

**Coordinate del perimetro del cono punzonante a distanza 38 dal pilaastro**

Vert.	x	y															
1	-63	-25	2	-62.3	-32.4	3	-60.1	-39.5	4	-56.6	-46.1	5	-51.9	-51.9	6	-46.1	-56.6
7	-39.5	-60.1	8	-32.4	-62.3	9	-25	-63	10	25	-63	11	32.4	-62.3	12	39.5	-60.1
13	46.1	-56.6	14	51.9	-51.9	15	56.6	-46.1	16	60.1	-39.5	17	62.3	-32.4	18	63	-25
19	63	25	20	62.3	32.4	21	60.1	39.5	22	56.6	46.1	23	51.9	51.9	24	46.1	56.6
25	39.5	60.1	26	32.4	62.3	27	25	63	28	-25	63	29	-32.4	62.3	30	-39.5	60.1
31	-46.1	56.6	32	-51.9	51.9	33	-56.6	46.1	34	-60.1	39.5	35	-62.3	32.4	36	-63	25

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

**Verifiche in adiacenza all'elemento punzonante (perimetro U0)**

Coefficiente di sicurezza minimo 2.72

Comb.	Elemento punzonante	d	Perimetro	Perim. minim.	N	$\beta$	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	VRd,max	Verifica
SLV FO 6	pilaastro	55.9	200	no	-34332	3.53	406	1892	10.36	28.22	SI
SLV FO 10	pilaastro	55.9	200	no	-34332	3.45	406	1882	10.13	28.22	SI
SLV FO 9	pilaastro	55.9	200	no	-34332	3.41	406	1878	10.03	28.22	SI
SLV FO 5	pilaastro	55.9	200	no	-34332	3.35	406	1881	9.85	28.22	SI
SLV FO 11	pilaastro	55.9	200	no	-34332	3.09	406	1678	9.13	28.22	SI

**Verifiche a distanza <=2d dall'elemento punzonante (perimetro U1)**

Coefficiente di sicurezza minimo 4.94

Comb.	Elem. punz.	d	Offset	Perim. utile	Perim. minim.	N	$\beta$	Peso cono	Reazione suolo	VEd,red	$p_{\perp}$	VRd	Aaw	VRd,cs	Verifica
SLV FO 6	pilaastro	55.9	26.8	368	no	-34332	2.22	964	7654	2.98	0.0022	14.7	0	0	SI
SLV FO 10	pilaastro	55.9	26.8	368	no	-34332	2.18	964	7614	2.93	0.0022	14.7	0	0	SI
SLV FO 9	pilaastro	55.9	26.8	368	no	-34332	2.16	964	7595	2.91	0.0022	14.7	0	0	SI
SLV FO 5	pilaastro	55.9	26.8	368	no	-34332	2.13	964	7635	2.87	0.0022	14.7	0	0	SI
SLV FO 11	pilaastro	55.9	29.1	382	no	-34332	1.96	1021	7352	2.57	0.0022	13.57	0	0	SI

**Coordinate del perimetro del cono punzonante a distanza 26.8 dal pilaastro**

Vert.	x	y															
1	-51.8	-25	2	-51.3	-30.2	3	-49.8	-35.3	4	-47.3	-39.9	5	-44	-44	6	-39.9	-47.3
7	-35.3	-49.8	8	-30.2	-51.3	9	-25	-51.8	10	25	-51.8	11	30.2	-51.3	12	35.3	-49.8
13	39.9	-47.3	14	44	-44	15	47.3	-39.9	16	49.8	-35.3	17	51.3	-30.2	18	51.8	-25
19	51.8	25	20	51.3	30.2	21	49.8	35.3	22	47.3	39.9	23	44	44	24	39.9	47.3
25	35.3	49.8	26	30.2	51.3	27	25	51.8	28	-25	51.8	29	-30.2	51.3	30	-35.3	49.8
31	-39.9	47.3	32	-44	44	33	-47.3	39.9	34	-49.8	35.3	35	-51.3	30.2	36	-51.8	25

**Verifiche del bicchiere**

Collegamento sovradimensionato in GDR (tipo b, NTC2018 7.4.5.2.1), con fattore di sovrarresistenza 1.2

**Verifiche delle pareti per tensoflessione del bordo superiore**

Sezione B=47.5 H=30

Armatura interna 6 diam.16 armatura esterna 6 diam.16

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a tensoflessione 7.62

Sezione di normale	Comb.	N pil.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	N par	M par	Nu par	Mu par	Verifica
X	SLU 6	-40162	1450	-562	185296	435964	4405	89576	33565	682400	SI
X	SLU 9	-43596	1370	-502	166156	428993	4329	85729	34146	676248	SI
X	SLU 7	-48757	1245	-510	184395	409046	4085	85517	32938	680458	SI
X	SLU 8	-50474	1230	-480	184825	405560	4047	83593	33229	686278	SI
X	SLU 10	-49612	1261	-445	172525	410150	4105	82881	33723	680876	SI

**Famiglia "Esercizio rara"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite: oc lim. 149.4 of lim. 3600

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 19.97

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	σC	σF	Verifica
Y	SLE SA 1	1423	68904	no	-7.5	43.2	S1
Y	SLE SA 4	1294	66340	no	-7.3	41.3	S1
Y	SLE SA 2	1446	66198	no	-7.1	41.9	S1
Y	SLE SA 3	1382	64916	no	-7	40.9	S1
Y	SLE SA 5	1311	64445	no	-7	40.3	S1

**Famiglia "Esercizio frequente"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04

Coefficiente di sicurezza minimo per apertura fessure 999

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	wd	Verifica
X	SLE FR 1	3388	68904	no	0	S1
X	SLE FR 2	3239	67010	no	0	S1
X	SLE FR 3	3378	68391	no	0	S1
X	SLE FR 4	3250	64768	no	0	S1
Y	SLE FR 1	1423	68904	no	0	S1

**Famiglia di combinazioni Famiglia "Esercizio quasi permanente"**

Si stampano le situazioni più gravose per tipo di verifica

Valori limite: σc lim. 112.1 w lim. 0.03

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 14.97

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

Sezione di normale	Comb.	N	M	Fessurata	σC	wd	Verifica
Y	SLE QP 1	1423	68904	no	-7.5	0	S1
Y	SLE QP 2	1437	67281	no	-7.3	0	S1
X	SLE QP 1	3388	68904	no	-6.2	0	S1
X	SLE QP 2	3260	67281	no	-6.1	0	S1

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a tensoflessione 1.16

Sezione di normale	Comb.	N pil.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	N par	M par	Nu par	Mu par	Verifica
X	GR SLV 14	-34332	12020	0	0	3332848	34576	435226	40145	574995	S1
X	GR SLV 1	-34332	12020	0	0	3332845	34576	435226	40145	574995	S1
X	GR SLV 2	-34332	12020	0	0	3332845	34576	435226	40145	574995	S1
X	GR SLV 3	-34332	12020	0	0	3332845	34576	435226	40145	574995	S1
X	GR SLV 4	-34332	12020	0	0	3332845	34576	435226	40145	574995	S1

**Verifiche delle pareti nel funzionamento tirante-puntone**

Non solo le armature di spigolo sono prese in conto in verifica.

Armatura verticale 24 diam.16 mm ( 16 di spigolo 4 di parete X 4 di parete Y)

Spessore puntoni 30

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo 8.43

Comb.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	β	F'ad/2	Direzione X				Direzione Y				σx+σy	σ limite	Verifica		
							Compr.	Compr. limite	Trazion e	Area tirante	β	F'ad/2	Compr.	Compr. limite				Trazion e	Area tirante
SLV 6	1450	-562	1852194	435914	37	4405	5495	98719	3236	10.05	37	1849	2307	98719	1380	10.05	444	3913	S1
SLV 9	1370	-502	164154	428993	37	4329	5401	98719	3230	10.05	37	1857	2067	98719	1234	10.05	444	3913	S1
SLV 7	1245	-510	194395	409046	37	4085	5097	98719	3048	10.05	37	1885	2352	98719	1407	10.05	443	3913	S1
SLV 8	1230	-480	184825	405560	37	4047	5050	98719	3020	10.05	37	1789	2232	98719	1335	10.05	433	3913	S1
SLV 10	1261	-465	172525	410150	37	4105	5122	98719	3043	10.05	37	1682	2098	98719	1255	10.05	429	3913	S1

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo 1.52

Comb.	Fx pil.	Fy pil.	Mx pil.	My pil.	β	F'ad/2	Direzione X				Direzione Y				σx+σy	σ limite	Verifica		
							Compr.	Compr. limite	Trazion e	Area tirante	β	F'ad/2	Compr.	Compr. limite				Trazion e	Area tirante
GR SLV 4	0	-12020	3332845	0	37	0	0	98719	0	10.05	37	34576	43138	98719	25796	10.05	2564	3913	S1
GR SLV 6	12020	0	3332845	0	37	34576	43138	98719	25796	10.05	37	0	0	98719	0	10.05	2564	3913	S1
GR SLV 6	0	-12020	3332845	0	37	0	0	98719	0	10.05	37	34576	43138	98719	25796	10.05	2564	3913	S1
GR SLV 7	12020	0	3332846	0	37	34576	43138	98719	25796	10.05	37	0	0	98719	0	10.05	2564	3913	S1
GR SLV 7	0	-12020	3332846	0	37	0	0	98719	0	10.05	37	34576	43138	98719	25796	10.05	2564	3913	S1

**Verifiche della sezione anulare di base**

Armature verticali 24 diam.16 mm

**Famiglia "Limite ultimo"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione 65.4

Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 121.35

Comb.	N	Mx	My	Coeff.s.	Vx	Vy	Vrdx	Vrdy	Vrxdx	Vrxdy	Vrcdx	Vrcdy	Verifica
SLV 6	-11201	129877	578012	65.4	1450	-562	21304	21304	169941	169941	212381	212381	S1
SLV 9	-11888	115987	566006	68.17	1370	-502	21356	21356	169941	169941	212458	212458	S1
SLV 7	-12920	143411	533569	70.41	1245	-510	21433	21433	169941	169941	212574	212574	S1
SLV 10	-13091	126021	536296	71.24	1261	-465	21446	21446	169941	169941	212594	212594	S1
SLV 8	-13263	136866	528566	71.42	1230	-480	21459	21459	169941	169941	212613	212613	S1

**Famiglia "Esercizio raro"**

Valori limite: σc lim. 149.4 σf lim. 3600

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 66.88

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	σC	σF	Verifica
SLE RA 2	-10494	108846	414791	no	-2.2	3.5	S1
SLE RA 3	-10722	104483	411455	no	-2.2	3.3	S1
SLE RA 5	-10608	97253	416609	no	-2.2	3.3	S1
SLE RA 1	-9348	99290	443086	no	-2.2	4.4	S1
SLE RA 4	-9825	90563	436415	no	-2.2	3.9	S1

**Famiglia "Esercizio frequente"**

Valori limite di apertura fessure: w lim. 0.04

Coefficiente minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	wd	Verifica
SLE FR 1	-9348	99290	443086	no	0	S1
SLE FR 2	-10150	105979	423279	no	0	S1
SLE FR 3	-9439	97545	441752	no	0	S1
SLE FR 4	-10127	103278	424715	no	0	S1

**Famiglia "Esercizio quasi permanente"**

Valori limite: σc lim. 112.1 w lim. 0.03

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica tensioni 50.45

Coefficiente di sicurezza minimo per verifica apertura fessure 999

Comb.	N	Mx	My	Fessurata	σC	wd	Verifica
SLE QP 2	-10035	105024	426109	no	-2.2	0	S1
SLE QP 1	-9348	99290	443086	no	-2.2	0	S1

**Famiglia "Limite ultimo sismico"**

Si stampano le 5 situazioni più gravose per tipo di verifica

Coefficiente di sicurezza minimo a pressoflessione 2.05

Coefficiente di sicurezza minimo a taglio 14.14

Comb.	N	Mx	My	Coeff.s.	Vx	Vy	Vrdx	Vrdy	Vrzd	Vrzd	Vrzd	Vrzd	Vrzd	Verifica
GR SLV 4	-10035	0	4534855	2.05	12020	0	21217	21217	169941	169941	212250	212250	212250	S1
GR SLV 6	-10035	0	4534855	2.05	12020	0	21217	21217	169941	169941	212250	212250	212250	S1
GR SLV 5	-10035	0	4534855	2.05	12020	0	21217	21217	169941	169941	212250	212250	212250	S1
GR SLV 1	-10035	0	4534855	2.05	12020	0	21217	21217	169941	169941	212250	212250	212250	S1
GR SLV 3	-10035	0	4534855	2.05	12020	0	21217	21217	169941	169941	212250	212250	212250	S1
GR SLV 14	-10035	0	4534858	2.05	12020	0	21217	21217	169941	169941	212250	212250	212250	S1
GR SLV 13	-10035	0	4534858	2.05	12020	0	21217	21217	169941	169941	212250	212250	212250	S1
GR SLV 1	-10035	2130835	0	5.22	0	-12020	21217	21217	169941	169941	212250	212250	212250	S1
GR SLV 4	-10035	2130835	0	5.22	0	-12020	21217	21217	169941	169941	212250	212250	212250	S1

**Significato dei simboli utilizzati:**

Le unità di misura elencate sono in [cm, daN, deg] ove non espressamente specificato.

**Comb.:** combinazione.

**σt max:** massimo valore della pressione di compressione. [daN/cm<sup>2</sup>]

**σt min:** minimo valore della pressione di compressione. [daN/cm<sup>2</sup>]

**σt verifica:** valore di confronto della pressione di compressione. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Verifica:** stato di verifica.

**Asse di rotazione:** asse di rotazione considerato (lato fondazione).

**x1:** ascissa punto 1. [cm]

**y1:** ordinata punto 1. [cm]

**x2:** ascissa punto 2. [cm]

**y2:** ordinata punto 2. [cm]

**γR:** coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.

**Mrib:** momento ribaltante rispetto all'asse di rotazione. [daN\*cm]

**Mstb:** momento stabilizzante rispetto all'asse di rotazione. [daN\*cm]

**c.s.:** coefficiente di sicurezza.

**σx+σy:** somma delle tensioni nelle due direzioni. [daN/cm<sup>2</sup>]

**σ limite:** massima tensione di normativa. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Descrizione:** descrizione del terreno.

**γ naturale:** peso specifico naturale del terreno. [daN/cm<sup>3</sup>]

**γ saturo:** peso specifico saturo del terreno. [daN/cm<sup>3</sup>]

**Angolo Attrito Interno:** angolo di attrito interno del terreno. [deg]

**Angolo Attrito δ:** angolo di attrito all'interfaccia fondazione. [deg]

**Coesione Efficace:** coesione efficace del terreno. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Coesione Non Drenata:** coesione non drenata del terreno. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Coeff. Adesione:** coefficiente di adesione della coesione.

**Azione orizz.:** componente orizzontale del carico. [daN]

**Azione vert.:** componente verticale del carico. [daN]

**Attrito:** angolo di attrito di progetto. [deg]

**Laterale:** resistenza passiva laterale unitaria di progetto. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Rd:** resistenza alla traslazione di progetto. [daN]

**Ed:** azione di progetto. [daN]

**Rd/Ed:** coefficiente di sicurezza allo scorrimento.

**Cond.:** resistenza valutata a breve o lungo termine (BT - LT).

**Adesione:** adesione di progetto. [daN/cm<sup>2</sup>]

**Cmb:** combinazione.

**Fx:** componente lungo x del carico. [daN]

**Fy:** componente lungo y del carico. [daN]

**Fz:** componente verticale del carico. [daN]

**Mx:** componente lungo x del momento. [daN\*cm]

**My:** componente lungo y del momento. [daN\*cm]

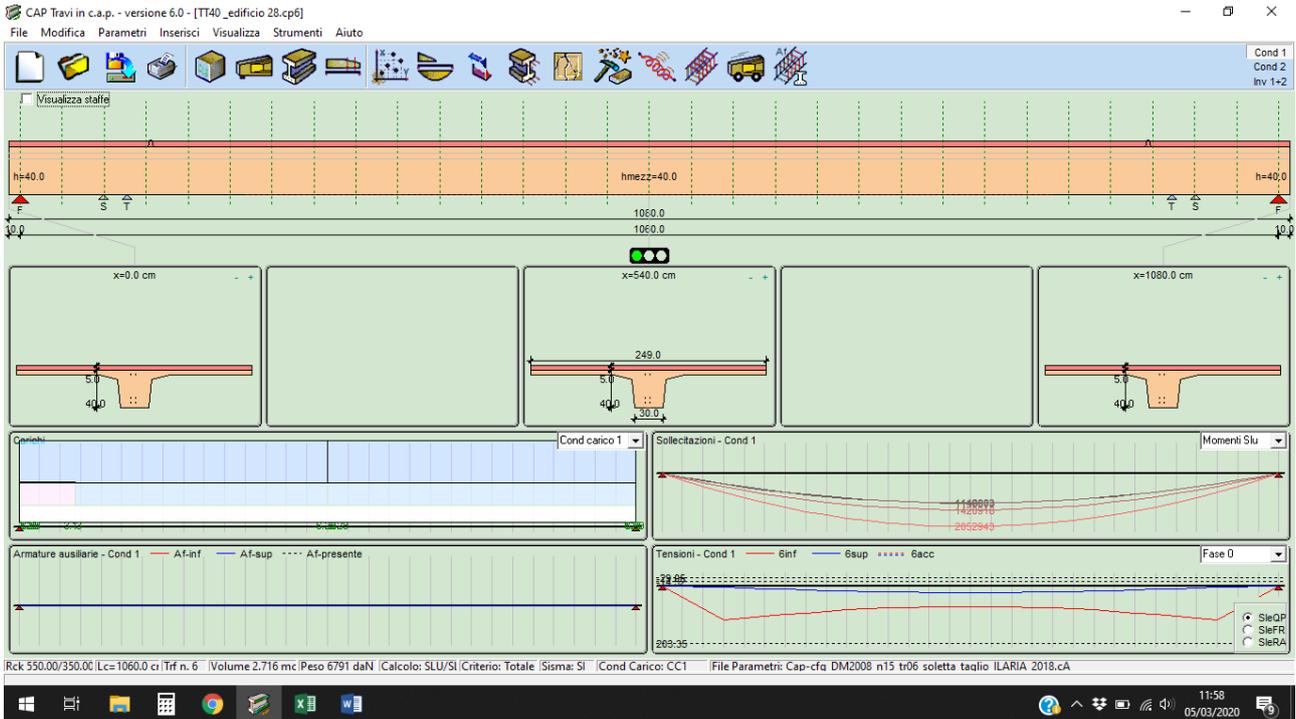
**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**B:** larghezza efficace. [cm]  
**L:** lunghezza efficace. [cm]  
**Cnd:** condizione valutazione resistenza a breve o lungo termine (BT - LT).  
**Coes:** coesione di progetto. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**Phi:** angolo di attrito di progetto. [deg]  
**Peso:** peso specifico del terreno di progetto. [daN/cm<sup>3</sup>]  
**Ovl:** sovraccarico laterale da piano di posa. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**Amax:** accelerazione normalizzata massima attesa al suolo.  
**Rd:** resistenza alla rottura del complesso di progetto. [daN]  
**Ed:** azione di progetto (sforzo normale al piano di posa). [daN]  
**Rd/Ed:** coefficiente di sicurezza alla capacità portante.  
**Note:** note di verifica (1 ipotesi errate, 2 Espulsione coesivo, 3 Inclinazione eccessiva, 4 Eccentricità eccessiva, 5 Carico eccessivo).  
**N:**  
**Nq:** fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico.  
**Nc:** fattore di capacità portante per il termine coesivo.  
**Ng:** fattore di capacità portante per il termine attritivo.  
**S:**  
**Sq:** fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico.  
**Sc:** fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo.  
**Sg:** fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo.  
**D:**  
**Dq:** fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico.  
**Dc:** fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo.  
**Dg:** fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo.  
**I:**  
**Iq:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico.  
**Ic:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo.  
**Ig:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo.  
**G:**  
**Gq:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico.  
**Gc:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo.  
**Gg:** fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo.  
**P:**  
**Pq:** fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico.  
**Pc:** fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo.  
**Pg:** fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo.  
**E:**  
**Eq:** fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine di sovraccarico.  
**Ec:** fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine coesivo.  
**Eg:** fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake) per il termine attritivo.  
**Desc.:** descrizione.  
**Tipo sez.:** asse o filo pilastro, filo riseqa.  
**M:** momento flettente. [daN\*cm]  
**Mu:** momento ultimo. [daN\*cm]  
**Fessurata:** stato fessurato o non fessurato.  
**σC:** tensione nel calcestruzzo. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**σF:** tensione nell'acciaio. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**wd:** apertura delle fessure. [cm]  
**Elemento punzonante:** elemento punzonante, pilastro o dado/bicchiera.  
**d:** altezza utile. [cm]  
**Perimetro:** lunghezza utile del perimetro. [cm]  
**Perim. minim.:** perimetro critico con lati non attivi.  
**N:** carico dal pilastro. [daN]  
**β:** coefficiente UNI EN 1992-1-1 (6.38).  
**Peso cono:** peso del cono punzonato e del suolo sovrastante. [daN]  
**Reazione suolo:** reazione del suolo di fondazione. [daN]  
**VRd,red:** tensione tangenziale. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**VRd,max:** resistenza in adiacenza al pilastro. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**Elem. punz.:** elemento punzonante, pilastro o dado/bicchiera.  
**Offset:** distanza dal bordo pilastro del perimetro critico. [cm]  
**Perim. utile:** lunghezza utile del perimetro. [cm]  
**ρ:** densità di armatura tesa.  
**VRd:** resistenza in assenza di armature a taglio. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**Asw:** area efficace di ferri piegati. [cm<sup>2</sup>]  
**VRd,cs:** resistenza in presenza di armature a taglio. [daN/cm<sup>2</sup>]  
**Vert.:** vertice.  
**x:** coordinata x. [cm]  
**y:** coordinata y. [cm]  
**Sezione di normale:** orientamento della sezione.  
**N pil.:** sforzo normale dal pilastro nella combinazione. [daN]  
**Fx pil.:** taglio X dal pilastro nella combinazione. [daN]  
**Fy pil.:** taglio Y dal pilastro nella combinazione. [daN]  
**Mx pil.:** momento X dal pilastro nella combinazione. [daN\*cm]  
**My pil.:** momento Y dal pilastro nella combinazione. [daN\*cm]  
**N par.:** sforzo normale nella sezione di verifica della parete. [daN]  
**M par.:** momento flettente nella sezione di verifica della parete. [daN\*cm]  
**Nu par.:** sforzo normale ultimo nella sezione di verifica della parete. [daN]  
**Mu par.:** momento ultimo nella sezione di verifica della parete. [daN\*cm]  
**N:** sforzo normale. [daN]  
**Direzione X:** direzione di verifica.  
**β:** inclinazione sull'orizzontale del puntone. [deg]  
**F'sd/2:** risultante applicata C.N.R. 10025/B4 2.1.1.2. [daN]  
**Compr.:** sforzo normale in un puntone. [daN]  
**Compr. limite:** resistenza di calcolo di un puntone. [daN]  
**Trazione:** trazione nel tirante verticale. [daN]  
**Area tirante:** area del tirante. [cm<sup>2</sup>]  
**Direzione Y:** direzione di verifica.  
**Mx:** momento flettente su sezione di base asse x. [daN\*cm]  
**My:** momento flettente su sezione di base asse y. [daN\*cm]  
**Coeff.s.:** coefficiente di sicurezza a pressoflessione.  
**Vx:** sforzo di taglio su sezione di base lungo x. [daN]  
**Vy:** sforzo di taglio su sezione di base lungo y. [daN]  
**Vrdx:** taglio ultimo x in assenza di staffature [4.1.14]. [daN]  
**Vrdy:** taglio ultimo y in assenza di staffature [4.1.14]. [daN]  
**Vrsdx:** taglio ultimo x dovuto alla presenza di armatura trasversale. [daN]  
**Vrsdy:** taglio ultimo y dovuto alla presenza di armatura trasversale. [daN]  
**Vrcdx:** taglio x che produce la rottura delle bielle di calcestruzzo. [daN]  
**Vrcdy:** taglio y che produce la rottura delle bielle di calcestruzzo. [daN]

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**14.6. VERIFICA TEGOLO BINERVATO DI COPERTURA**

Si riporta di seguito la verifica di un tegolo binervato di copertura. Si tratta di elementi che vengono verificati con uno schema statico di trave in semplice appoggio.



