



POLITECNICO DI MILANO

Scuola di Architettura Civile

Corso di laurea magistrale in Architettura delle Costruzioni

Tesi di laurea magistrale

8Days Stadium. Scenario per il post-Expo.

Relatore: Prof.ssa Maria Grazia Folli

Laureanda: Elisa Perissinotto

Matricola: 814913

Anno accademico 2014/2015

## RINGRAZIAMENTI

Se state leggendo queste righe vuol dire che mi sto per laureare oppure mi sono appena laureata. Oppure lo sono da qualche tempo. Ma va bene lo stesso.

Ringrazio immensamente tutta la mia famiglia per essermi stata vicino in questi anni e per non avermi fatto pesare mai mie assenze, miei silenzi, mie ansie, mie paure e mie mancanze. In particolare ringrazio mia madre, mio padre e mia sorella, che non ho idea di come abbiano fatto a non perdere mai la forza di starmi vicino nonostante tutto quello che è successo; un grazie per ogni parola detta e una anche per ogni parola non detta.

Un grazie va a Nicola, uno per ogni giorno che da vicino o lontano ha cercato di esserci come presenza positiva; uno anche per ogni volta che si è trovato in difficoltà e uno soprattutto per quei momenti dove abbiamo potuto sbagliare insieme. E uno, anche per ogni volta che mi ha riallacciata con la realtà, più o meno impazientemente.

Ringrazio i compagni di viaggio con cui ho avuto il privilegio di lavorare e che ho avuto il piacere di conoscere: Massimo, Francesca, Joshuan e Daniele; ringraziamento particolare e pieno di gratitudine infinita va a Giulia, senza la quale non sarebbe stato possibile nè l'esame di settembre nè tutto questo e tantomeno passare i miei ultimi momenti in università in piacevole compagnia.

Grazie anche a chi ha cercato di capirmi senza sentire il bisogno di giudicarmi nei momenti che mi concedevo di prendere una pausa, solite ed insolite persone che sono rimaste e che ho avuto la fortuna di conoscere; in particolare ringrazio Leonardo, Andrea, Fabrizio, Mirko, Alessandro, Chiara e Max.

Grazie a tutto il CCIRM per avermi fatta crescere con la consapevolezza della forza che ha un gruppo di persone mosse da ideali di giustizia di poter fare la differenza.

Ringrazio tutto il team di Im.p.i Progetti s.r.l., in particolare Rodolfo Lavezzari che mi ha dato l'opportunità di prendere parte ad un ambiente lavorativo attivo e che è sempre stato disponibile ad aiutarmi e propositivo; ringrazio anche Daniele e Salvatore, senza i quali una parte importante e fondamentale di questa tesi non sarebbe lontanamente esistita.

Grazie allo studio P.r.P. s.r.l. per avermi accolta in un ambiente lavorativo caloroso.

Grazie all'arch, a Fabrizio Allegro, mio paziente mentore per i diversi mesi trascorsi tra cantieri e progetti, spesso e volentieri sulle due ruote da me tanto temute; sempre disponibile, professore per eccellenza.

In questi anni son passate tante cose fuori dalla finestra.

D'ora in poi là fuori voglio esserci anch'io.

Ma per adesso, mi laureo e poi ci penso.

# INDICE DELLE RELAZIONI

<b>0.1 Abstract</b>	pag. 12
<b>0.2 English Abstract</b>	pag. 13
<b>PARTE 1</b>	
<b>Relazione compositiva</b>	pag. 14
<b>1. L'architetto al servizio della comunità</b>	pag. 15
<b>2. Inquadramento</b>	pag. 19
2.1 Preparazione all'evento mondiale	pag. 19
2.2 Il post Expo	pag. 19
2.3 Lettura personale dello stato di fatto	pag. 20
<b>3. Y.I.M.B.Y. - Yes, In My Back Yard.</b>	
<b>Scenario per il post-Expo</b>	pag. 34
3.1 Lo spazio è di tutti	pag. 34
3.2 Lo spazio del masterplan	pag. 35
3.2.1 Legacy	pag. 35
3.2.2 Lo sport	pag. 36
3.2.3 Il costruito	pag. 36
3.2.4 Il verde	pag. 37
<b>4. 8Days Stadium</b>	
<b>Uno stadio per Milano</b>	pag. 40
4.1 Lo stadio nell'immaginario comune	pag. 40
4.2 Lo stadio per la città	pag. 41
4.3 Lo stadio nel parco	pag. 43
4.4 Lo spazio dello sport	pag. 44
4.5 La costruzione dello spazio	pag. 46
4.5.1 Le distanze massime	pag. 46
4.5.2 Le tribune	pag. 47
4.5.3 Orientamento	pag. 48
4.5.4 Illuminazione	pag. 49

## **PARTE 2**

**Relazione strutturale** Pag. 50

### **5. Predimensionamento strutturale delle travi e dei pilastri in C.A.**

5.1 Trave orizzontale	pag. 52
5.2 Trave dentata	pag. 55
5.3 Pilastro	pag. 59
5.4. Copertura	pag. 61
5.5 Funi in acciaio	pag. 71
5.6 Verifica della trave di ancoraggio della copertura	pag. 73

## **PARTE 3**

**Relazione tecnologica** pag. 77

### **6. Dettagli costruttivi**

6.1 La sezione tecnologica	pag. 78
6.2 Il livello zero	pag. 79
6.3 La facciata	pag. 81
6.4 La copertura	pag. 83
6.5 Le torrette	pag. 85
6.6 Le partizioni interne	pag. 86
6.7 L'intonaco per esterni	pag. 87

## **PARTE 4**

**Relazione impiantistica** pag. 90

### **7. Calcoli per il dimensionamento degli impianti dello stadio**

7.1 Locali dello Stadio e condizioni di progetto	pag. 91
7.2 Tipologia degli impianti adottati e Potenza termica	pag. 93
7.3 Dimensionamento di massima dell'impianto delle acque meteoriche	pag. 94
7.4 Calcolo del carico termico invernale di progetto	pag. 96
7.5 Calcolo del carico termico estivo di progetto	pag. 100
7.6 Dimensionamento dell'UTA, unità di trattamento dell'aria	pag. 103
7.7 Dimensionamento diffusori e recuperatori	pag. 105
7.8 Dimensionamento adduzione	pag. 106
7.9 Dimensionamento scarico	pag. 108

### **8. Bibliografia**

pag. 112

# INDICE DELLE IMMAGINI

## PARTE 1: RELAZIONE COMPOSITIVA

Immagine 1: Kostantin Mel'nikov, *Club Rusakov per l'Unione dei lavoratori cominali*, Mosca, 1927. Fonte: web. pag. 15

Immagine 2: David Hockney, *A bigger splash*, California, 1967. Fonte: web. pag. 16

Immagine 3: Marc-Antoine Laugier, *Capanna primitiva*, frontespizio di “Essai sur l'architecture, 1755. Fonte: web. pag. 17

Immagine 4: Alyssa Bertolonii. Fonte: web. pag. 38

Immagine 5: Brassica Carinata. Fonte: web. pag. 38

Immagine 6: Chrysopogon Zizanioides. Fonte: web. pag. 38

Immagine 7: Pioppo. Fonte: web. pag. 38

Immagine 8: Salice. Fonte: web. pag. 38

Immagine 9: Raffigurazione pop-art dei componenti del gruppo musicale “The Beatles”. Fonte: web. pag. 42

Immagine 10: Schema distanze massime pag. 46

Immagine 11: Schema tribune e visuali pag. 47

Immagine 12: Schema orientamento dello stadio pag. 48

Immagine 13: Schema illuminazione pag. 49

## PARTE 2: RELAZIONE STRUTTURALE

Immagine 14: Pianta strutturale pag. 51

Immagine 15: Fili e picchetti pag. 52

Immagine 16: Azioni interne	pag. 53
Immagine 17: Sezione della trave	pag. 53
Immagine 18: Trave obliqua	pag. 55
Immagine 19: Trave obliqua	pag. 56
Immagine 20: Trave obliqua	pag. 56
Immagine 21: I gradoni in cemento	pag. 56
Immagine 22: Fili e picchetti	pag. 57
Immagine 23: Azioni interne	pag. 57
Immagine 24: Area d'influenza del pilastro	pag. 59
Immagine 25: Sezione del pilastro	pag. 59
Immagine 26: Pianta della copertura	pag. 61
Immagine 27: Costruzione della copertura con SAP2000	pag. 61
Immagine 28: Azioni interne	pag. 62
Immagine 29: Azioni interne	pag. 62
Immagini 30, 31, 32: Immagini di cantiere	pag. 63
Immagine 33: Traversi trave di bordo	pag. 64
Immagine 34: Profilo in acciaio	pag. 65
Immagine 35: Area d'influenza	pag. 65
Immagine 36: Azioni interne	pag. 66
Immagine 37: Traversi delle travi ortogonali	pag. 66
Immagine 38: Traversi delle travi ortogonali	pag. 67

Immagine 39: Prospetto della trave in SAP2000	pag. 67
Immagine 40: Profili verificati	pag. 68
Immagine 41: Profili verificati	pag. 68
Immagine 42: Profili verificati	pag. 68
Immagine 43: Verifica degli sforzi della copertura in SAP2000	pag. 69
Immagine 44: Sforzi assiali della trave di bordo	pag. 70
Immagine 45: Sforzi assiali della trave ortogonale	pag. 70
Immagine 46: Sforzi assiali della copertura	pag. 70
Immagine 47: Azioni assiali nei punti di tiro	pag. 71
Immagine 48: Azioni interne della trave di ancoraggio	pag. 73
Immagine 49: Schema di carico	pag. 74

### **PARTE 3: RELAZIONE TECNOLOGICA**

Immagine 50: Sezione tecnologica	pag. 78
Immagine 51: La cancellata	pag. 79
Immagine 52: Il legno X-LAM	pag. 80
Immagine 53: Lo spiderglass	pag. 81
Immagine 54: Lo spiderglass	pag. 82
Immagine 55: Particolari costruttivi della trave di bordo	pag. 83
Immagine 56: Innesto del pilastro sulla trave	pag. 84
Immagine 57: Ancoraggio sulla torretta	pag. 85

Immagine 58: Gasbeton pag. 86

Immagini 59, 60, 61, 62, 63: Gasbeton, immagini di cantiere pag. 86

#### **PARTE 4: RELAZIONE IMPIANTISTICA**

Immagine 64: Schema coperture pag. 94

Immagine 65: Area di influenza pluviale 1 pag. 94

Immagine 66: Area di influenza pluviale 2 pag. 95

Immagine 67: Skybox pag. 96

Immagine 68: Skybox pag. 103

Immagine 69: Skybox pag. 106

Immagine 70: Skybox pag. 108

# INDICE DELLE TABELLE

## PARTE 2: RELAZIONE STRUTTURALE

Tabella 1: Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici pag. 52

## PARTE 4: RELAZIONE IMPIANTISTICA

Tabella 2: Locali al livello interrato pag. 91

Tabella 3: Locali al livello zero pag. 91

Tabella 4: Locali al livello uno pag. 92

Tabella 5: Locali al livello due pag. 92

Tabella 6: Locali al livello tre pag. 92

Tabella 7: Capacità dei pluviali pag. 95

Tabella 8: Carichi termici estivi pag. 101

Tabella 9: Carichi termici estivi pag. 102

Tabella 10: Portata d'aria di rinnovo pag. 103

Tabella 11: I modelli di UTA pag. 104

Tabella 12: I modelli di diffusori pag. 105

Tabella 13: Portata di prelievo pag. 107

Tabella 14: Unità di scarico pag. 109

Tabella 15: Unità di scarico pag. 110

# INDICE DEGLI ALLEGATI

## PARTE 1: RELAZIONE COMPOSITIVA

Allegato 1: da [www.ilgiorno.it](http://www.ilgiorno.it), data 14 novembre 2015 pag. 24

Allegato 2: da [www.leggo.it](http://www.leggo.it), autore Simona Romanò,  
data 17 dicembre 2014 pag. 25

Allegato 3: da [www.regione.lombardia.it](http://www.regione.lombardia.it), data 12 novembre 2015 pag. 26

Allegato 4: da [www.confindustria.lombardia.it](http://www.confindustria.lombardia.it),  
data: 17 dicembre 2014 pag. 27

Allegato 5: da [www.panorama.it](http://www.panorama.it), data: 11 novembre 2015 pag. 28

Allegato 6: da [www.ilgiornale.it](http://www.ilgiornale.it), autore Carlo Maria Latorre,  
data: 20 novembre 2015 pag. 29

Allegato 7: da [www.corriere.it](http://www.corriere.it), autore Enrico Marro,  
data 20 novembre 2015 pag. 30

Allegato 8: da [aim.milano.it/it/progetti/archivio-progetti/raggi-verdi](http://aim.milano.it/it/progetti/archivio-progetti/raggi-verdi),  
autore AIM Associazione Interessi Metropolitan, data: 2007 pag. 32

Allegato 9: da [www.arexpo.it](http://www.arexpo.it), autore Arexpo, data: 2014 pag. 33

## PARTE 2: RELAZIONE STRUTTURALE

Allegato 10: Funi in acciaio pag. 72

## PARTE 3: RELAZIONE TECNOLOGICA

Allegato 11: Intonaco per esterni pag. 88

Allegato 12: Intonaco per esterni pag. 89

## ELENCO DELLE TAVOLE

- T1. Il sistema ambientale nord-ovest milanese
- T2. Inserimento del progetto nel sistema ambientale
- T3. Il livello zero del masterplan
- T4. Gli spazi del masterplan
- T5. Pianta del livello -1 dello stadio
- T6. Pianta del livello 0 dello stadio
- T7. Viste degli spazi al livello zero dello stadio
- T8. Pianta del livello 1 dello stadio e prospetto
- T9. Pianta del livello 2 dello stadio e prospetto
- T10. Viste dello spazio dello sport
- T11. Pianta del livello 3 dello stadio e sezione longitudinale
- T12. Pianta del livello 4 dello stadio e sezione trasversale
- T13. Pianta delle tribune e della copertura
- T14. Viste dello spazio interno dello stadio
- T15. Tavola tecnologica 1
- T16. Tavola strutturale 1
- T17. Tavola strutturale 2
- T18. Tavola tecnologica 2
- T19. Tavola impiantistica

## 0.1 ABSTRACT

### 8DAYS STADIUM. SCENARIO PER IL POST-EXPO

Il progetto di tesi propone un modello di sviluppo dell'area destinata ad Expo Milano 2015 e la progettazione di uno stadio per il gioco del calcio al suo interno.

La proposta di masterplan integra l'area all'interno del sistema ambientale del nord-ovest milanese creando un parco urbano a tema sportivo. La realizzazione ha integrato e valorizzato gli elementi di legacy di Expo: lo schema compositivo si appoggia al cardo, al decumano e alla griglia distributiva; il sistema del costruito opera per riqualificazione e riutilizzo degli edifici quali Expo Center, Padiglione Zero, edificio Postale di Roserio, Palazzo Italia e Open Air Theater; il sistema delle acque è stato mantenuto nei tratti il cui scorrimento non è gestito da sistemi di deflusso forzato.

L'edificato è situato lungo il bordo meridionale dell'area, funge da dispositivo di riattivazione della stessa e permette al parco urbano di imporsi come presenza predominante e di caratterizzare l'area.

Nel masterplan 8Days Stadium si pone come edificio di forma concava, permeabile e in continuità con lo spazio del parco: le quattro aree porticate che caratterizzano il livello zero sono spazi di interazione tra l'architettura e la natura, dove quest'ultima viene valorizzata mediante lo svuotamento volumetrico del piano ed è libera di prendere parte allo spazio architettonico ed essere osservata e vissuta nella sua interezza.

Durante i giorni di chiusura dello stadio i padiglioni al livello zero rimangono fruibili. Lo stadio acquisisce quindi un ruolo fondamentale all'interno della quotidianità degli abitanti dei quartieri circostanti.

Lo spazio della cavea è delimitato da quattro sistemi murari angolari che assumono la valenza di quinte teatrali; vi sono inoltre quattro torrette poste in sommità che sostengono le coperture delle tribune forniscono il supporto alle apparecchiature di illuminazione del campo da gioco.

La qualità ambientale che deriva dal progetto di masterplan e la versatilità di usi che caratterizza il livello zero dell'edificio stadio permetterà al sito di Expo di integrarsi coi territori circostanti e di tornare ad essere un punto di riferimento all'interno del territorio nord-ovest milanese.

## 0.2 ENGLISH ABSTRACT

### 8DAYS STADIUM. SCENARIO FOR THE POST-EXPO

The project explained in this thesis aims to show a development model for the Expo 2015 area and present the design of a football stadium inside it.

Concerning the masterplan, it shows a new sport department fully integrated in the environmental system of the north-western side of Milano. The project integrates the legacy identifiers of the Expo area and enhance them: the whole area is designed starting from the Cardo, the Decumano and the distribution grid. The purpose of the project is to reclassify most of the buildings in the Expo area like the Expo Center, Padiglione Zero, Roserio's Post Office, Palazzo Italia and Open Air Theatre. The actual water collection structure is maintained only when the streamflow is not managed by any forced outlet system.

The built-up section is located along the southern edge of the project and its specific layout allows the sport department to have a relevant position that mark out the whole area.

The 8Days Stadium is a concave and pervious building. Four covered areas characterize the Zero Floor; in these spaces nature and architecture interact each other and the volume emptiness enhance the relevancy of nature in terms of visibility and capability to take a dominant role inside the architectural landscape. The pavilions at Zero Floor are still open to the public during the days off. In this way the building can take a relevant part into the everyday life of all the citizens.

Four corner walls border the cavea space. They are located at the vertices of the base rectangle and their function is to empty off the extruded parallelepiped volume from the original shape. The inner space of the building is also characterized by four turrets placed at the very top of the corner walls: they sustain the grandstand roof as well as hold up all the lighting equipment.

The environmental quality of the masterplan and the variety of uses that mark out the Zero Floor of the stadium will allow the Expo area to have a better integration with the landscape as well as being a landmark for all the north-western side of Milano.

PARTE 1  
Relazione compositiva

## 1.L'ARCHITETTO AL SERVIZIO DELLA COMUNITÀ

Nel corso della Storia dell'Architettura sono susseguiti approcci alla disciplina e stili progettuali profondamente differenti; gli avvenimenti storici, la committenza, gli usi e i costumi di una certa società, la filosofia dell'abitare e le tecnologie costruttive più in voga in un certo periodo di tempo hanno da sempre guidato il lavoro compositivo e costruttivo dell'architetto.

Un esempio emblematico è la sperimentazione nell'uso del calcestruzzo in tutto il Movimento Moderno da parte di Maestri come Le Corbusier e Adolf Loos, o la maestria nella gestione di materiali come acciaio e vetro da parte di Mies Van Der Rohe.

Ma l'elemento chiave a guidare il lavoro creativo dell'architetto è l'architetto stesso e le esperienze che assimila nel corso della propria vita: Kostantin Mel'nikov, ad esempio, attraverso il suo edificio quale il "Club Rusakov per l'Unione dei lavoratori comunali" (immagine 1), situato a Mosca e realizzato tra il 1927 e 1929, esalta, attraverso la propria forma riconducibile ad un ingranaggio, il lavoro come principale e più nobile strumento di realizzazione sociale, di rivalsa e di realizzazione personale.

Inaki Abalos, nel libro "Il buon Abitare", offre la possibilità di riflettere sulla diversità d'intendere l'ambiente abitativo da parte di alcuni tra i personaggi più illustri del XX secolo, evidenziando la particolarità di ogni approccio e cercando di delineare i motivi di tali scelte.

Vi è subito descritto il punto di vista di Mies Van Der Rohe e la casa da lui intesa come luogo di solitudine, di ricerca introspettiva, una casa "per il single", dove riacquisire la coscienza di se stessi; in un'epoca dove la standardizzazione e la produzione di massa in catena di montaggio hanno diminuito e dimezzato le qualità insite dell'uomo inteso come essere differente e particolare, intenzione progettuale è senza alcun dubbio finalizzata a tale riappropriazione del proprio spazio e della propria dimensione personale attraverso uno spazio vuoto e strutturato e privo di distrazioni.

Segue il pensiero di "casa esistenzialista" di Heidegger, anch'essa intesa come rifugio dall'esterno ma con la differenza che lo spazio viene attrezzato e riempito di qualsiasi utensile possa servire all'uomo per adempire alle proprie esigenze quotidiane e per distrarlo dalla percezione negativa di ciò che sussiste all'esterno del proprio spazio.