**Caratteristiche dei materiali**

**CALCESTRUZZO**

Rck finale cls trave	(daN/cm <sup>2</sup> )	550.00
Rck iniziale cls trave	(daN/cm <sup>2</sup> )	350.00
Rck cls caldana	(daN/cm <sup>2</sup> )	300.00
Coefficiente di ritiro		0.00025
Coefficiente di viscosità		2.30
Coeff omogeneiz trefoli		6
Coeff omogeneiz soletta		0.86
% ritiro al taglio trefoli		25.0

**ACCIAIO ARMONICO**

Tiro Iniziale	(daN/cm <sup>2</sup> )	14000.00
Tens ammissib	(daN/cm <sup>2</sup> )	11400.00
Modulo elastico	(daN/cm <sup>2</sup> )	2000000.00
% Tens al taglio trefoli		98.0
% Rilass ad $\alpha$ dei trefoli		4.6
% Rilass ad $\alpha$ min trefoli		4.0
Lungh aderenza trefoli	(cm)	105.0
Tens acciaio ordinario	(daN/cm <sup>2</sup> )	3913.04
Lungh aderenza acc	(cm)	100.0

**Valori limite e coefficienti normativi**

Tensioni massime nel cls al taglio trefoli	
Massima compressione	(daN/cm <sup>2</sup> ) 203.35
Massima trazione	(daN/cm <sup>2</sup> ) -29.05
Massima traz senza arm	(daN/cm <sup>2</sup> ) -14.52
Tensioni agli SLE Quasi permanenti e Frequenti	
Massima compressione	(daN/cm <sup>2</sup> ) 205.42
Massima trazione	(daN/cm <sup>2</sup> ) -31.95
Massima traz senza arm	(daN/cm <sup>2</sup> ) -13.69
Tensioni agli SLE Rara	
Massima compressione	(daN/cm <sup>2</sup> ) 273.90
Massima trazione	(daN/cm <sup>2</sup> ) -31.95
Massima traz senza arm	(daN/cm <sup>2</sup> ) -13.69

Caratteristiche ambiente		Ordinario
Amp max fessure SLE QP	(cm)	0.02
Amp max fessure SLE FR	(cm)	0.03
Deformazioni limite a rottura		
Calcestruzzo		0.0035
Acciaio armonico		0.0100
Acciaio ordinario		0.0100

**Dati di input**

**DATI GENERALI**

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

Lunghezza totale della trave	(cm)	1080.0		
Lunghezza teorica di calcolo della trave	(cm)	1060.0		
Numero tratti di suddivisione per il calcolo	sx	15	dx	15
Larghezza soletta collaborante	(cm)	249.0		
Altezza soletta nella testata della trave	sx (cm)	5.0	dx (cm)	5.0
Altezza soletta in mezzeria della trave	(cm)	5.0		
Incremento carichi per sisma verticale		SI		
1° periodo di vibrazione della trave	(sec)	0.14		
Coeff riduz carichi accid per sisma verticale		0.00		
Coeff di intensità sisma verticale	in luce	+/-0.151	su sbalzo	+/-0.151
Metodo di calcolo		Stati limite		
Criterio di calcolo		Precompressione totale		

**CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE**

Largh scont (cm)	30.0	36.0	76.0	249.0	249.0
H ad x=0.0 (cm)	0.0	30.0	35.0	35.0	40.0
H in mezzeria (cm)	0.0	30.0	35.0	35.0	40.0
H ad x=Ltot (cm)	0.0	30.0	35.0	35.0	40.0

**DISPOSIZIONE DEI TREFOLI E DEI TUBETTI (Totale trefoli 6)**

Numero trefoli	2	2	2
H dal fondo (cm)	5.0	10.0	35.0
Numero tub sx	0	0	0
Lungh tub sx (cm)	0.0	0.0	0.0
Numero tub dx	0	0	0
Lungh tub dx (cm)	0.0	0.0	0.0
Area trefoli (cm²)	1.39	1.39	0.93

**DISPOSIZIONE DELLE ARMATURE LENTE**

Area armatura (cm²)	4.02
H x=0 (cm)	0.0
H x=mezz (cm)	0.0
H x=L (cm)	0.0
Xa (cm)	200.0
Xb (cm)	880.0

**Situazione di carico**

CARICHI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI (daN/cm)	Ecc (cm)	Aliq.App.	Slu	SluSV	SleQP	SleFR	SleRA
Peso proprio solaio	0.00	0.00	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Peso proprio caldana	0.00	0.00	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
Permanenti di 2° fase	0.00	0.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
Variabili di 3° fase	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.20	1.00
Incremento per sisma verticale	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
Totale carichi appesi	0.00						

**CARICHI DISTRIBUITI (cm, daN/cm)**

Qa	Qb	Xa	Xb	Ecc	Fase	Aliqu.	App.Incr.	sismici	Slu	SluSV	SleQP	SleFR	SleRA
6.29	6.29	10.0	540.0	0.0	0	0.00	0.95	0.95	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
6.29	6.29	540.0	1070.0	0.0	0	0.00	0.95	0.95	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
3.13	3.13	10.0	107.0	0.0	1	0.00	0.47	0.47	1.30	1.00	1.00	1.00	1.00
1.25	1.25	10.0	1070.0	0.0	2	0.00	0.19	0.19	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
3.00	3.00	10.0	1070.0	0.0	3	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.20	1.00

Fase: 0=taglio trefoli, 1=1° fase (sez isolata), 2=2° fase perm (sez mista), 3=3° fase variab (sez mista)

Volume complessivo della trave (mc): 2.716      Posizione baricentro trave (cm)      540.0  
 Peso totale della trave (daN): 6791

**Caratteristiche di sollecitazione**

**MOMENTI FLETTENTI S.L.U. (cm, daNcm)**

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
10.0	0	0	0	0	0	0	0	0
45.3	147965	147965	10768	158733	33942	192675	81461	274136
80.7	285725	285725	16456	302181	65543	367724	157304	525028

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

116.0	413281	413281	17228	430510	94804	525313	227529	752842
151.3	530633	530633	16590	547223	121723	668946	292136	961082
186.7	637780	637780	15952	653732	146302	800034	351125	1151159
222.0	734722	734722	15314	750036	168540	918576	404496	1323072
257.3	821460	821460	14676	836136	188437	1024573	452249	1476822
292.7	897994	897994	14038	912032	205993	1118025	494384	1612409
328.0	964323	964323	13400	977722	221209	1198931	530901	1729832
363.3	1020447	1020447	12762	1033209	234083	1267292	561800	1829092
398.7	1066367	1066367	12124	1078491	244617	1323108	587081	1910189
434.0	1102083	1102083	11486	1113569	252810	1366379	606744	1973123
469.3	1127594	1127594	10848	1138442	258662	1397104	620789	2017893
504.7	1142901	1142901	10209	1153110	262173	1415284	629216	2044500
540.0	1148003	1148003	9571	1157574	263344	1420918	632025	2052943

MOMENTI FLETTENTI S.L.U. con SISMA verticale (cm, daNcm)

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
10.0	0	0	0	0	0	0	0	0
45.3	113819	113819	8283	122102	22628	144730	21840	166570
80.7	219789	219789	12658	232447	43696	276142	41670	317812
116.0	317909	317909	13253	331161	63202	394364	59509	453873
151.3	408179	408179	12762	420941	81149	502090	75765	577854
186.7	490600	490600	12271	502871	97535	600405	90600	691006
222.0	565171	565171	11780	576951	112360	689311	104016	793327
257.3	631892	631892	11289	643182	125625	768806	116012	884818
292.7	690764	690764	10798	701563	137329	838892	126588	965479
328.0	741787	741787	10308	752094	147472	899567	135743	1035310
363.3	784959	784959	9817	794776	156056	950832	143479	1094311
398.7	820283	820283	9326	829608	163078	992687	149795	1142482
434.0	847756	847756	8835	856591	168540	1025131	154691	1179822
469.3	867380	867380	8344	875724	172441	1048166	158167	1206332
504.7	879155	879155	7853	887008	174782	1061790	160223	1222013
540.0	883079	883079	7363	890442	175563	1066004	160858	1226863

MOMENTI FLETTENTI S.L.E. Quasi permanente (cm, daNcm)

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
10.0	0	0	0	0	0	0	0	0
45.3	113819	113819	8283	122102	22628	144730	0	144730
80.7	219789	219789	12658	232447	43696	276142	0	276142
116.0	317909	317909	13253	331161	63202	394364	0	394364
151.3	408179	408179	12762	420941	81149	502090	0	502090
186.7	490600	490600	12271	502871	97535	600405	0	600405
222.0	565171	565171	11780	576951	112360	689311	0	689311
257.3	631892	631892	11289	643182	125625	768806	0	768806
292.7	690764	690764	10798	701563	137329	838892	0	838892
328.0	741787	741787	10308	752094	147472	899567	0	899567
363.3	784959	784959	9817	794776	156056	950832	0	950832
398.7	820283	820283	9326	829608	163078	992687	0	992687
434.0	847756	847756	8835	856591	168540	1025131	0	1025131
469.3	867380	867380	8344	875724	172441	1048166	0	1048166
504.7	879155	879155	7853	887008	174782	1061790	0	1061790
540.0	883079	883079	7363	890442	175563	1066004	0	1066004

MOMENTI FLETTENTI S.L.E. Frequente (cm, daNcm)

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
10.0	0	0	0	0	0	0	0	0
45.3	113819	113819	8283	122102	22628	144730	10861	155592
80.7	219789	219789	12658	232447	43696	276142	20974	297116
116.0	317909	317909	13253	331161	63202	394364	30337	424701
151.3	408179	408179	12762	420941	81149	502090	38951	541041
186.7	490600	490600	12271	502871	97535	600405	46817	647222
222.0	565171	565171	11780	576951	112360	689311	53933	743244
257.3	631892	631892	11289	643182	125625	768806	60300	829106
292.7	690764	690764	10798	701563	137329	838892	65918	904809
328.0	741787	741787	10308	752094	147472	899567	70787	970354
363.3	784959	784959	9817	794776	156056	950832	74907	1025738
398.7	820283	820283	9326	829608	163078	992687	78277	1070964
434.0	847756	847756	8835	856591	168540	1025131	80899	1106030
469.3	867380	867380	8344	875724	172441	1048166	82772	1130938
504.7	879155	879155	7853	887008	174782	1061790	83896	1145686

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

540.0    883079    883079    7363    890442    175563    1066004    84270    1150274

MOMENTI FLETTENTI S.L.E. Rara (cm, daNcm)

X	Mpp0	Mpp	Mf1	MT1	Mpf2	MT2p	Maf2	MT
10.0	0	0	0	0	0	0	0	0
45.3	113819	113819	8283	122102	22628	144730	54307	199037
80.7	219789	219789	12658	232447	43696	276142	104869	381012
116.0	317909	317909	13253	331161	63202	394364	151686	546050
151.3	408179	408179	12762	420941	81149	502090	194757	696847
186.7	490600	490600	12271	502871	97535	600405	234083	834489
222.0	565171	565171	11780	576951	112360	689311	269664	958975
257.3	631892	631892	11289	643182	125625	768806	301499	1070306
292.7	690764	690764	10798	701563	137329	838892	329589	1168481
328.0	741787	741787	10308	752094	147472	899567	353934	1253501
363.3	784959	784959	9817	794776	156056	950832	374533	1325365
398.7	820283	820283	9326	829608	163078	992687	391387	1384074
434.0	847756	847756	8835	856591	168540	1025131	404496	1429627
469.3	867380	867380	8344	875724	172441	1048166	413859	1462025
504.7	879155	879155	7853	887008	174782	1061790	419477	1481268
540.0	883079	883079	7363	890442	175563	1066004	421350	1487354

SFORZI DI TAGLIO S.L.U. (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
10.0	4332	4332	377	4709	994	5702	2385	8087
45.3	4043	4043	233	4276	928	5204	2226	7430
80.7	3754	3754	89	3844	861	4705	2067	6772
116.0	3466	3466	-18	3448	795	4243	1908	6151
151.3	3177	3177	-18	3159	729	3888	1749	5637
186.7	2888	2888	-18	2870	662	3532	1590	5122
222.0	2599	2599	-18	2581	596	3177	1431	4608
257.3	2310	2310	-18	2292	530	2822	1272	4094
292.7	2022	2022	-18	2004	464	2467	1113	3580
328.0	1733	1733	-18	1715	398	2112	954	3066
363.3	1444	1444	-18	1426	331	1757	795	2552
398.7	1155	1155	-18	1137	265	1402	636	2038
434.0	866	866	-18	848	199	1047	477	1524
469.3	578	578	-18	560	132	692	318	1010
504.7	289	289	-18	271	66	337	159	496
540.0	0	0	-18	-18	0	-18	0	-18

SFORZI DI TAGLIO S.L.U. con SISMA verticale (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
10.0	3332	3332	290	3622	663	4285	647	4931
45.3	3110	3110	179	3289	618	3908	590	4497
80.7	2888	2888	69	2957	574	3531	533	4064
116.0	2666	2666	-14	2652	530	3182	480	3662
151.3	2444	2444	-14	2430	486	2916	440	3356
186.7	2222	2222	-14	2208	442	2649	400	3049
222.0	1999	1999	-14	1986	398	2383	360	2743
257.3	1777	1777	-14	1763	353	2117	319	2436
292.7	1555	1555	-14	1541	309	1850	279	2130
328.0	1333	1333	-14	1319	265	1584	239	1823
363.3	1111	1111	-14	1097	221	1318	199	1517
398.7	889	889	-14	875	177	1051	159	1210
434.0	666	666	-14	653	132	785	118	904
469.3	444	444	-14	430	88	519	78	597
504.7	222	222	-14	208	44	252	38	291
540.0	0	0	-14	-14	0	-14	-2	-16

SFORZI DI TAGLIO S.L.E. Quasi permanente (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
10.0	3332	3332	290	3622	663	4285	0	4285
45.3	3110	3110	179	3289	618	3908	0	3908
80.7	2888	2888	69	2957	574	3531	0	3531
116.0	2666	2666	-14	2652	530	3182	0	3182

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

151.3	2444	2444	-14	2430	486	2916	0	2916
186.7	2222	2222	-14	2208	442	2649	0	2649
222.0	1999	1999	-14	1986	398	2383	0	2383
257.3	1777	1777	-14	1763	353	2117	0	2117
292.7	1555	1555	-14	1541	309	1850	0	1850
328.0	1333	1333	-14	1319	265	1584	0	1584
363.3	1111	1111	-14	1097	221	1318	0	1318
398.7	889	889	-14	875	177	1051	0	1051
434.0	666	666	-14	653	132	785	0	785
469.3	444	444	-14	430	88	519	0	519
504.7	222	222	-14	208	44	252	0	252
540.0	0	0	-14	-14	0	-14	0	-14

SFORZI DI TAGLIO S.L.E. Frequente (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
10.0	3332	3332	290	3622	663	4285	318	4603
45.3	3110	3110	179	3289	618	3908	297	4204
80.7	2888	2888	69	2957	574	3531	276	3806
116.0	2666	2666	-14	2652	530	3182	254	3436
151.3	2444	2444	-14	2430	486	2916	233	3149
186.7	2222	2222	-14	2208	442	2649	212	2861
222.0	1999	1999	-14	1986	398	2383	191	2574
257.3	1777	1777	-14	1763	353	2117	170	2286
292.7	1555	1555	-14	1541	309	1850	148	1999
328.0	1333	1333	-14	1319	265	1584	127	1711
363.3	1111	1111	-14	1097	221	1318	106	1424
398.7	889	889	-14	875	177	1051	85	1136
434.0	666	666	-14	653	132	785	64	849
469.3	444	444	-14	430	88	519	42	561
504.7	222	222	-14	208	44	252	21	274
540.0	0	0	-14	-14	0	-14	-0	-14

SFORZI DI TAGLIO S.L.E. Rara (cm, daN)

X	Vpp0	Vpp	Vf1	VT1	Vpf2	VT2p	Vaf2	VT
10.0	3332	3332	290	3622	663	4285	1590	5875
45.3	3110	3110	179	3289	618	3908	1484	5392
80.7	2888	2888	69	2957	574	3531	1378	4909
116.0	2666	2666	-14	2652	530	3182	1272	4454
151.3	2444	2444	-14	2430	486	2916	1166	4082
186.7	2222	2222	-14	2208	442	2649	1060	3709
222.0	1999	1999	-14	1986	398	2383	954	3337
257.3	1777	1777	-14	1763	353	2117	848	2965
292.7	1555	1555	-14	1541	309	1850	742	2592
328.0	1333	1333	-14	1319	265	1584	636	2220
363.3	1111	1111	-14	1097	221	1318	530	1848
398.7	889	889	-14	875	177	1051	424	1475
434.0	666	666	-14	653	132	785	318	1103
469.3	444	444	-14	430	88	519	212	731
504.7	222	222	-14	208	44	252	106	358
540.0	0	0	-14	-14	0	-14	0	-14

REAZIONI VINCOLARI VERTICALI E TORCENTI (cm, daN, daNcm)

X	R0	Rf1	RT1	Rpf2	RT2p	Raf2	RT	
10.0	4414	377	4790	994	5784	2385	8169	Slu
	3395	290	3685	663	4347	647	4994	SluSV
	3395	290	3685	663	4347	0	4347	SleQP
	3395	290	3685	663	4347	318	4665	SleFR
	3395	290	3685	663	4347	1590	5937	SleRA
1070.0	4414	18	4432	994	5426	2385	7811	Slu
	3395	14	3409	662	4072	605	4677	SluSV
	3395	14	3409	662	4072	0	4072	SleQP
	3395	14	3409	662	4072	318	4390	SleFR
	3395	14	3409	662	4072	1590	5662	SleRA

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Caratteristiche sezioni omogeneizzate**

SEZIONE IDEALE ISOLATA (cm, cm, cm<sup>2</sup>, cm<sup>3</sup>, cm<sup>4</sup>, cm<sup>3</sup>)

X	Ht	Area	Ig	Xgi	Xgs	Wi	Ws	Ecc	FattTgi
10.0	40.0	2515	351594	28.30	11.70	12424	30047	28.30	995
45.3	40.0	2515	351594	28.30	11.70	12424	30047	28.30	995
80.7	40.0	2515	351594	28.30	11.70	12424	30047	28.30	995
116.0	40.0	2552	364107	28.10	11.90	12959	30588	13.70	1002
151.3	40.0	2552	364107	28.10	11.90	12959	30588	13.70	1002
186.7	40.0	2552	364107	28.10	11.90	12959	30588	13.70	1002
222.0	40.0	2552	364107	28.10	11.90	12959	30588	13.70	1002
257.3	40.0	2552	364107	28.10	11.90	12959	30588	13.70	1002
292.7	40.0	2552	364107	28.10	11.90	12959	30588	13.70	1002
328.0	40.0	2572	379850	27.88	12.12	13626	31333	13.48	1010
363.3	40.0	2572	379850	27.88	12.12	13626	31333	13.48	1010
398.7	40.0	2572	379850	27.88	12.12	13626	31333	13.48	1010
434.0	40.0	2572	379850	27.88	12.12	13626	31333	13.48	1010
469.3	40.0	2572	379850	27.88	12.12	13626	31333	13.48	1010
504.7	40.0	2572	379850	27.88	12.12	13626	31333	13.48	1010
540.0	40.0	2572	379850	27.88	12.12	13626	31333	13.48	1010

Distanza cavo risultante dal lembo inferiore 14.39 cm (sezione di mezzeria)

SEZIONE IDEALE MISTA (cm, cm, cm<sup>2</sup>, cm<sup>4</sup>, cm<sup>3</sup>)

X	Ht	Area	Ig	Xgi	Xgs	Wi	Ws	Wss	FattTgm	FattTa
10.0	45.0	3590	505732	32.55	7.45	15536	67896	40626	1076	11773
45.3	45.0	3590	505732	32.55	7.45	15536	67896	40626	1076	11773
80.7	45.0	3590	505732	32.55	7.45	15536	67896	40626	1076	11773
116.0	45.0	3627	523283	32.37	7.63	16168	68543	41418	1081	11959
151.3	45.0	3627	523283	32.37	7.63	16168	68543	41418	1081	11959
186.7	45.0	3627	523283	32.37	7.63	16168	68543	41418	1081	11959
222.0	45.0	3627	523283	32.37	7.63	16168	68543	41418	1081	11959
257.3	45.0	3627	523283	32.37	7.63	16168	68543	41418	1081	11959
292.7	45.0	3627	523283	32.37	7.63	16168	68543	41418	1081	11959
328.0	45.0	3647	544222	32.19	7.81	16908	69659	42475	1087	12222
363.3	45.0	3647	544222	32.19	7.81	16908	69659	42475	1087	12222
398.7	45.0	3647	544222	32.19	7.81	16908	69659	42475	1087	12222
434.0	45.0	3647	544222	32.19	7.81	16908	69659	42475	1087	12222
469.3	45.0	3647	544222	32.19	7.81	16908	69659	42475	1087	12222
504.7	45.0	3647	544222	32.19	7.81	16908	69659	42475	1087	12222
540.0	45.0	3647	544222	32.19	7.81	16908	69659	42475	1087	12222

**Perdite di tensione e tensioni iniziali**

PERDITE DI TENSIONE (cm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Rit	Elast	Visc	Rilass	TOTALE	6 c.p.e.	6 s.p.e.
10.0							
45.3							
80.7							
116.0	500.00	397.91	915.20	560.00	2373.12	11400.00	11797.91
151.3	500.00	380.93	876.13	560.00	2317.06	11400.00	11780.93
186.7	500.00	365.42	840.46	560.00	2265.88	11400.00	11765.42
222.0	500.00	351.39	808.19	560.00	2219.58	11400.00	11751.39
257.3	500.00	338.83	779.31	560.00	2178.14	11400.00	11738.83
292.7	500.00	327.75	753.83	560.00	2141.59	11400.00	11727.75
328.0	500.00	305.83	703.41	560.00	2069.24	11400.00	11705.83
363.3	500.00	298.17	685.79	560.00	2043.96	11400.00	11698.17
398.7	500.00	291.90	671.37	560.00	2023.27	11400.00	11691.90
434.0	500.00	287.02	660.15	560.00	2007.18	11400.00	11687.02
469.3	500.00	283.54	652.14	560.00	1995.68	11400.00	11683.54
504.7	500.00	281.45	647.34	560.00	1988.79	11400.00	11681.45
540.0	500.00	280.75	645.74	560.00	1986.49	11400.00	11680.75

TENSIONI INIZIALI AL TAGLIO DEI TREFOLI (cm, daN, daNcm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	N0prec	M0prec	6sup	6inf	6't	6'c	
10.0							
45.3							
80.7							
116.0	100875	-1382276	4.73	121.66	-0.21	34.17	c.a.p.
151.3	100875	-1382276	7.68	114.69	-0.17	34.61	c.a.p.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

186.7	100875	-1382276	10.38	108.33	-0.14	35.01	c.a.p.
222.0	100875	-1382276	12.81	102.58	-0.11	35.37	c.a.p.
257.3	100875	-1382276	14.99	97.43	-0.09	35.69	c.a.p.
292.7	100875	-1382276	16.92	92.89	-0.07	35.98	c.a.p.
328.0	100875	-1360128	19.48	84.60	-0.05	35.81	c.a.p.
363.3	100875	-1360128	20.86	81.43	-0.03	36.04	c.a.p.
398.7	100875	-1360128	21.99	78.84	-0.02	36.22	c.a.p.
434.0	100875	-1360128	22.86	76.82	-0.01	36.37	c.a.p.
469.3	100875	-1360128	23.49	75.38	-0.01	36.47	c.a.p.
504.7	100875	-1360128	23.87	74.52	-0.00	36.53	c.a.p.
540.0	100875	-1360128	23.99	74.23	0.00	36.55	c.a.p.

**Tensioni di esercizio**

TENSIONI DI FASE 0 (montaggio) S.L.E. Quasi permanente - Frequente - Rara (SEZ ISOLATA) (cm, daN, daNcm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
10.0									
45.3									
80.7									
116.0	87541	-1199557	5.48	102.33		-0.24	29.93		c.a.p.
151.3	87414	-1197830	8.44	95.19		-0.20	30.32		c.a.p.
186.7	87299	-1196253	11.14	88.66		-0.16	30.68		c.a.p.
222.0	87195	-1194826	13.58	82.75		-0.13	31.00		c.a.p.
257.3	87102	-1193550	15.77	77.47		-0.10	31.29		c.a.p.
292.7	87020	-1192423	17.70	72.81		-0.08	31.55		c.a.p.
328.0	86857	-1171124	20.07	65.28		-0.06	31.42		c.a.p.
363.3	86800	-1170358	21.45	62.03		-0.04	31.63		c.a.p.
398.7	86754	-1169730	22.57	59.37		-0.02	31.80		c.a.p.
434.0	86718	-1169243	23.45	57.31		-0.01	31.93		c.a.p.
469.3	86692	-1168894	24.08	55.83		-0.01	32.02		c.a.p.
504.7	86676	-1168685	24.46	54.95		-0.00	32.08		c.a.p.
540.0	86671	-1168615	24.58	54.65		0.00	32.10		c.a.p.