Immagine 1  
Kostantin Mel'nikov, *Club Rusakov per l'Unione dei lavoratori comunali*, Mosca, 1927.  
fonte: web.

Ancora, vi è la casa intesa come spazio fenomenologico, un luogo dove la riappropriazione di se stessi avviene attraverso il caos, il disordine di oggetti che evoca sensazioni e percezioni di tipo istintivo; un approccio picassiano dove il ritrovamento della propria persona e il proprio essere avviene attraverso quel tipo di intuizione priva di ogni condizionamento esterno.

La casa di Warhol viene descritta come fabbrica, come luogo attivo ed in costante mutamento in quanto ognuno capace di acquisire le personalità e le esperienze degli individui che vi si recano; è uno spazio improvvisato, senza una forma definita, che ingloba in se stesso qualsiasi esperienza umana.

Ultimo ed emblematico esempio che riporto è quello della casa intesa come luogo pragmatico; è uno spazio che rifiuta qualsiasi condizionamento esterno e si basa sulla presa di coscienza della relatività delle cose: “[...] Prova a vederla in quest’altro modo, poniti altri problemi e guarda con un altro punto di vista. [...]”<sup>1</sup>. Viene sottolineata l’importanza del disconoscere il pensiero come univoco, le risposte progettuali dell’architettura alle esigenze dei committenti come perfette e definitive per ognuno, in quanto al centro del ragionamento vi è l’individuo inteso come diverso da ognuno e dotato di sensibilità soggettive. È questo un luogo dove lo spazio non è vincolato alla distribuzione degli ambienti e dove essi assumo valenza prettamente funzionale. Nel dipinto di David Hockney, intitolato “A bigger splash” (immagine 2), che dà il nome al capitolo del libro che tratta il pragmatismo dell’abitare, viene evocato un momento felice e dunque il fine unico che l’approccio progettuale dell’architetto nella creazione dello spazio deve avere.

È pertanto chiaro come in uno stesso periodo storico e disponendo delle stesse tecnologie costruttive, il lavoro e le intenzioni ultime del fare architettura risultano essere varie.

Ritengo importante capire cosa voglia dire fare architettura oggi.

Il lavoro dell’architetto ha come fine soddisfare esigenze, risolvere problemi. Come viene esposto nel libro “Architettura Open Source” di Carlo Ratti “*Lo storico dell’architettura Wouter Vanstiphout sostiene, con acume e senza mezzi termini, che “restaurare l’architettura e la pianificazione riportandole a una posizione in cui possano esercitare un influsso autenticamente positivo sulla società potrebbe implicare la necessità di distruggere il mito dell’architetto come visionario”. Nella sua grandiosa ascesa alla condizione di mito, l’architetto si è dipinto come un*



Immagine 2  
David Hockney, *A bigger splash*,  
California, 1967.  
fonte: web.

1: ABALOS Inaki, *Il buon abitare. Pensare le case della modernità*,  
Milano, Marinotti, 2009.

“visionario” ma, così facendo, ha perso il contatto con la vita umana, annientando la possibilità di influire su di essa. “L’architettura è scivolata nella stratosfera, dov’è il problema non è la nascita di progetti non riconducibili a edifici reali, quanto la nascita di edifici non riconducibili a esigenze reali.”<sup>2</sup>

L’interrogazione che più mi ha tenuto la mente occupata in questi anni di studi è la seguente: in un’epoca dove è possibile accedere a tecnologie costruttive molto varie che rendono i limiti del costruire quasi impercettibili, e di fronte ad una committenza così varia, cosa è oggi l’architettura? Di cosa è espressione?

Personalmente non sono mai riuscita a considerare l’architettura come disciplina del solo costruire, dell’armonia compositiva tra le forme, ma bensì come “arte del costruire” nell’accezione più onirica della parola “arte”: la forte valenza scultorea dei manufatti architettonici ha fatto sì che la considerassi come creazione di “sculture da vivere”; l’arte è espressione di un pensiero e si evolve in architettura quando diviene possibile realizzarla e viverla. Ed è proprio questo aspetto su cui occorre prestare attenzione.

L’architetto ha un’idea, la sviluppa e crea spazi che doneranno sensazioni ed emozioni a chi vivrà la sua opera. Lo spazio si fa percezione di qualcosa di astratto, di emozionale, tramite la composizione di curve, linee, luci ed ombre. Il compito più importante e complicato dell’architetto è far sì che le emozioni che la propria opera creerà non risultino essere negative, per questo nel gesto architettonico vi deve essere una forte ed essenziale componente di razionalizzazione: non è solo arte scultorea, non è solamente adattare la propria idea alle normative costruttive vigenti, bensì si tratta di fondere e sviluppare le due attraverso la propria sensibilità di architetto, di uomo, di donna, di sognatore. Perciò io credo che un progetto in linea teorica non possa essere mai davvero terminato, come così le idee e le opinioni di ogni persona si evolvono nel tempo, come il lavoro di crescita individuale da fare su se stessi e sul proprio carattere lungo tutta la durata della vita. L’oggetto architettonico finito deve quindi essere in grado di rinnovarsi, di adattarsi alle nuove esigenze di chi vive il suo spazio. L’architettura deve essere fatta per le persone e per esse deve essere un mezzo per vivere meglio.

Ciò che viene creato dall’architetto non può che essere anche espressione di qualcosa che si è: di angoscia, di felicità, di serenità, di patriottismo, di stanchezza, di bisogno di solitudine, di



Immagine 3  
Marc-Antoine Laugier, *Capanna primitiva*, frontespizio di “Essai sur l’Architecture”, 1755.

fonte: web.

2: RATTI Carlo, *Architettura Open Source. Verso una progettazione aperta*, Torino, Giulio Einaudi Editore, 2014.

paranoia. Gli ideatori più capaci ritengo siano quelli che, nonostante il proprio stato emotivo, riescono ad accompagnare e ad accogliere attraverso la propria opera per trarne un'esperienza positiva, a prescindere dalla scala del proprio progetto: che si tratti del progetto di qualcosa di molto piccolo come può essere un cucchiaino o di qualcosa di dimensioni riconducibili ad una città, l'architetto deve essere in grado di osservare lo stato attuale delle cose, di comprendere negatività e potenzialità di un luogo, di analizzare le principali esigenze di chi andrà ad usare e vivere la sua opera e di agire affinché esse possano trovare soluzione. Solo in questo modo l'architetto creerà un'opera non autoreferenziale e che al contrario sia davvero al servizio della comunità. Creare l'essenziale e lasciare che siano poi i fruitori dello spazio a crearlo e ad arricchirlo tramite la loro personale esperienza del luogo, del momento e dello spazio.

Per coronare il mio pensiero, cito Giancarlo De Carlo: “[...] C'è un rapporto estremamente intenso tra lo spazio fisico e chi lo abita, questo mi interessa altrimenti come potrei fare l'architetto? [...]”.<sup>3</sup>

3. DE CARLO Giancarlo, *L'architettura della partecipazione*, Macerata, Quodlibet, 2013.

## 2.INQUADRAMENTO

### 2.1 Preparazione all'evento mondiale

Il 22 maggio 2012, Il Consiglio Comunale di Milano ha deliberato l'adozione di un progetto di Piano per il Governo del Territorio (PGT) depositato il 14 luglio 2010 per il quale, tra i numerosi aspetti, l'area oggi adibita ad ospitare l'esposizione universale "Expo Milano 2015" subì una radicale imposizione urbanistica passando dall'appellativo "non edificabile" ad "edificabile".

Fino ad allora, e per ancora molti mesi a venire, la suddetta porzione di terreno è stata caratterizzata da usi prevalentemente legati al settore di produzione primario, ovvero avevano luogo attività di tipo prettamente agricolo.

Nei primi mesi del 2015, l'area di Expo e i territori ad essa limitrofi hanno subito un radicale mutamento: oltre ai lavori per la realizzazione del sito espositivo, comincia a svilupparsi il nuovo quartiere residenziale di Cascina Merlata a sud e vengono messi a punto nuovi collegamenti ciclo-pedonali e potenziati i principali collegamenti infrastrutturali connessi. Viene realizzato un ponte di collegamento con il quartiere residenziale in via di sviluppo di Cascina Merlata, una passerella sopraelevata di collegamento col polo fieristico di Rho, al tratto di autostrada A4 limitrofo all'esposizione viene aggiunta una corsia per senso di marcia e la sezione stradale viene notevolmente maggiorata, l'autostrada A8 a nord viene interessata dal rifacimento dell'innesto della SP46 "Rho-Monza" e vengono realizzati diversi parcheggi nei comuni limitrofi in previsione del flusso di visitatori all'esposizione universale.

### 2.2 Il post Expo

Nonostante siano passati alcuni mesi dalla chiusura della manifestazione mondiale di Expo Milano 2015, ad oggi non risulta chiaro quali potranno essere le sorti dell'area. Sono iniziate da alcune settimane le operazioni di smantellamento dell'area ma i

costi di gestione rappresentano una forte problematica e stanno di fatto rallentando i lavori di dismissione, riprogettazione e riuso dell'area.

4. Allegato 9

5. Allegati 1, 5, 7

Il bando di concorso redatto dalla società Arexpo S.p.A., "La proposta dovrà prevedere la realizzazione di un Parco pluritematico di superficie non inferiore a 44 ettari [...]. La dotazione di aree e attrezzature pubbliche o di interesse pubblico e generale, incluso il Parco, saranno complessivamente superiori a 80 ettari, e la proposta dovrà comunque soddisfare una dotazione di aree e attrezzature pubbliche o di interesse pubblico e generale non inferiore al 100% della Superficie Lorda di Pavimento [...]."<sup>4</sup>

Secondo le dichiarazioni del presidente del Consiglio dei Ministri Matteo Renzi<sup>5</sup>, l'area di Expo Milano 2015 diventerà un polo tecnologico di ricerca ed un punto di riferimento per tutta la nazione. Sono tutt'ora alla ricerca di società partecipate per lo sviluppo dell'area, uno dei nomi più prestigiosi che sono stati fatti riguarda l'Istituto di Tecnologia Italiano di Genova.

## 2.3 Lettura personale dello stato di fatto

L'area di Expo Milano 2015 è situata in uno dei punti più delicati dell'area nord est del territorio milanese: oltre ad una forte presenza di infrastrutture pesanti, i quartieri urbani ad essa limitrofi sono caratterizzati da usi molto differenti e talvolta incompatibili l'un l'altro.

Il quartiere di via Cristina Belgioioso a Baranzate ospita in prevalenza attività di tipo industriale, alternate a piccoli lotti adibiti ad uso residenziale; sono presenti inoltre molte strutture abbandonate e diversi cantieri edili il cui stato di avanzamento dei lavori e il degrado degli ambienti nelle immediate vicinanze fa supporre che siano stati abbandonati.

Le aree che si sviluppano lungo via Aquileia a Baranzate risultano essere molto problematiche: gli alti livelli di inquinamento acustico ed atmosferico sono dovuti senza dubbio alla stretta vicinanza con l'autostrada A8 e al traffico cittadino che ad ogni ora interessa questa zona; è inoltre presente la cava Ronchi, terreno abbandonato su cui si insediano e vivono ad oggi popola-

zioni nomadi; questi elementi contribuiscono al degrado urbano di questa area e ad un progressivo abbandono della stessa.

Ad est del lotto di Expo Milano 2015 sono presenti il polo fieristico di Rho e un quartiere caratterizzato prevalentemente dalla presenza di attività industriali.

Ad ovest è presente il quartiere milanese di via Stephenson, zona Milano Certosa, caratterizzato da un forte flusso di autoveicoli ad ogni ora della giornata.

A sud, infine, vi è il nuovo quartiere residenziale di Cascina Merlata.

Il lotto di Expo presenta inoltre diverse qualità che lo rendono un punto importante all'interno del meccanismo urbano della città di Milano. La sua localizzazione nelle immediate vicinanze dell'asse storico del Sempione gli conferisce un ruolo importante dal punto di vista urbano. Inoltre risulta essere facente parte del sistema dei Raggi Verdi, un progetto promosso dal Comune di Milano per incentivare un tipo di mobilità sostenibile composta da una serie di rete di percorsi ciclo-pedonali e tentare di migliorare la qualità di vita dei cittadini; come da dichiarazione di Carlo Masseroli, Assessore Sviluppo del Territorio e Maurizio Cadeo, Assessore Arredo, Decoro urbano e Verde *“Se nell'immaginario collettivo Milano non è una città verde, il nuovo progetto dei Raggi Verdi diventa fondamentale per la costruzione di una nuova immagine di Milano. Occasione per ripensare la città nella dimensione fisica dello spazio pubblico. Questo significa, ad esempio, che quando si parlerà di verde non si parlerà di singoli frammenti isolati, ma si parlerà di una strategia per la città: di una cerchia verde e di raggi che possano mettere a sistema i Nove Parchi che circondano il territorio urbano milanese con il centro della città. Un progetto per la città, per i suoi cittadini, per Milano in corsa per l'Expo 2015.”*<sup>6</sup>

L'area è inoltre caratterizzata dalla presenza del corso d'acqua Villoresi, un canale d'irrigazione artificiale ultimato nel 1890 che attraversa diversi comuni dell'est milanese al quale è stata apportata una deviazione in vista dell'esposizione universale per garantire l'apporto di acqua dei canali perimetrali del sito.

L'area di Expo Milano risulta quindi essere carica di interesse e qualità che la definiscono e caratterizzano a livello territoriale e

locale, ma solo dopo la manifestazione espositiva è stata considerata come parte integrante del tessuto urbano e non come *residuo urbano*.

La difficoltà dell'area ad ospitare insediamenti urbani permanenti è dipesa probabilmente da diversi fattori: in primo luogo per la forte presenza di infrastrutture pesanti che marcano i limiti dell'area su tutti i fronti, ovvero autostrada A4 e linea ferroviaria Treviglio-Novara, con integrato scalo ferroviario manutentivo a sud, autostrada A8 a nord, svincolo autostradale in sopraelevata ad est e strada statale a percorrenza veloce e su viadotto ad ovest; l'esiguo numero di collegamenti infrastrutturali locali con le realtà di Baranzate, Pero, Rho e Milano; prima di expo se ne registrano infatti solamente quattro: una strada di categoria "E, locale di quartiere" come collegamento con Baranzate ovest priva di marciapiedi a norma di legge e interessata da un sottopasso anch'esso troppo basso per poter essere fruito da veicoli di altezza superiore a 2.35 metri, un collegamento con Baranzate est, strada prettamente veicolare, una strada di categoria extraurbana principale che collega il lotto al quartiere Certosa di Milano e una strada extraurbana secondaria proveniente da ovest, anch'essa prettamente per il transito di soli veicoli e dunque priva di marciapiedi; un terreno fortemente inquinato dalle attività industriali pregresse operanti in sito; la presenza di un'estesa falda acquifera a 3 metri di profondità; il degrado dei territori limitrofi: a nord il quartiere di Baranzate di via Aquileia presenta numerosi aspetti critici che impediscono una serena abitabilità del territorio, quali il confine autostradale che provoca inquinamento atmosferico ed acustico a livelli molto elevati, la copiosità del traffico cittadino caratterizzato anche dal transito di decine di veicoli pesanti all'ora, l'area Ronchi nonché una cava dismessa e caratterizzata oggigiorno da fenomeni insediativi di tipo abusivo; quartieri industriali ad ovest e ad est e l'area di Milano di Cascina Merlata che fino agli ultimi mesi del 2014 è rimasta succube di un degrado continuativo dovuto all'abbandono dell'area.

Di fatto il territorio di Expo Milano 2015 è autoreferenziale e frammenta in modo netto il compatto continuum urbano caratterizzante questa porzione della fascia settentrionale della città

metropolitana di Milano, frammento urbano divenuto polo attrattivo solamente grazie alla manifestazione espositiva presente sul sito da maggio 2015 ad ottobre 2015.

Lo stesso progetto di masterplan realizzato per Expo marca ulteriormente la chiusura dell'area verso l'esterno: si osserva infatti un doppio bordo caratterizzato da un canale artificiale e una fascia di vegetazione valicabile in pochi punti lungo tutto il perimetro dell'area.

Si può dunque parlare di Expo come un cluster, di un'area altamente problematica fino ad ora trattata come luogo invalicabile, residuo urbano, i cui elevati costi di gestione impediscono che si possa mettere in atto un meccanismo di rinascita, riqualificazione e riuso.

## Post Expo, Renzi sceglie Genova al posto del Parco tecnologico

Guerini promette un ruolo importante per il Ptp nel nuovo polo hi-tech che sorgerà sull'area dell'Esposizione, ma non da timoniere. L'ira del leghista Foroni: "Scelta assurda"



*Il Demofield ha attirato a Lodi numerose delegazioni internazionali*

Lodi, 14 novembre 2015 - Il **Ptp**? Un **ruolo importante nel post Expo, ma non da timoniere**. «Il parco Tecnologico Padano sarà coinvolto a pieno titolo nel progetto “Italia 2040” e il nuovo polo scientifico che il Governo ha intenzione di promuovere sulle aree di Expo non si sovrapporrà alle attività che già si svolgono nel centro di Lodi». La voce è quella dell'ex sindaco di Lodi e vicesegretario nazionale del Pd **Lorenzo Guerini**, all'uscita da un confronto con il ministro dell'agricoltura Maurizio Martina. «Il Ptp è uno dei più importanti centri di ricerca e innovazione nel settore agroalimentare – continua – e una delle missioni affidate dal Governo al progetto “Italia 2040” è proprio valorizzare le eccellenze del territorio». Eppure, per **coordinare lo sviluppo del nuovo polo scientifico il governo ha scelto l'Istituto Italiano di Tecnologia di Genova**.

Scelta che ha fatto infuriare più d'uno, tanto che proprio sulla guida del polo post Expo si è espresso anche il consigliere regionale leghista **Pietro Foroni**: «In Lombardia esiste già un centro di ricerca nello studio della genetica: il Ptp di Lodi. Regione sta facendo il possibile per coinvolgere le nostre eccellenze nel progetto del dopo Expo, gli unici che non se ne sono accorti sono Renzi e il Pd lombardo, questi ultimi così talmente inclini a ubbidire al loro segretario da arrivare ad appoggiare l'Istituto italiano di tecnologia di Genova anziché valorizzare una nostra realtà territoriale all'avanguardia».

Allegato 2

da: [www.leggo.it](http://www.leggo.it)

autore: Simona Romanò

data: 17 dicembre 2014

«No allo stadio sull'area Expo a Rho-Pero», perché incompatibile con il progetto della nuova Silicon Valley italiana. Assolombarda ha bocciato ieri un «Meazza bis», costruito dopo l'Esposizione e tanto caldeggiato dal governatore Roberto Maroni, che ha fatto pressing sul Milan. «Sarebbe una pietra tombale sulla piattaforma di avanzatissime infrastrutture tecnologiche appena realizzata», ha spiegato, al convegno Far volare Milano, Gianfelice Rocca, numero uno dell'Associazione degli industriali, aprendo così una polemica con la Regione. Si rilancia l'idea di Nexpo: il parco tecnologico che, secondo Rocca, «permetterebbe di sfruttare al meglio la piattaforma creata». Assolombarda pensa in grande al dopo-evento: non uno stadio, ma una sorta di Silicon Valley americana, dove hanno la sede i colossi della tecnologia, da Microsoft ad Apple, a Facebook. «Sarebbe un lascito straordinario di Expo e sarebbe un peccato mortale non sfruttare le eccezionali condizioni infrastrutturali e di digitalizzazione del sito», ha proseguito Rocca. A decidere, tuttavia, saranno gli azionisti Arexpo, fra cui Comune, Regione e Fondazione Fiera. Partito lo studio di fattibilità e avviati i primi contatti con aziende e sponsor. Convinto del piano anche il sindaco Giuliano Pisapia: «Il parco tecnologico è una possibilità da considerare, perché l'area è una delle più avanzate in Europa per tecnologia e innovazione». La parola all'Università Statale e Politecnico, incaricati d'ipotizzare un dopo-Expo.

## **Post Expo, Brianza: Parco Tecnologico Padano conferma ruolo fondamentale**

**12 novembre 2015**

(Lnews Lodi) "Una eccellenza lombarda sotto i diversi aspetti della ricerca e dell'innovazione, che merita attenzione in questa fase e sarà fondamentale valorizzare e promuovere". Lo ha detto l'**assessore regionale al Post Expo e Città Metropolitana Francesca Brianza**, che ha visitato il Parco Tecnologico Padano di Lodi, con il direttore generale Gianluca Carenzo e il consigliere regionale Pietro Foroni.

"Abbiamo potuto verificare direttamente il grande lavoro che si svolge nei laboratori operativi - ha spiegato l'assessore -

dove si stanno sviluppando tematiche e conducendo ricerche a livelli elevati. Una struttura di grande importanza che si conferma protagonista nei diversi comparti, dalla salute all'agroalimentare, con implicazioni e ricadute di grandissima importanza. Una realtà prestigiosa che è fondamentale tenere in considerazione in questa fase post Expo. La parte tecnologica dell'innovazione continuerà ad avere un ruolo fondamentale: la vocazione del sito all'innovazione, allo sviluppo tecnologico e alla ricerca è stata confermata anche dal presidente del Consiglio nel recente incontro, ma è fondamentale che nel futuro dell'area espositiva ci sia partecipazione di realtà come queste che operano con grande profitto per la ricerca".

Allegato 4

da: [www.confindustria.lombardia.it](http://www.confindustria.lombardia.it)

data: 17 dicembre 2014

Dichiarazione del presidente di Confindustria Lombardia Alberto Ribolla

"Un Parco tecnologico nell'area di Expo. Confindustria Lombardia è pienamente d'accordo con il presidente di Assolombarda Gianfelice Rocca in merito alla presa di posizione sulla destinazione futura delle aree Expo di Rho-Pero. Se vogliamo essere competitivi a livello internazionale come territorio lombardo è necessario valorizzare e mettere a sistema infrastrutture innovative e servizi interconnessi ad alta tecnologia ed efficienza energetica come quelle che stanno sorgendo nell'area di Expo 2015" dichiara il **presidente di Confindustria Lombardia Alberto Ribolla**.

"La Lombardia – prosegue Ribolla – è ricca di imprese che fanno dell'innovazione e della ricerca il loro punto di forza, e mettere a disposizione di queste aziende l'eredità dei padiglioni di Expo potrebbe essere una scelta dalla quale ne trarrebbe beneficio l'intero territorio lombardo, evitando oltretutto la dispersione di questo enorme patrimonio".

### **Area Expo e il polo delle tecnologie: 5 cose da sapere**

**"Il dopo Expo è per tutto il Paese", così Renzi lancia il piano per la trasformazione dell'area. Maroni però sottolinea alcuni punti**

#### **1. Un grande sogno**

Renzi sul futuro dell'area dell'Expo, Renzi ha dichiarato: «Il dopo Expo è per tutto il Paese. Occorre pensare a quell'area con respiro. Non si può fare un sogno da meno». Nel suo intervento sul palco del Piccolo Teatro di Milano lancia il progetto *Italia 2040*. Si tratta di trasformare la gigantesca area espositiva in un polo tecnologico che possa racchiudere almeno 1.600 ricercatori.

#### **2. Stanziati 150 milioni all'anno**

Questi i soldi annuali promessi da Renzi per finanziare il progetto che verranno stanziati per dieci anni. Ma per investire su tutta l'area dell'Expo servono più risorse dei 150 milioni all'anno per dieci anni, promessi dal governo per il centro di ricerca. Questa l'opinione sul dopo Expo, espressa dal presidente della Regione Lombardia, Roberto Maroni, nel corso del suo intervento alla trasmissione *'Radio Anch'io'* su Radio 1 Rai.

#### **3. Il progetto**

«Il Governo ha una proposta forte, visionaria, in grado di costruire un'Italia leader di un nuovo umanesimo per i prossimi decenni. I soldi ci sono. Adesso vediamo se c'è la volontà da parte di tutti". Così ha dichiarato il premier Matteo Renzi. "Non basta il presente, occorre il futuro. Per questo dopo il successo dell'Expo, sono andato al Piccolo di Milano e ho illustrato le idee del Governo per l'area dell'evento. Il nostro progetto è semplice, chiavi in mano: non chiudere neanche un giorno il Padiglione Italia. Assumere quasi duemila ricercatori e professori. Fare di quell'area un luogo di eccellenza mondiale». **Cinque le macro aree** di lavoro del polo: 1. le tecnologie per il welfare e contro l'invecchiamento; 2. medicina di precisione; 3. tecnologie per la nutrizione e l'agronomia; 4. nanotecnologie e confezionamento del cibo; 5. Soluzioni innovative per preservare il patrimonio culturale e artistico d'Italia.

#### **4. La visione di Maroni**

«Sugli oltre 100 ettari dell'area Expo - ha sottolineato Maroni - prevediamo che la metà circa sia destinata a parco, poi ci sarà una struttura a Cascina Triulza destinata ad ospitare il terzo settore e il volontariato, poi c'è tutto il resto. Noi prevediamo **quattro interventi**. Il primo è il nuovo campus universitario della Statale di Milano, quindi il Polo tecnologico dell'innovazione, soprattutto sul tema agroalimentare perché questo è il tema dell'Expo e per questo ho proposto di mettere lì in quel polo tecnologico la nuova Agenzia Nazionale per la sicurezza alimentare. Poi c'è il polo degli uffici della pubblica amministrazione e infine, con l'intervento dei privati, un polo per le imprese». Ma il governatore ribadisce i suoi dubbi «Credo non bastino per tutto questo i soldi previsti dal governo, ovvero i 150 milioni l'anno».

#### **5. Sarà la nostra Tour Eiffel**

«Questa è la nostra Tour Eiffel. Dall'*Albero della Vita* in giù, tutto quello che sarà fatto, con i soldi che troveremo, perché [GLI INVESTIMENTI](#) anche privati ci saranno. Ma la destinazione deve essere questa: il polo del futuro, il centro del futuro tecnologico. Però coinvolgendo le gloriose istituzioni lombarde che ci sono: Loro dicono che non possono accettare di essere guidate sul piano scientifico dall'Iit di Genova, bisogna trovare un'intesa con le istituzioni scientifiche a Milano e in Lombardia». Così ha dichiarato il presidente della Regione Lombardia, Roberto Maroni, parlando del dopo Expo, in diretta a *'Radio anch'io'*, su Rai Radio 1.

## Allegato 6

da: [www.ilgiornale.it](http://www.ilgiornale.it)

autore: Carlo Maria Latorre

data: 20 novembre 2015

Ormai è chiaro che il futuro di Milano dipende da Arexpo, da ciò che si farà o non si farà su quel milione e passa di metri quadrati su cui per sei mesi si è svolta Expo. Il presidente del Consiglio Matteo Renzi è venuto di persona a Milano, presentando un «suo» progetto, in realtà elaborato e suggerito dall'Istituto italiano di tecnologia di Genova, che se ne propone anche leader e protagonista. Progetto che però riguarderebbe non meno di un ventesimo della superficie disponibile. E il resto? E il ruolo e gli interessi delle istituzioni scientifiche e degli atenei milanesi che nulla hanno da invidiare all'ottimo istituto genovese promosso da Renzi? Il dibattito continua, evitando la rissa. Anzi è appena iniziato. Ed è chiaro che si protrarrà per tutta la campagna elettorale. Certo, il futuro di Arexpo non è argomento che porta a conquistare il voto del pensionato del Lorenteggio o della commessa di corso Buenos Aires, che in realtà, vorrebbero sentir parlare di imposte e tariffe, trasporto pubblico e sicurezza. Ma i candidati alla scomoda poltrona di sindaco di Milano anche di Arexpo dovranno parlare. Rischiando la proposta impopolare, la manifestazione di incompetenza o la gaffe: insomma di spararla grossa. L'unico potenziale candidato che, teoricamente, dovrebbe avere le idee un po' più chiare è proprio Giuseppe Sala, già commissario Expo. Il Pd renziano gli ha fatto una corte insistente e tenace nonostante la freddezza di Giuliano Pisapia e compagni - e lui alla fine ha ceduto alle lusinghe, sebbene non sia ancora chiaro se dovrà confrontarsi alle primarie: è disposto Sala a rischiare, dopo i trionfi di Rho, la figuraccia di essere scavalcato da un qualsiasi Civati? Il fatto è che proprio in questa situazione post-Expo la candidatura di Sala avrebbe le caratteristiche di un conflitto d'interessi, diciamo così, teorico. Certo, l'ex commissario ha sue idee sul futuro di Arexpo, tanto che il presidente della Regione Roberto Maroni avrebbe voluto affidargliene la gestione. E d'altra parte sono evidenti i buoni rapporti, di fiducia e simpatia reciproca che legano Renzi e Sala. Il quale, ci chiediamo, sarebbe dunque disposto ad opporsi ad un disegno governativo su quell'area in contrasto con gli interessi di Milano? Sarebbe disposto a contestare il progetto renziano che vedrebbe il genovese Itt installarsi da leader, trascurando le istituzioni milanesi? D'altra parte non possiamo pensare che Sala in questi mesi non si sia fatta una sua idea sul dopo Expo, magari parlandone con i rettori degli atenei milanesi, con il governatore e il sindaco uscente. È armonizzabile con quello «genovese» o è del tutto diverso e inconciliabile? Forse non riguarda solo un ventesimo di quell'immenso spazio ma tutta l'area disponibile. È disposto, comunque, a parlarne da candidato del Pd a sindaco senza temere di contraddire il segretario e capo del governo? Abbiamo insomma l'impressione che proprio l'argomento più forte, la competenza, per cui la candidatura di Sala è stata insistente voluta da Renzi, finiranno per creare al Pd il principale problema in campagna. Non intendersi col governo centrale sull'uso di Arexpo significa non concordare sul futuro di Milano. Che per un candidato sindaco non è il migliore dei viatici.

## Il piano del governo per il dopo Expo Tecnologie per la qualità della vita: una cittadella da 1.600 scienziati

Tecnologie umane applicate alla qualità della vita. Renzi affida la regia del polo all'Istituto italiano di tecnologia di Genova

Una vita più lunga e di qualità. Un progetto molto ambizioso per realizzare a Milano il centro di eccellenza mondiale per il miglioramento della vita in tutti i suoi aspetti. Questo il piano per il dopo Expo (25 cartelle in inglese dal titolo provvisorio «Human technopole. Italy 2040») che il presidente del Consiglio, Matteo Renzi, presenterà martedì a Milano. Il progetto propone di creare in una parte dell'area dell'Esposizione universale un polo internazionale di ricerca e tecnologia applicata. Dedicato non solo all'alimentazione, tema dell'Expo, ma a tutte le competenze che possono contribuire all'allungamento e al benessere della vita. Si mira quindi all'interazione fra scoperte e tecnologie mediche, welfare in una società che invecchia, innovazioni nei materiali sostenibili e nel ciclo dell'acqua e dei rifiuti, fino alla valorizzazione del patrimonio artistico e culturale «come parte di una alta qualità della vita per i cittadini di tutte le età».

### Le scelte al vertice

Il polo sarà guidato dall'Iit, l'Istituto italiano di tecnologia (fondazione di diritto privato finanziata dal governo) diretto dal 2005 dal 53enne fisico di fama mondiale Roberto Cingolani, che si avvarrà della collaborazione di altri due centri di eccellenza del Paese: l'Institute for international interchange di Torino, presieduto da un altro fisico di punta, Mario Rasetti (74 anni di cui una quindicina passati negli Stati Uniti, tra i maggiori esperti di Big data) e la Edmund Mach Foundation di Trento, centro di eccellenza per la ricerca e la formazione in campo agricolo, alimentare e ambientale, con a capo l'agronomo 54enne Andrea Segré. Contatti sono in corso o previsti, dice il documento, con l'Università Statale di Milano, col Politecnico di Milano, l'Assolombarda, l'European molecular biology Laboratory, il Weizman Institute, l'Ibm Watson Lab, Google e «un'ampia rete di ospedali di ricerca». Quanto alle imprese, si citano come coinvolte nel progetto, oltre all'industria farmaceutica italiana, Bayer, Dupont, St Microelectronics, Ibm, Ferrero, Barilla, Crea, GlaxoSmithKline, Novartis, Nestlé, Unilever Syngenta. Infine, tra le fondazioni, la Umberto Veronesi, Benetton, San Paolo, Crt.

### Per partire 200 milioni

Il polo indirizzerà la sua attività a precisi obiettivi contenuti nella «Italy 2040 vision», costruiti sulla credibilità di un Paese che eccelle proprio per la durata e la qualità della vita. Dovrà attrarre i migliori talenti mondiali e lavorare in sinergia con le aziende private, con ricadute positive sui cittadini e sull'economia. Il governo, spiegano a Palazzo Chigi, finanzia il progetto con iniziali 100 milioni di euro mentre altri 100 milioni saranno investiti da Iit. Il polo è pensato per occupare un'area di 70 mila metri quadrati su un totale di un milione e 100 mila dell'Expo (di cui circa la metà destinata a verde), lasciando ampio spazio ai progetti immobiliari che verranno sviluppati da Arexpo, la società della Regione Lombardia e del Comune di Milano (34,67% ciascuno), partecipata dalla Fondazione Fiera (27,66%), dalla Città metropolitana (2%) e dal Comune di Rho (1%) proprietaria dell'intera area dell'Esposizione universale. Da tempo il governo ha annunciato di voler entrare in Arexpo e ha messo al lavoro [la CASSA DEPOSITI E PRESTITI](#) e l'Agenzia del demanio su come valorizzare il dopo Expo.

## **I talenti**

Nel polo proposto da Renzi lavorerebbero almeno mille persone tra scienziati, ricercatori e tecnici mentre sono previsti circa 600 dottorati post laurea. Milano, sul modello dell'Istituto italiano di tecnologia dove il 45% dello staff viene dall'estero, dovrebbe diventare il centro di attrazione delle migliori intelligenze del mondo nelle cinque aree di lavoro del polo: 1) tecnologie per il welfare e per fronteggiare l'invecchiamento; 2) medicina di precisione, integrando la genomica e la Big data analysis per sconfiggere cancro e malattie neurodegenerative; 3) tecnologie multidisciplinari per l'alimentazione, la nutrizione, l'agronomia; 4) materiali sostenibili, nanotecnologie verdi, confezionamento del cibo, ciclo dell'acqua e gestione dei rifiuti; 5) soluzioni innovative per preservare e valorizzare il patrimonio culturale e artistico dell'Italia. Il piano prevede appunto collaborazioni con imprese leader interessate, anche allo scopo di creare aziende (startup) e lavori di alta specializzazione. A regime, «Human Technopole», impegnerà più di 1.600 scienziati organizzati in sei distretti: genomica; neurogenomica; nutrizione; modelli matematici e scienza dei dati; bioinformatica; impatto socioeconomico. Il costo del progetto a regime è stimato in 145 milioni l'anno. Il 55-60% per il personale, il 15-20% per le infrastrutture, il 20-30% per la ricerca e sviluppo. Secondo Renzi il piano, che è stato scelto fra diverse alternative, supera la dimensione localistica e rappresenta la miglior proposta per raccogliere l'eredità dell'Expo e rilanciarla su scala mondiale con il sostegno del governo.

## **Una visione per il 2040**

Il piano guarda quindi lontano e propone un primo traguardo fra 25 anni, nel 2040, per fare dell'Italia il Paese leader mondiale nelle «Human technologies». In vista di questo traguardo i soggetti coinvolti dovranno collaborare su 11 progetti in diversi campi del sapere: la medicina, Big data (costituzione e gestione delle banche dati); nanotecnologie verdi (consumi sostenibili, lotta all'inquinamento, eccetera); welfare (assistenza agli anziani e ai non autosufficienti). Gli undici progetti impegneranno più di mille ricercatori dell'Iit e circa 100 collaborazioni industriali e saranno finalizzati a ottenere miglioramenti in quattro settori: 1) robotica di supporto (per la chirurgia, la riabilitazione, le protesi); 2) materiali intelligenti (plastica vegetale, purificazione dell'acqua, applicazioni biomediche); 3) nanomedicina, per esempio i farmaci intelligenti; 4) genomica (la mappatura dei geni per prevenire le malattie).

Oltre alle ricadute concrete in questi campi, Renzi sottolinea i benefici economici del progetto visto che tra gli obiettivi c'è la riduzione dei costi del servizio sanitario nazionale di «almeno il 20% in dieci anni». Speciale attenzione sarà dedicata alla cura del cancro e delle malattie neurodegenerative, tra le principali cause di morte e invalidità nei paesi industrializzati. I pazienti, con le nuove tecniche d'indagine e prevenzione, potranno beneficiare di terapie sempre più personalizzate. Lo sviluppo della ricerca favorirà la nascita di imprese innovative nella farmaceutica, nell'assistenza, nell'alimentazione. Infine, si legge nel documento, ci sarà anche un beneficio per l'«immagine del Paese», facendo dell'Italia, si legge ancora, il «posto ideale per vivere, ma anche un leader visibile nei rami delle scienze e tecnologie al servizio dell'umanità». Ora la parola passa alla Regione e agli enti locali.

## Allegato 8

da: [aim.milano.it/it/progetti/archivio-progetti/raggi-verdi](http://aim.milano.it/it/progetti/archivio-progetti/raggi-verdi)

autore: AIM, Associazione Interessi Metropolitan

data: 2007

# RAGGI VERDI

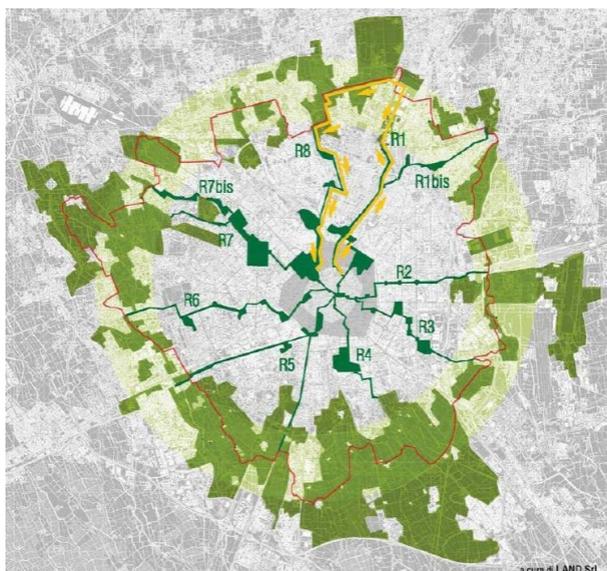
"Raggi Verdi" è un progetto promosso dal Comune di Milano - Settore Sviluppo del Territorio e Arredo e Decoro Urbano per una nuova rete di percorsi pedonali e ciclabili con l'intento di arricchire di verde il tessuto urbano: ciò per migliorare gli spostamenti nella città e la vita quotidiana di tutti i cittadini.

Carlo Masseroli, Assessore Sviluppo del Territorio e Maurizio Cadeo, Assessore Arredo, Decoro urbano e Verde hanno illustrato così il nuovo progetto:

*"Se nell'immaginario collettivo Milano non è una città verde, il nuovo progetto dei Raggi Verdi diventa fondamentale per la costruzione di una nuova immagine di Milano. Occasione per ripensare la città nella dimensione fisica dello spazio pubblico. Questo significa, ad esempio, che quando si parlerà di verde non si parlerà di singoli frammenti isolati, ma si parlerà di una strategia per la città: di una cerchia verde e di raggi che possano mettere a sistema i Nove Parchi che circondano il territorio urbano milanese con il centro della città. Un progetto per la città, per i suoi cittadini, per Milano in corsa per l'Expo 2015."*

Il progetto è nato da AIM con lo Studio Land e con la collaborazione di AISTP, ed è stato proposto al Comune di Milano che lo ha accolto tra i suoi programmi da sviluppare per la città nel 2005.

Il progetto ha previsto all'inizio 8 Raggi Verdi di una lunghezza media tra i 7 e i 12 Km lineari: ogni Raggio, partendo dal centro della città, deve arrivare a uno dei grandi parchi urbani o della cintura milanese.



## 2.1. Principi guida generali

**Il compito del Masterplan post Expo 2015 e delle Linee Guida è di individuare le condizioni operative e gli elementi fissi e irrinunciabili funzionali all'elaborazione della proposta progettuale inserita nella procedura concorsuale di selezione del soggetto attuatore.**

**Il Masterplan seleziona gli elementi decisivi sotto il profilo della valorizzazione strategica e delle ricadute di interesse pubblico e collettivo, dei fattori di attrazione, degli elementi di identità, e rappresenta il riferimento tecnico operativo per la stesura del futuro strumento attuativo.**

Le Linee Guida si orientano verso una piena valorizzazione dell'eredità fisica e immateriale dell'Esposizione Universale milanese attraverso il riuso mirato degli investimenti pubblici già effettuati e degli interventi in corso per infrastrutturare e attrezzare l'area oggetto di intervento.