TENSIONI DI 1° FASE S.L.E. Quasi permanente - Frequente - Rara (SEZ ISOLATA) (cm, daN, daNcm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
10.0									
45.3									
80.7									
116.0	87541	-1199557	5.91	101.31		-0.23	30.00	0.00	c.a.p.
151.3	87414	-1197830	8.85	94.20		-0.19	30.38	0.00	c.a.p.
186.7	87299	-1196253	11.54	87.71		-0.16	30.74	0.00	c.a.p.
222.0	87195	-1194826	13.97	81.84		-0.13	31.06	0.00	c.a.p.
257.3	87102	-1193550	16.14	76.60		-0.10	31.35	0.00	c.a.p.
292.7	87020	-1192423	18.05	71.97		-0.07	31.61	0.00	c.a.p.
328.0	86857	-1171124	20.39	64.52		-0.05	31.48	0.00	c.a.p.
363.3	86800	-1170358	21.76	61.31		-0.04	31.68	0.00	c.a.p.
398.7	86754	-1169730	22.87	58.69		-0.02	31.85	0.00	c.a.p.
434.0	86718	-1169243	23.73	56.66		-0.01	31.98	0.00	c.a.p.
469.3	86692	-1168894	24.35	55.22		-0.01	32.07	0.00	c.a.p.
504.7	86676	-1168685	24.71	54.37		-0.00	32.12	0.00	c.a.p.
540.0	86671	-1168615	24.82	54.11		-0.00	32.14	0.00	c.a.p.

TENSIONI DI 2° FASE (permanenti) S.L.E. Quasi permanente - Frequente - Rara (SEZ MISTA) (cm, daN, daNcm, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
10.0									
45.3									
80.7									
116.0	87541	-1199557	6.83	97.40	1.32	-0.33	29.81	0.00	c.a.p.
151.3	87414	-1197830	10.04	89.18	1.69	-0.27	30.10	0.00	c.a.p.
186.7	87299	-1196253	12.96	81.68	2.03	-0.22	30.37	0.00	c.a.p.
222.0	87195	-1194826	15.61	74.89	2.34	-0.18	30.61	0.00	c.a.p.
257.3	87102	-1193550	17.97	68.83	2.62	-0.14	30.83	0.00	c.a.p.
292.7	87020	-1192423	20.05	63.48	2.86	-0.11	31.02	0.00	c.a.p.
328.0	86857	-1171124	22.51	55.80	3.00	-0.08	30.91	0.00	c.a.p.
363.3	86800	-1170358	24.00	52.08	3.17	-0.05	31.07	0.00	c.a.p.
398.7	86754	-1169730	25.21	49.04	3.32	-0.03	31.20	0.00	c.a.p.
434.0	86718	-1169243	26.15	46.69	3.43	-0.02	31.31	0.00	c.a.p.
469.3	86692	-1168894	26.82	45.02	3.51	-0.01	31.38	0.00	c.a.p.
504.7	86676	-1168685	27.22	44.03	3.55	-0.00	31.42	0.00	c.a.p.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

540.0    86671    -1168615    27.34    43.73    3.57    -0.00    31.43    0.00    c.a.p.

TENSIONI DI 3° FASE S.L.E. Quasi permanente (SEZ MISTA) (cm, daN, daNcm, daN/cm²))

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
10.0									
45.3									
80.7									
116.0	87541	-1199557	6.83	97.40	1.32	-0.33	29.81	0.00	c.a.p.
151.3	87414	-1197830	10.04	89.18	1.69	-0.27	30.10	0.00	c.a.p.
186.7	87299	-1196253	12.96	81.68	2.03	-0.22	30.37	0.00	c.a.p.
222.0	87195	-1194826	15.61	74.89	2.34	-0.18	30.61	0.00	c.a.p.
257.3	87102	-1193550	17.97	68.83	2.62	-0.14	30.83	0.00	c.a.p.
292.7	87020	-1192423	20.05	63.48	2.86	-0.11	31.02	0.00	c.a.p.
328.0	86857	-1171124	22.51	55.80	3.00	-0.08	30.91	0.00	c.a.p.
363.3	86800	-1170358	24.00	52.08	3.17	-0.05	31.07	0.00	c.a.p.
398.7	86754	-1169730	25.21	49.04	3.32	-0.03	31.20	0.00	c.a.p.
434.0	86718	-1169243	26.15	46.69	3.43	-0.02	31.31	0.00	c.a.p.
469.3	86692	-1168894	26.82	45.02	3.51	-0.01	31.38	0.00	c.a.p.
504.7	86676	-1168685	27.22	44.03	3.55	-0.00	31.42	0.00	c.a.p.
540.0	86671	-1168615	27.34	43.73	3.57	-0.00	31.43	0.00	c.a.p.

TENSIONI DI 3° FASE S.L.E. Frequente (SEZ MISTA) (cm, daN, daNcm, daN/cm²))

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
10.0									
45.3									
80.7									
116.0	87541	-1199557	7.28	95.53	1.95	-0.38	29.72	9.52	c.a.p.
151.3	87414	-1197830	10.61	86.77	2.50	-0.32	29.97	12.22	c.a.p.
186.7	87299	-1196253	13.64	78.78	3.01	-0.26	30.19	14.69	c.a.p.
222.0	87195	-1194826	16.39	71.56	3.47	-0.21	30.39	16.92	c.a.p.
257.3	87102	-1193550	18.85	65.10	3.88	-0.16	30.58	18.92	c.a.p.
292.7	87020	-1192423	21.02	59.40	4.24	-0.13	30.74	20.68	c.a.p.
328.0	86857	-1171124	23.53	51.61	4.44	-0.09	30.64	21.22	c.a.p.
363.3	86800	-1170358	25.07	47.65	4.70	-0.06	30.78	22.45	c.a.p.
398.7	86754	-1169730	26.34	44.41	4.91	-0.04	30.90	23.46	c.a.p.
434.0	86718	-1169243	27.32	41.91	5.07	-0.02	30.99	24.25	c.a.p.
469.3	86692	-1168894	28.01	40.12	5.19	-0.01	31.05	24.81	c.a.p.
504.7	86676	-1168685	28.42	39.07	5.26	-0.00	31.09	25.15	c.a.p.
540.0	86671	-1168615	28.55	38.74	5.28	-0.00	31.10	25.26	c.a.p.

TENSIONI DI 3° FASE S.L.E. Rara (SEZ MISTA) (cm, daN, daNcm, daN/cm²))

X	Nprec	Mprec	6sup/6f	6inf/6f	6sol	6't	6'c	incr6trf	
10.0									
45.3									
80.7									
116.0	87541	-1199557	9.05	88.02	4.48	-0.63	29.42	47.60	c.a.p.
151.3	87414	-1197830	12.88	77.14	5.75	-0.53	29.47	61.11	c.a.p.
186.7	87299	-1196253	16.38	67.20	6.91	-0.44	29.52	73.45	c.a.p.
222.0	87195	-1194826	19.54	58.22	7.97	-0.35	29.56	84.61	c.a.p.
257.3	87102	-1193550	22.37	50.18	8.91	-0.28	29.60	94.60	c.a.p.
292.7	87020	-1192423	24.86	43.10	9.74	-0.21	29.63	103.42	c.a.p.
328.0	86857	-1171124	27.59	34.86	10.19	-0.15	29.56	106.09	c.a.p.
363.3	86800	-1170358	29.38	29.93	10.79	-0.11	29.62	112.26	c.a.p.
398.7	86754	-1169730	30.83	25.90	11.27	-0.07	29.67	117.31	c.a.p.
434.0	86718	-1169243	31.96	22.77	11.65	-0.04	29.70	121.24	c.a.p.
469.3	86692	-1168894	32.76	20.54	11.92	-0.02	29.72	124.05	c.a.p.
504.7	86676	-1168685	33.24	19.22	12.08	-0.00	29.74	125.73	c.a.p.
540.0	86671	-1168615	33.39	18.81	12.14	-0.00	29.74	126.29	c.a.p.

**Armatura lenta ausiliaria**

X	ARM SUP (FASE 0)			ARM INF (FASE 3)			ARM SUP (FASE 3)			6sup	Traz	Afn	Afp
	6sup	Traz	Afn	Afp	6inf	Traz	Afn	Afp					
10.0	0.00	*****	*****			0.00	*****	*****	*****				
45.3	0.00	*****	*****			0.00	*****	*****	*****	c.a.p.p.			
80.7	0.00	*****	*****			0.00	*****	*****	*****	c.a.p.p.			
116.0	4.73	*****	*****			88.02	*****	*****	*****	9.05	*****	*****	
151.3	7.68	*****	*****			77.14	*****	*****	*****	12.88	*****	*****	

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

186.7	10.38	*****	*****	67.20	*****	*****	16.38	*****	*****
222.0	12.81	*****	*****	58.22	*****	*****	19.54	*****	*****
257.3	14.99	*****	*****	50.18	*****	*****	22.37	*****	*****
292.7	16.92	*****	*****	43.10	*****	*****	24.86	*****	*****
328.0	19.48	*****	*****	34.86	*****	*****	27.59	*****	*****
363.3	20.86	*****	*****	29.93	*****	*****	29.38	*****	*****
398.7	21.99	*****	*****	25.90	*****	*****	30.83	*****	*****
434.0	22.86	*****	*****	22.77	*****	*****	31.96	*****	*****
469.3	23.49	*****	*****	20.54	*****	*****	32.76	*****	*****
504.7	23.87	*****	*****	19.22	*****	*****	33.24	*****	*****
540.0	23.99	*****	*****	18.81	*****	*****	33.39	*****	*****

**Verifiche a fessurazione**

FESSURAZIONE S.L.E. Quasi permanente (cm, daNcm)

X	Mfess1	M 1° fase	Eta1/Amp	Mfess2	M 2° fase	Eta2/Amp	
10.0	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
45.3	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
80.7	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
116.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
151.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
186.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
222.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
257.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
292.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
328.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
363.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
398.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
434.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
469.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
504.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
540.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	

FESSURAZIONE S.L.E. Frequente (cm, daNcm)

X	Mfess1	M 1° fase	Eta1/Amp	Mfess2	M 2° fase	Eta2/Amp	
10.0	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
45.3	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
80.7	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
116.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
151.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
186.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
222.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
257.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
292.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
328.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
363.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
398.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
434.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
469.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
504.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
540.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	

FESSURAZIONE S.L.E. Rara (cm, daNcm)

X	Mfess1	M 1° fase	Eta1/Amp	Mfess2	M 2° fase	Eta2/Amp	
10.0	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
45.3	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
80.7	amp fess	c.a.p.p.	-0.000		amp fess	c.a.p.p.	-0.000
116.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
151.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
186.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
222.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
257.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
292.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
328.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
363.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
398.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
434.0		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
469.3		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	
504.7		amp fess	no decompr		amp fess	no decompr	

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

540.0                      amp fess   no decomp                      amp fess   no decomp

**Verifiche a rottura**

VERIFICHE DI 1° FASE (SEZIONE ISOLATA) (cm, daN, daNcm)

X	epsc	epsf	hint	F	Mrott	Eta
10.0						
45.3						
80.7						
116.0	0.0006	0.0100	25.45	110619	2814724	6.54
151.3	0.0006	0.0100	25.45	110607	2814576	5.14
186.7	0.0006	0.0100	25.45	110596	2814439	4.31
222.0	0.0006	0.0100	25.45	110586	2814316	3.75
257.3	0.0006	0.0100	25.45	110577	2814208	3.37
292.7	0.0006	0.0100	25.45	110569	2814110	3.09
328.0	0.0006	0.0100	27.16	125395	3406118	3.48
363.3	0.0006	0.0100	27.16	125390	3406053	3.30
398.7	0.0006	0.0100	27.16	125385	3406000	3.16
434.0	0.0006	0.0100	27.16	125382	3405959	3.06
469.3	0.0006	0.0100	27.16	125380	3405930	2.99
504.7	0.0006	0.0100	27.17	125379	3405912	2.95
540.0	0.0006	0.0100	27.17	125378	3405906	2.94

VERIFICHE DI 2° FASE (SEZIONE MISTA) (cm, daN, daNcm)

X	epsc	epsf	hint	F	Mrott	Eta
10.0						
45.3						
80.7						
116.0	0.0006	0.0100	29.87	113433	3388250	4.50
151.3	0.0006	0.0100	29.87	113426	3388083	3.53
186.7	0.0006	0.0100	29.87	113420	3387930	2.94
222.0	0.0006	0.0100	29.87	113414	3387793	2.56
257.3	0.0006	0.0100	29.87	113409	3387670	2.29
292.7	0.0006	0.0100	29.87	113405	3387562	2.10
328.0	0.0006	0.0100	31.51	128833	4058926	2.35
363.3	0.0006	0.0100	31.51	128830	4058852	2.22
398.7	0.0006	0.0100	31.51	128827	4058791	2.12
434.0	0.0006	0.0100	31.51	128825	4058742	2.06
469.3	0.0006	0.0100	31.51	128824	4058710	2.01
504.7	0.0006	0.0100	31.51	128823	4058689	1.99
540.0	0.0006	0.0100	31.51	128823	4058682	1.98

VERIFICHE DI 2° FASE (SLU sisma verticale) (SEZIONE MISTA) (cm, daN, daNcm)

X	epsc	epsf	hint	F	Mrott	Eta
10.0						
45.3						
80.7						
116.0	0.0006	0.0100	29.87	113435	3388323	7.47
151.3	0.0006	0.0100	29.87	113428	3388178	5.86
186.7	0.0006	0.0100	29.87	113422	3388044	4.90
222.0	0.0006	0.0100	29.87	113417	3387924	4.27
257.3	0.0006	0.0100	29.87	113412	3387817	3.83
292.7	0.0006	0.0100	29.87	113408	3387721	3.51
328.0	0.0006	0.0100	31.51	128836	4059087	3.92
363.3	0.0006	0.0100	31.51	128833	4059022	3.71
398.7	0.0006	0.0100	31.51	128831	4058968	3.55
434.0	0.0006	0.0100	31.51	128829	4058927	3.44
469.3	0.0006	0.0100	31.51	128828	4058898	3.36
504.7	0.0006	0.0100	31.51	128827	4058880	3.32
540.0	0.0006	0.0100	31.51	128827	4058874	3.31

**Determinazione delle deformazioni (cm, cm)**

DEFORMAZIONE S.L.E. Quasi permanente (cm, cm)

X	w0	w0'	w1	w0'+1	w2	w0'+1+2	w3	wtot
10.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
45.3	-0.086	-0.127	0.003	-0.125	0.026	-0.099	0.000	-0.099

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

80.7	-0.174	-0.257	0.005	-0.252	0.051	-0.201	0.000	-0.201
116.0	-0.261	-0.388	0.008	-0.380	0.076	-0.304	0.000	-0.304
151.3	-0.339	-0.503	0.010	-0.493	0.100	-0.393	0.000	-0.393
186.7	-0.407	-0.601	0.012	-0.589	0.122	-0.467	0.000	-0.467
222.0	-0.466	-0.684	0.013	-0.671	0.144	-0.527	0.000	-0.527
257.3	-0.516	-0.754	0.015	-0.739	0.163	-0.576	0.000	-0.576
292.7	-0.559	-0.811	0.016	-0.795	0.180	-0.615	0.000	-0.615
328.0	-0.594	-0.857	0.017	-0.841	0.196	-0.645	0.000	-0.645
363.3	-0.622	-0.894	0.017	-0.877	0.209	-0.668	0.000	-0.668
398.7	-0.645	-0.924	0.018	-0.906	0.220	-0.686	0.000	-0.686
434.0	-0.663	-0.946	0.018	-0.928	0.229	-0.699	0.000	-0.699
469.3	-0.675	-0.961	0.018	-0.943	0.235	-0.708	0.000	-0.708
504.7	-0.682	-0.970	0.018	-0.952	0.239	-0.713	0.000	-0.713
540.0	-0.685	-0.973	0.017	-0.956	0.241	-0.715	0.000	-0.715

Le deformazioni di fase 0', 1, 2 e 3 sono moltiplicate per il coefficiente di viscosità

Le deformazioni di fase 0 sono calcolate con la precompressione iniziale

DEFORMAZIONE S.L.E. Frequente (cm, cm)

X	w0	w0'	w1	w0'+1	w2	w0'+1+2	w3	wtot
10.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
45.3	-0.086	-0.127	0.003	-0.125	0.026	-0.099	0.012	-0.086
80.7	-0.174	-0.257	0.005	-0.252	0.051	-0.201	0.025	-0.176
116.0	-0.261	-0.388	0.008	-0.380	0.076	-0.304	0.036	-0.267
151.3	-0.339	-0.503	0.010	-0.493	0.100	-0.393	0.048	-0.345
186.7	-0.407	-0.601	0.012	-0.589	0.122	-0.467	0.059	-0.408
222.0	-0.466	-0.684	0.013	-0.671	0.144	-0.527	0.069	-0.459
257.3	-0.516	-0.754	0.015	-0.739	0.163	-0.576	0.078	-0.498
292.7	-0.559	-0.811	0.016	-0.795	0.180	-0.615	0.087	-0.528
328.0	-0.594	-0.857	0.017	-0.841	0.196	-0.645	0.094	-0.551
363.3	-0.622	-0.894	0.017	-0.877	0.209	-0.668	0.100	-0.567
398.7	-0.645	-0.924	0.018	-0.906	0.220	-0.686	0.106	-0.580
434.0	-0.663	-0.946	0.018	-0.928	0.229	-0.699	0.110	-0.589
469.3	-0.675	-0.961	0.018	-0.943	0.235	-0.708	0.113	-0.595
504.7	-0.682	-0.970	0.018	-0.952	0.239	-0.713	0.115	-0.598
540.0	-0.685	-0.973	0.017	-0.956	0.241	-0.715	0.115	-0.600

Le deformazioni di fase 0', 1, 2 e 3 sono moltiplicate per il coefficiente di viscosità

Le deformazioni di fase 0 sono calcolate con la precompressione iniziale

DEFORMAZIONE S.L.E. Rara (cm, cm)

X	w0	w0'	w1	w0'+1	w2	w0'+1+2	w3	wtot
10.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
45.3	-0.086	-0.127	0.003	-0.125	0.026	-0.099	0.027	-0.072
80.7	-0.174	-0.257	0.005	-0.252	0.051	-0.201	0.053	-0.147
116.0	-0.261	-0.388	0.008	-0.380	0.076	-0.304	0.079	-0.224
151.3	-0.339	-0.503	0.010	-0.493	0.100	-0.393	0.104	-0.289
186.7	-0.407	-0.601	0.012	-0.589	0.122	-0.467	0.128	-0.339
222.0	-0.466	-0.684	0.013	-0.671	0.144	-0.527	0.150	-0.378
257.3	-0.516	-0.754	0.015	-0.739	0.163	-0.576	0.170	-0.406
292.7	-0.559	-0.811	0.016	-0.795	0.180	-0.615	0.188	-0.426
328.0	-0.594	-0.857	0.017	-0.841	0.196	-0.645	0.205	-0.440
363.3	-0.622	-0.894	0.017	-0.877	0.209	-0.668	0.218	-0.450
398.7	-0.645	-0.924	0.018	-0.906	0.220	-0.686	0.230	-0.456
434.0	-0.663	-0.946	0.018	-0.928	0.229	-0.699	0.239	-0.460
469.3	-0.675	-0.961	0.018	-0.943	0.235	-0.708	0.246	-0.462
504.7	-0.682	-0.970	0.018	-0.952	0.239	-0.713	0.250	-0.463
540.0	-0.685	-0.973	0.017	-0.956	0.241	-0.715	0.251	-0.464

Le deformazioni di fase 0', 1 e 2 sono moltiplicate per il coefficiente di viscosità

Le deformazioni di fase 0 sono calcolate con la precompressione iniziale

**Verifiche a taglio**

VERIFICA A TAGLIO AGLI STATI LIMITE ULTIMI (cm, cm<sup>2</sup>, cm, daN, daNcm, cm<sup>2</sup>)

X	Af	Dx	Vsdu	Tsdu	bmin	Af teor	Af long	μ	Vs/Vr+Ts/Tr	Vsdu1
10.0	2.01	20.0	8087	0	36.0	1.09	0.00	1.84		7856
45.3	2.01	20.0	7430	0	36.0					7856
80.7	2.01	20.0	6772	0	36.0					7856
116.0	2.01	20.0	6151	0	36.0					33134
151.3	1.13	20.0	5637	0	36.0					33121

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

186.7	1.13	20.0	5122	0	36.0	33110
222.0	1.13	20.0	4608	0	36.0	33099
257.3	1.13	20.0	4094	0	36.0	33090
292.7	1.13	20.0	3580	0	36.0	33081
328.0	1.13	20.0	3066	0	36.0	33065
363.3	1.13	20.0	2552	0	36.0	33059
398.7	1.13	20.0	2038	0	36.0	33055
434.0	1.13	20.0	1524	0	36.0	33051
469.3	1.13	20.0	1010	0	36.0	33048
504.7	1.13	20.0	496	0	36.0	33047
540.0	1.13	20.0	-18	0	36.0	33046

Af testata= 2.07 cm<sup>2</sup> (come da normativa Af=Vmax/fywd)  
 Area int 1° fase= 0 cm<sup>2</sup> - Spessore anulare 1° fase= 0.0 cm  
 Area int 2° fase= 0 cm<sup>2</sup> - Spessore anulare 2° fase= 0.0 cm  
 Carichi appesi= 0.00 daN/cm

VERIFICA A SCORRIMENTO TRAVE SOLETTA (cm, cm<sup>2</sup>, cm, daN, cm<sup>3</sup>, daN/cm<sup>2</sup>)

X	Af	Dx	Vsdu	fattTA	tau	6f
10.0	1.01	20.0	3379	11773	0.29	
45.3	1.01	20.0	3154	11773	0.27	
80.7	1.01	20.0	2928	11773	0.25	
116.0	1.01	20.0	2703	11959	0.23	
151.3	1.01	20.0	2478	11959	0.21	
186.7	1.01	20.0	2252	11959	0.19	
222.0	1.01	20.0	2027	11959	0.17	
257.3	1.01	20.0	1802	11959	0.15	
292.7	1.01	20.0	1577	11959	0.13	
328.0	1.01	20.0	1352	12222	0.11	
363.3	1.01	20.0	1126	12222	0.09	
398.7	1.01	20.0	901	12222	0.07	
434.0	1.01	20.0	676	12222	0.06	
469.3	1.01	20.0	450	12222	0.04	
504.7	1.01	20.0	225	12222	0.02	
540.0	1.01	20.0	0	12222	0.00	

## 15. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE VASCHE V8-V9

### 15.1. RISPOSTA MODALE

#### Risposta modale

**Modo:** identificativo del modo di vibrare.

**Periodo:** periodo. [s]

**Massa X:** massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

**Massa Y:** massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

**Massa Z:** massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

**Massa rot. X:** massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

**Massa rot. Y:** massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

**Massa rot. Z:** massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

**Massa sX:** massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

**Massa sY:** massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

#### Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.950814

Traslazione Y: 0.938427

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.973687

Rotazione Y: 0.942836

Rotazione Z: 0.737824

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.049853172	0.00001092	0.80690641	0	0.960870521	0.00001817	0.433561204	0.00001092	0.80690641
2	0.045690715	0.80430682	0.00000398	0	0.00000352	0.909622026	0.172174446	0.80430682	0.00000398
3	0.030798426	0.003591798	0.000014532	0	0.000015737	0.0112797	0.000389173	0.003591798	0.000014532
4	0.026086357	0.000028651	0.013287759	0	0.00891083	0.00006315	0.026013154	0.000028651	0.013287759
5	0.022900808	0.010817539	0.000477327	0	0.000059773	0.00013411	0.000214061	0.010817539	0.000477327
6	0.018851119	0.0001822	0.024764684	0	0.00294487	0.000138176	0.000455666	0.0001822	0.024764684
7	0.014989854	0.049296973	0.00000183	0	0.00000003	0.018979936	0.009373273	0.049296973	0.00000183
8	0.008359357	0.068118408	0.015627233	0	0.000132175	0.002638403	0.00021103	0.068118408	0.015627233
9	0.008288775	0.014470453	0.07734821	0	0.000752671	0.000056496	0.095621651	0.014470453	0.07734821

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Masse di piano**

*Quota: quota, livello o falda, a cui compete la massa risultante.*

*Massa X: massa per la componente di spostamento lungo l'asse X. [kN/(m<sup>2</sup>)]*

*Massa Y: massa per la componente di spostamento lungo l'asse Y. [kN/(m<sup>2</sup>)]*

Quota	Massa X	Massa Y	Quota	Massa X	Massa Y
Quota Vasca	1895.74	1895.74	Altre quote	266.514	266.514