L'ossatura infrastrutturale dell'Esposizione del 2015 (la cosiddetta Piastra) offre un telaio idoneo per lo sviluppo del futuro progetto urbano coordinato dal Masterplan, in cui prefigurare una funzionalità essenziale al progetto futuro, in un'ottica di contenimento delle risorse necessarie per il loro adeguamento e per la presa in carico da parte degli Enti interessati.

**Il Masterplan disegna il proprio assetto con margini di flessibilità e di adattabilità tali da verificare nel tempo la coerenza con l'evoluzione del progetto Expo 2015 per quanto concerne le componenti permanenti (infrastrutture e insediamenti, tecnologie, sistemazioni ambientali e mitigazioni, ecc.), anche adattandosi a condizioni impreviste e inattese che l'attuazione di un progetto complesso presenta.**

Costruisce una figura urbana resiliente che senza frammentarsi e senza troppi vincoli precostituiti consente uno sviluppo unitario dell'ambito (figura urbana) intercettando le esigenze della città metropolitana e le possibilità del mercato, introducendo nel tempo del progetto la dinamica del cambiamento, non affidandosi a un unico tema, né a un'unica specializzazione.

Esplicita una strategia spaziale identificando lo schema di assetto urbanistico fondamentale, gli spazi aperti, lo spazio pubblico e collettivo, le attrezzature di interesse generale, le aree di concentrazione volumetrica, le infrastrutture, i relativi equipaggiamenti e le necessarie caratterizzazioni paesaggistiche

La localizzazione preferenziale per le attrezzature di interesse generale identifica due centralità che strutturano il disegno

complessivo del Masterplan organizzato lungo il Decumano: a Ovest, in prossimità dell'attestamento del trasporto pubblico su ferro e dell'alta accessibilità, e ad Est in corrispondenza del Parco pluritematico.

La realizzazione del Parco Pluritematico, presente in più della metà dell'area, costituisce il cuore del nuovo disegno urbano, divenendo il contenitore di proposte civili per l'area metropolitana e l'elemento di rafforzamento delle dotazioni di attrezzature di livello regionale e nazionale.

La parte più estesa del Parco si concentra ad Est, si configura come dotazione unitaria, valorizza la legacy e assume una rilevanza territoriale, mentre le aree fondiariarie per gli insediamenti occupano principalmente la parte Ovest dell'area, a più alta accessibilità pubblica (ferroviaria e metropolitana).

**Il disegno del Masterplan consente di dare piena fruibilità all'area con particolare riferimento agli assi principali del Cardo e del Decumano, che ne costituiscono l'ossatura portante delle reti e dei sottoservizi e recepisce la scelta di mantenere il telaio della Piastra con i relativi sottoservizi oltre a salvaguardare e valorizzare alcune delle opere ereditate da Expo, in particolare i manufatti permanenti, le infrastrutture di bordo e i tracciati dei percorsi e i principali sottoservizi.**

È un disegno urbano di riferimento, che definisce differenti gradi di coerenza per ognuna delle componenti strutturali, dove la conformazione delle aree non è vincolante ma indicativa di un assetto che la proposta dovrà rispettare e valorizzare nel prefigurare il futuro progetto urbano.

Nella prospettiva di riuso e di valorizzazione della Legacy dell'Expo, il Masterplan prefigura il cosiddetto Fast Post, l'opportunità, quindi, di riapertura del Sito nel più breve tempo possibile dopo la conclusione dell'evento, prefigurando per alcune parti una possibile continuità d'uso dopo l'Esposizione del 2015, con particolare riferimento alla fruizione degli ambiti e delle strutture temporanee e degli spazi aperti, con avvio dei lavori di realizzazione del Parco pluritematico in costruzione.

La continuità d'uso e la gestione temporanea nell'immediato post Expo dovrà interessare anche alcuni manufatti e particolari attrezzature, programmandone le condizioni operative e funzionali necessarie e assicurandone fruibilità e accessibilità per una dismissione programmata e selettiva delle strutture temporanee.

### 3. Y.I.M.B.Y. - Yes, In My Back Yard Scenario per il post-Expo

7: Dizionario della lingua italiana  
Treccani, dizionario online.

#### 3.1 Lo spazio è di tutti

Cito testualmente dal dizionario della lingua italiana Treccani: *“NIMBY, [...] Espressione (Not In My Back Yard, «non nel mio giardino») [...] Identifica l’opposizione di uno o più membri di una comunità locale a ospitare opere di interesse generale sul proprio territorio, pur riconoscendone, a volte, la desiderabilità sociale (l’installazione degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili, una scuola, un centro commerciale, un ospizio, grandi vie di comunicazione ecc.). In altri casi l’opera è assolutamente indesiderata, perché considerata una minaccia alla salute o alla sicurezza, oppure perché a essa si associa una riduzione dello status di un quartiere o di un’area geografica. Tali opere possono includere, per es., la realizzazione di una discarica di rifiuti pericolosi o lo stoccaggio di materiale radioattivo, a cui sono associate forti proteste e manifestazioni. Il termine NIMBY è utilizzato anche per descrivere le persone che sostengono alcune proposte (come l’aumento della tassazione), ma si oppongono alla loro applicazione in quanto richiedono a loro stessi un sacrificio. [...]”*.<sup>7</sup>

Il rovesciamento dell’acronimo inglese da “N.I.M.B.Y.” a “Y.I.M.B.Y., Yes, In My Back Yard, vuole indicare la forte intenzione progettuale di rendere l’area di Expo Milano 2015 una risorsa per tutte le popolazioni ad essa limitrofe, trasformandola in area di potenziale interesse integrata al territorio urbano circostante e alle attività tipiche dello svolgersi quotidiano.

La proposta progettuale vuole porsi come esperienza positiva e vero luogo di espressione di potenzialità territoriale: attraverso un’operazione di riuso, può diventare promotrice di un perpetuo meccanismo di riqualificazione urbana per quelle aree limitrofe che risultano essere abbandonate o succubi di un forte degrado territoriale, ambientale, urbano e sociale.

Integrare questo territorio all’interno di un ambito fortemente edificato e diversificato negli usi significa far divenire esso portatore e promotore di qualità di vita, di esperienze positive, di

energia quotidiana ed interesse per le popolazioni ad esso connesse, oltre che per lo stesso territorio.

Operare su un'area in apparenza abbandonata a se stessa come quella di Expo, significa agire anche sulla percezione e sull'immaginario dell'area stessa da parte delle persone ad essa connesse, trasformandola da problema ad opportunità.

Gilles Clement nel libro "Manifesto del Terzo Paesaggio" identifica e definisce le porzioni di territorio come Expo nella seguente modalità: *"[...] Il residuo deriva dall'abbandono di un territorio precedentemente sfruttato. La sua origine è molteplice: agricoltura, industriale, urbana, turistica ecc. [...] In ambito urbano corrispondono a terreni in attesa di una destinazione o in attesa dell'esecuzione di progetti sospesi per ragioni finanziarie o di decisione politica[...]"*<sup>8</sup> Clement ripercorre i passi che han portato alla creazione di aree residuali e propone una visione ottimistica e propositiva nei confronti di queste porzioni di territorio apparentemente senza valore alcuno, attribuendo loro preziose ed inestimabili qualità ambientali, di diversità, di vita, di mutamento, di movimento.

Ed è esattamente ciò su cui il mio progetto si sviluppa.

## 3.2 Lo spazio del masterplan

### 3.2.1 Legacy

Il progetto per il masterplan verte verso la progettazione di un parco urbano intercomunale.

Come un Rizoma, infatti, i confini progettuali spaziano oltre il perimetro dell'area addizionando ad essa territori quali la cava Ronchi a nord, un tratto in disuso dello scalo ferroviario a sud e ridefinendo i confini dell'area in prossimità del bordo settentrionale dell'autostrada A8.

La composizione degli spazi è fortemente legata al lascito degli elementi strutturanti del masterplan di Expo: la struttura della griglia strutturata dagli assi spaziali del cardo e decumano, definisce i momenti interni all'area e determina i percorsi ciclo-pedonali che collegano le aree interne del masterplan e i territori circostanti, creando diverse situazioni, diversi ambiti, diversi an-

goli di coesione e partecipazione tra ciò che può essere la città e il verde urbano del vivere e praticare il parco; l'elemento acqua viene mantenuto nei tratti in cui il flusso di scorrimento non è forzato e ha luogo per mezzo di pendenze del terreno; infine gli edifici di Expo da mantenere sono il Padiglione Zero, Expo Center, il complesso della Cascina Triulza, Palazzo Italia, la Lake Arena e l'Open Air Theater.

L'utilizzo della griglia compositiva e strutturante di Expo permette di vedere un netto risparmio in termini economici, in quanto sotto i tracciati sono posizionati i sottoservizi impiantistici.

### 3.2.2 Lo sport

Il tema sportivo attribuito al parco è sotteso alla volontà di ri-educare all'uso del verde facendolo intendere come elemento urbano facente parte integrante della quotidianità cittadina, attraverso attività di tipo goliardico. Il masterplan di progetto si compone infatti di vuoti strutturali e strutturati dove lo sport viene declinato sotto diverse forme: da un villaggio sportivo ad ovest si passa attraverso una serie di attività outdoor ed indoor fino ad arrivare alla piazza dello stadio che funge da snodo tra l'asse principale interna del masterplan e l'asse del cardo che diventa il vero strumento di connessione, condivisione ed approccio nei confronti di una nuova ed itinerante realtà spaziale.

### 3.2.3 Il costruito

Il progetto vede la previsione di una fascia di costruito e di servizi coesa e localizzata sul bordo meridionale dell'area, le cui situazioni vengono identificate e separate per mezzo di elementi naturali quali recinti di acqua o di alberature poste in fila.

È composta principalmente dagli elementi del lascito di Expo, quali Expo Center, Padiglione Zero e l'Open Air Theater, dal recupero dell'edificio delle poste di Milano Roserio, di cui si prevede la delocalizzazione, dall'apporto di strutture sportive outdoor, quali campi sportivi e il centro di atletica leggera, e la costruzione di uno stadio per il calcio. Le restanti strutture costruite distribuite nel masterplan, quali Palazzo Italia, Lake Arena e lo skatepark a Baranzate, sono di supporto al tema del

masterplan.

La fascia di costruito funge da dispositivo di riattivazione del territorio e al contempo non sottrae spazio al verde di progetto, il quale è il principale protagonista che caratterizza il masterplan. Il recupero degli edifici preesistenti permette di operare verso una politica di risparmio economico e di sostenibilità ambientale: una delle voci di costo più cospicue del bilancio di Expo è infatti quella riguardante i costi di smontaggio e smantellamento delle strutture e dei padiglioni serviti durante la manifestazione.

### 3.2.4 Il verde

L'elemento naturale è il principale protagonista del masterplan per il post Expo. Occupa l'89% della superficie totale di progetto. Distribuito lungo le direttrici della griglia di Expo, si struttura in fasce ortogonali rispetto al decumano e si manifesta come opportunità di riqualificazione ambientale.

Le specie arboree selezionate sono infatti in grado di bonificare il terreno assorbendone i metalli pesanti e fermandoli nei propri rami e nelle proprie foglie. Si tratta di un meccanismo di "fitorimedio" i cui punti di forza sono i seguenti: contrariamente a quanto succede coi meccanismi chimico-fisici per la bonifica dei terreni, la terra sottoposta a fitorimedio rimane fertile, i costi di gestione del terriccio in loco sono notevolmente inferiori a ciò che una trafilatura di prelievo, trasporto, bonifica e riposizionamento prevede, inoltre il processo di bonifica chimica prevede l'uso dell'acido etilendiamminotetraacetico (EDTA), il quale si degrada lentamente nel suolo e può quindi, a sua volta, inquinare le falde acquifere a seguito di piogge abbondanti o irrigazioni.

La criticità di questo sistema dipende dal fatto che, non conoscendo mai la vera entità dell'inquinamento di un certo terreno da trattare, i periodi di bonifica tramite fitorimedio risultano essere lunghi, si parla infatti dell'esigenza di avere anni a disposizione prima di poter recuperare un'area inquinata, a differenza di poche settimane qualora si adoperasse una bonifica tramite procedimenti fisico-chimici.

Per il progetto del post expo il fitorimedio può avere luogo in quanto l'uso dell'area non sarà residenziale, bensì goliardico, dunque non vi è la necessità di disporre di un terreno sano in

tempi brevi. In più, l'utilizzo di acidi e sostanze chimiche aumenterebbe il rischio di inquinare la falda acquifera sottostante. Le specie selezionate per la bonifica dell'area sono le seguenti: per le piante ad alto fusto sono stati considerati il Pioppo (immagine 7) e il Salice (immagine 8) quali specie arboree in quanto consentono un'operazione di bonifica protratta nel tempo e, una volta tagliati, una cospicua produzione di biomassa per la produzione di bioenergia. È infatti grazie alla loro crescita rapida che il meccanismo di assorbimento di nutrienti e metalli pesanti è molto più rapido rispetto ad altri alberi aventi le stesse proprietà di risanamento dei terreni.

Le alberature del masterplan hanno una doppia funzione: da una parte vi è la bonifica del terreno e dall'altra lavorano per bloccare l'inquinamento atmosferico ed acustico proveniente dalle grandi arterie automobilistiche: una fascia cospicua di alberature è posizionata su ambi i lati dell'autostrada A8 a nord dell'area in quanto la tratta, oltre ad essere trafficata, risulta essere in sovrarelevata di due metri e mezzo rispetto al terreno di Expo.

Per le piante a basso busto si riscontrano: *Alyssa Bertolonii* (immagine 4), arbusto i cui fiori hanno un colore giallo, che riesce a contenere fino all'1% di nichel, quantità di duecento volte maggiore alla soglia di sopravvivenza della maggior parte delle altre piante; *Brassica Carinata* (immagine 5), pianta dai fiori gialli capace di assorbire zinco e cadmio dal suolo; *Chrysopogon Zizanioides* (immagine 6), capace di bonificare il terreno da idrocarburi, metalli pesanti come il nichel e il cromo.

Caratteristica peculiare di queste specie è la scarsa manutenzione che richiedono: è infatti possibile intervenire su di esse prevedendo normali interventi manutenzione ordinaria del verde.

In questo modo si lascia che la natura cresca, si evolva e svolga i compiti per cui lì è stata posizionata. Il "Terzo Paesaggio" descritto da Gilles Clement non è nient'altro che questo: è una presa di coscienza da parte dell'uomo dell'immensità della natura, della sua capacità di creare, di crescere, di riorganizzarsi, di tornare ad essere ciò che era e anche di ritrovarsi in qualcosa di diverso, di nuovo e di ancora più prezioso. Nel progetto di masterplan per il post-Expo Y.I.M.B.Y. si assiste alla creazione di un "Terzo Paesaggio", il cui input viene generato dal pensiero



Immagine 4  
*Alyssa Bertolonii*



Immagine 5  
*Brassica Carinata*



Immagine 6  
*Chrysopogon Zizanioides*



Immagine 7  
Pioppo



Immagine 8  
Salice

progettuale e la sua evoluzione è lasciata a se stessa, un luogo “come frammento condiviso nell’ambito di una stessa cultura”, un luogo riconosciuto come attivo e proattivo, la cui sopravvivenza è strettamente legata al rispetto che le attività umane gli riservano.

Le colture e le piantumazioni concorrono a creare ed a stabilizzare un ambiente di qualità ambientale elevata, un polmone verde all’interno di un territorio fortemente caratterizzato dalla presenza di infrastrutture viabilistiche pesanti; un luogo di incontro, di scambio, di quotidianità e con essa il bisogno di mutamento che la crescita e il passare del tempo pretendono.

## 4. 8Days Stadium

9: ROMAGNI Ludovico, *Lo stadio nella città*, Firenze, Alinea Editrice, 2014.

### 4.1 Lo stadio nell'immaginario comune

“Ogni stadio per definizione è un contenitore: uno spazio destinato a essere riempito di eventi e spettatori.[...]”<sup>9</sup>

È una struttura ricettiva: al suo interno vedono svolgersi manifestazioni sportive, musicali, culturali, politiche; è uno spazio delimitato dove le persone possono ritrovarsi e vivere attivamente le emozioni che l'evento offre.

È uno spazio da vivere in maniera attiva: non vige la regola del silenzio durante le manifestazioni come può avvenire invece durante uno spettacolo teatrale, non è un soltanto un luogo di incontro e scambio come può essere una piazza, bensì rappresenta la fusione e l'evoluzione di questi due luoghi di incontro, scambio e spettacolo.

Durante le manifestazioni sportive è infatti comune assistere a veri e propri cori e scenografie da parte di un gruppo di tifosi: inneggiano canzoni, espongono striscioni, sostengono la propria squadra in maniera attiva. Quando hanno luogo concerti ed incontri culturali e politici, gli spettatori hanno la possibilità di esprimersi liberamente, manifestando piacere o disappunto. Può essere dunque considerato un luogo dove si manifesta un forte sentimento di topofilia, cioè di amore ed attaccamento ad un certo luogo.

John Bale nel suo saggio “Il calcio come fonte di topofilia” ne “Il calcio e il suo pubblico”, riferendosi alle strutture calcistiche britanniche, identifica e stabilisce cinque aspetti della topofilia ad essi legata.

Parlando di *stadio come luogo sacro*, fa riferimento al forte sentimento affettivo che vi lega i tifosi, emozione alla pari di quella che si prova nei confronti di un luogo riconosciuto come sacro: “[...] Tali sentimenti non sono legati solo agli stadi più importanti: anche i campi modesti, che potrebbero essere chiusi da un momento all'altro, suscitano forti emozioni. [...] Un affezionato tifoso ha commentato: “Sealand Road fa parte della mia vita da trent'anni; è qualcosa di più di un semplice campo di calcio: è uno stile di vita, non solo per me ma anche per migliaia di per-

*sonne vive e morte la cui esistenza è ruotata attorno a una partita di calcio. È qualcosa di più dei mattoni e del cemento, è quasi qualcosa di spirituale. [...]”*<sup>10</sup>

Identificando lo *stadio come spazio scenico*, si riferisce al sentimento di appartenenza che i tifosi provano una volta vissuto lo spazio e il senso di gratificazione che nasce dall'evento calcistico in sé e anche dalla composizione interna dello stesso spazio del calcio.

Per *stadio come casa* paragona il sentimento affettivo che lega una persona alla propria abitazione a quello che un tifoso prova nei confronti di un'attrezzatura sportiva che frequenta spesso o con regolarità; vi è un sentimento di nostalgia nei confronti dello stadio quando non vi si è ed una sorta di desiderio di ritornarvi appena possibile.

Lo stadio è altresì visto come *luogo turistico*: assume infatti la valenza di monumento cittadino e viene visto come luogo di interesse e meta turistica da parte di persone in visita nel paese. Infine, delinea il delicato aspetto che associa lo stadio ad *espressioni di orgoglio locale e patriottismo*: l'attaccamento e il tifo nei confronti di una squadra mettono in atto meccanismi sociali di appartenenza ad un certo gruppo di persone, attraverso i quali l'individuo crede e percepisce il rafforzarsi della propria figura e del proprio status sociale all'interno di un gruppo.

È dunque chiaro come l'oggetto architettonico dello stadio sia facente parte di un complesso meccanismo sociale: è identificazione in un luogo, in un gruppo sociale, è rifugio, è casa, è spettacolo ed è rabbia, felicità, gratificazione e sconforto; lo stadio appartiene alle persone che lo andranno a vivere ed è per esse che deve essere ideato.

## 4.2 Lo stadio per la città

Uno stadio che appartiene al tessuto urbano della città è un luogo di riferimento spaziale, un luogo di incontro quotidiano, un'occasione di raccoglimento. Ludovico Romagni nel libro “Lo stadio nella città”, descrive le relazioni e i comportamenti che l'edificio stadio può avere all'interno di un contesto urba-

no: può cercare di confondersi, riducendo le dimensioni degli spalti, utilizzando spazi ipogei evitando quindi di imporsi come landmark; può al contrario essere un elemento significativo nella composizione della città per la sua valenza volumetrica e formale, diventando parte integrante del costruito urbano; ma soprattutto uno stadio può essere un'opportunità per la città, di riqualificazione, di armonia della quotidianità: *“Sono strutture che hanno cambiato il modello di gestione dell’impianto sportivo, capaci di generare utili anche a prescindere dall’evento sportivo, supportate da logiche immobiliari, spazi per il commercio ed il divertimento, fruibili 24 ore su 24, tutti i giorni dove sono possibili visite organizzate, praticare sport, acquistare, consumare. Stiamo assistendo alla nascita di un “superluogo”: ossia, è anche un museo, un tempio dello sport, un supermercato [...] e, ad orari stabiliti, può svolgere, con gruppi organizzati, una visita guidata; [...] sport, svago, tempo libero e commercio.[...].”*<sup>11</sup>

È questa la nuova tendenza per la costruzione di stadi in Italia, modello ripreso dagli esempi di architettura sportiva britannica ed è questo di cui il mio progetto si occuperà: 8Days Stadium integra la funzionalità di uno stadio tradizionale ad un uso più quotidiano, legato alla città e fruibile in ogni momento della settimana. Da qui il nome del mio progetto, 8Days, nome ispirato dalla celebre canzone dei Beatles “Eight days a week”.

Otto giorni a settimana, per l’architettura significa essere sempre disponibile e fruibile dal pubblico anche quando non sono presenti eventi all’interno della cavea dello stadio.

Il livello zero dello stadio coincide con il livello del masterplan e della città ed è attrezzato per ospitare spazi i cui usi permettono allo stadio di vivere durante tutto il corso della settimana: vi sono un punto di ricevimento e di informazione gestiti dai rappresentanti degli sponsor delle squadre calcistiche, un museo del calcio e della squadra a cui lo stadio è affiliato, un negozio di gadget e di articoli sportivi legati allo sport del calcio, una mediateca dedicata prevalentemente alla visione di video-documentari a tema calcistico e una libreria dove è possibile consultare ed acquistare riproduzioni cartacee di testi inerenti al gioco del calcio. Questi spazi fanno parte dell’ambiente dello stadio ma non si legano alla geometria spaziale imposta dalla maglia strutturale dei pi-



Immagine 9  
Raffigurazione pop-art dei componenti del gruppo musicale “The Beatles”.

Fonte: web.

11: ROMAGNI Ludovico, *Lo stadio nella città, Firenze*, Alinea Editrice, 2014.

lastrici: la loro disposizione e i materiali poveri e prefabbricati (composizione di moduli spaziali formati da pannelli di legno X-LAM), di cui sono composti indicano la precarietà di questo sistema di spazi, condizione tuttavia coerente col sistema di sviluppo e di spazio in movimento per potersi sempre ricreare e riadattare alle sempre nuove richieste spaziali e funzionali che una struttura ricettiva come lo stadio deve soddisfare.

Infatti *“Se abbiamo imparato che la forma deve seguire la funzione, cosa succederà quando il nostro committente improvvisamente ci dirà che non sa quale sarà la funzione del progetto che ci chiede?[...]”*.<sup>12</sup>

Carlo Ratti in *“Architettura Open Source”* descrive questo tipo di approccio come segue: *“La soluzione di trovava in un linguaggio non tecnico e non specialistico basato su un vocabolario condiviso di principi progettuali. Non si trattava di formule matematiche ma di un lessico funzionale alla discussione e al dialogo. Questa nuova metodologia avrebbe definito un pattern come “qualsiasi principio generale di pianificazione capace, al contempo, di enunciare un problema tipo che ricorre in un ambiente, di stabilire in quali contesti esso si presenterà e di offrire i lineamenti generali per la sua soluzione. [...] un approccio nuovo e radical alla progettazione di ambienti adattabili e rispondenti a diverse esigenze, ma al tempo stesso coesi, destinati a una grande comunità [...]; un progetto che avrebbe permesso all’intero gruppo di prendere decisioni, anziché essere soggetto a un piano generale rigido e univoco.”*<sup>13</sup>

12: DE CARLO Giancarlo, *L’architettura della partecipazione*, Macerata, Quodlibet, 2013.

13: RATTI Carlo, *Architettura Open Source. Verso una progettazione aperta*, Torino, Giulio Einaudi Editore, 2014.

### 4.3 Lo stadio nel parco

Nei confronti dello spazio esterno del masterplan, 8Days Stadium si pone come edificio di forma concava, permeabile e dunque in continuità con lo spazio del parco: durante i giorni di chiusura della cavea dello stadio i padiglioni posti al livello zero rimangono fruibili, questo è stato reso possibile dall’arretramento dell’ingresso alla cavea e agli spazi interni dello stadio. Le quattro aree porticate che caratterizzano il livello zero dello stadio, si relazionano in maniera diretta con l’elemento naturale

del masterplan: sono spazi di interazione tra l'architettura e la natura, luoghi dove quest'ultima viene valorizzata mediante lo svuotamento volumetrico del piano e dove la natura è libera di essere osservata nella sua magnificenza.

In questa ottica, l'architettura diviene anche progetto del vuoto e il pilastro assume un ruolo fondamentale all'interno della composizione dello spazio: la maglia strutturale larga e la forma circolare dell'elemento verticale permette di percepire il flusso del movimento dello spazio vuoto attraverso la mancanza di spigoli vivi nelle forme che permettono allo spazio di esistere. Gli spazi al livello zero dello stadio diventano paragonabili a portici i quali ambienti vengono inquadrati, presentati ed introdotti dai volumi pieni posti agli angoli della struttura dello stadio, attraverso la composizione e la contrapposizione tra volume pieno e svuotamento materico che è stata creata.

Elemento di ordine nella composizione dello stadio è il modulo strutturale di 1,50 metri, infatti corrisponde al diametro del pilastro e all'altezza di tutto il pacchetto di solaio; il reticolo strutturale regolare posto in evidenza in corrispondenza dei volumi delle tribune vuole essere uno strumento di regolazione dello spazio tramite volumetrie strutturali costanti. In questo modo si ha la percezione dello spazio soggetto ed oggetto di ordine, di misura e di controllo in ogni sua parte.

#### 4.4 Lo spazio dello sport

Lo spazio della cavea è delimitato da quattro sistemi murari angolari, posti ai vertici del rettangolo di base, che svuotano il volume del parallelepipedo estruso dalla figura piana di base ed assumono la valenza di quinte teatrali che danno luogo a quattro occasioni spaziali differenti.

Lo spazio scenico della cavea è caratterizzato altresì dalla presenza di quattro torrette poste in sommità rispetto ai muri angolari: esse hanno la funzione di sostenere le coperture delle tribune e di fornire il supporto alle apparecchiature di illuminazione del campo da gioco. Sono inoltre oggetti architettonici che possono essere considerati dei veri e propri landmark, data la loro altezza

dal livello zero del masterplan pari a 73.30 metri.

Gli spazi funzionali dello stadio sono posizionati sotto le tribune; in ogni settore sono presenti servizi igienici, luoghi di ristoro, un locale infermeria, un locale dedicato agli agenti della sicurezza, un locale per la vendita di gadget e di richiesta delle informazioni; sono inoltre presenti due servizi igienici per persone diversamente abili in prossimità dei settori con i posti ad essi dedicati.

Le quattro tribune che compongono la cavea sono collegate grazie ai percorsi distributivi posti all'interno dei volumi angolari dello stadio.

I livelli dello stadio si suddividono come segue: dal piano terra, si trovano due livelli di tribune comunicanti dedicate agli spettatori e, in parte, agli addetti stampa e ai cronisti televisivi; segue un livello intermedio interamente dedicato agli skybox e agli studi televisivi e giornalistici, pertanto non è praticabile dagli fruitori dello stadio non muniti di un apposito pass che lo bypasseranno continuando a percorrere i dispositivi di distribuzione posti nei volumi angolari e in alcuni punti nei volumi delle tribune; seguono infine due ulteriori livelli di tribune comunicanti.

Nella composizione degli spazi funzionali dello stadio, il pilastro ricorre come elemento strutturale di elevata rilevanza compositiva: i volumi che ne compongono gli spazi sottostanti le tribune sono arretrati di 30 centimetri rispetto al filo del pilastro, scelta architettonica atta a sottolineare l'importanza dell'elemento strutturale verticale come protagonista ed autore del movimento dello spazio.

*“Architettura non vuol dire soltanto costruire: gli ingegneri costruiscono benissimo ma operano solo nello spazio, e interessanti; però la costruzione, in tutti i campi, è quella dell'architettura: opera nel tempo, con un principio e un fine astratti, disinteressati, e con una “perpetuità” di espressione[...] Gli architetti costruiscono nel tempo, nella cultura; è allora opera d'arte costruita per sempre [...] L'architettura è arte e va oltre l'uso [...]”<sup>14</sup>*

## 4.5 La costruzione dello spazio

Immagine 10  
Schema distanze massime

Le geometrie dello stadio sono state create prendendo come riferimento il documento redatto dalla FIFA, Fédération Internationale de Football Association, “Football Stadiums. Technical recommendations and requirements”, dove vengono indicati i requisiti minimi per garantire la qualità dello spazio da gioco e degli spazi delle tribune.

Seguono gli schemi di analisi e di verifica.

### 4.5.1 Le distanze massime

Per garantire agli spettatori una corretta e soddisfacente visione degli spettacoli all'interno della cavea dello stadio, la FIFA ha fissato due linee di costruzione che costituiscono l'area dove gli spettatori hanno una visuale ottimale, ottenuta grazie alla costruzione di un cerchio di raggio 90 metri e con origine al centro del campo di gioco, e la distanza massima entro la quale si possono trovare i posti a sedere, ottenuta dall'intersezione di quattro cerchi di raggio 190 metri con origine agli angoli del campo da gioco.

8Days Stadium, come si evince dallo schema, rispetta il limite di distanza massima e garantisce a circa il 60% degli spettatori una distanza ottimale dal campo da gioco.

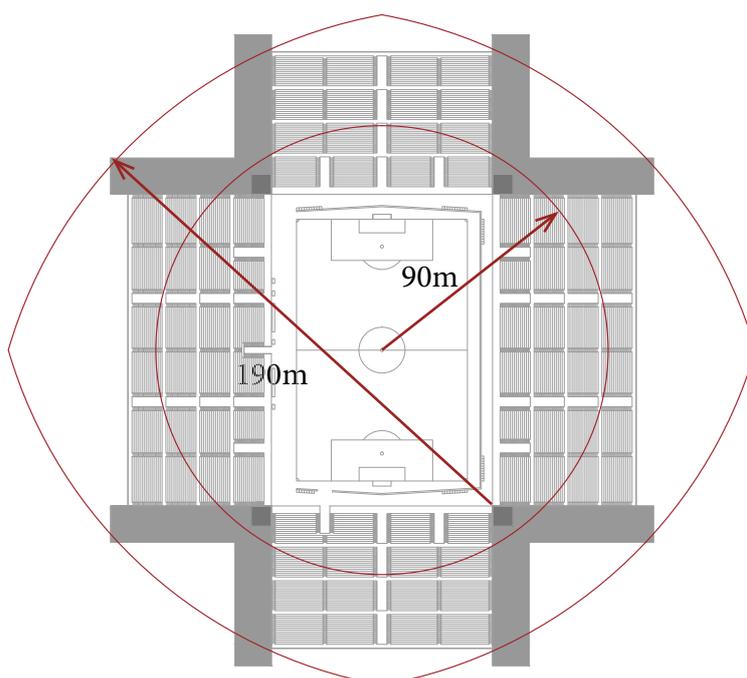
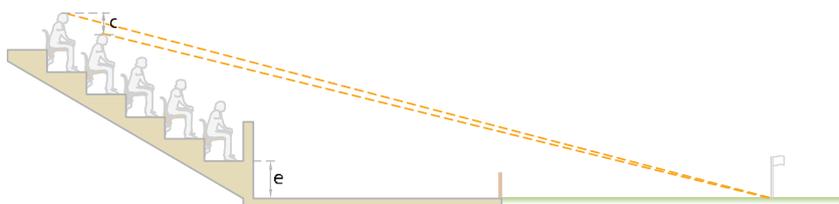
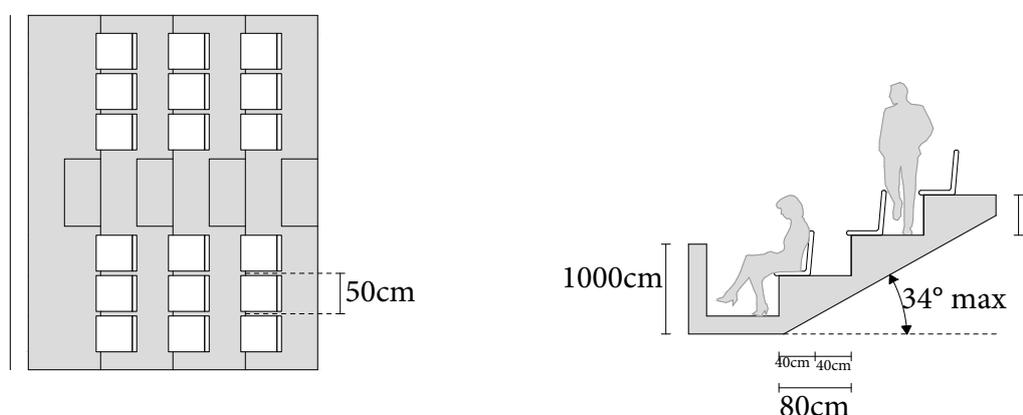


Immagine 10

## 4.5.2 Le tribune

Immagine 11  
Schema tribune e visuali

Le tribune di 8Days Stadium sono conformi alla normativa FIFA vigente: ogni pedata dei gradoni misura 0.80 metri di larghezza, che comprendono: 0.40metri previsti per l'ingombro della seduta e 0.40metri per il passaggio delle persone. Inoltre non sono presenti file che contengano più di 40 seggiolini tra un punto di salita e l'altro, come indicato dalla normativa di riferimento. La pendenza degli spalti è compresa tra i 27° minimi e i 34° massimi; 8Days Stadium è stato progettato per garantire una "linea di visibilità" ottimale e buona a tutti gli spettatori.



	c	c Value
Absolut min.	0.06m	60
Recommended min.	0.09m	90
Optimum	0.12m	120

- Visuale ottimale
- Visuale buona
- Visuale minima

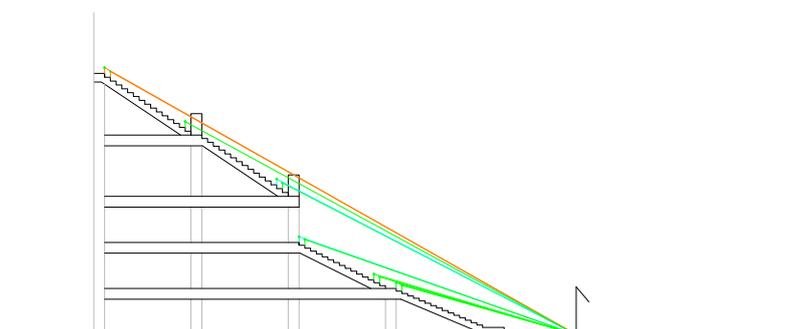


Immagine 11

### 4.5.3 Orientamento

Immagine 12  
Schema orientamento dello stadio

L'edificazione di uno stadio basato sull'asse nord-sud, è considerata dalla FIFA la scelta progettuale ottimale, in quanto durante eventi sportivi nelle ore pomeridiane la luce del sole non è percepita in maniera diretta dalla maggior parte degli spettatori e nella maggior parte dei movimenti dei calciatori; tuttavia sono numerosi gli esempi di stadi con orientamenti differenti che hanno presentato studi che attestano comunque l'alta qualità del gioco e della visione dello stesso.

La direzionalità di 8Days Stadium appartiene alla griglia distributiva di Expo Milano 2015, che è inclinata di  $30^\circ$  rispetto all'asse nord-sud.

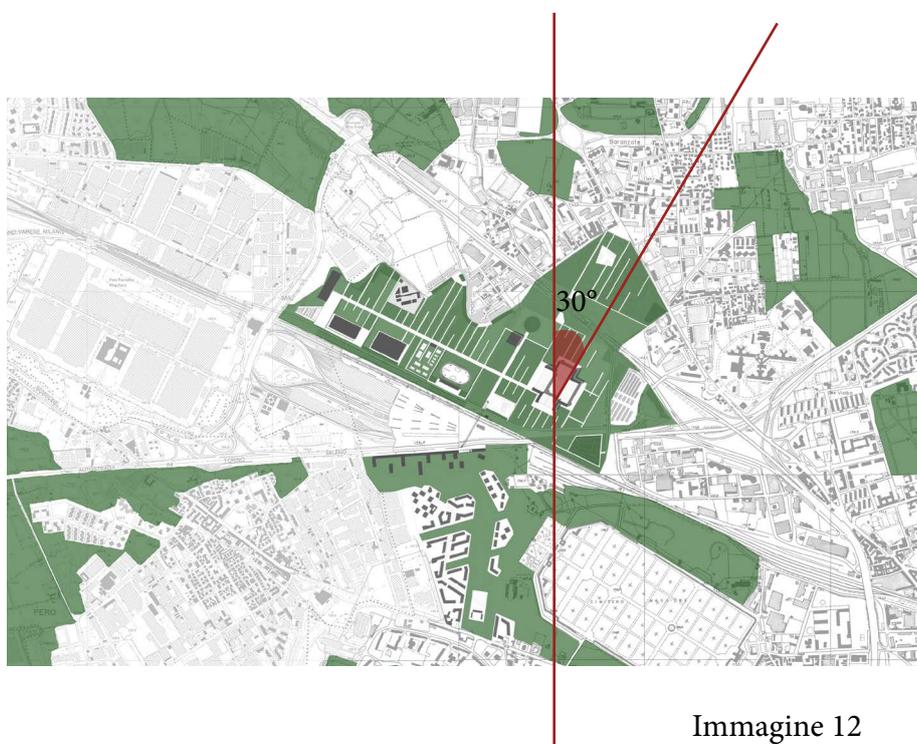


Immagine 12

#### 4.5.4 Illuminazione

Immagine 13  
Schema illuminazione

Nelle ore pomeridiane il campo da gioco risulta essere sufficientemente illuminato grazie alla luce solare: le coperture delle tribune in policarbonato semi-opaco, hanno la doppia funzione di schermare dalla luce solare diretta e di garantire al contempo l'illuminazione del campo da gioco.

Durante le ore serali ci si avvale dei sistemi di illuminazione posti sulle torrette angolari.

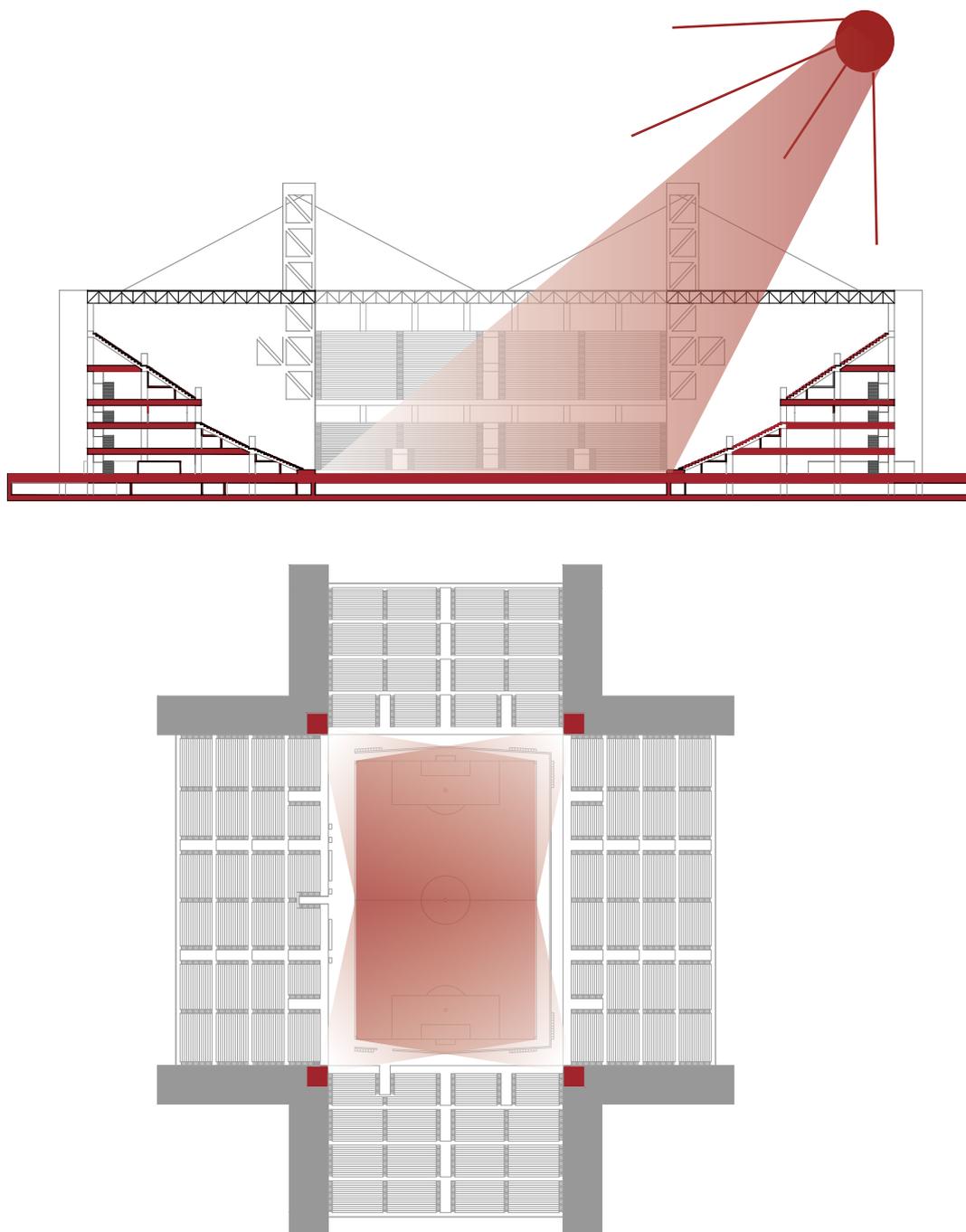


Immagine 13

PARTE 2  
Relazione strutturale



I calcoli per studiare e verificare la portanza strutturale delle varie parti portanti del meccanismo statico dello stadio è stato eseguito tenendo come linea guida la Normativa Italiana NTC 2008, Norme Tecniche delle Costruzioni, pubblicata il 14 gennaio 2008 ed entrata in vigore il 30 giugno 2009.