**15.2. VERIFICA DELLE PARETI**

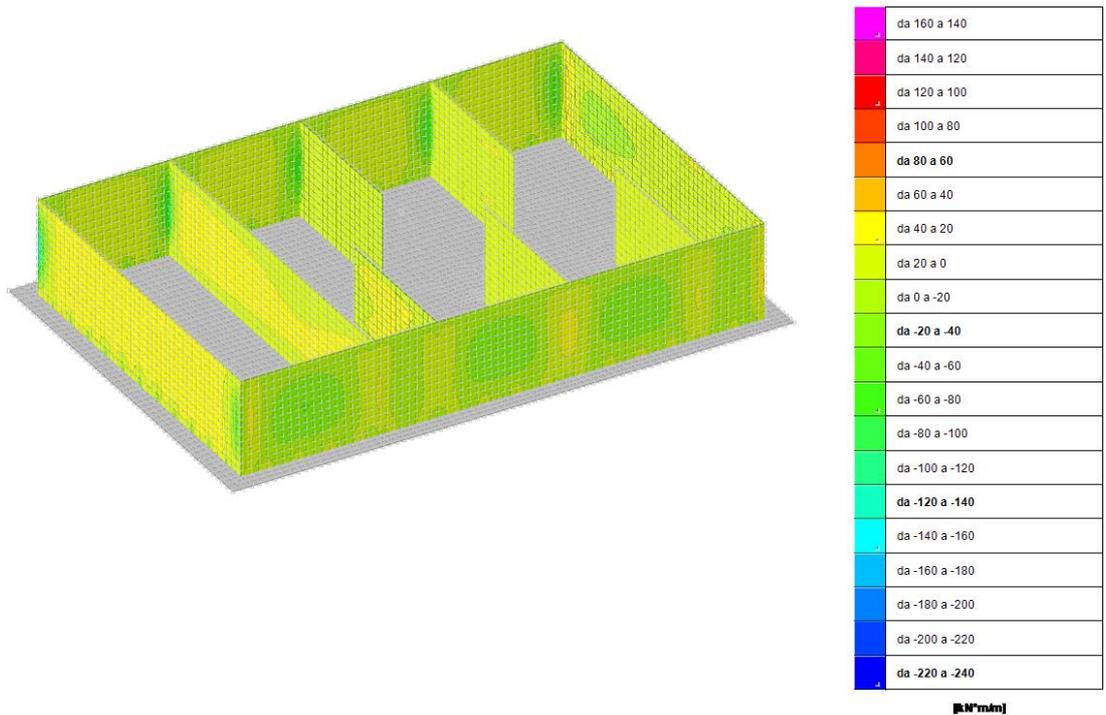


Figura 15.1 – Involuppo Momenti Moo SLU – SLV KNm

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

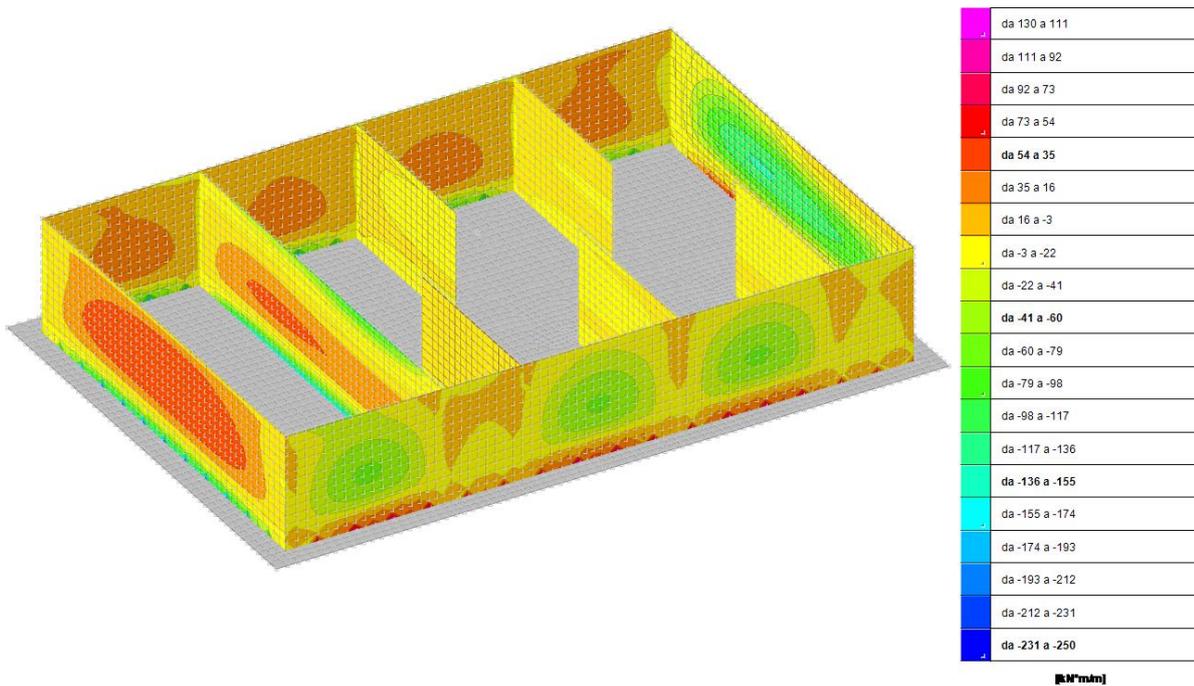


Figura 15.2 – Involuppo Momenti Mzz SLU – SLV KNm

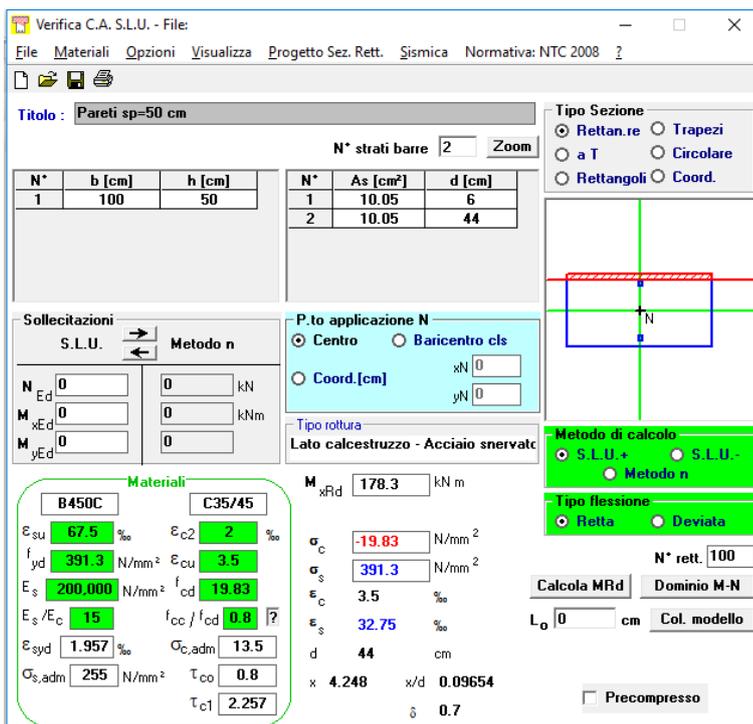


Figura 15.3 – Momento resistente con armatura minima nelle pareti

Le pareti sono armate con maglia d16/20x20 sia verticali che orizzontali con aggiuntivi alla base e pertanto rispettano i minimi richiesti.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**15.3. VERIFICA DELLA SOLETTA DI COPERTURA**

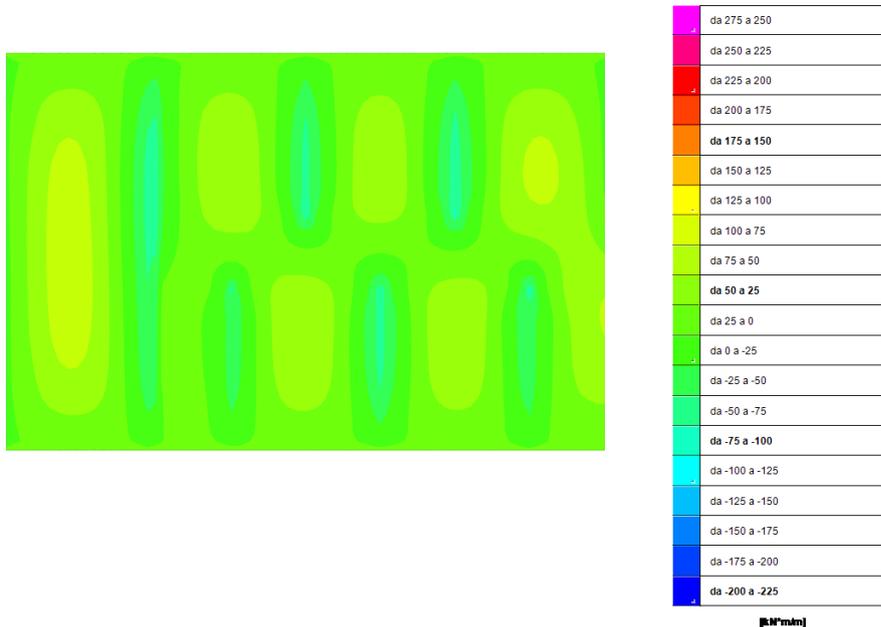


Figura 15.4 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm

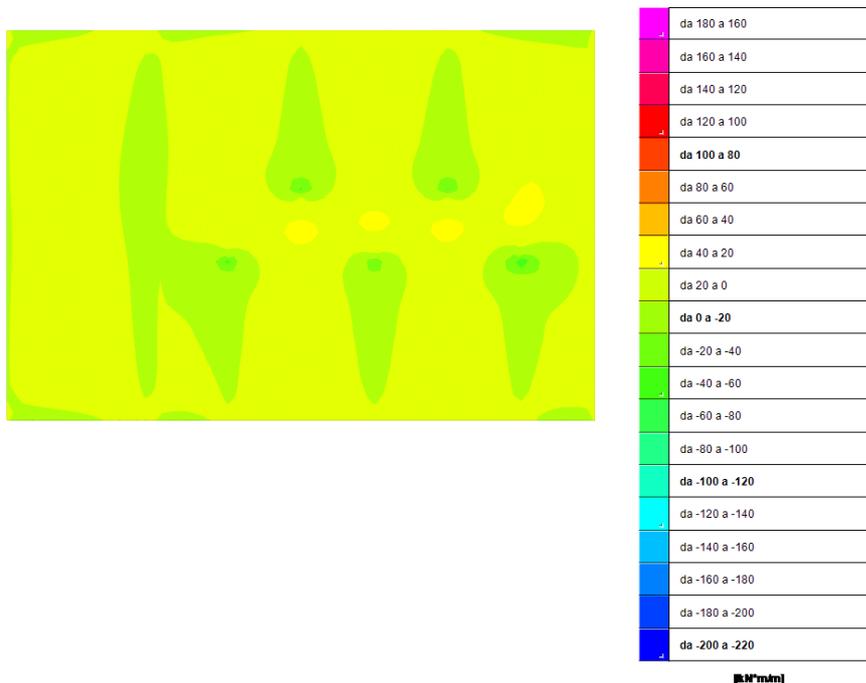


Figura 15.5 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

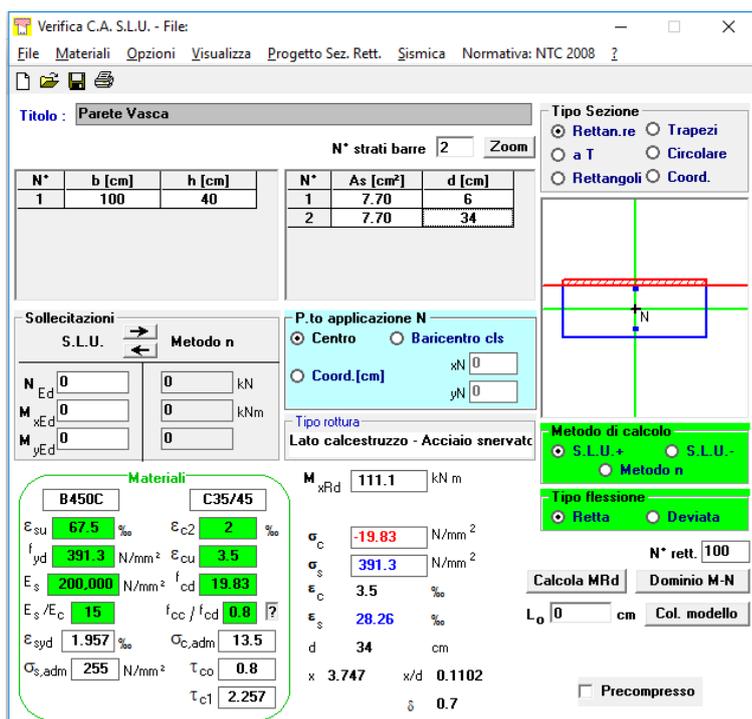


Figura 15.6 – Momento resistente con armatura minima

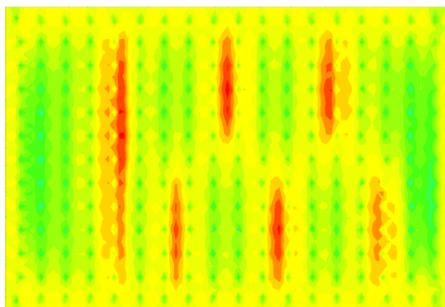
L'armatura base prevista per la soletta di copertura è una maglia d14/20x20 superiore ed inferiore pertanto i minimi richiesti di armatura per la verifica sono rispettati.

#### 15.4. VERIFICA FONDAZIONI

Le fondazioni è una platea su pali dello spessore medio di 60 cm. Si riportano di seguito sia le sollecitazioni che la verifica.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

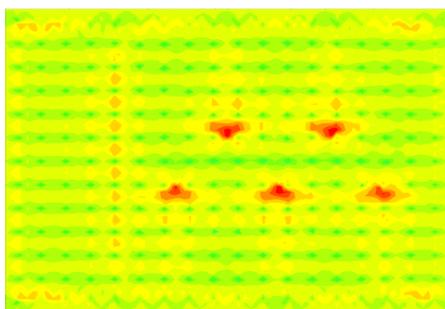
**15.4.1. Verifica della platea di fondazione**



da 140 a 120
da 120 a 100
da 100 a 80
da 80 a 60
<b>da 60 a 40</b>
da 40 a 20
da 20 a 0
da 0 a -20
da -20 a -40
<b>da -40 a -60</b>
da -60 a -80
da -80 a -100
da -100 a -120
da -120 a -140
<b>da -140 a -160</b>
da -160 a -180
da -180 a -200
da -200 a -220
da -220 a -240
da -240 a -260

[KNm/m]

Figura 15.7 – Inviluppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm



da 150 a 133
da 133 a 116
da 116 a 99
da 99 a 82
<b>da 82 a 65</b>
da 65 a 48
da 48 a 31
da 31 a 14
da 14 a -3
<b>da -3 a -20</b>
da -20 a -37
da -37 a -54
da -54 a -71
da -71 a -88
<b>da -88 a -105</b>
da -105 a -122
da -122 a -139
da -139 a -156
da -156 a -173
da -173 a -190

[KNm/m]

Figura 15.8 – Inviluppo Momenti Myy SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays various input and output parameters for a structural calculation. The 'Materiali' section is highlighted in green, showing properties for B450C and C35/45. The 'Sollecitazioni' section shows applied loads (N<sub>Ed</sub>, M<sub>xEd</sub>, M<sub>yEd</sub>) and their corresponding design values (kN, kNm). The 'P.to applicazione N' section shows the point of application of the normal force (Centro or Baricentro cls). The 'Tipo rottura' section shows the failure mode (Lato calcestruzzo - Acciaio snervato). The 'Metodo di calcolo' section shows the calculation method (S.L.U. + or S.L.U. -). The 'Tipo flessione' section shows the type of bending (Retta or Deviata). The 'Calcola MRd' and 'Dominio M-N' buttons are visible. The 'Precompresso' checkbox is unchecked.

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	10,05	6
			2	10,05	54

Materiali	B450C	C35/45
$\epsilon_{su}$	67,5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰
$f_{yd}$	391,3 N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ 3,5 ‰
$E_s$	200.000 N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd} / f_{cd}$ 0,8
$E_s / E_c$	15	
$\epsilon_{syd}$	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 13,5
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ 0,8
		$\tau_{c1}$ 2,257

Calcoli	Valori
M <sub>xRd</sub>	217,6 kN m
$\sigma_c$	-19,83 N/mm <sup>2</sup>
$\sigma_s$	391,3 N/mm <sup>2</sup>
$\epsilon_c$	3,5 ‰
$\epsilon_s$	41,02 ‰
d	54 cm
x	4,246
x/d	0,07862
$\delta$	0,7

Figura 15.9 – Momento resistente con armatura minima

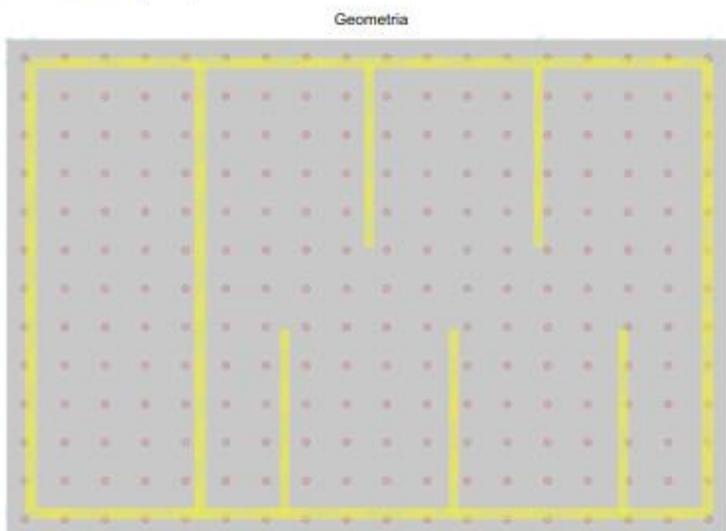
L'armatura base prevista per la platea è una maglia d16/20x20 superiore ed inferiore pertanto i minimi richiesti di armatura per la verifica sono rispettati. Nei punti con carico maggiore viene inserita un'armatura aggiuntiva maglia d 16/20x20 sia superiore che inferiore se necessaria.

Si riporta anche la verifica del programma di calcolo.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Platea a "Fondazione"**

Verifiche condotte secondo D.M. 17-01-18 (N.T.C.)



**Caratteristiche dei materiali**

Acciaio: B450C Fyk 45  
 Calcestruzzo: C35/45 Rck 4.5

**Sistema di riferimento e direzioni di armatura**

Le coordinate citate nel seguito sono espresse in un sistema di riferimento cartesiano con origine in (-120; -120; -10), direzione dell'asse X = (1; 0; 0), direzione dell'asse Y = (0; 1; 0).  
 Le direzioni X/Y di armatura e le sezioni X/Y di verifica sono individuate dagli assi del sistema di riferimento.

**Verifiche nei nodi**

**Verifiche SLU flessione nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
3114	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLU 4	21076.14	0	21334.45	0	1.0122	SL
3379	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLU 4	21067.55	0	21334.45	0	1.0127	SL
4223	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLU 3	19408.07	0	19760.20	0	1.0101	SL
5284	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLU 4	20836.77	0	21334.45	0	1.0118	SL
5678	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLU 3	20485.53	0	21254.08	0	1.0375	SL

**Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	oc	otim	Es/Ec	Verifica
5678	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLE QP 1	14445.54	0	-0.25	1.681	15	SL
5374	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLE QP 1	14335.03	0	-0.248	1.681	15	SL
5391	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLE QP 1	14016.31	0	-0.243	1.681	15	SL
5397	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLE QP 1	15940.39	0	-0.242	1.681	15	SL
5441	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLE QP 1	15950.83	0	-0.242	1.681	15	SL

**Verifiche SLE tensione acciaio nei nodi**

Nodo	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	of	otim	Es/Ec	Verifica
5678	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLE RA 2	16999.77	0	3.071	36	15	SL
5374	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLE RA 2	16871.26	0	3.049	36	15	SL
5441	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLE RA 2	14505.77	0	2.982	36	15	SL
5397	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLE RA 2	14494.41	0	2.98	36	15	SL
5397	V	100	60	10.05	6.3	11.18	6.3	SLE RA 2	14453.51	0	2.970	36	15	SL

**Verifiche SLE fessurazione nei nodi**

La piastra non presenta nodi con apertura delle fessure.

**Significato dei simboli utilizzati:**

Le unità di misura elencate sono in [cm, kN, deg] ove non espressamente specificato.

- Nodo:** indice del nodo di verifica.
- Dir.:** direzione della sezione di verifica.
- B:** base della sezione rettangolare di verifica. [cm]
- H:** altezza della sezione rettangolare di verifica. [cm]
- A. sup.:** area barre armatura superiori. [cm<sup>2</sup>]
- C. sup.:** distanza media delle barre superiori dal bordo superiore della sezione. [cm]
- A. inf.:** area barre armatura inferiori. [cm<sup>2</sup>]
- C. inf.:** distanza media delle barre inferiori dal bordo inferiore della sezione. [cm]
- Comb.:** combinazione di verifica.
- M:** momento flettente. [kN\*cm]
- N:** sforzo normale. [kN]
- Mu:** momento flettente ultimo. [kN\*cm]
- Nu:** sforzo normale ultimo. [kN]
- c.s.:** coefficiente di sicurezza.
- Verifica:** stato di verifica.
- oc:** tensione nel calcestruzzo. [kN/cm<sup>2</sup>]
- otim:** tensione limite. [kN/cm<sup>2</sup>]
- Es/Ec:** coefficiente di omogenizzazione.
- of:** tensione nell'acciaio d'armatura. [kN/cm<sup>2</sup>]

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**16. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE VASCHE V2n-V4d**

**16.1. RISPOSTA MODALE**

**Risposta modale**

*Modo: identificativo del modo di vibrare.*

*Periodo: periodo. [s]*

*Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.*

*Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.*

*Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.*

*Massa rot. X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.*

*Massa rot. Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.*

*Massa rot. Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.*

*Massa sX: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.*

*Massa sY: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.*

**Totale masse partecipanti:**

Traslazione X: 0.864188

Traslazione Y: 0.902608

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.992212

Rotazione Y: 0.942432

Rotazione Z: 0.702609

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.301646455	0.000094133	0.146034449	0	0.061496327	0.00006291	0.230965507	0.000094133	0.146034449
2	0.155448628	0.000077031	0.007430031	0	0.002837961	0.00006644	0.02145458	0.000077031	0.007430031
3	0.095600774	0.000209243	0.006453476	0	0.001808057	0.000289981	0.000002649	0.000209243	0.006453476
4	0.076790749	0.013461163	0.002389533	0	0.005095191	0.001311416	0.008372029	0.013461163	0.002389533
5	0.071030111	0.000953247	0.029218921	0	0.12900833	0.000002711	0.006603698	0.000953247	0.029218921
6	0.067237666	0.001928021	0.553416353	0	0.781741821	0.004122553	0.175441415	0.001928021	0.553416353
7	0.059817801	0.119817875	0.00308103	0	0.003534172	0.112916962	0.013026533	0.119817875	0.00308103
8	0.055626953	0.421928545	0.003307967	0	0.002374076	0.658660094	0.070914572	0.421928545	0.003307967
9	0.039559241	0.008408535	0.008362069	0	0.001872656	0.012161235	0.000514904	0.008408535	0.008362069
10	0.034911291	0.087897193	0.001942022	0	0.001015818	0.12412295	0.038088795	0.087897193	0.001942022
11	0.018892749	0.207570662	0.00012079	0	0.001427297	0.027860736	0.069588989	0.207570662	0.00012079
12	0.016190759	0.001842384	0.143624004	0	0.000006645	0.000913879	0.067637744	0.001842384	0.143624004

**Masse di piano**

*Quota: quota, livello o falda, a cui compete la massa risultante.*

*Massa X: massa per la componente di spostamento lungo l'asse X. [kN/(m/s<sup>2</sup>)]*

*Massa Y: massa per la componente di spostamento lungo l'asse Y. [kN/(m/s<sup>2</sup>)]*

Quota	Massa X	Massa Y	Quota	Massa X	Massa Y
Muri esterno	57.622	57.622	Muri Faver	15.958	15.958
Muri interni vasca	7.625	7.625	Soletta Vasca	807.277	807.277
Altre quota	586.685	586.685			

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**16.2. VERIFICA DELLE PARETI**