### 5.1 Trave orizzontale

Si stimano i valori dei carichi propri di tutti gli elementi strutturali costanti nel tempo ( $G_1$ ), il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali ( $G_2$ ) e i carichi variabili ( $Q$ ), questi ultimi indicati in nell'apposita "Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici". La categoria utilizzata è la

D	<b>Ambienti ad uso commerciale.</b>			
	Cat. D1 Negozi Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	4,00 5,00	4,00 5,00	2,00 2,00

Tabella 1  
Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici

D1, corrispondente ai valori di carico per ambienti ad uso non commerciale.

Pertanto:

$$G_1 = 5 \text{ KN/m}^2$$

$$G_2 = 2.7 \text{ KN/m}^2$$

$$Q = 4 \text{ KN/m}^2$$

Applicando i coefficienti di sicurezza per ogni tipologia di carico si ottiene:

$$1.3 * 5 \text{ KN/m}^2 + 1.5 * 2.7 \text{ KN/m}^2 + 4 \text{ KN/m}^2 = 16.55 \text{ KN/m}$$

Viene ipotizzata la sezione della trave: 150\*100 cm

Peso proprio della trave:  $b * a * 1.3 * 25 \text{ KN/m}$

$$1 * 1.5 * 1.3 * 25 = 48.75 \text{ KN} * \text{m}$$

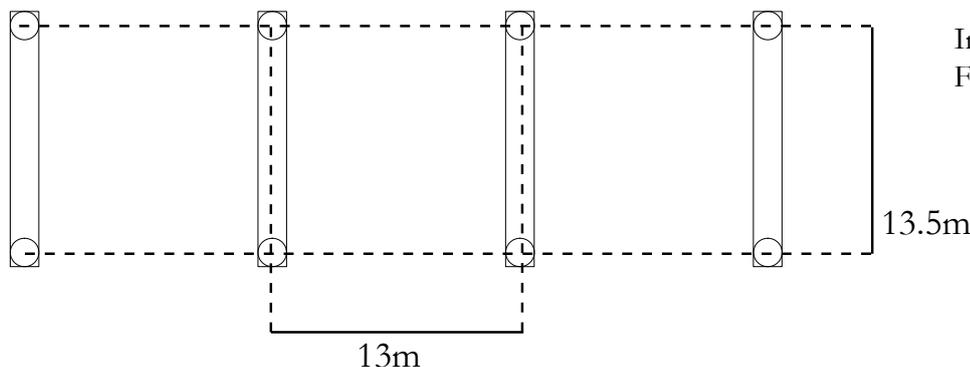


Immagine 15  
Fili e picchetti

Carico lineare

$$16.55 \text{ KN/m} * 13 \text{ m} + 48.75 \text{ KN} = 263.9 \text{ KN/m}$$

Tipologia di vincolo : INCASTRO, pertanto i valori massimi del momento sarà posizionato agli estremi della trave.

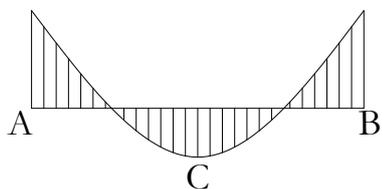
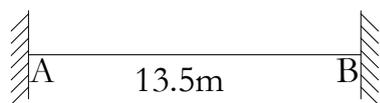


Immagine 16  
Azioni interne

$$M_{\max} = M_A = M_B = [263.9 \text{ KN/m} * (13.5\text{m})^2] / 12 = 4007.98 \text{ KN.m}$$

$$M_C = [263.9 \text{ KN/m} * (13.5\text{m})^2] / 24 = 2003.99 \text{ KN.m}$$

Una volta ottenuto il valore massimo del momento, si andrà a calcolare il valori di armatura tesa, ovvero si andranno a dimensionare e a determinare il numero dei tondini di acciaio necessari per contrastare lo sforzo.

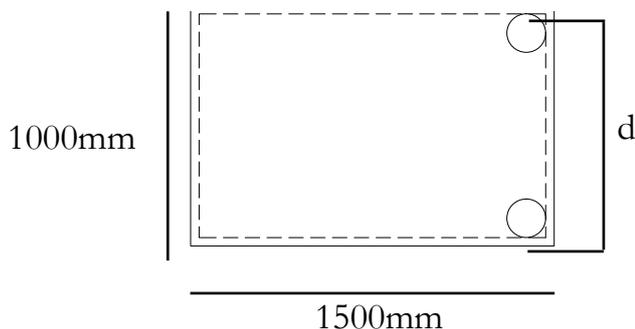


Immagine 17  
Sezione della trave

Da normativa NTC2008, lo strato di cemento copriferro non deve essere inferiore a 3.5cm, pertanto il valore “d” sarà:

$$d = 1000\text{mm} - 35 * 2\text{mm} = 930\text{mm}$$

$$A_s = M_{\max} (\text{N}) / 391\text{N/mm}^2 * d * 0.9$$

$$A_s = 4007.98 * 10^6 / 391 * 930 * 0.9 = 12246.81 \text{ mm}^2 \text{ di acciaio teso}$$

Si ipotizza l'utilizzo di Ø26, aventi area di 530,93 mm<sup>2</sup>

$$12246.81 / 530.93 = 23.06$$

Dunque il numero minimo di ferri necessari sarà 24.

Il posizionamento all'interno della trave dei tondini di acciaio avviene distanziandoli l'uno dall'altro di almeno la misura del loro diametro. Avendo quindi 24 ferri, gli spazi tra i tondini sa-

ranno 23.

$$24*26+23*26= 1222\text{mm}$$

Considerando 73 mm di copriferro su una larghezza di trave

1500 si ottiene

$$1500-73= 1427$$

$$1222<1427$$

Dunque è possibile utilizzare i profili di acciaio Ø26.

LA TRAVE ORIZZONTALE È VERIFICATA.

## 5.2 Trave dentata

Si stimano i valori dei carichi propri di tutti gli elementi strutturali costanti nel tempo ( $G_1$ ), il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali ( $G_2$ ) e i carichi variabili ( $Q$ ), questi ultimi indicati in nell'apposita "Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici". La categoria utilizzata è la D1, corrispondente ai valori di carico per ambienti ad uso non commerciale.

Pertanto:

$$G_1 = 5 \text{KN/m}^2$$

$$G_2 = 0.5 \text{KN/m}^2$$

$$Q = 4 \text{KN/m}^2$$

Applicando i coefficienti di sicurezza per ogni tipologia di carico si ottiene:

$$1.3 * 5 \text{KN/m}^2 + 1.5 * 0.5 \text{KN/m}^2 + 5 \text{KN/m}^2 = 14.75 \text{KN/m}$$

Viene ipotizzata la sezione della trave a "T", in questo modo il dispendio di materiale è minore e il peso proprio della trave è ridotto del 30%.

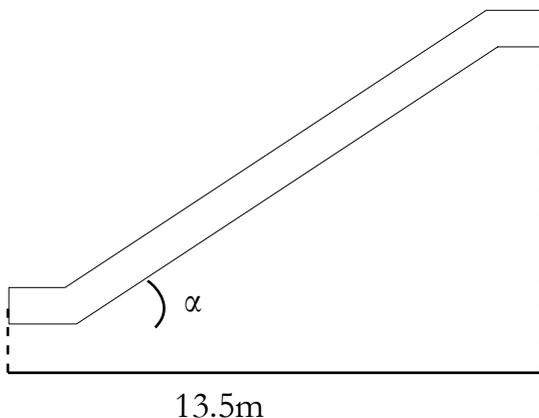


Immagine 18  
Trave obliqua

lunghezza in pianta = 13.5m

$$\alpha_{\text{max}} = 34^\circ$$

$$\alpha_{\text{min}} = 27^\circ$$

peso proprio della trave a sezione variabile

$$AB = CD = 1 \text{m} * 1.5 \text{m} * 1.3 * 25 = 48.75 \text{KN/m}$$

$$BC = [(0.3 * 1.5) + (0.7 * 0.5)] * 1.3 * 25 = 26 \text{KN/m}$$

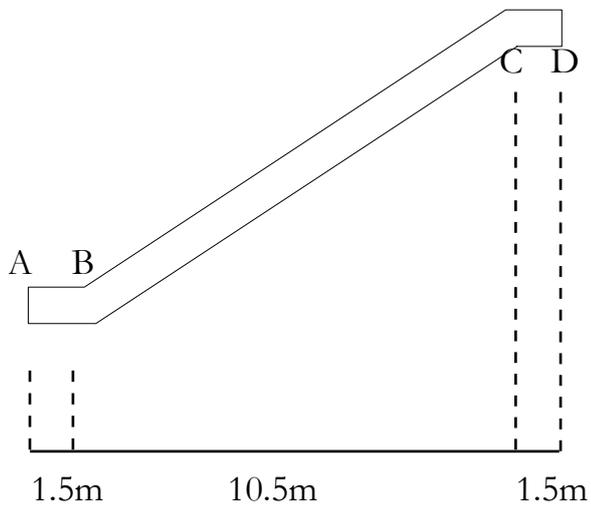


Immagine 19  
Trave obliqua

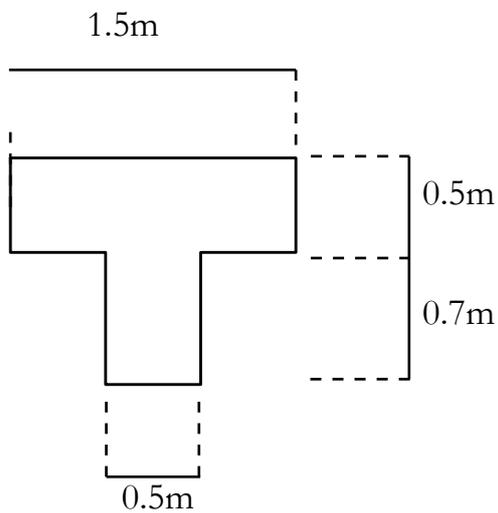


Immagine 20  
Trave obliqua

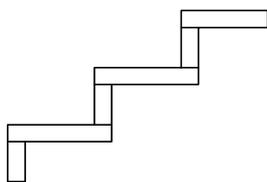


Immagine 21  
I gradoni in cemento

peso proprio dei blocchi prefabbricati di calcestruzzo

$$0.8 \cdot 0.16 \cdot 3 = 0.384 = 0.4$$

$$0.54 - 0.16 = 0.38\text{m}$$

$$0.38 \cdot 0.16 \cdot 3 = 0.182 = 0.2$$

$$(0.4 + 0.2) \cdot 1.3 \cdot 25 = 19.5\text{KN/m}$$

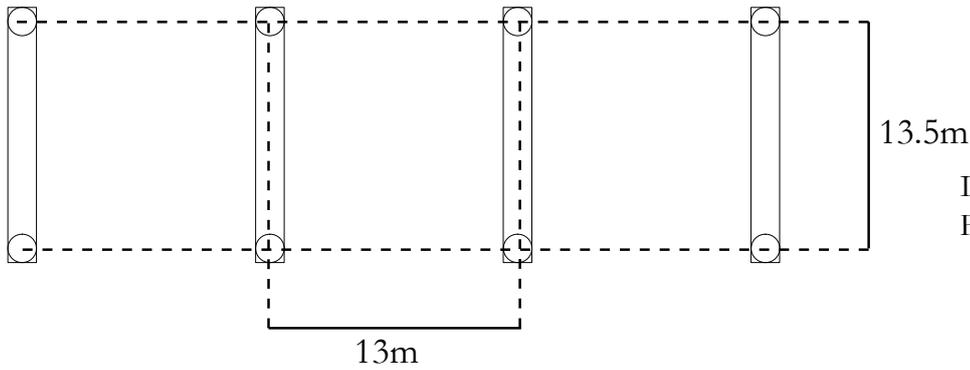


Immagine 22  
Fili e picchetti

Carico lineare

$$14.75 \text{ KN/m} \cdot 13\text{m} + 26\text{KN} = 217.75 \text{ KN/m}$$

Tipologia di vincolo: SEMI-INCASTRO, pertanto il valore di momento massimo si troverà in mezzeria della trave (punto C).

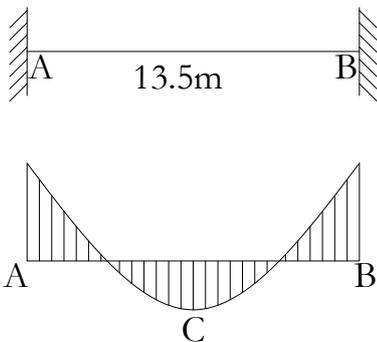


Immagine 23  
Azioni interne

$$M_A = M_B = \\ = [217 \text{ KN/m} \cdot (13.5\text{m})^2] / 24 = 1647.84 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$M_C = \\ = [217 \text{ KN/m} \cdot (13.5\text{m})^2] / 12 = 3295.68 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$A_s = M_{\max} (\text{N}) / 391 \text{ N/mm}^2 \cdot d \cdot 0.9 \\ A_s = 3295.68 \cdot 10^6 / 850 \cdot 200 \cdot 0.9 = 21540.39 \text{ mm}^2 \text{ di acciaio teso}$$

$$\text{Si ipotizza l'utilizzo di } \varnothing 26, \text{ aventi area di } 530,93 \text{ mm}^2 \\ 21540.39 / 530.93 = 40.57$$

Dunque il numero minimo di ferri necessari sarà 41.

Il posizionamento all'interno della trave dei tondini di acciaio avviene distanziandoli l'uno dall'altro di almeno la misura del loro diametro. Avendo quindi 41 ferri, gli spazi tra i tondini saranno 40.

$$41 \cdot 26 + 40 \cdot 26 = 2106 \text{ mm}$$

Avendo uno spessore di copriferro di 70mm e una larghezza della trave a "I" di 500mm si disporranno 5 file composte da 9 tondini ciascuna.

$$26 \cdot 9 + 26 \cdot 8 = 442 \text{ mm}$$

$$442 < 500$$

Dunque è possibile utilizzare i profili di acciaio Ø26.

LA TRAVE OBLIQUA È VERIFICATA.

### 5.3 Pilastro

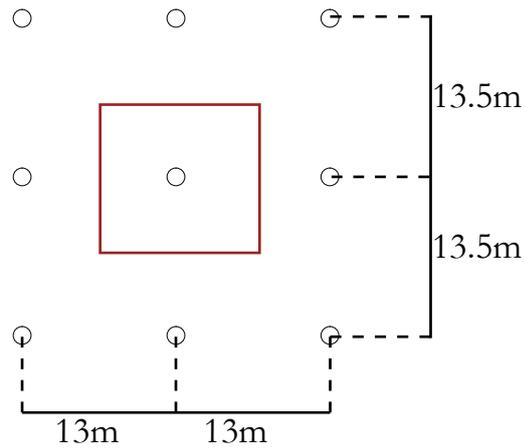
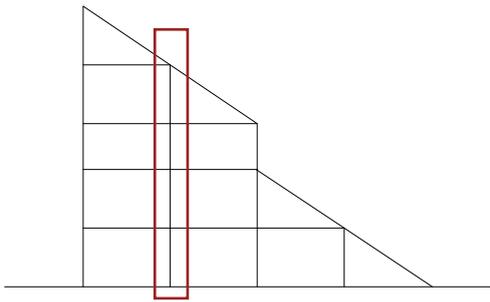


Immagine 24  
Area d'influenza del pilastro

$$\text{Area di influenza} = 13.5\text{m} * 13\text{m} = 175.5\text{m}^2$$

Analisi dei carichi

$$\text{n.1 solaio inclinato} = 14.75 \text{ KN/m}$$

$$\text{n.3 solai orizzontali} = 16.55\text{KN/m} * 3 = 49.65\text{KN/m}^2$$

Carico di punta agente sul pilastro

$$(49.65\text{KN/m}^2 + 14.75 \text{ KN/m}) * 175.5\text{m}^2 = 11302.2 \text{ KN}$$

Classe di cemento utilizzata

C45/55

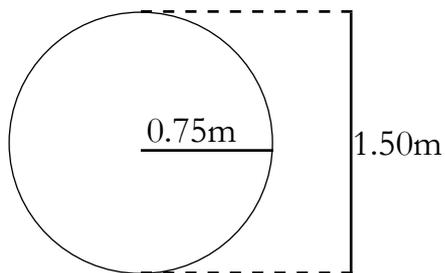


Immagine 25  
Sezione del pilastro

Sezione del pilastro ipotizzata

$$r = 0.75\text{m}$$

$$\varnothing = 1.50\text{m}$$

$$A = (0.75)^2 * \pi = 1.77\text{m}^2 = 1770000\text{mm}^2$$

Calcolo della snellezza del pilastro a sezione circolare

$$J = \pi * D^4 / 64$$

$$J = \pi * (1.5)^4 = 0.2485$$

$$v = 11302.2 / 1770000 * f_{ck} = 0.25$$

$$i^4 = 9 / 64$$

$$i = 3 / 8 = 0.37$$

$$\lambda_o = 7 / 0.375 = 18.7$$

Calcolo della snellezza limite del pilastro.

Il pilastro per essere verificato dovrà avere snellezza limite di valore maggiore al valore di snellezza reale.

$$\lambda_{lim} = 15.4 * c / \sqrt{v}$$

$$c = 1.7 - 1 = 0.7$$

$$v = N / a * f_{ck}$$

$$v = 11302.2 * 10^3 / 177000 * 25.5 = 0.25$$

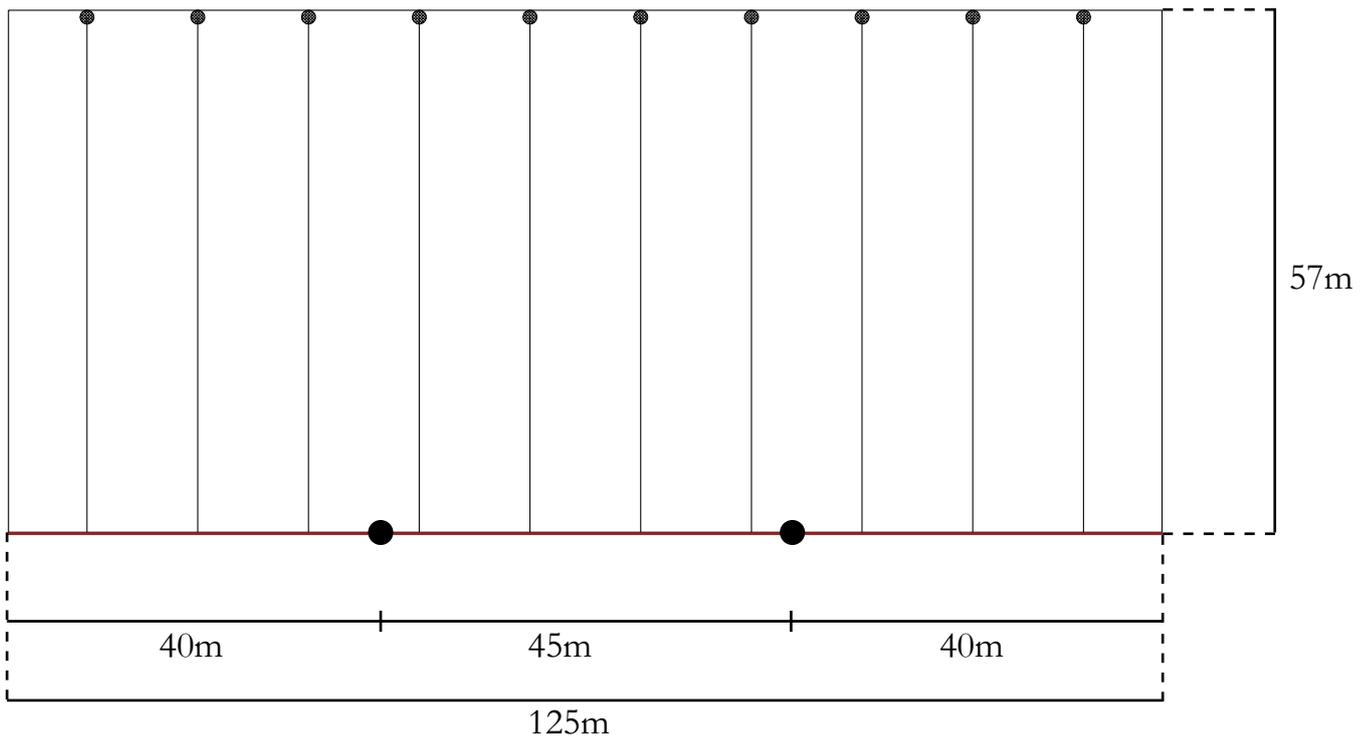
$$\lambda_{lim} = 15.4 * 0.7 / \sqrt{0.25} = 21.56$$

$$\lambda_o < \lambda_{lim}$$

$$18.7 < 21.56$$

Il pilastro è verificato.

## 5.4 Copertura



Il sistema di copertura è formato da una trave reticolare di bordo sospesa di luce 125 metri e da un sistema di travi reticolari secondarie ortogonali ad essa di lunghezza 57 metri.

La trave principale è imbullonata ai muri laterali ed sostenuta da due funi metalliche che a loro volta si ancorano alle torrette angolari; Le funi sono posizionate in modo da dividere la campata in tre parti, rispettivamente da 40, 45 e 40 metri.

Lo studio della trave avrà come focus il tratto centrale di luce 45 metri; successivamente si procederà a verificare l'intero sistema di copertura grazie all'ausilio del programma di calcolo SAP2000.

Immagine 26  
Pianta della copertura

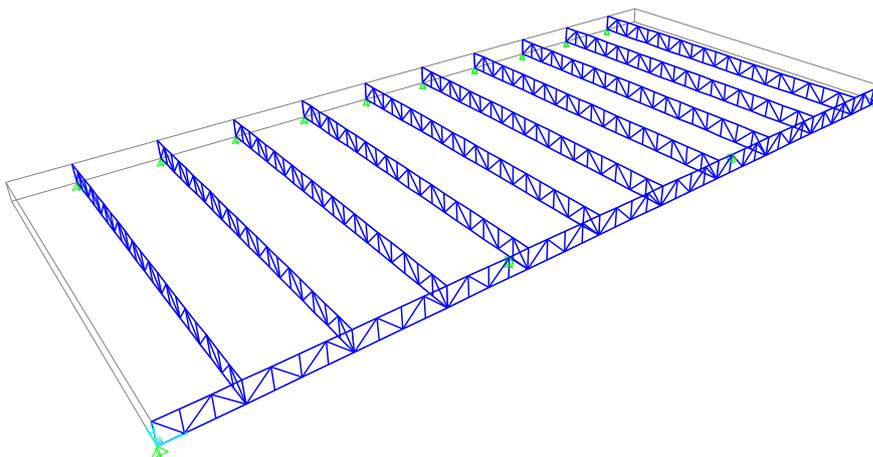


Immagine 27  
Costruzione della copertura  
in SAP2000

## Analisi dei carichi

Si stimano i valori dei carichi agenti sulla copertura, quali il carico della neve, degli impianti e della struttura stessa, utilizzando come riferimento la Normativa Italiana NTC 2008, Norme Tecniche delle Costruzioni, pubblicata il 14 gennaio 2008 ed entrata in vigore il 30 giugno 2009.

Carico della neve:  $1.2 \text{ KN/m}^2$

Carico degli impianti:  $0.5 \text{ KN/m}^2$

Peso proprio della struttura:  $1 \text{ KN/m}^2$

Carico totale

$$(1.2 + 0.5 + 1) \text{ KN/m}^2 = 2.7 \text{ KN/m}^2 = 3 \text{ KN/m}^2$$

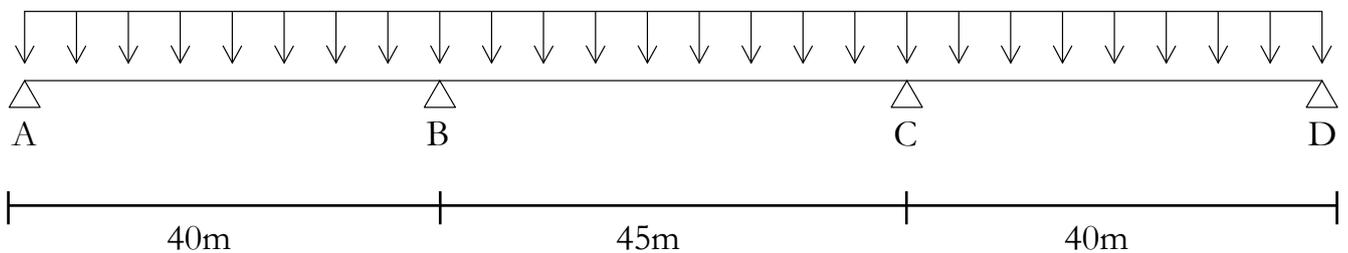


Immagine 28  
Azioni interne

Carico lineare sulla trave AD

$$3 \text{ KN/m}^2 * 57\text{m}/2 = 85.5 \text{ KN/m}$$

Si studia il tratto BC, considerandolo come una trave a semplice appoggio.

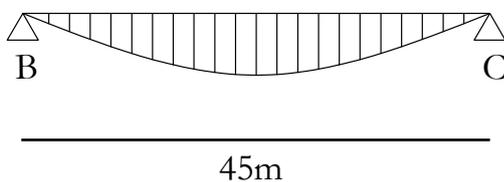


Immagine 29  
Azioni interne

$$M = 1/8 * q * l^2$$

$$M = 1/8 * 85.5 \text{ KN/m} * (45\text{m})^2 =$$
$$= 21642 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

Si procede ora al dimensionamento della trave di bordo.  
L'altezza delle travi per luci così elevate è stimata dal rapporto

$$h \text{ trave} = 1/20 \text{ luce}$$

Pertanto

$$45\text{m}/20 = 2.4\text{m} \text{ di altezza minima della trave.}$$

Si considera dunque un'altezza della stessa di 3 metri.

I valori di carico elevati e la luce della trave molto ampia non consentono di adoperare profili di acciaio convenzionali; si procede pertanto alla creazione di un profilo di acciaio composto.

Si procede ora al dimensionamento della trave di bordo.  
L'altezza delle travi per luci così elevate è stimata dal rapporto

$$h \text{ trave} = 1/20 \text{ luce}$$

Pertanto

$$45\text{m}/20 = 2.4\text{m} \text{ di altezza minima della trave.}$$

Si considera dunque un'altezza della stessa di 3 metri.

I valori di carico elevati e la luce della trave molto ampia non consentono di adoperare profili di acciaio convenzionali; si procede pertanto alla creazione di un profilo di acciaio composto, prevedendo gli spazi per poter comporre profili in acciaio ah "H".

Riferimento progettuale solo le sezioni delle travi reticolari dell'Hangar dell'Aeroporto di Malpensa.



Immagini 30, 31, 32  
Immagini di cantiere

Si procede ora al dimensionamento dei profili superiore ed inferiore della trave reticolare principale, determinando l'area di acciaio necessaria per sostenere il carico del momento calcolato.

$$F = M/d$$

$$F = 21642 \text{ KN}\cdot\text{m} / 3\text{m} = 7214\text{KN}$$

Area minima dell'acciaio

$$A = F / \sigma_{amm} = (7214 \text{ KN} \cdot 10^3) / 160 = 45088\text{mm}^2 = 450.9 \text{ cm}^2$$

Occorre ora procedere a tentativi per determinare lo spessore dei vari componenti metallici che compongono la forma ipotizzata, tenendo come valore invariabile la larghezza del profilo, fissato a 125cm.

Si giunge alla seguente conclusione:

$$125 \cdot 3 + 4 \cdot 20 \cdot 1.5 = 495\text{cm}^2$$

Il profilo avrà dunque le seguenti dimensioni:

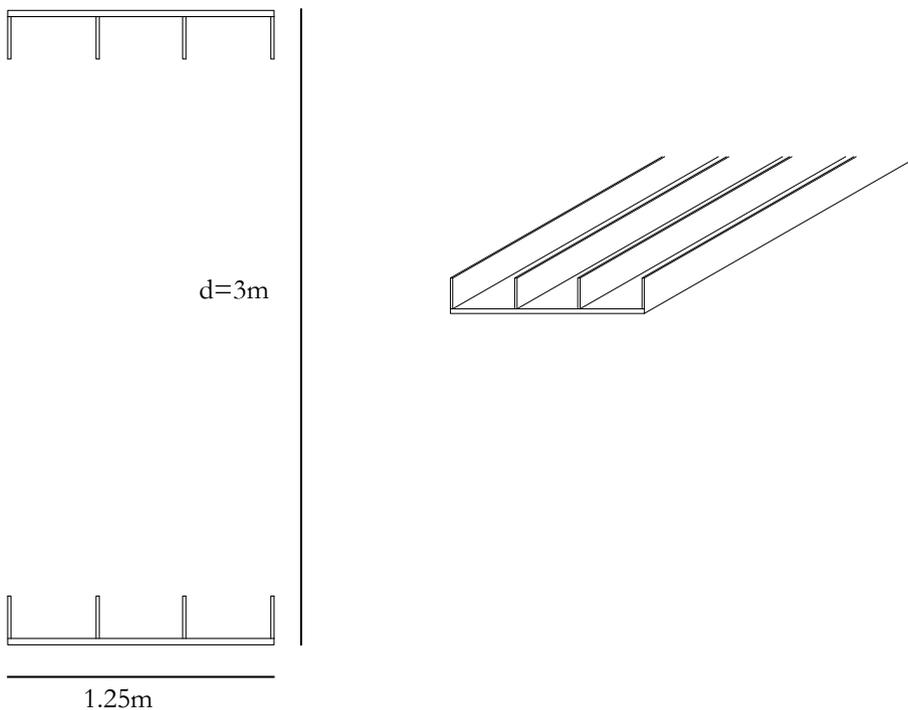
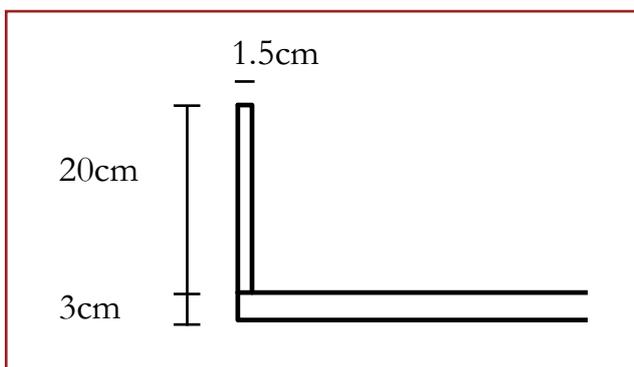


Immagine 33  
Traversi trave di bordo



Per determinare i profili da saldare che creeranno le aste della trave reticolare si procede come segue. Si tratta di un dimensionamento di massima in quanto dovrà essere verificato col programma di calcolo SAP2000.

$$N \cdot \sin \alpha = T_{b,dx}$$

$$T_{b,dx} = 1924$$

$$N = 1924 / \sin \alpha = 1924 / \sqrt{2} / 2 = 2721 \text{ KN}$$

$$A = F / \sigma \text{ amm}$$

$$A = 2721000 / 160 = 17006 \text{ mm}^2 = 170.66 \text{ cm}^2$$

$$2 \cdot 85 \text{ cm}^2 = \text{HE260A}$$

HE260A				
Dimensioni		Proprietà geometriche del profilo		
h = 250 mm		Asse y	Asse z	
b = 260 mm		$I_y = 1.04E+8 \text{ mm}^4$	$I_z = 3.67E+7 \text{ mm}^4$	
$t_f = 12.5 \text{ mm}$		$W_{y1} = 8.36E+5 \text{ mm}^3$	$W_{z1} = 2.82E+5 \text{ mm}^3$	
$t_w = 7.5 \text{ mm}$		$W_{y,pl} = 9.20E+5 \text{ mm}^3$	$W_{z,pl} = 4.30E+5 \text{ mm}^3$	
$r_1 = 24 \text{ mm}$		$i_y = 109.7 \text{ mm}$	$i_z = 65 \text{ mm}$	
$y_s = 130 \text{ mm}$		$S_y = 4.60E+5 \text{ mm}^3$	$S_z = 2.15E+5 \text{ mm}^3$	
d = 177 mm		<b>Torsione e instabilità locale</b>		
A = 8882 mm <sup>2</sup>		$I_w = 5.16E+11 \text{ mm}^6$	$I_t = 5.24E+5 \text{ mm}^4$	
$A_L = 1.48 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$		G = 68.2 kg·m <sup>-1</sup>	$i_w = 60.48 \text{ mm}$	$i_{pc} = 126.1 \text{ mm}$

Immagine 34  
Profilo in acciaio

Si procede a dimensionare il profilo di acciaio contenitivo delle aste delle reticolari secondarie ortogonali, considerandole come travi a semplice appoggio.

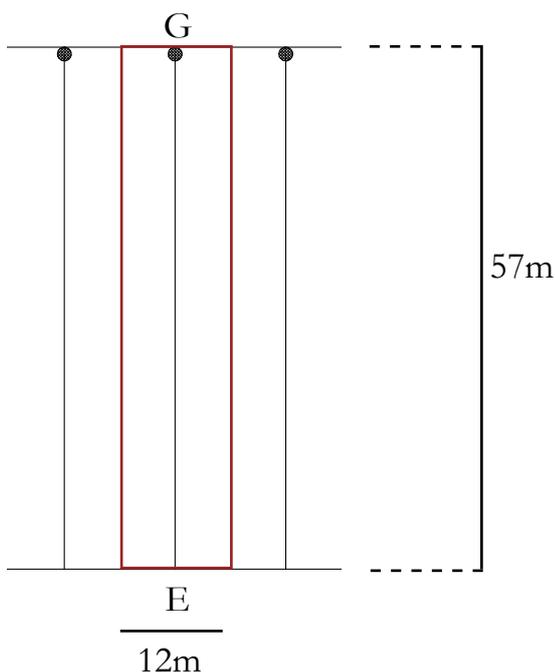


Immagine 35  
Area d'influenza

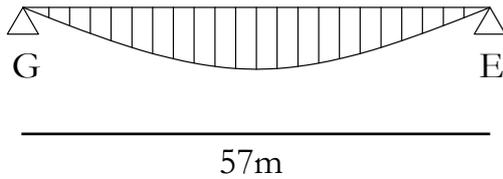


Immagine 36  
Azioni interne

Carico lineare sulla trave GE

$$q = 3 \text{ KN/m}^2 * 12 \text{ m} = 36 \text{ KN/m}$$

$$M = 1/8 * q * l^2$$

$$M = 1/8 * 36 \text{ KN/m} * (57 \text{ m})^2 = 14620.5 \text{ KN*m}$$

Si procede ora al dimensionamento dei profili superiore ed inferiore della trave reticolare psecondaria ortogonale determinando l'area di acciaio necessaria per sostenere il carico del momento calcolato.

$$F = M/d$$

$$F = 14620.5 \text{ KN*m} / 3 \text{ m} = 4873.5 \text{ KN}$$

Area minima dell'acciaio

$$A = F / \sigma_{amm} = (4873.5 \text{ KN} * 10^3) / 160 = 30459 \text{ mm}^2 = 304.59 \text{ cm}^2$$

Anche in questo caso non esistono profili in acciaio compatibili con gli sforzi generati dal momento della trave, pertanto si andrà a comporre un profilo a "U" determinando man mano gli spessori dei suoi vari componenti, tenendo come valore fisso la larghezza del profilo pari a 85cm. Procedendo per tentativi, il risultato finale è il seguente:

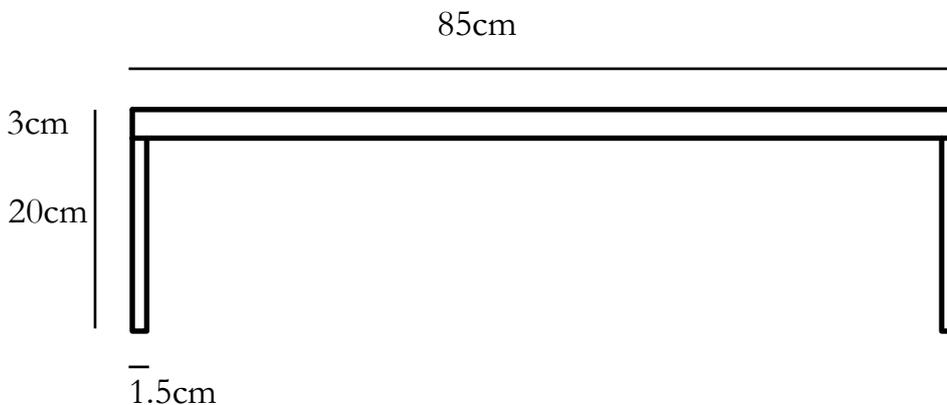


Immagine 37  
Traversi delle travi ortogonali

$$65 * 3 + 2 * 20 * 1.5 = 315 \text{ cm}^2$$

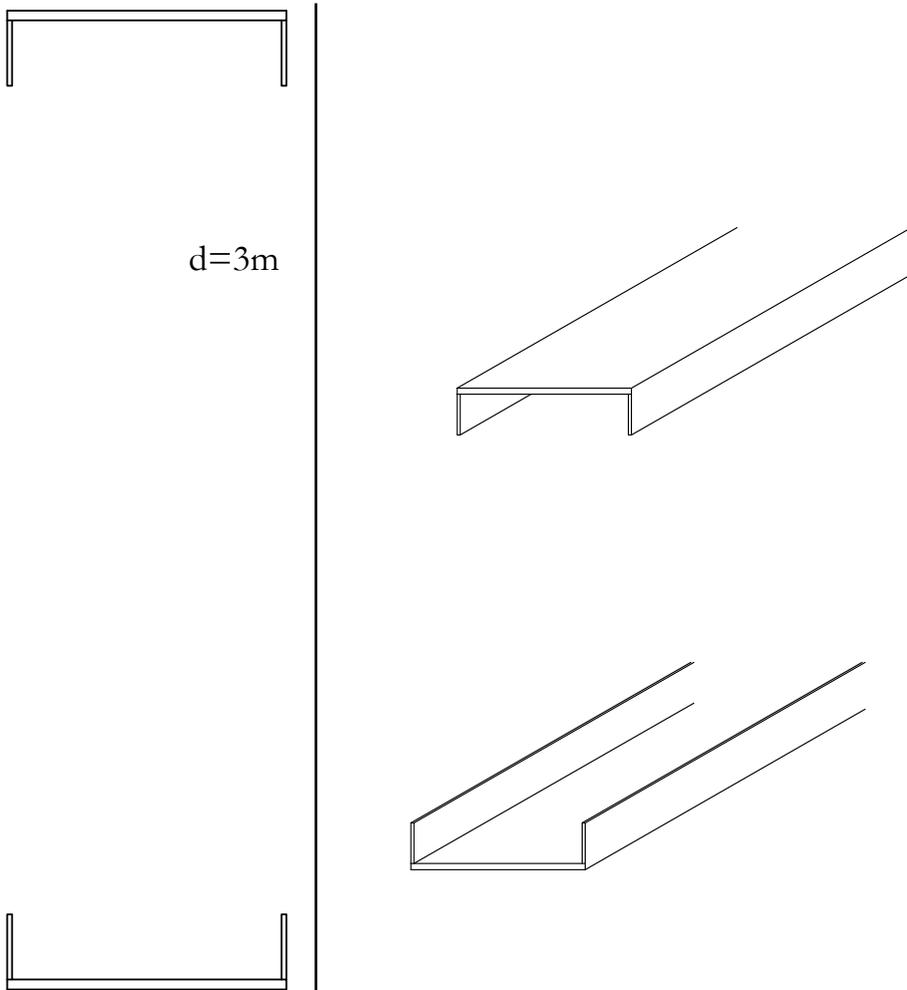


Immagine 38  
Traversi delle travi ortogonali

Si procede ora alla verifica dei valori ottenuti, utilizzando il programma di calcolo SAP2000.