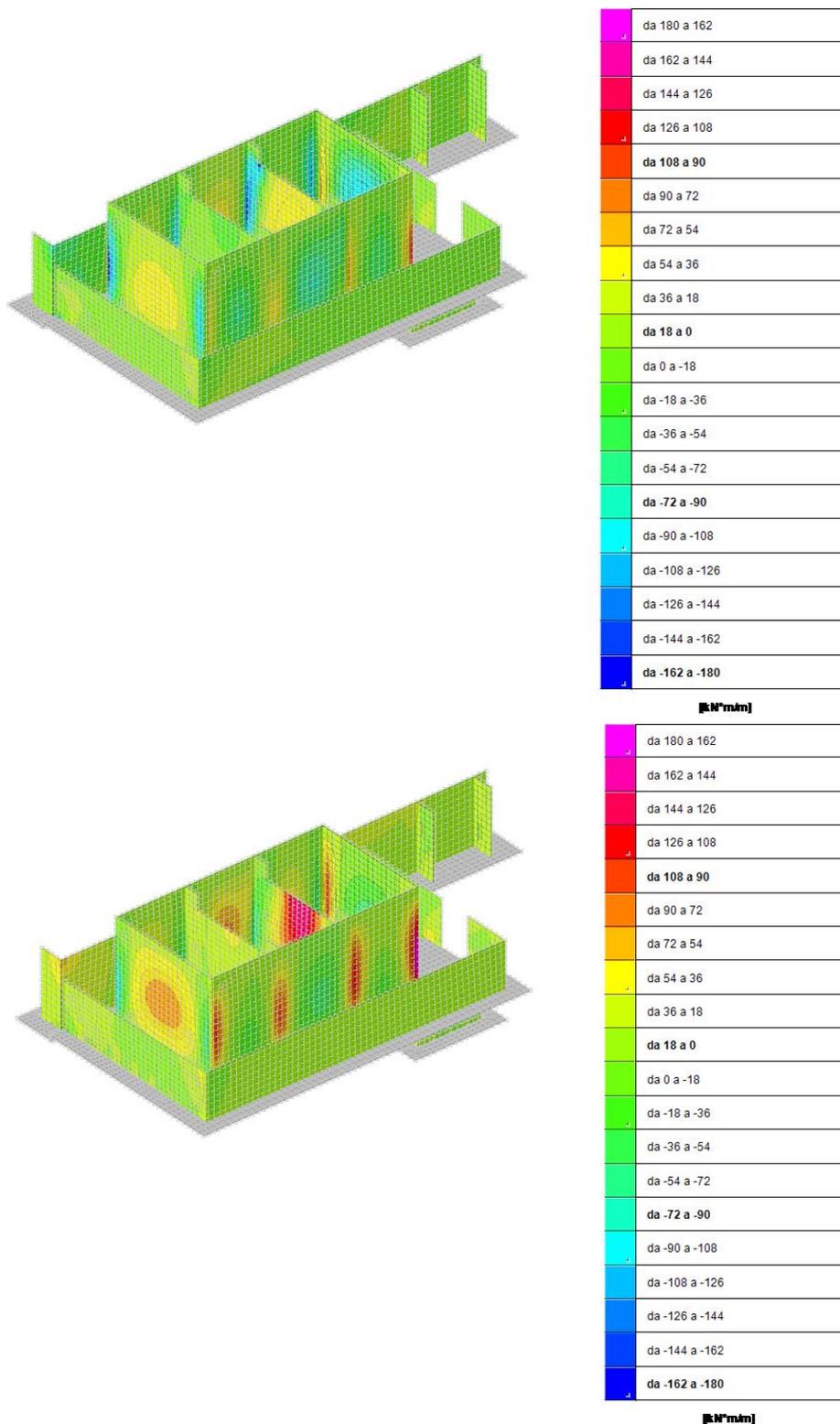


Figura 16.1 – Momenti minimi e massimi Moo SLU – SLV KNm

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

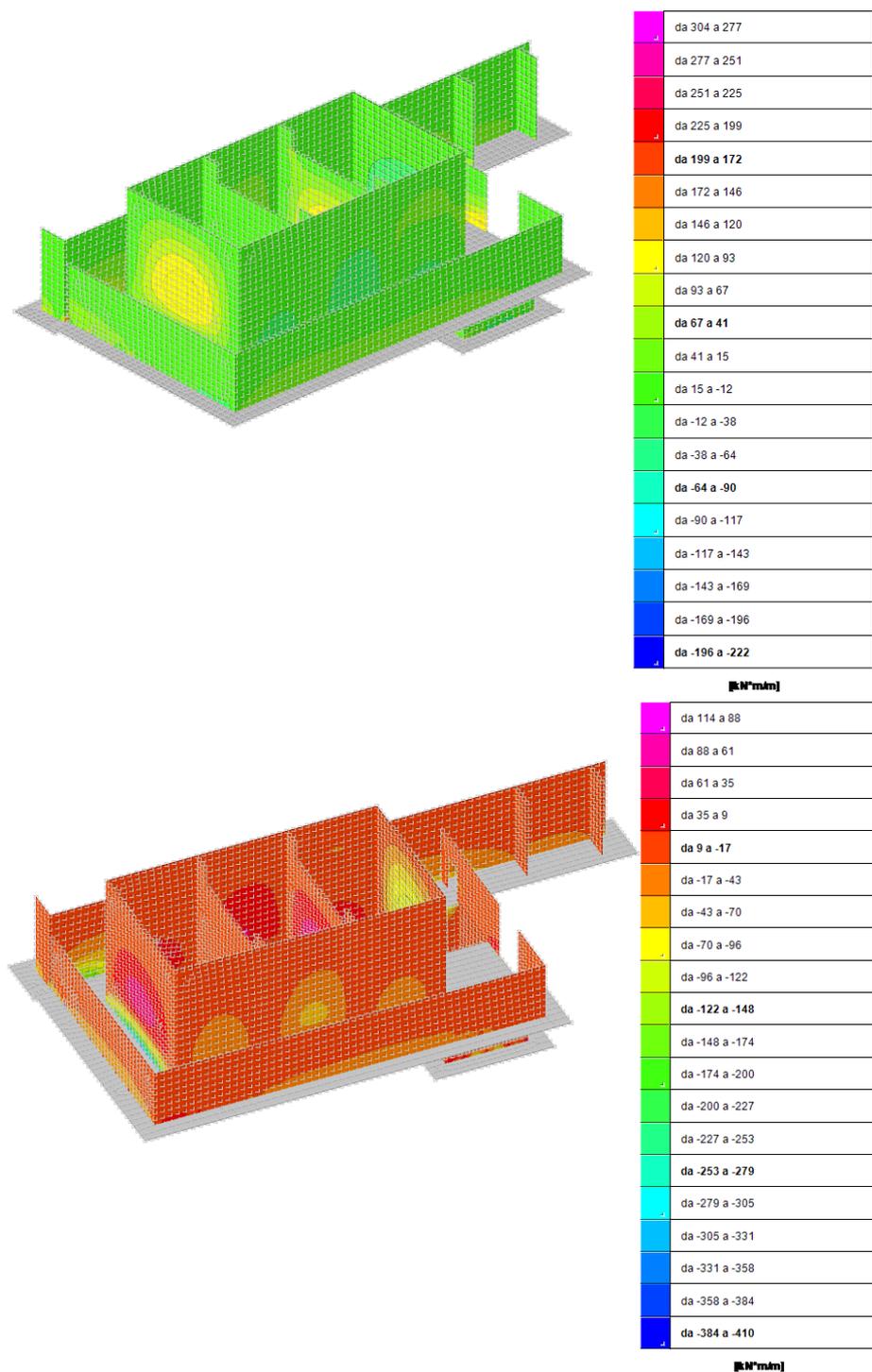


Figura 16.2 – Momenti minimi e massimi Mzz SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

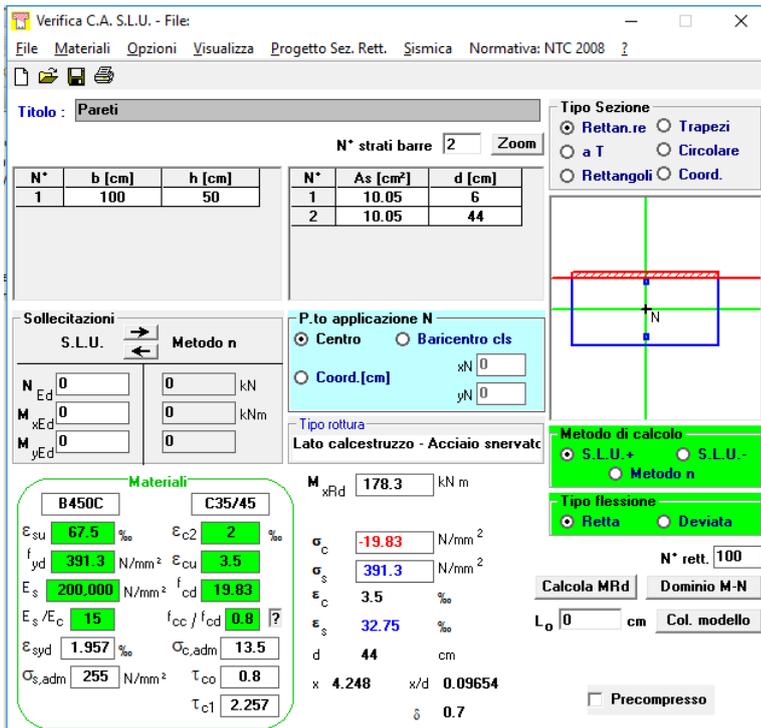


Figura 16.3 – Momento resistente con armatura minima nelle pareti

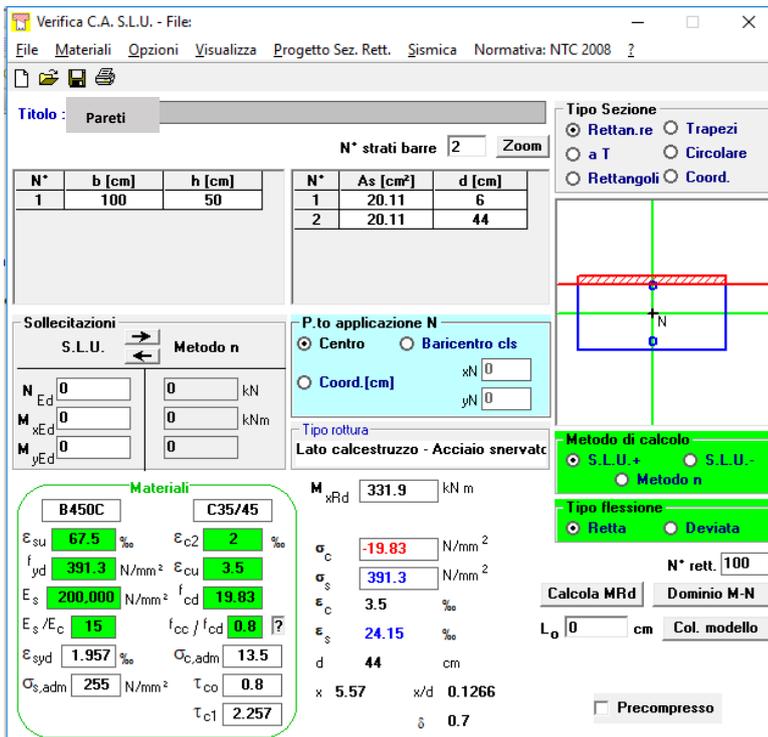


Figura 16.4 – Momento resistente con armatura aggiuntiva nelle pareti

Le pareti sono armate con maglia d16/20x20 sia verticali che orizzontali con aggiuntivi alla base e in corrispondenza degli incroci con i muri e pertanto rispettano i minimi richiesti.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**16.3. VERIFICA FONDAZIONI**

Le fondazioni è una platea su pali dello spessore di 60 cm per la vasca V4d e di 40 cm per la vasca interrata V2n.

Si riportano di seguito le sollecitazioni e la relativa la verifica.

**16.3.1. Verifica della platea di fondazione Vasca V2n**

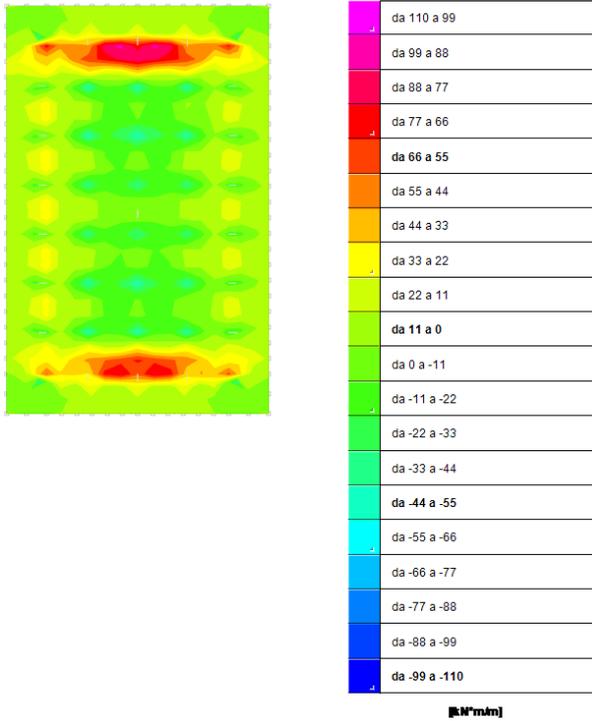


Figura 16.5 – Involuppo Momenti  $M_{xx}$  SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

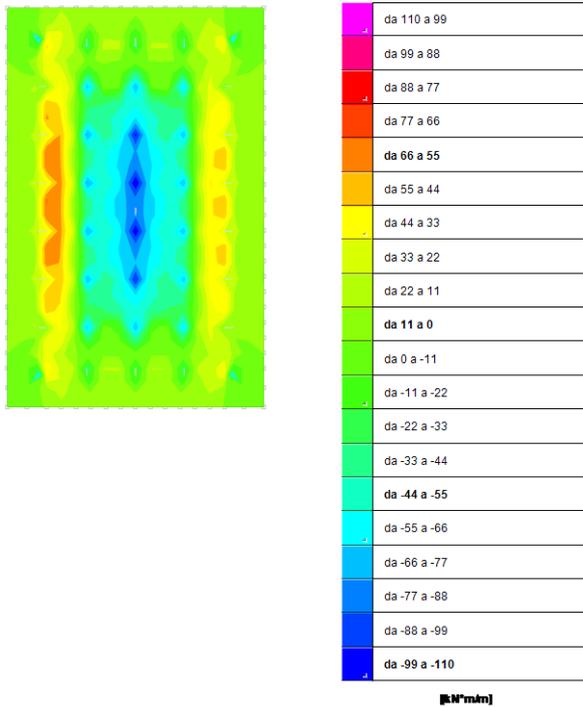


Figura 16.6 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm

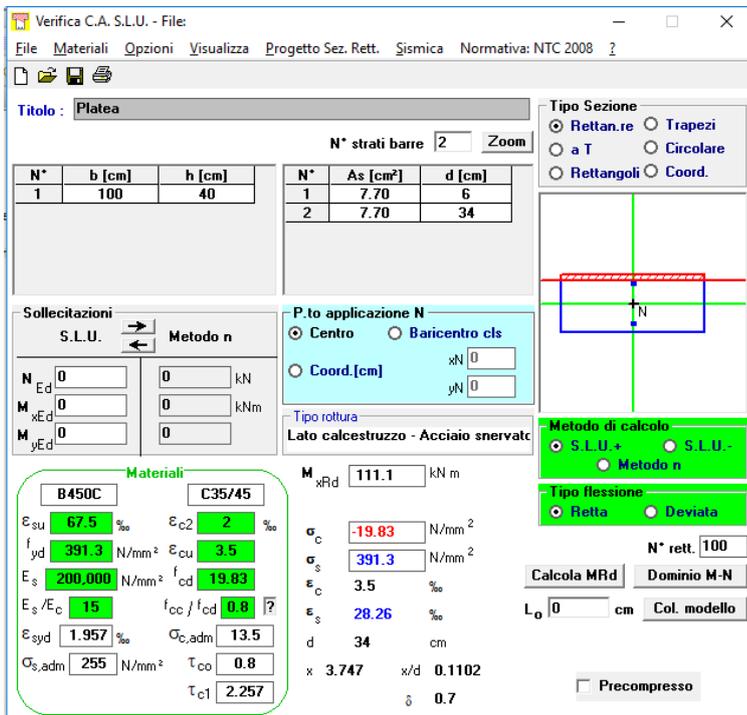


Figura 16.7 – Momento resistente con armatura minima per platea Vasca V2n

L'armatura base prevista per la platea è una maglia d14/20x20 superiore ed inferiore pertanto i minimi richiesti di armatura per la verifica sono rispettati. Nei punti con carico maggiore viene inserita un'armatura aggiuntiva maglia d 14/20x20 sia superiore che inferiore.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**16.3.2. Verifica della platea di fondazione Vasca V4d**

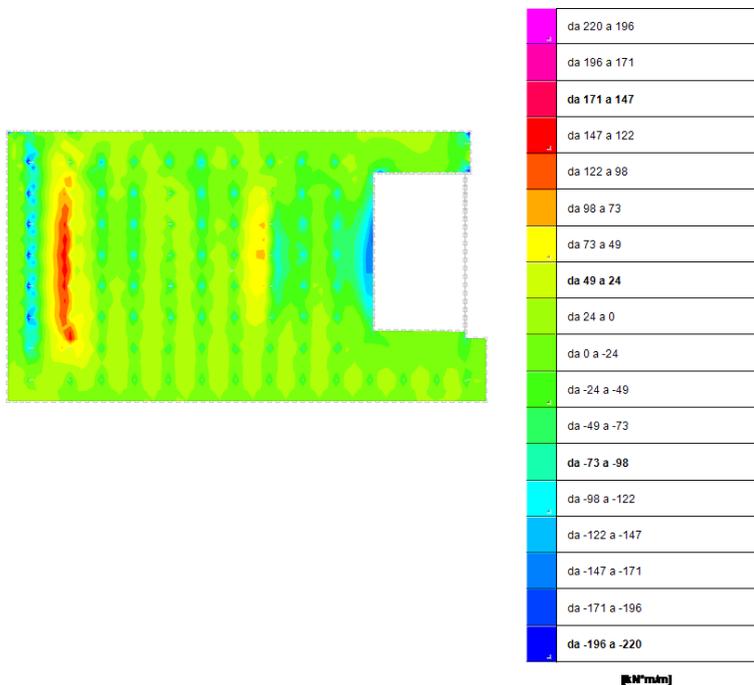


Figura 16.8 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm

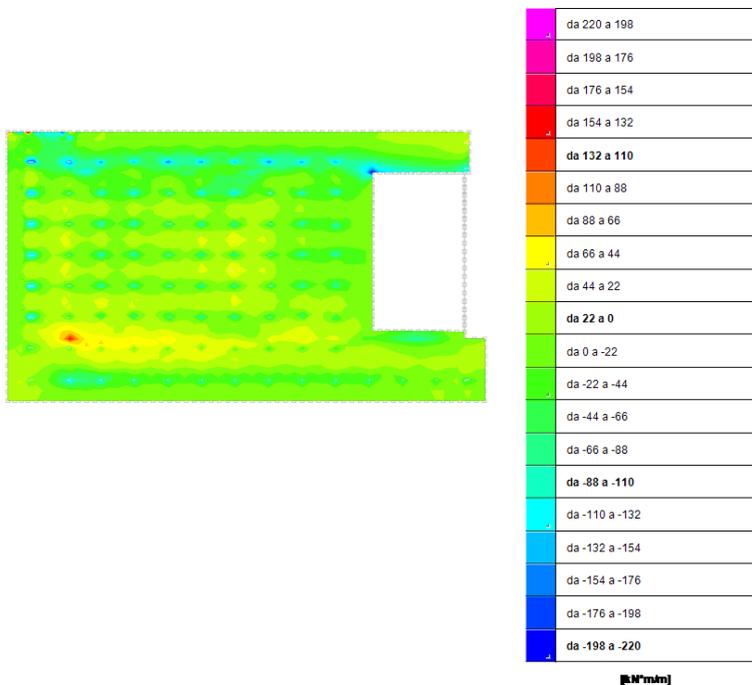


Figura 16.9 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

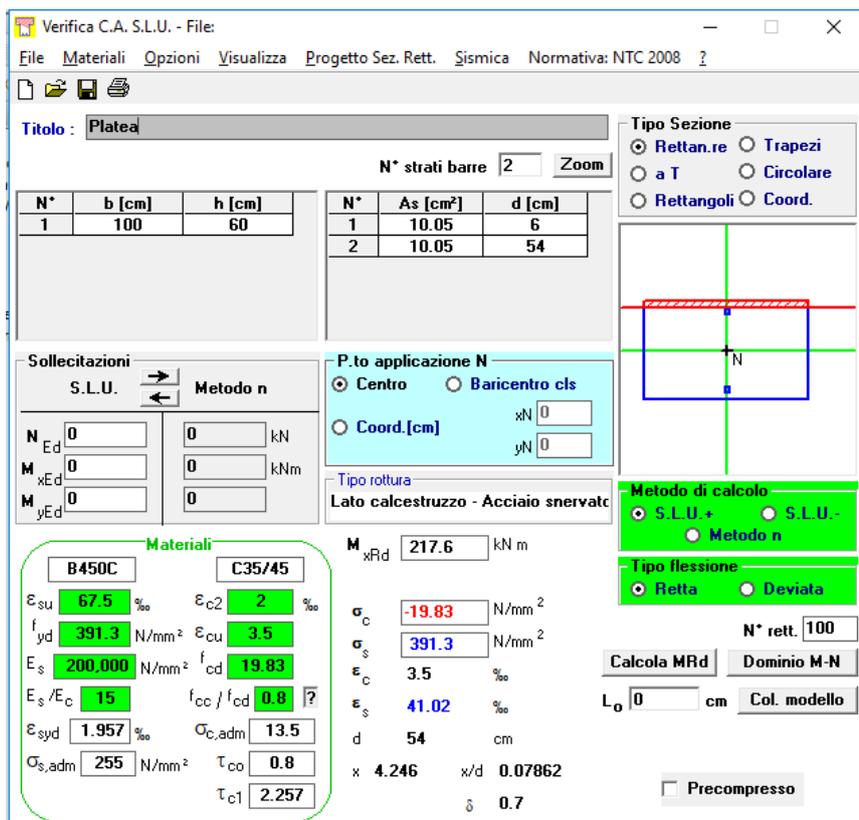


Figura 16.10 – Momento resistente con armatura minima per platea Vasca V4d

L'armatura base prevista per la platea è una maglia d16/20x20 superiore ed inferiore pertanto i minimi richiesti di armatura per la verifica sono rispettati. Nei punti con carico maggiore e cioè in corrispondenza dei muti viene inserita un'armatura aggiuntiva maglia d 16/20x20 sia superiore che inferiore.

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture

17. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE VASCHE V4 a-b-c

17.1. RISPOSTA MODALE

Risposta modale

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot. X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa sX: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

Massa sY: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.988738

Traslazione Y: 0.988719

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.998058

Rotazione Y: 0.982585

Rotazione Z: 0.896201

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.0885105	0.00002538	0.567026608	0	0.861531287	0.00001464	0.392417943	0.00002538	0.567026608
2	0.080678259	0.00007529	0.00002472	0	0.000023342	0.000062397	0.13833058	0.00007529	0.00002472
3	0.071930248	0.00001474	0.01502848	0	0.015474314	0.00000128	0.011353943	0.00001474	0.01502848
4	0.068164679	0.00000304	0.183595456	0	0.10386046	0.00000262	0.12824958	0.00000304	0.183595456
5	0.066473426	0.00000067	0.00002577	0	0.000001964	0.0000116036	0.042560611	0.00000067	0.00002577
6	0.064673772	0.003066063	0.000019543	0	0.000028301	0.000062905	0.000476802	0.003066063	0.000019543
7	0.063081202	0.001879683	0.0000480186	0	0.0000705768	0.000048398	0.000407723	0.001879683	0.0000480186
8	0.062214739	0.00002642	0.015204997	0	0.0000697956	0.00000456	0.010259108	0.00002642	0.015204997
9	0.05914182	0.004936185	0.000025609	0	0.00002148	0.00539677	0.008568666	0.004936185	0.000025609
10	0.054132608	0.00000009	0.004105007	0	0.001306246	0.00000435	0.002941642	0.00000009	0.004105007
11	0.05177163	0.044569464	0.00000000	0	0.00000074	0.048050164	0.000440915	0.044569464	0.00000000
12	0.04970072	0.001492703	0.00000184	0	0.00000028	0.002435958	0.00052943	0.001492703	0.00000184
13	0.047896258	0.00000001	0.00007072	0	0.000019943	0.00000099	0.00002734	0.00000001	0.00007072
14	0.046590587	0.004887037	0.00000098	0	0.00000013	0.00527659	0.000094484	0.004887037	0.00000098
15	0.04516767	0.000887314	0.000138189	0	0.000023441	0.000027698	0.000035706	0.000887314	0.000138189
16	0.04512947	0.000020232	0.001465201	0	0.0000371307	0.000020995	0.001065015	0.000020232	0.001465201
17	0.04509014	0.110140724	0.00000002	0	0.000000193	0.108496708	0.001019165	0.110140724	0.00000002
18	0.04409205	0.243028423	0.00001888	0	0.00001378	0.22486824	0.003190744	0.243028423	0.00001888
19	0.04029961	0.004882515	0.00000294	0	0.000003145	0.001138516	0.000000289	0.004882515	0.00000294
20	0.03966217	0.00001642	0.00032543	0	0.0000039874	0.000000298	0.000028797	0.00001642	0.00032543
21	0.03867368	0.00002787	0.00172119	0	0.000025953	0.000000235	0.002003837	0.00002787	0.00172119
22	0.03721548	0.00404445	0.00001506	0	0.000002433	0.005160097	0.0004047526	0.00404445	0.00001506
23	0.034097373	0.009050095	0.00001388	0	0.000017703	0.016041033	0.000029033	0.009050095	0.00001388
24	0.033135549	0.000286901	0.00002033	0	0.0010747	0.00030176	0.000498053	0.000286901	0.00002033
25	0.031231729	0.000093658	0.017056125	0	0.000503066	0.000140176	0.012270755	0.000093658	0.017056125
26	0.03090077	0.283422009	0.00000388	0	0.000001945	0.541880365	0.004134885	0.283422009	0.00000388
27	0.02776765	0.00020522	0.00009118	0	0.000089507	0.001845209	0.000464222	0.00020522	0.00009118
28	0.026917608	0.002946088	0.000020228	0	0.000059788	0.005190007	0.000141699	0.002946088	0.000020228
29	0.023196897	0.001304098	0.00009519	0	0.000047794	0.00029336	0.004862933	0.001304098	0.00009519
30	0.022463506	0.000594293	0.001823929	0	0.00000153	0.000075991	0.000029622	0.000594293	0.001823929
31	0.018533682	0.000964258	0.016701952	0	0.000026191	0.000231134	0.010468404	0.000964258	0.016701952
32	0.017887947	0.00000781	0.000003502	0	0.00000005	0.01415128	0.003362224	0.00000781	0.000003502
33	0.016457297	0.000279483	0.038475644	0	0.000272138	0.000013965	0.027168711	0.000279483	0.038475644
34	0.01515766	0.003298383	0.001023477	0	0.000001185	0.0000113873	0.001374838	0.003298383	0.001023477
35	0.011962033	0.000020609	0.031270662	0	0.000000553	0	0.022334372	0.000020609	0.031270662
36	0.01071112	0.029836962	0.000075194	0	0.000000365	0.000060161	0.00055125	0.029836962	0.000075194
37	0.008569414	0.000219871	0.051204071	0	0.000000242	0.00000159	0.000219871	0.000219871	0.051204071
38	0.00726302	0.13385569	0.000070732	0	0.000000101	0.000023394	0.00006895	0.13385569	0.000070732
39	0.003896935	0.000036597	0.03784385	0	0.0001224	0.00000122	0.027584757	0.000036597	0.03784385
40	0.003610038	0.042054287	0.000034519	0	0.000000015	0.000041367	0.000463722	0.042054287	0.000034519

Masse di piano

Quota: quota, livello o falda, a cui compete la massa risultante.

Massa X: massa per la componente di spostamento lungo l'asse X. [kN/(m/s²)]

Massa Y: massa per la componente di spostamento lungo l'asse Y. [kN/(m/s²)]

Quota	Massa X	Massa Y	Quota	Massa X	Massa Y
Tetto piano lato fossato	46.056	46.056	Quota Vasca	758.602	758.602
Altre quote	3314.86	3314.86			

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**17.2. VERIFICA DELLE PARETI**

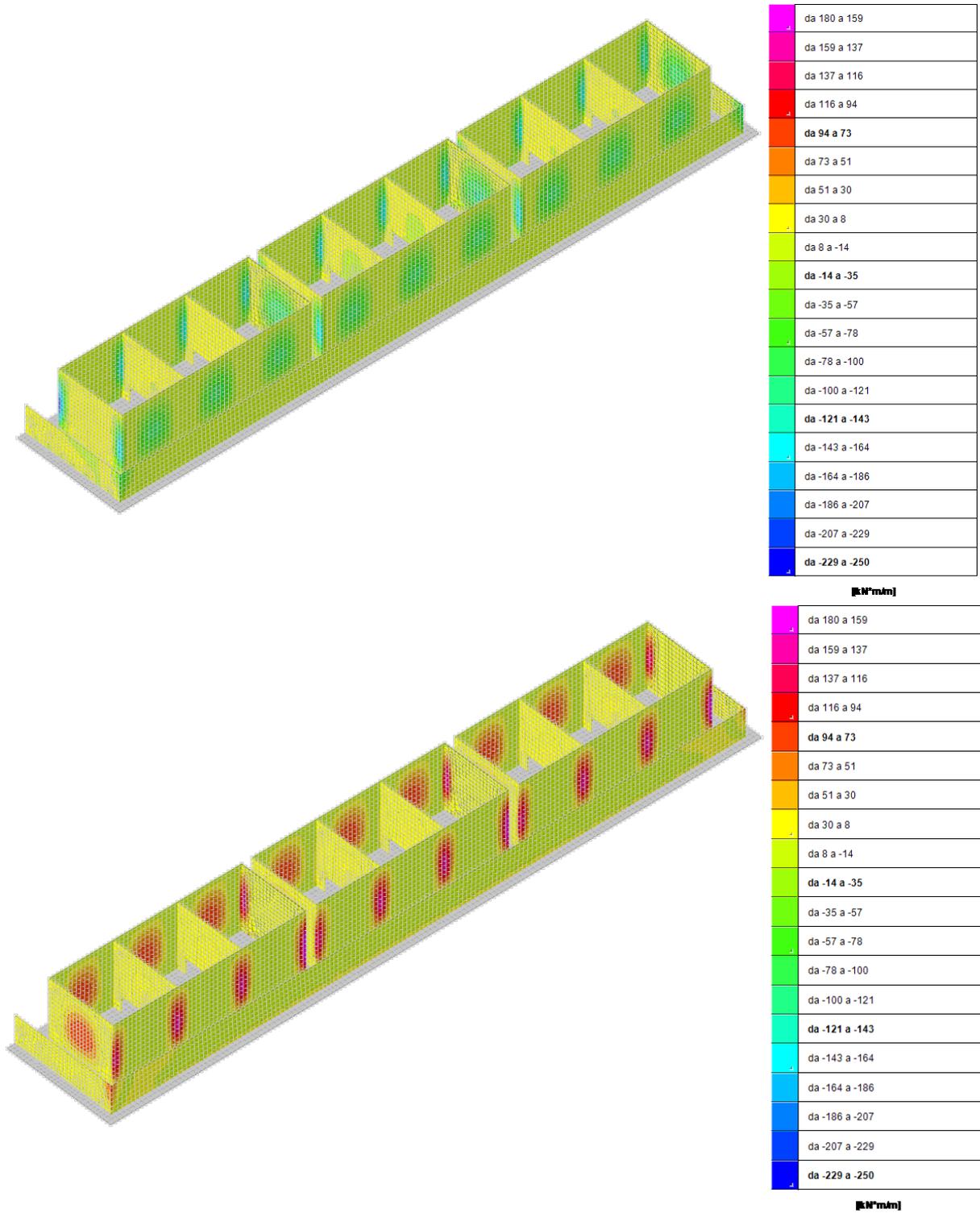


Figura 17.1 –Momenti Moo minimi e massimi SLU – SLV KNm

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

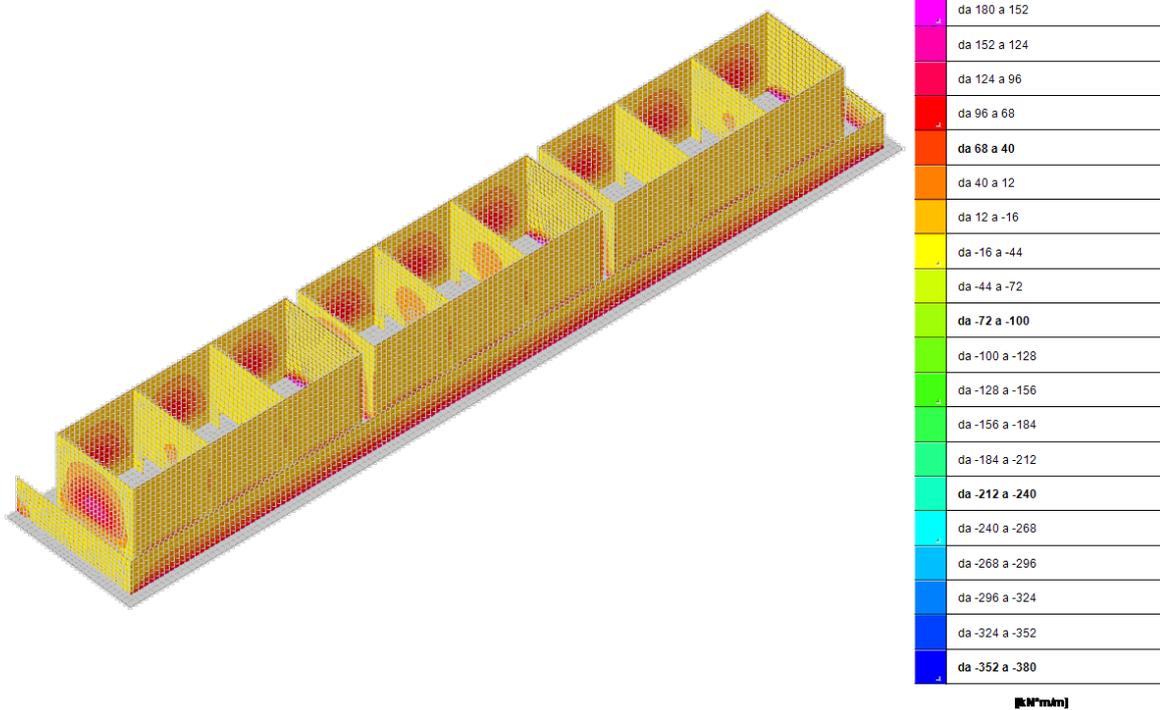
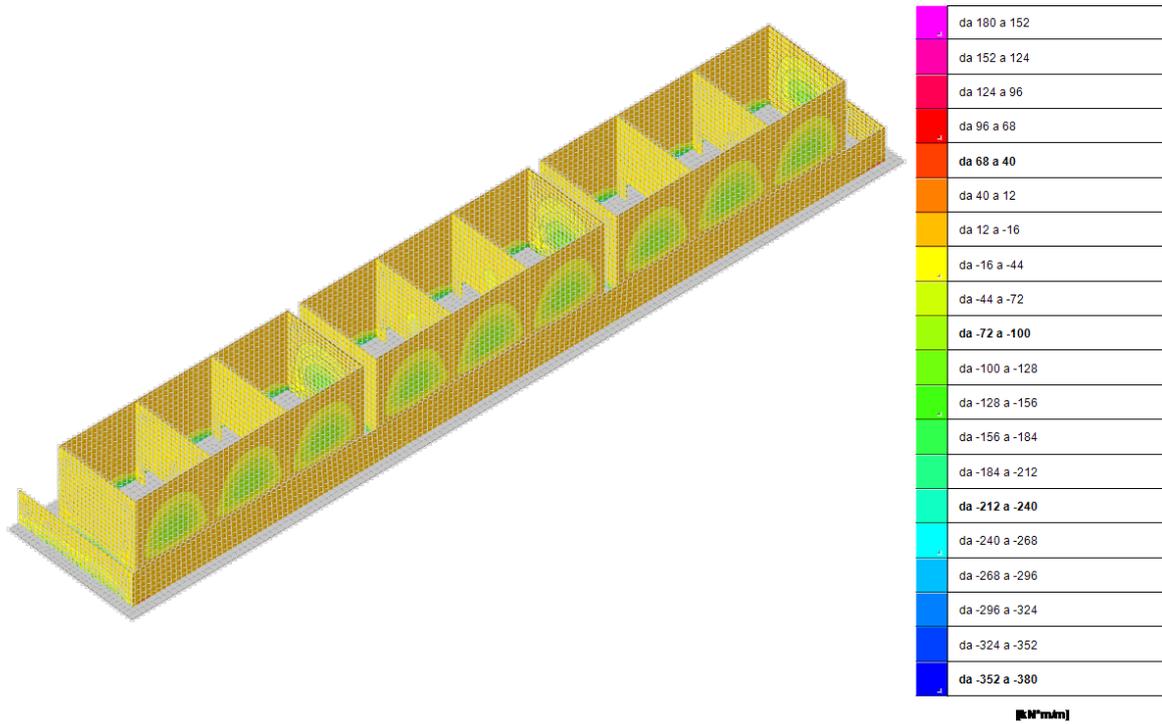


Figura 17.2 – Momenti minimi e massimi  $M_{zz}$  SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

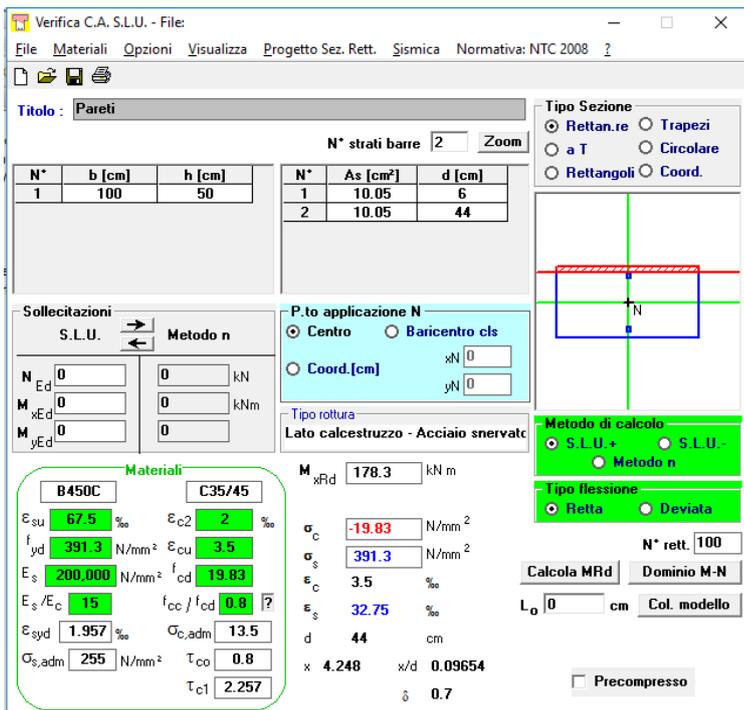


Figura 17.3 – Momento resistente con armatura minima nelle pareti

Le pareti sono armate con maglia d16/20x20 sia verticali che orizzontali con aggiuntivi alla base e in corrispondenza degli incroci con i muri e pertanto rispettano i minimi richiesti.

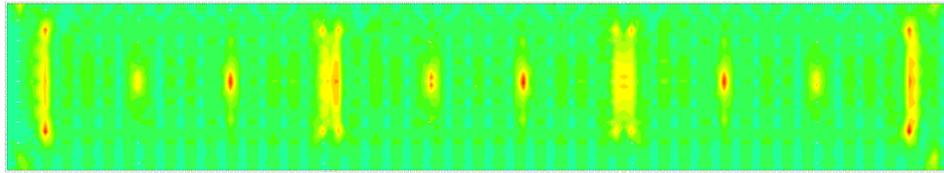
### 17.3. VERIFICA FONDAZIONI

Le fondazioni è una platea su pali dello spessore di 60 cm.  
 Si riportano di seguito le sollecitazioni e la relativa la verifica.

#### 17.3.1. Verifica della platea di fondazione

IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

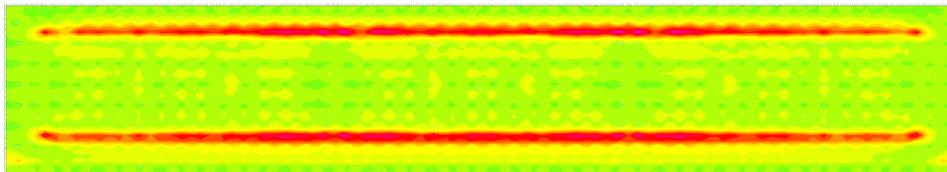
**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**



da 425 a 393
da 393 a 361
da 361 a 329
da 329 a 296
da 296 a 264
da 264 a 232
da 232 a 200
da 200 a 168
da 168 a 136
da 136 a 104
da 104 a 71
da 71 a 39
da 39 a 7
da 7 a -25
da -25 a -57
da -57 a -89
da -89 a -122
da -122 a -154
da -154 a -186
da -186 a -218

[KNm]

Figura 17.4 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm



da 420 a 378
da 378 a 336
da 336 a 294
da 294 a 252
da 252 a 210
da 210 a 168
da 168 a 126
da 126 a 84
da 84 a 42
da 42 a 0
da 0 a -42
da -42 a -84
da -84 a -126
da -126 a -168
da -168 a -210
da -210 a -252
da -252 a -294
da -294 a -336
da -336 a -378
da -378 a -420

[KNm]

Figura 17.5 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

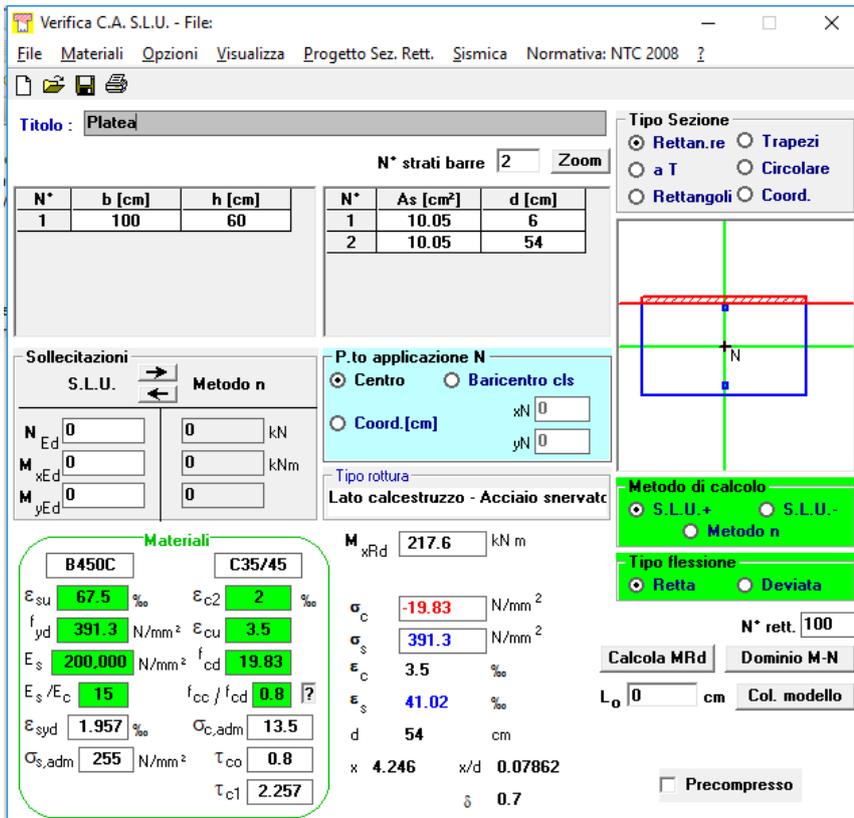


Figura 17.6 – Momento resistente con armatura minima

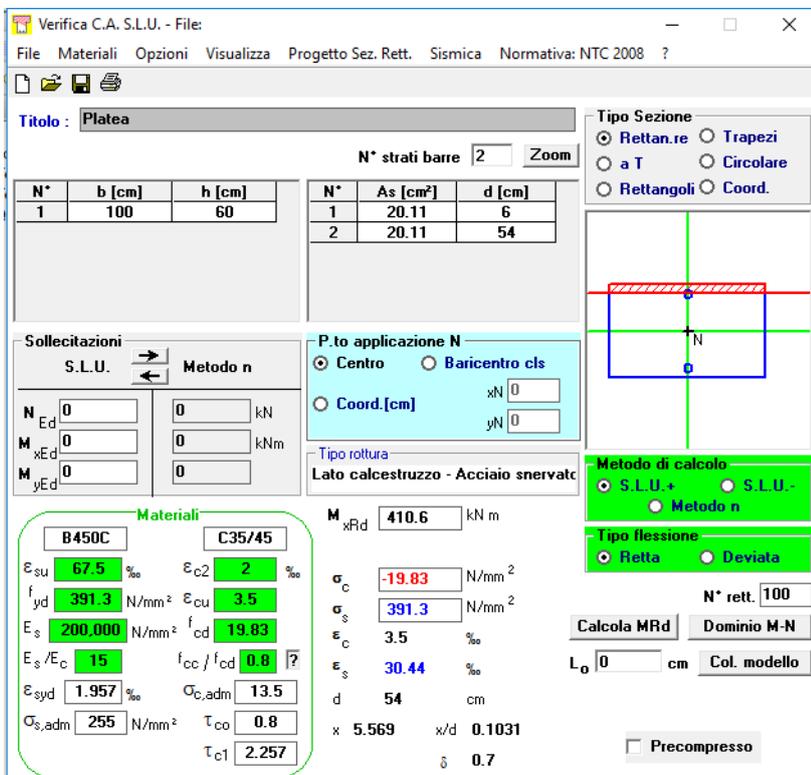


Figura 17.7 – Momento resistente con armatura aggiuntiva

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

L'armatura base prevista per la platea è una maglia d16/20x20 superiore ed inferiore pertanto i minimi richiesti di armatura per la verifica sono rispettati. Nei punti con carico maggiore e cioè in corrispondenza dei muti viene inserita un'armatura aggiuntiva maglia d 16/20x20 sia superiore che inferiore.

**18. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE INTERVENTO 34 - TETTOIA STOCCAGGIO LEGNO**

**18.1. RISPOSTA MODALE**

**Risposta modale**

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot. X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa sX: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

Massa sY: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

**Totale masse partecipanti:**

Tras lazione X: 0.884789

Tras lazione Y: 0.908066

Tras lazione Z: 0

Rotazione X: 0.992571

Rotazione Y: 0.979717

Rotazione Z: 0.827291

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	1.15511048	0.202259233	0.00002576	0	0.0000706	0.511280817	0.164837266	0.202259233	0.00002576
2	0.95453453	0.00002739	0.142852962	0	0.35946193	0.00007064	0.10899329	0.00002739	0.142852962
3	0.937375305	0.00003408	0.00298006	0	0.00077506	0.00009827	0.00865126	0.00003408	0.00298006
4	0.917317788	0.00000678	0.010005309	0	0.225391997	0.00001679	0.001778796	0.00000678	0.010005309
5	0.889698127	0	0.23301993	0	0.058761255	0.00000075	0.001942858	0	0.23301993
6	0.700419807	0.181265535	0.00006007	0	0.000016694	0.4000048	0.103191334	0.181265535	0.00006007
7	0.618261433	0.00005833	0.038146413	0	0.093864624	0.00009938	0.228062964	0.00005833	0.038146413
8	0.618267685	0.00029802	0.032868818	0	0.081344567	0.00066477	0.05816541	0.00029802	0.032868818
9	0.385201172	0.0000873	0.038587589	0	0.087265846	0.0000813	0.42799582	0.0000873	0.038587589
10	0.278469737	0.00005036	0.00008036	0	0.000152176	0.00000335	0.000037825	0.00005036	0.00008036
11	0.27020284	0.00000053	0.000062838	0	0.000174246	0.00000012	0.000048783	0.00000053	0.000062838
12	0.260134533	0.00009356	0.013852172	0	0.027541189	0.00001085	0.020151916	0.00009356	0.013852172
13	0.250257729	0.0000922	0.00030581	0	0.000158168	0.00000241	0.00000695	0.0000922	0.00030581
14	0.237660585	0.00000628	0.000383471	0	0.000299914	0.00000689	0.00220527	0.00000628	0.000383471
15	0.205419616	0.00000065	0.03368335	0	0.005368792	0.00000261	0.000038609	0.00000065	0.03368335
16	0.196265144	0.00009363	0.007631578	0	0.011157077	0.00000003	0.001427972	0.00009363	0.007631578
17	0.174396779	0.00000249	0.111377171	0	0.146068771	0.00000013	0.014474813	0.00000249	0.111377171
18	0.16414804	0.000177043	0.008747575	0	0.012687391	0.000020619	0.014365055	0.000177043	0.008747575
19	0.153287357	0.00002301	0.005211349	0	0.008545239	0.00001963	0.001443491	0.00002301	0.005211349
20	0.138761214	0.000062914	0.007297026	0	0.010494887	0.00000022	0.001537429	0.000062914	0.007297026
21	0.130606663	0.01836575	0.00051083	0	0.00037427	0.002887398	0.00958733	0.01836575	0.00051083
22	0.125949654	0.002494891	0.000390822	0	0.000113641	0.00538581	0.02541183	0.002494891	0.000390822
23	0.116740078	0.009198447	0.004057323	0	0.000898855	0.011089371	0.057621026	0.009198447	0.004057323
24	0.112895332	0.004486	0.074455146	0	0.012265765	0.000833786	0.0627661	0.004486	0.074455146
25	0.102133988	0.018363453	0.00924958	0	0.00119411	0.003570671	0.01117687	0.018363453	0.00924958
26	0.098462103	0.002062167	0.00286659	0	0.003561797	0.000445926	0.00842661	0.002062167	0.00286659
27	0.07652745	0.00003235	0.019494849	0	0.015403411	0.00002022	0.019978849	0.00003235	0.019494849
28	0.059968168	0.05645407	0.00288342	0	0.000030934	0.009130528	0.05262714	0.05645407	0.00288342
29	0.04469658	0.01479992	0.04981253	0	0.00849487	0.002368793	0.039092614	0.01479992	0.04981253
30	0.04307085	0.009547585	0.105083157	0	0.017230226	0.001514028	0.00227661	0.009547585	0.105083157
31	0.024274863	0.00007483	0.001462867	0	0.001985672	0.00000035	0.000293799	0.00007483	0.001462867
32	0.01588835	0.277058383	0.00000614	0	0.000002256	0.30231634	0.153542873	0.277058383	0.00000614
33	0.001564537	0.003177204	0.00596381	0	0.000955697	0.000291786	0.00694185	0.003177204	0.00596381
34	0.0049835	0.004448548	0.001842298	0	0.000574823	0.000512389	0.008013989	0.004448548	0.001842298
35	0.000175167	0.000041266	0.00086026	0	0.000114073	0.00002257	0.000819749	0.000041266	0.00086026
36	0.000159737	0.00004851	0.000052211	0	0.000013626	0.00000522	0.000085578	0.00004851	0.000052211
37	0.000146598	0.000075	0.0000736	0	0.00003092	0.00001673	0.000028733	0.000075	0.0000736
38	0.000138804	0.000005052	0.000120203	0	0.000374162	0.00004632	0.000730305	0.000005052	0.000120203
39	0.000114885	0.000010613	0.000006125	0	0.000270664	0.00001352	0.000005718	0.000010613	0.000006125
40	0.000086579	0.000029433	0.00000287	0	0.00006265	0.00004729	0.00009712	0.000029433	0.00000287

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**Masse di piano**

Quota: quota, livello o falda, a cui compete la massa risultante.

Massa X: massa per la componente di spostamento lungo l'asse X. [kN/(m·s²)]

Massa Y: massa per la componente di spostamento lungo l'asse Y. [kN/(m·s²)]

Quota	Massa X	Massa Y	Quota	Massa X	Massa Y
Testa muro	123.527	123.527	Falda 2	999.866	999.866
Altre quote	2067.482	2067.482			

**18.2. VERIFICA DELLE PARETI**

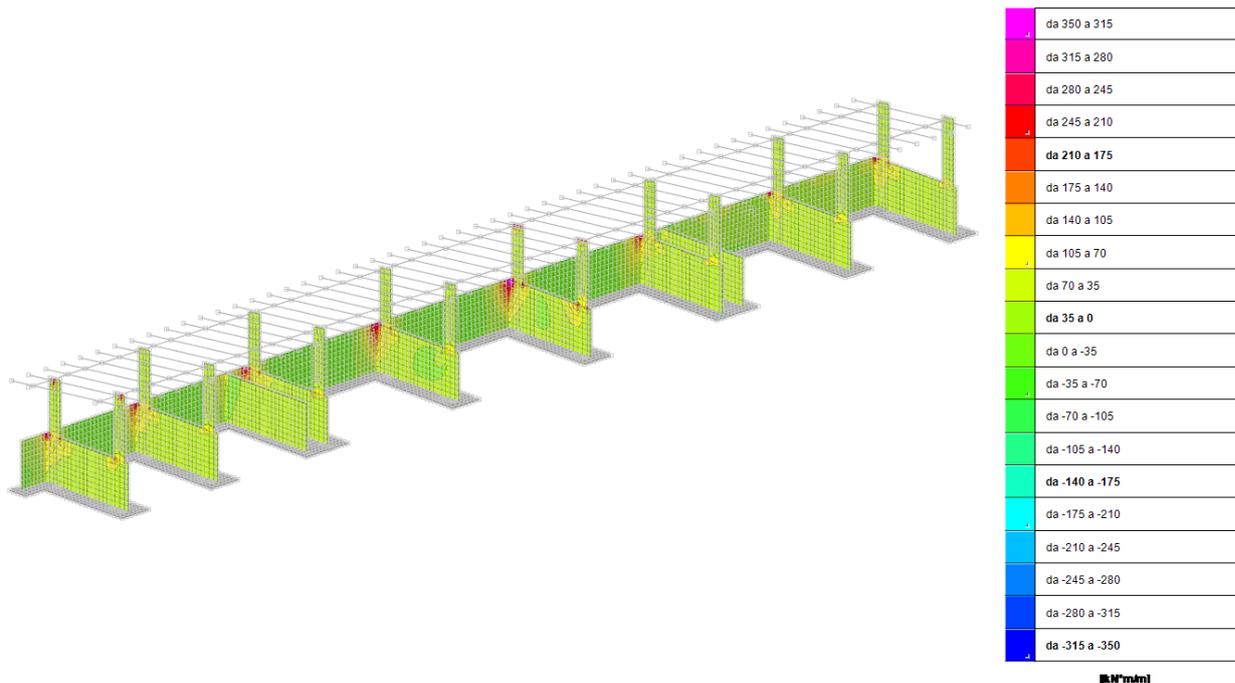
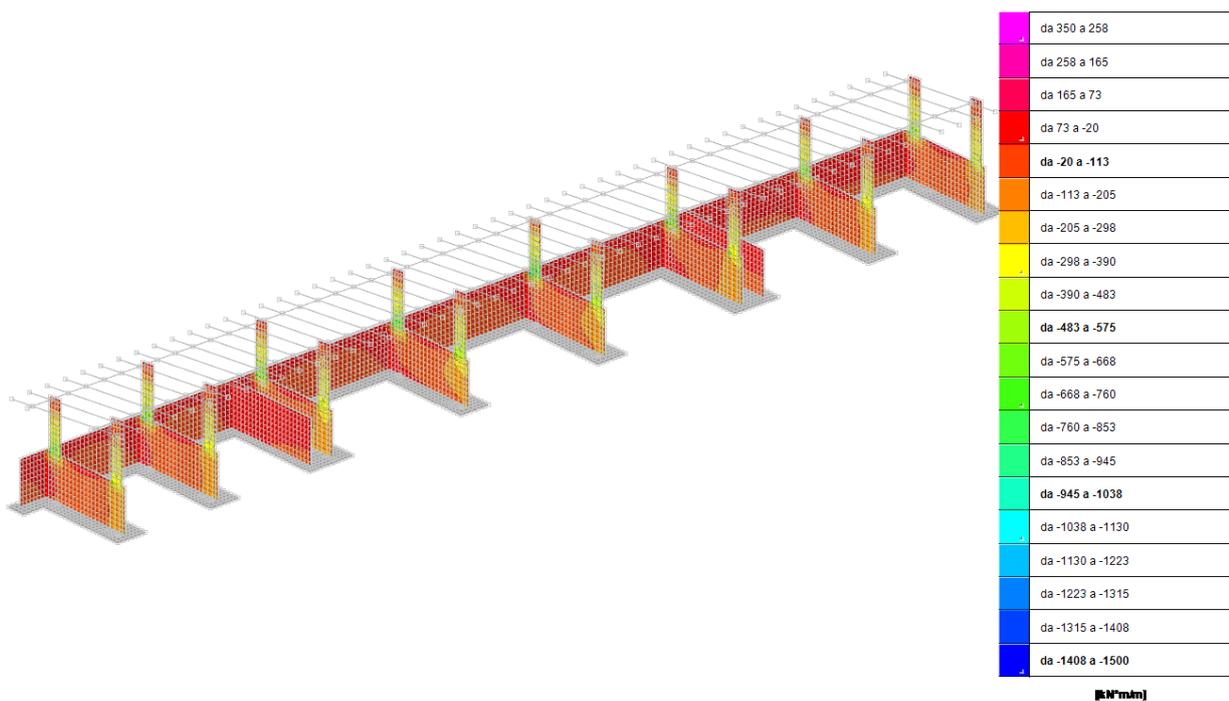


Figura 18.1 – Involuppo Momenti Moo SLU – SLV KNm



IMPIANTO DI SELEZIONE E COMPOSTAGGIO RIFIUTI SOLIDI URBANI E SPECIALI NON PERICOLOSI  
 REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA DEL RIFIUTO ORGANICO DA RACCOLTA DIFFERENZIATA FINALIZZATO  
 ALLA PRODUZIONI DI BIOMETANO IN VIA VALLE n°21 FOSSOLI CARPI (MO)

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

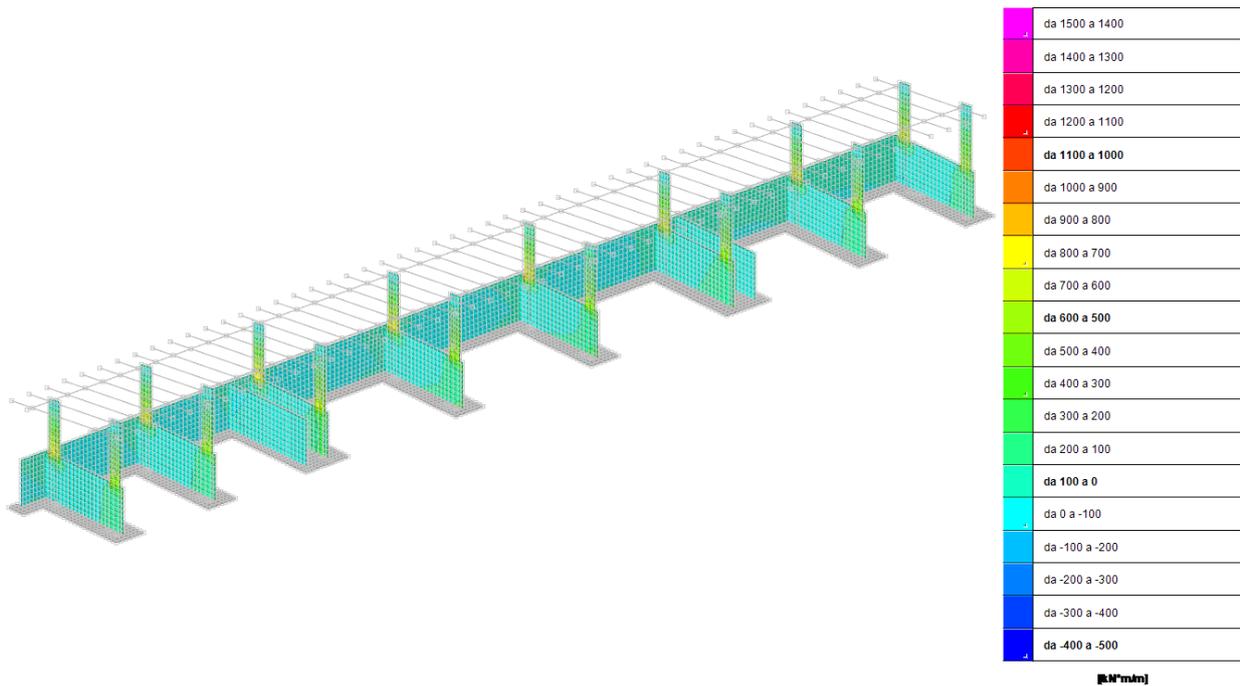


Figura 18.2 – Momenti massimi e minimi  $M_{zz}$  SLU – SLV kNm

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

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

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	14.07	6
			2	14.07	54

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

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

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

Tipo rottura  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

N° rett.   
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C		C35/45	
$\epsilon_{su}$	67.5 ‰	$\epsilon_{c2}$	2 ‰
$f_{yd}$	391.3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$	3.5 ‰
$E_s$	200.000 N/mm²	$f_{cd}$	19.83
$E_s/E_c$	15	$f_{cc}/f_{cd}$	0.8
$\epsilon_{syd}$	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	13.5
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	$\tau_{co}$	0.8
		$\tau_{c1}$	2.257

M  $xR_d$  295.3 kN m

$\sigma_c$  -19.83 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  35.4 ‰  
 d 54 cm  
 $x$  4.858  $x/d$  0.08997  
 $\delta$  0.7

Figura 18.3 – Momento resistente con armatura minima nelle pareti

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

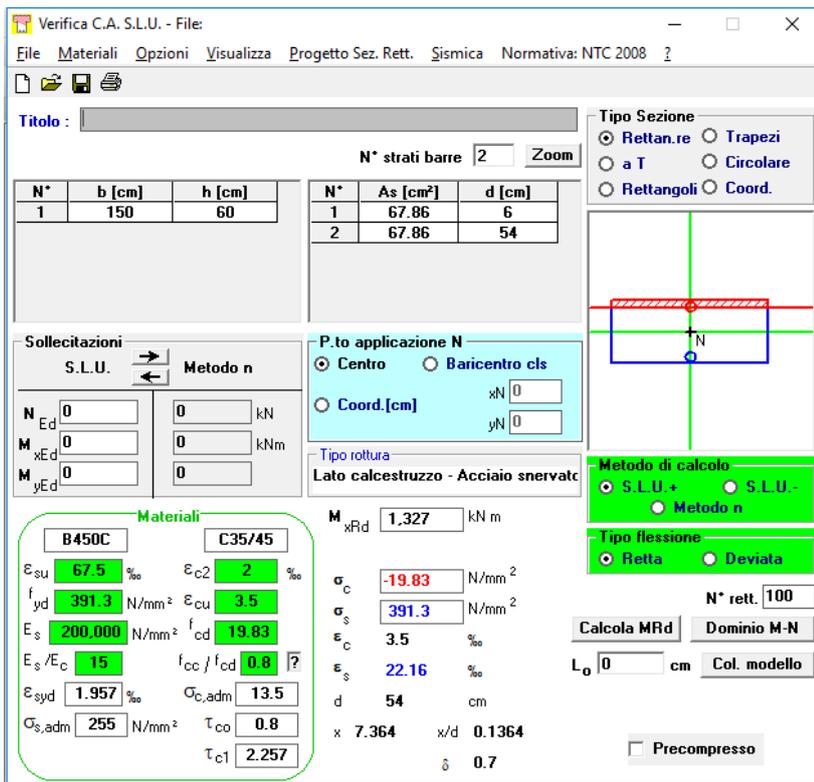


Figura 18.4 – Momento resistente con armatura minima nei pilastri 150x60

Le pareti sono armate con maglia d16/15x15 sia verticali che orizzontali con aggiuntivi alla base e all'intersezione dei muri; pertanto rispettano i minimi richiesti. I pilastri 150x 60 a sostegno della tettoia vengono armati con d 24/10 verticali .

### 18.3. VERIFICA FONDAZIONI

Le fondazioni sono delle travi dello spessore di 60 cm. Si riportano di seguito le pressioni al suolo, le sollecitazioni e la relativa la verifica.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**18.3.1. Pressioni al suolo**

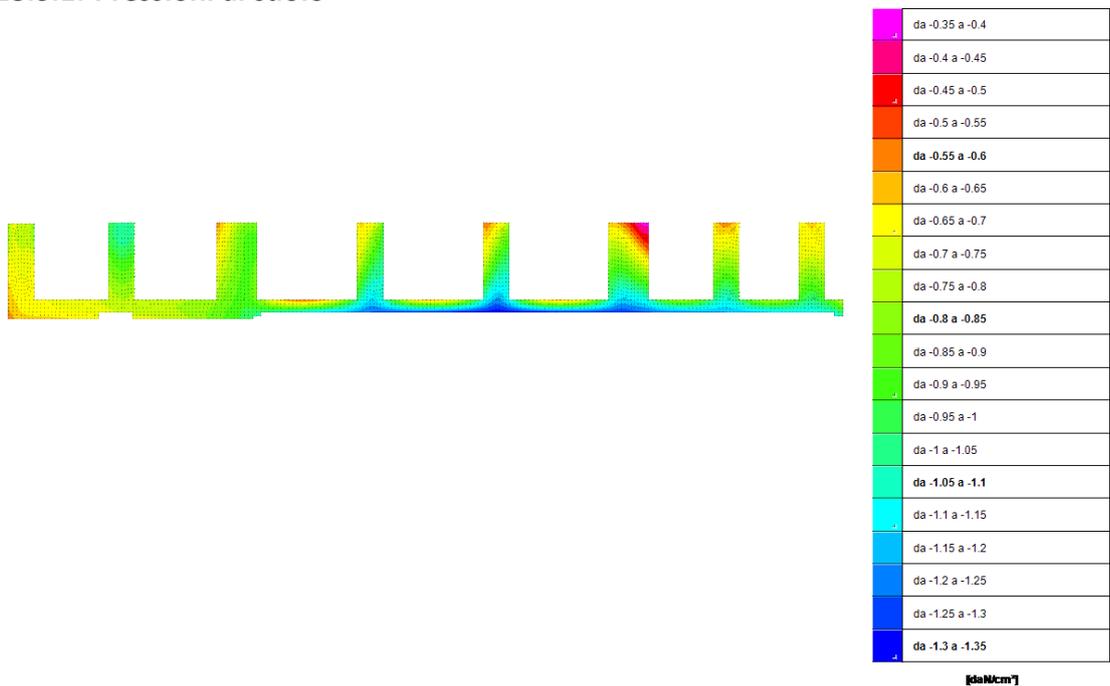


Figura 18.5 – Pressioni minime Involuppo SLU – SLV daN/cm²

Si precisa che le fondazioni dei muri verranno poi collegati con la pavimentazione dei piazzali che sarà dello spessore di 30 cm armata.

**18.3.2. Verifica della platea di fondazione**

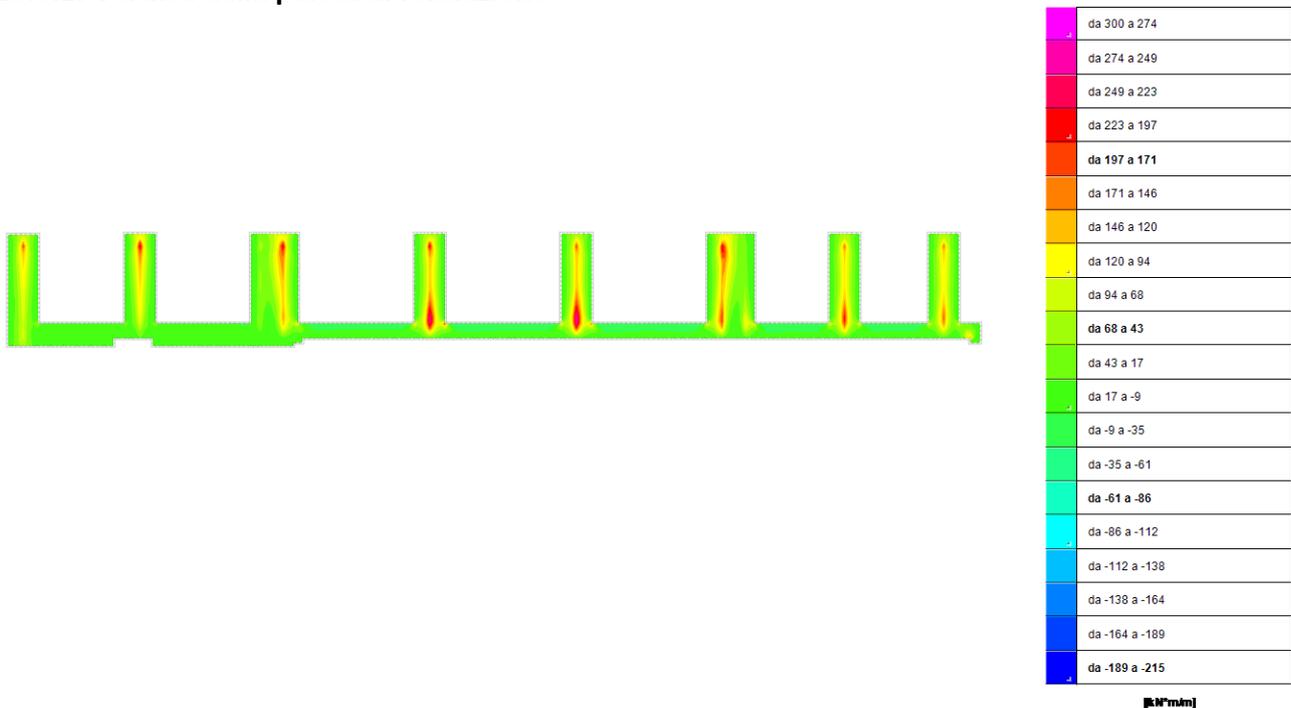


Figura 18.6 – Involuppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

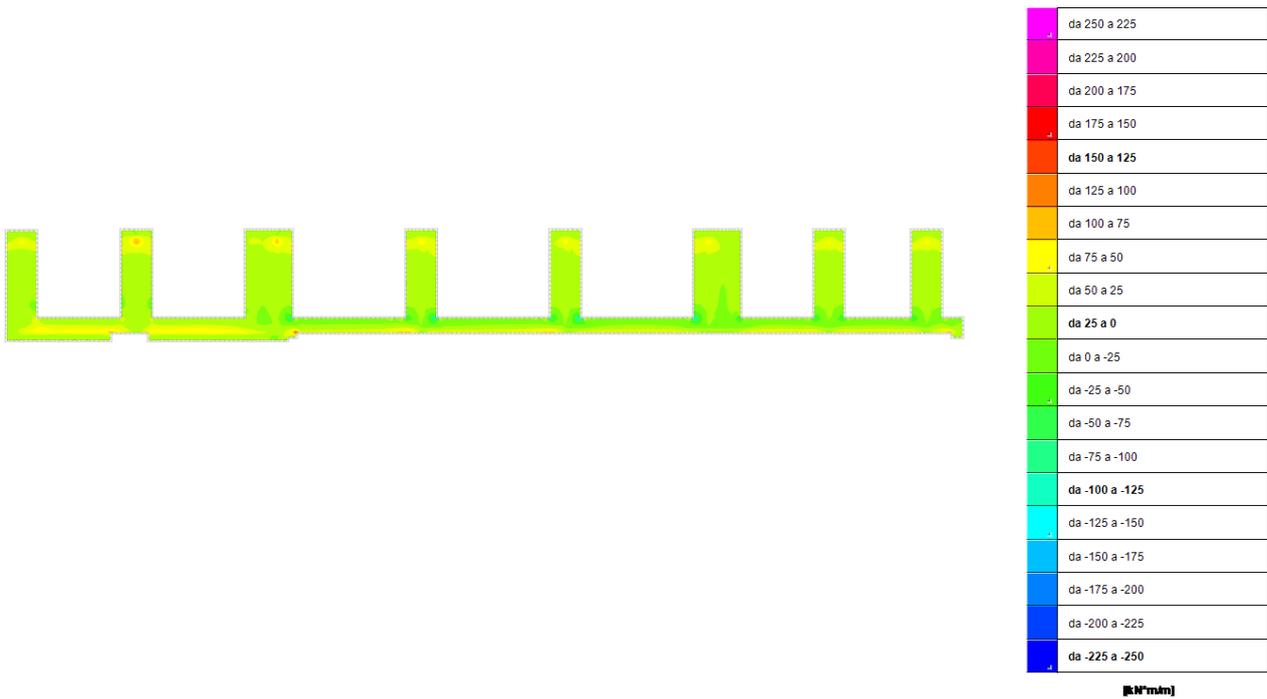


Figura 18.7 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm

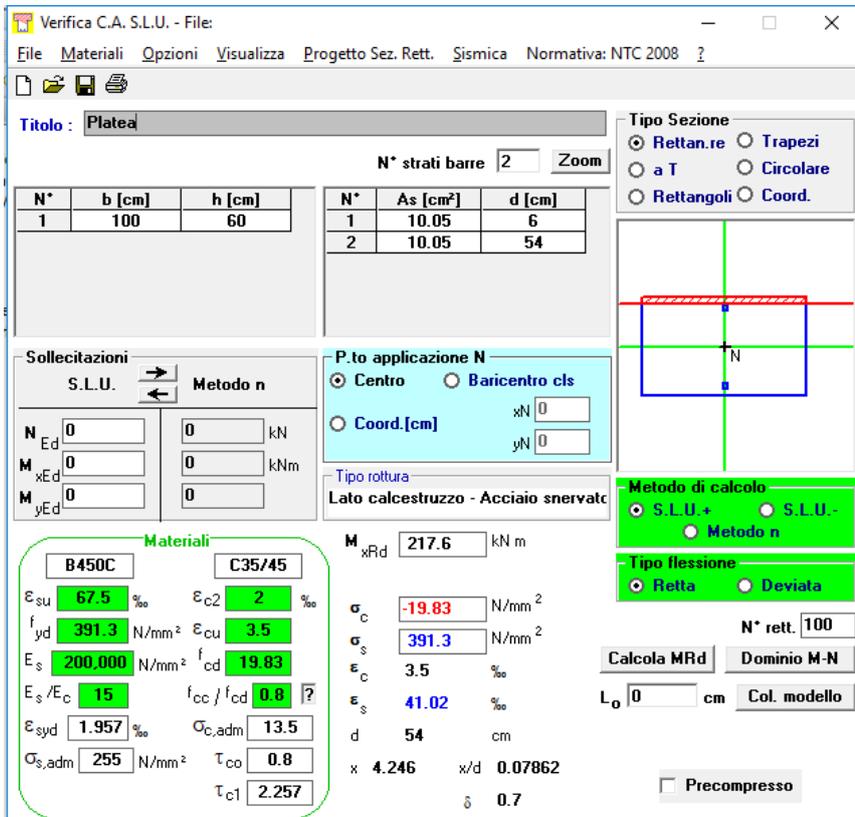


Figura 18.8 – Momento resistente con armatura minima

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

L'armatura base prevista per le fondazioni è una maglia d16/20x20 superiore ed inferiore pertanto i minimi richiesti di armatura per la verifica sono rispettati. Nei punti con carico maggiore viene inserita un'armatura aggiuntiva maglia d 16/20x20 sia superiore che inferiore.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

## 19. RISULTATI DI CALCOLO E VERIFICHE EDIFICIO Q/T

### 19.1. RISPOSTA MODALE

#### Risposta modale

*Modo:* identificativo del modo di vibrare.

*Periodo:* periodo. [s]

*Massa X:* massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

*Massa Y:* massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

*Massa Z:* massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

*Massa rot. X:* massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

*Massa rot. Y:* massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

*Massa rot. Z:* massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

*Massa sX:* massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

*Massa sY:* massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

#### Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.996244

Traslazione Y: 0.993836

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.998407

Rotazione Y: 0.999376

Rotazione Z: 0.993

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.076439056	0.905589668	0	0	0	0.988717042	0.842486489	0.905589668	0
2	0.039809513	0	0.897890543	0	0.947162525	0	0.058215523	0	0.897890543
3	0.027450077	0	0.007912416	0	0.008212094	0	0.000513008	0	0.007912416
4	0.027377963	0.000063878	0	0	0	0.00105038	0.00211284	0.000063878	0
5	0.026750491	0	0.002449178	0	0.002544998	0	0.00158795	0	0.002449178
6	0.024677954	0.01990943	0	0	0	0.007791942	0.012586593	0.01990943	0
7	0.024064083	0	0.002012237	0	0.01951971	0	0.000130465	0	0.002012237
8	0.022594414	0	0.000513976	0	0.01687704	0	0.000033324	0	0.000513976
9	0.019670714	0	0.000020947	0	0.000969826	0	0.000001358	0	0.000020947
10	0.019608685	0.000036988	0	0	0	0.000040221	0.000016113	0.000036988	0
11	0.016687518	0.000449428	0	0	0	0.0000003	0.000297704	0.000449428	0
12	0.013886538	0.004639693	0	0	0	0.000371651	0.004812955	0.004639693	0
13	0.012353706	0.005413124	0	0	0	0.000030922	0.004327884	0.005413124	0
14	0.011635218	0	0.001263503	0	0.000253024	0	0.00008192	0	0.001263503
15	0.009591707	0	0.010179162	0	0.000130346	0	0.000659975	0	0.010179162
16	0.009483262	0.012611003	0	0	0	0.00017304	0.012784376	0.012611003	0
17	0.006153387	0.017860168	0	0	0	0.000649554	0.015359929	0.017860168	0
18	0.005641359	0	0.027343757	0	0.000336279	0	0.001728557	0	0.027343757
19	0.003454172	0.029670136	0	0	0	0.00149671	0.028779166	0.029670136	0
20	0.003297507	0	0.044250648	0	0.002400747	0	0.00286903	0	0.044250648

#### Masse di piano

*Quota:* quota, livello o falda, a cui compete la massa risultante.

*Massa X:* massa per la componente di spostamento lungo l'asse X. [kN/(m/s<sup>2</sup>)]

*Massa Y:* massa per la componente di spostamento lungo l'asse Y. [kN/(m/s<sup>2</sup>)]

Quota	Massa X	Massa Y	Quota	Massa X	Massa Y
Piano 1	151.604	151.604	Altre quote	144.363	144.363

### 19.2. VERIFICA DELLE PARETI

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

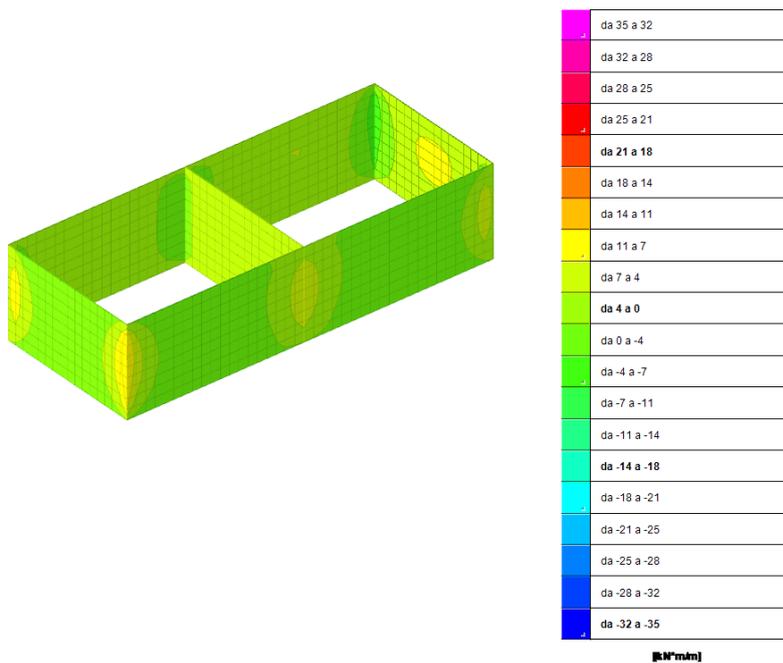


Figura 19.1 – Involuppo Momenti Moxx SLU – SLV KNm

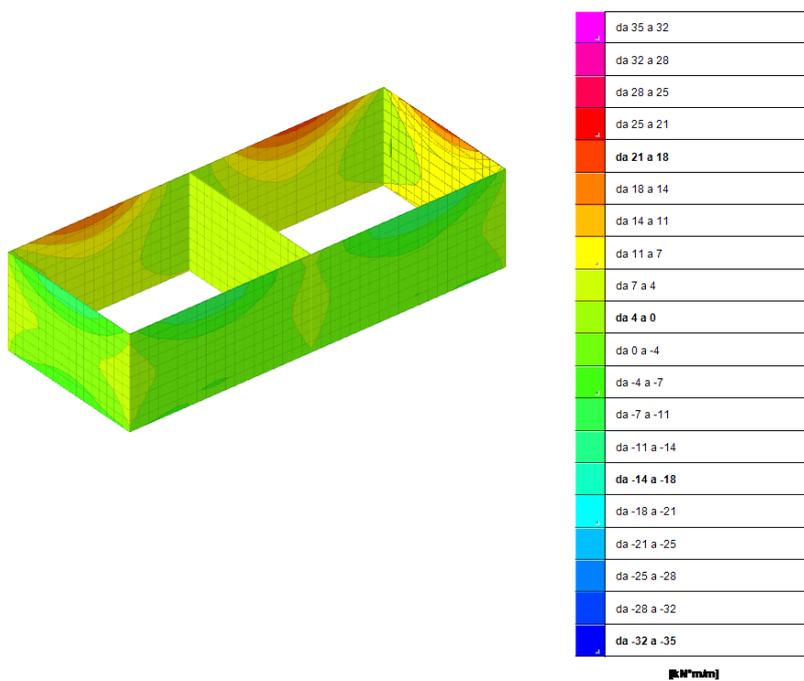


Figura 19.2 – Involuppo Momenti Mzz SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

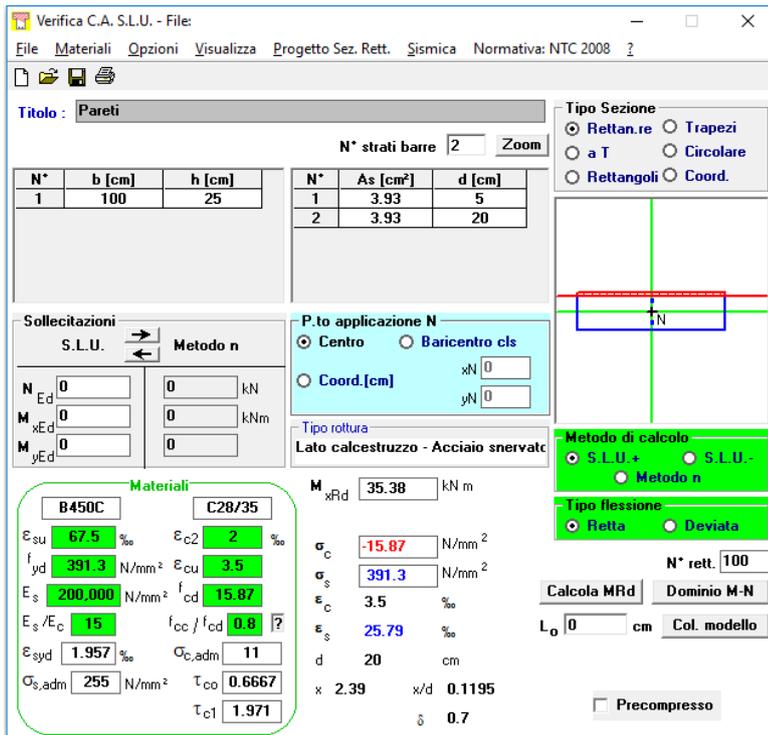


Figura 19.3 – Momento resistente con armatura minima nelle pareti

Le pareti sono armate con maglia d10/20x20 sia verticali che orizzontali con aggiuntivi alla base e pertanto rispettano i minimi richiesti.

**19.3. VERIFICA DELLA SOLETTA DI COPERTURA**

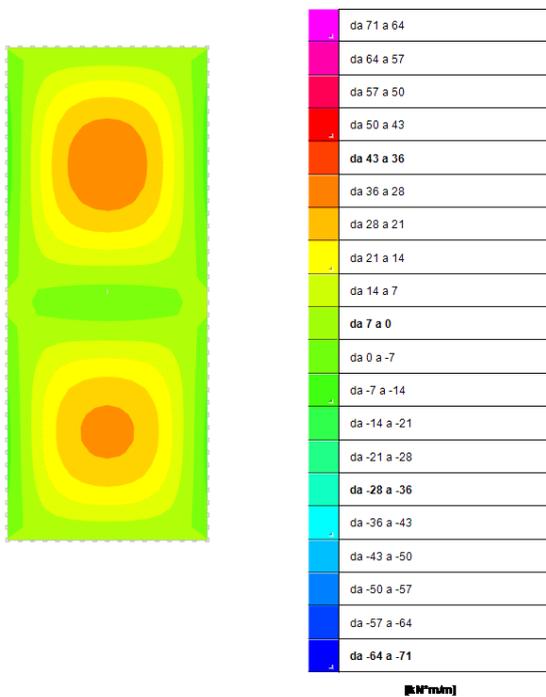


Figura 19.4 – Inviluppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

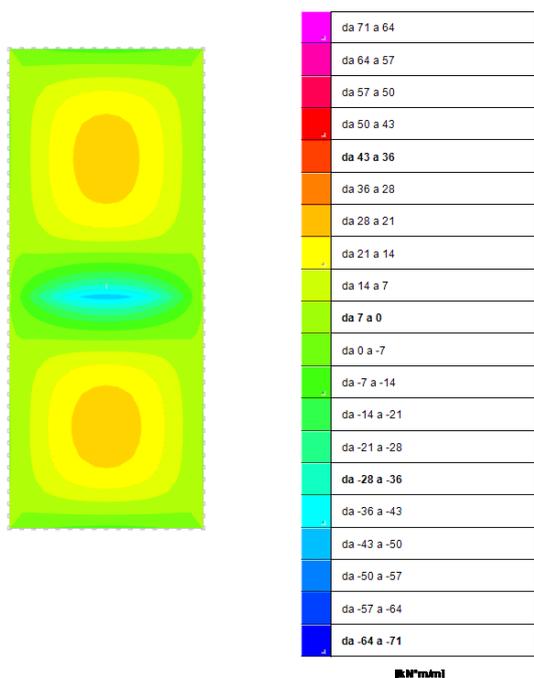


Figura 19.5 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm

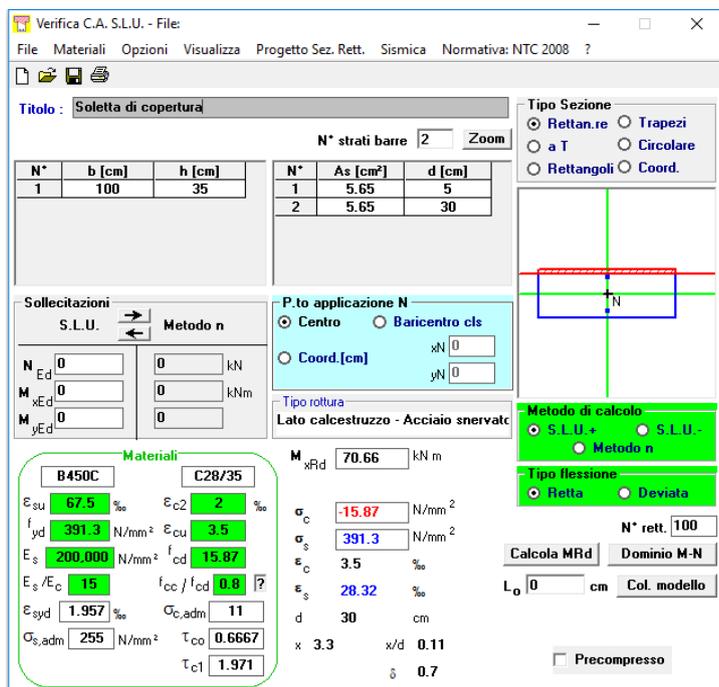


Figura 19.6 – Momento resistente con armatura minima

L'armatura base prevista per la soletta di copertura è una maglia d12/20x20 superiore ed inferiore pertanto i minimi richiesti di armatura per la verifica sono rispettati. Vengono aggiunti dei d12/20 in direzione Y superiori in corrispondenza del muro centrale.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

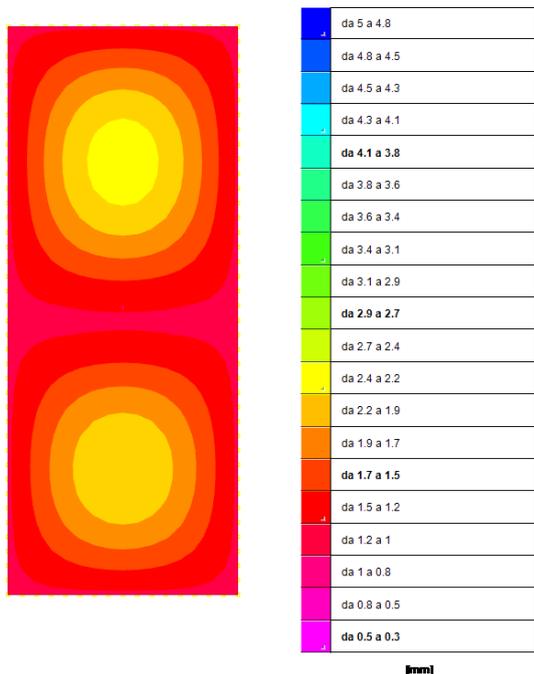


Figura 19.7 – Deformazioni SLE qp -mm

Gli abbassamenti previsti in fase elastica risultano essere pari a L/300 circa e quindi risultano essere verificati.

**19.4. VERIFICA FONDAZIONI**

Le fondazioni è una platea dello spessore medio di 40 cm.  
 Si riportano di seguito le pressioni al suolo, le sollecitazioni e la relativa la verifica.

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

**19.4.1. Pressioni al suolo**

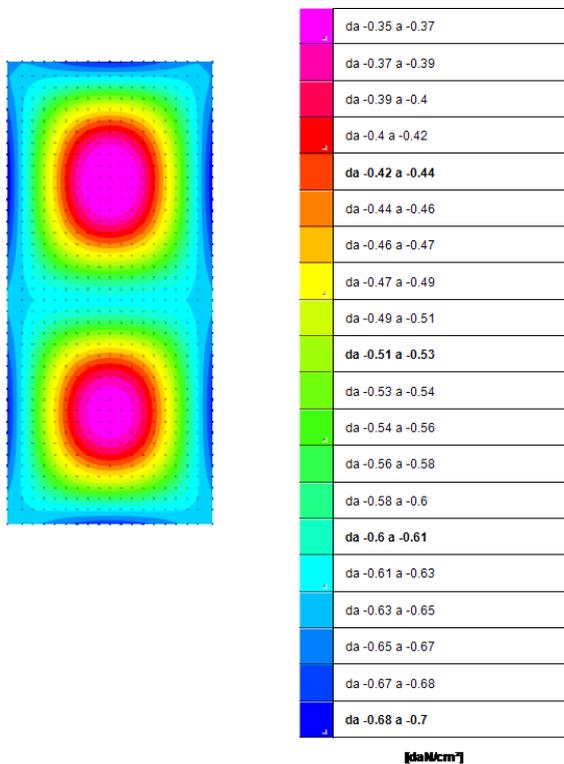


Figura 19.8 – Pressioni minime Inviluppo SLU – SLV daN/cm<sup>2</sup>

**19.4.2. Verifica della platea di fondazione**

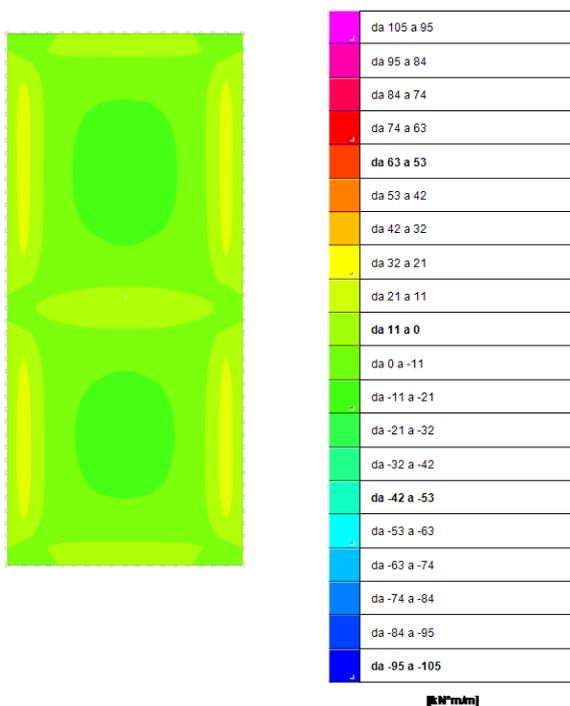


Figura 19.9 – Inviluppo Momenti Mxx SLU – SLV KNm

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

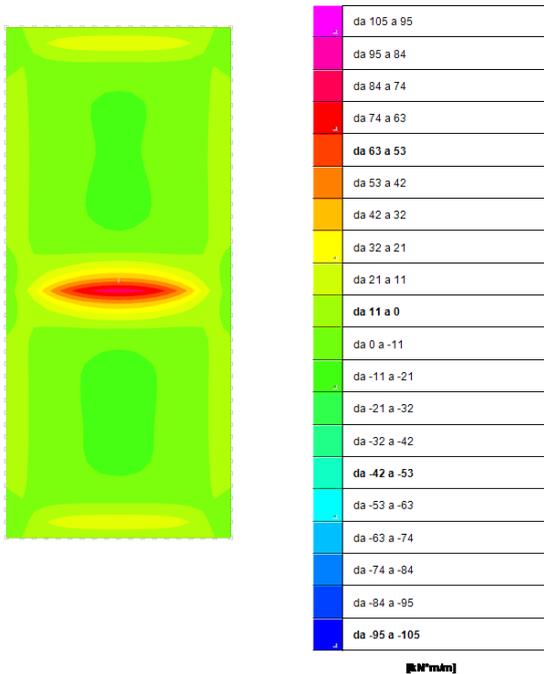


Figura 19.10 – Involuppo Momenti Myy SLU – SLV KNm

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

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

Titolo : Platea

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	7.70	5
			2	7.70	35

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

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

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

Tipo rottura  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione  
 Retta  Deviata

Materiali  
**B450C** **C25/30**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm<sup>2</sup>  $f_{cd}$  14.17  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  9.75  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm<sup>2</sup>  $\tau_{co}$  0.6  
 $\tau_{c1}$  1.829

M<sub>xRd</sub> 105.5 kN m  
 $\sigma_c$  -14.17 N/mm<sup>2</sup>  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm<sup>2</sup>  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  27.77 ‰  
 d 35 cm  
 x 3.918 x/d 0.1119  
 $\delta$  0.7

Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 Precompresso

Figura 19.11 – Momento resistente con armatura minima

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

L'armatura base prevista per la platea è una maglia d14/20x20 superiore ed inferiore pertanto i minimi richiesti di armatura per la verifica sono rispettati. Nei punti con carico maggiore viene inserita un'armatura aggiuntiva maglia d 16/20x20 sia superiore che inferiore se necessaria.

## 20. VERIFICA DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

Come riportato al § 10.2 delle NTC2018 risulta necessario sottoporre i risultati delle elaborazioni ottenute mediante programmi di calcolo per provarne l'attendibilità. Tale valutazione consiste nel confrontare i risultati di semplici calcoli eseguiti con metodi tradizionali.

Nello specifico si considera la verifica di un tegolo dell'edificio 18 e di un pilastro dell'edificio 23

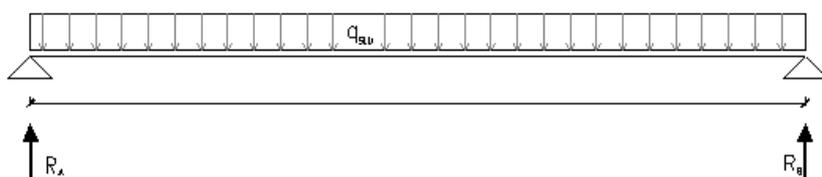
I dati relativi al tegolo oggetto di verifica sono i seguenti:

- Interasse  $i = 4.70 \text{ m}$
- Luce calc.  $L = 32.19 \text{ m}$
- Peso proprio  $G_{1a} = 11.84 \text{ kN/m}$
- Permanenti  $G_2 = 0.5 \text{ kN/m}^2$
- Neve  $Q_1 = 1.20 \text{ kN/m}^2$

Il carico distribuito, da applicare alla trave, è dato dalla seguente combinazione di carico SLU:

$$q_{SLU} = \gamma_{G1} \cdot (G_1) + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_1 = 1.3 \cdot 11.84 + 1.5 \cdot 0.5 \cdot 4.7 + 1.5 \cdot 1.2 \cdot 4.7 = 27.38 \text{ kN/m}$$

In particolare, tale combinazione corrisponde alla combinazione SLU9 del programma di calcolo.



Le travi risultano semplicemente appoggiate alle estremità, secondo lo schema statico sopra riportato. Il momento in mezz'aria è:

$$M = \frac{1}{8} q l^2 = \frac{27.38 \cdot 32.19^2}{8} = 3545 \text{ kNm}$$

Il momento di 3545 kNm è quello ottenuto, a parità di combinazione, con il programma di calcolo utilizzato, il cui tabulato si trova nel paragrafo 7.4 della medesima relazione.

Si consideri ora la verifica di un pilastro dell'edificio 28 e più precisamente quello di cui si è fatta la verifica al paragrafo 8.1; area di influenza pari a  $(8.03 \times 14.80) = 118.84 \text{ m}^2$ :

- Peso proprio pilastro  $G_{1a} = 12.25 \text{ kN/m}$
- Peso trave prefabbricata  $G_{1b} = 11.50 \text{ kN/m}$
- Peso proprio tegoli  $G_{2a} = 2.62 \text{ kN/m}^2$
- Permanenti  $G_{2b} = 0.5 \text{ kN/m}^2$
- Neve  $Q = 1.20 \text{ kN/m}^2$

Considerando l'altezza del pilastro pari a 8.07 m, il carico agente alla base del pilastro è dato dalla seguente combinazione di carico SLU:

**PROGETTO DEFINITIVO – Relazione di calcolo delle strutture**

$$Q_{SLU} = \gamma_{G1} \cdot (G_{1a} + G_{1b}) + \gamma_{G2} \cdot (G_{2a} + G_{1b}) + \gamma_{Q1} \cdot Q = 1.3 \cdot (12.25 \cdot 11.40 + 8.03 \cdot 11.50 + 2.62 \cdot 118.84) + 1.3 \cdot (0.5 \cdot 118.84) + 1.5 \cdot 1.2 \cdot 118.84 = 997.5 \text{ kN}$$

Tale valore è circa uguale a quello dato dal modello di calcolo al piede del pilastro centrale su asse B-01, a parità di combinazione di carico, che risulta pari a 1003 kN e lo si può vedere al paragrafo 8.1 - figura 8.3 della medesima relazione. La differenza tra i due valori è meno de 1.0 %.

Si dimostra pertanto che le sollecitazioni ottenute mediante il modello di calcolo sono dello stesso ordine di grandezza e comparabili con quelle determinate mediante schemi di calcolo semplificati dettati dalla letteratura.