Una volta disegnate le geometrie delle travi reticolari di copertura sono stati applicati vincoli e carichi; da una prima analisi è risultato necessario aumentare la portanza e quindi la grandezza dei profili della trave reticolare di bordo, in quanto diversi punti della struttura presentavano criticità e non venivano verificati.

Per le aste della trave di bordo di luce 125 metri sono stati dunque adoperati profili HE600B ed è stato necessario inspessire i profili composti dei traversi superiore ed inferiore come segue:



Immagine 39  
Prospetto della trave in SAP2000

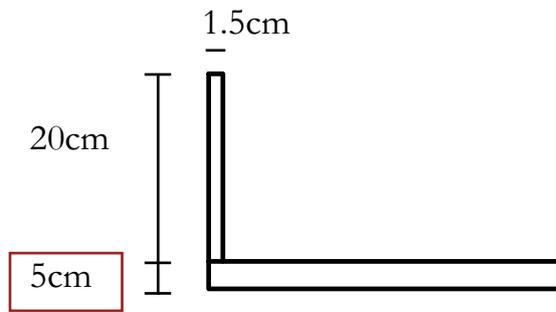


Immagine 40  
Profili verificati

HE600B				
Dimensioni		Proprieta geometriche del profilo		
h = 600 mm		Asse y	Asse z	
b = 300 mm		$I_y = 1.71E+9 \text{ mm}^4$	$I_z = 1.35E+8 \text{ mm}^4$	
$t_f = 30 \text{ mm}$		$W_{y1} = 5.70E+6 \text{ mm}^3$	$W_{z1} = 9.02E+5 \text{ mm}^3$	
$t_w = 15.5 \text{ mm}$		$W_{ypl} = 6.42E+6 \text{ mm}^3$	$W_{zpl} = 1.37E+6 \text{ mm}^3$	
$r_1 = 27 \text{ mm}$		$i_y = 252 \text{ mm}$	$i_z = 70.8 \text{ mm}$	
$y_s = 150 \text{ mm}$		$S_y = 3.21E+6 \text{ mm}^3$	$S_z = 6.85E+5 \text{ mm}^3$	
d = 486 mm		Torsione e instabilita locale		
A = 27000 mm <sup>2</sup>		$I_w = 1.10E+13 \text{ mm}^6$	$I_t = 6.73E+6 \text{ mm}^4$	
$A_L = 2.32 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$		$G = 212 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$	$i_w = 77.1 \text{ mm}$	$i_{pc} = 261 \text{ mm}$

Per quanto riguarda le travi ortogonali, è stato necessario anche in questo caso inspessire il profilo a “U” ed adoperare, per le aste, profili angolari aventi i bracci di lunghezza 20cm e di spessore 2cm, come è mostrato nello screenshot ricavato dallo studio della sezione dal programma di calcolo. Le correnti verticali saranno dei profili HE600A.

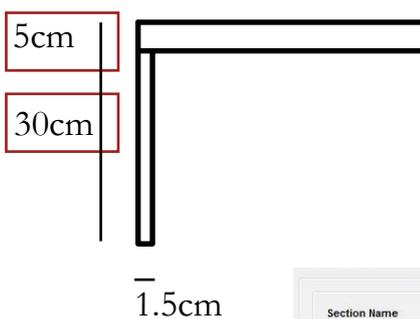


Immagine 41  
Profili verificati

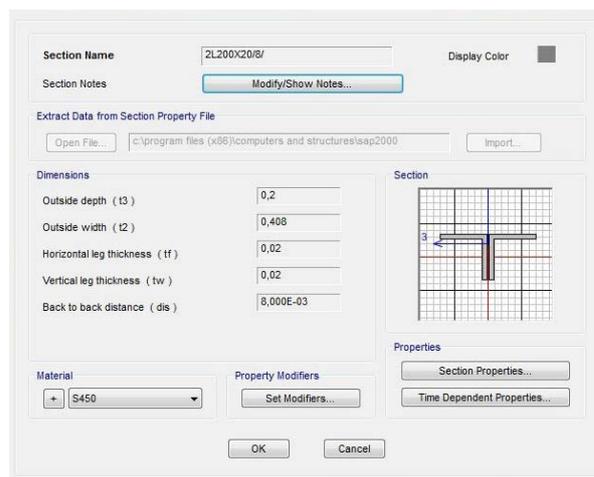


Immagine 42  
Profili verificati

Una volta avviato il ciclo di analisi i risultati ottenuti coi nuovi profili assegnati sono stati soddisfacenti. Dall'immagine che segue si evince la perfetta portanza strutturale della copertura: su una scala di colori dal grigio al rosso vengono suddivise le aste in base alla capacità di reagire agli sforzi applicati: il colore grigio equivale allo sforzo pressochè nullo mentre il colore rosso indica una situazione di criticità, dove indica quindi una asta non adatta e non verificata. Ulteriore strumento di verifica sono i valori numerici che vengono applicati dal programma alle aste: da 0 ad 1, dove 0 corrisponde ad un'asta scarica e 1 ad una situazione di asta non verificata.

La finestra di zoom permette di creare un focus su un'asta risultata essere di colore arancione e a cui è stato assegnato il valore 0.97: siccome  $0.97 < 1$  l'asta è verificata e lo sarà ancora fino ad un supplemento di carico inferiore al 3% del totale applicato sulla copertura.

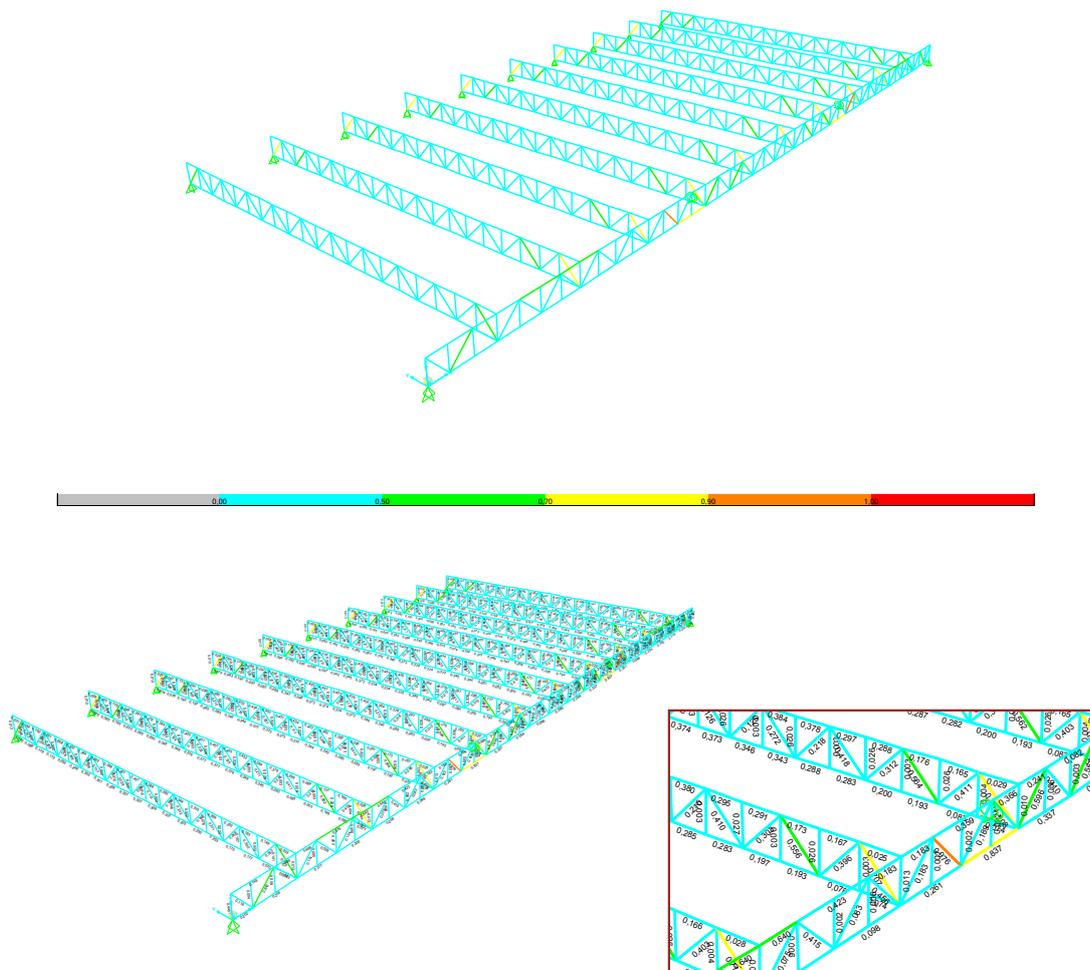
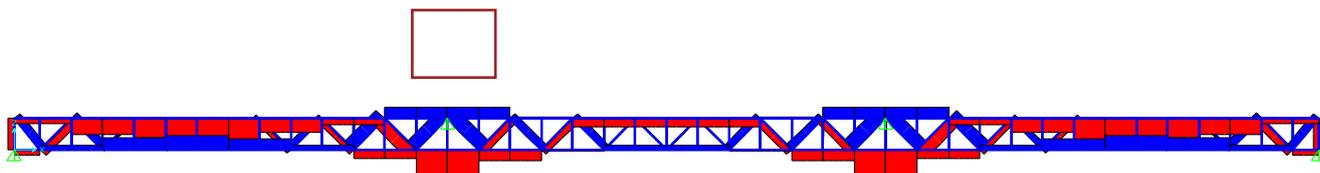


Immagine 43  
Verifica degli sforzi della copertura in  
SAP2000

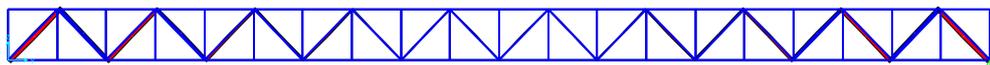
Seguono i valori di sforzo assiali determinati dal programam di calcolo.

Le porzioni evidenziate col colore rosso indicano situazioni di compressione mentre quelle di colore blu indicano situazioni di trazione.



Trave di bordo. massimo sforzo assiale di compressione in corrispondenza dei tiri: 12429 KN

Immagine 44  
Sforzi assiali della trave di bordo



Trave ortogonale. massimo sforzo assiale di compressione in corrispondenza degli appoggi: 2387.65 KN

Immagine 45  
Sforzi assiali della trave ortogonale

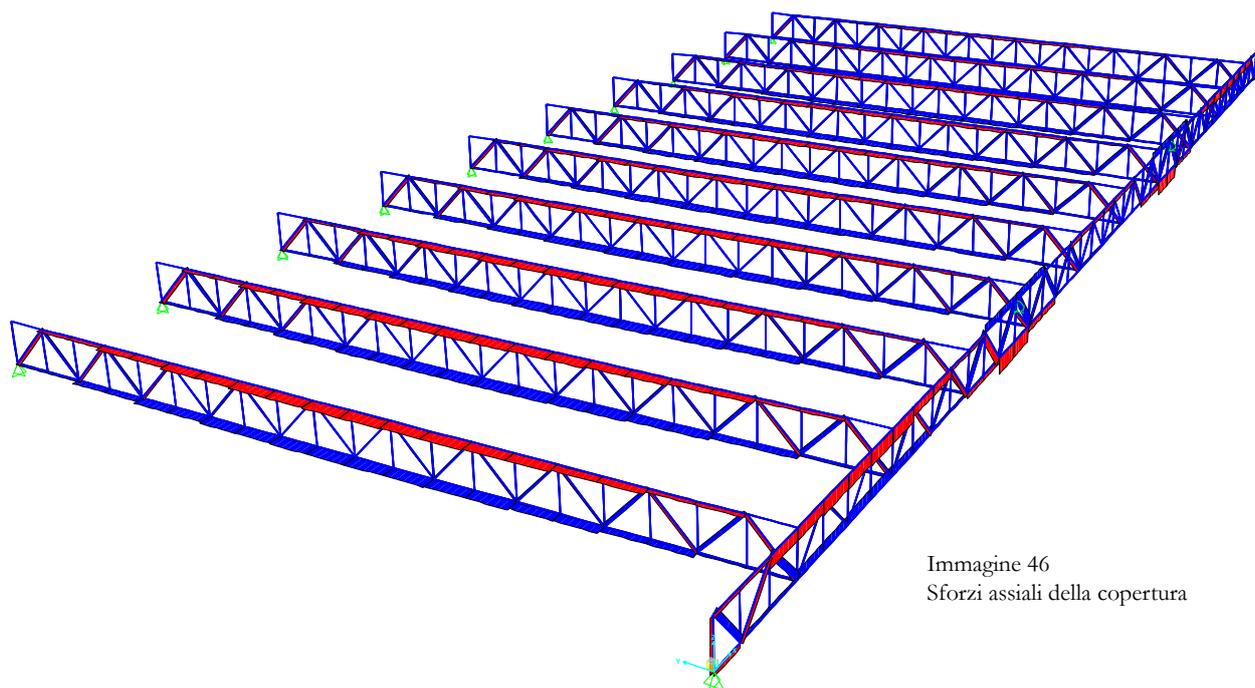


Immagine 46  
Sforzi assiali della copertura

## 5.5 Funi in acciaio

L'analisi della struttura della copertura col programma SAP2000 ha permesso di calcolare gli sforzi in corrispondenza dei tiri, più nello specifico vengono indicate i valori di  $F_x$  e  $F_y$  della forza di direzione obliqua. Si procede a calcolare il valore del tiro utilizzando il teorema di Pitagora come segue:

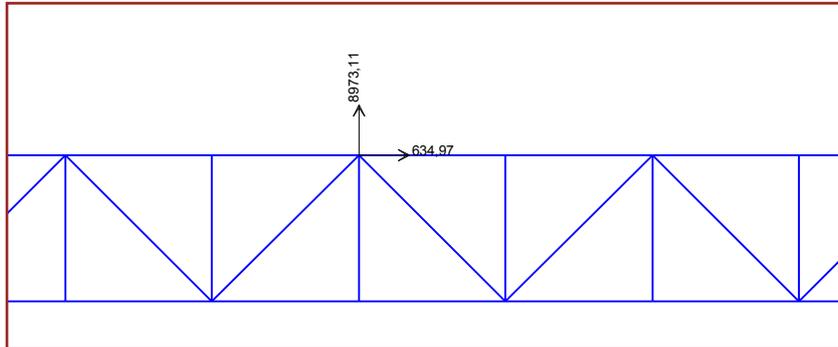


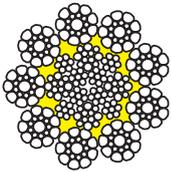
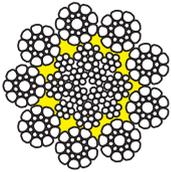
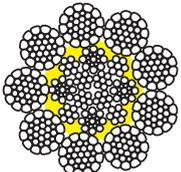
Immagine 47  
Azioni assiali nei punti di tiro

$$\sqrt{8973,10^2 + 643,95^2} = \sqrt{80516523,61 + 414671,6} = 8996 = 9000 \text{KN} = 90000 \text{daN}$$

Dal catalogo di funi di acciaio della ditta Teci, divisione Redaelli, si sceglie il profilo di fune "Spin 12KP di diametro 32mm ed in gradi di supportare un carico di rottura minimo di 92200daN. Allego scheda tecnica completa.

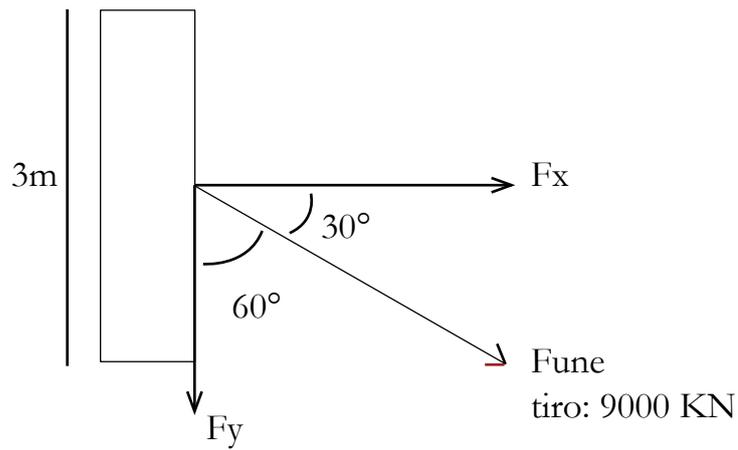
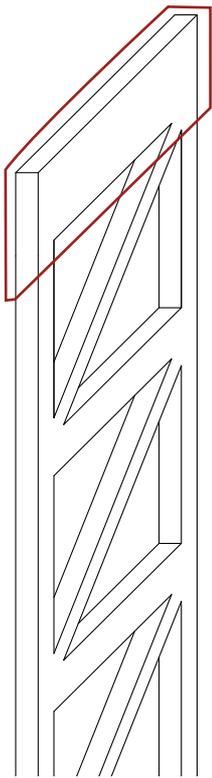
**Funi per sollevamento:  
carriponte, paranchi,  
gru mobili, gru da banchina**

**Wire ropes for hoisting applications:  
bridge cranes, hoists, terrain cranes,  
mobile harbour cranes**

Formazione Construction	Ø Fune Ø Rope  mm	Massa fune per 100 m Mass of rope per 100 m  kg	Carico di rottura minimo Min breaking force		
			daN	kgf	
<b>Acciaio zincato ad elevato carico di rottura</b> Resistenza fili 2160 N/mm <sup>2</sup>		<b>Galvanised steel with high breaking force</b> Wire strength 2160 N/mm <sup>2</sup>			
<b>Spin12KP</b> 9xK19S EPIWRC Crociata destra Right regular lay <b>Cod. 75.374</b> Crociata sinistra Left regular lay <b>Cod. 75.375</b>		8	30	6530	6660
		9	39	8260	8420
		10	48	10200	10400
		11	58	12300	12540
		12	69	14700	14980
		13	80	17200	17530
		14	93	20000	20390
		15	107	23000	23440
		16	122	26100	26610
		17	138	29500	30070
18	154	33000	33640		
19	172	36800	37510		
<b>Acciaio zincato ad elevato carico di rottura</b> Resistenza fili 1960 N/mm <sup>2</sup>		<b>Galvanised steel with high breaking force</b> Wire strength 1960 N/mm <sup>2</sup>			
<b>Spin12KP</b> 9xK19S EPIWRC Crociata destra Right regular lay <b>Cod. 75.376</b> Crociata sinistra Left regular lay <b>Cod. 75.377</b>		20	190	36000	36700
		22	230	43600	44440
		24	274	51800	52800
		26	322	60800	61980
		28	373	70600	71970
		30	428	81000	82570
		32	487	92200	93990
		34	550	104000	106010
		36	617	116600	118860
		38	687	130000	132520
40	762	144000	146790		
<b>Spin12KP</b> 9xK31WS EPIWRC Crociata destra Right regular lay <b>Cod. 75.376</b> Crociata sinistra Left regular lay <b>Cod. 75.377</b>		42	801	158800	161880
		44	879	174200	177570
		46	961	190400	194090
		48	1050	207400	211420
		50	1140	225000	229360
		52	1230	243400	248110
		54	1320	262400	267480
		56	1420	282200	287670
		58	1530	302800	308660
		60	1630	324000	330270

Allegato 10  
Funi in acciaio

## 5.6 Verifica della trave di ancoraggio della copertura



$$F_x = 9000 \text{ KN} * \cos 30^\circ = 7830 \text{ KN}$$

$$F_y = 9000 \text{ KN} * \sin 30^\circ = 4500 \text{ KN}$$

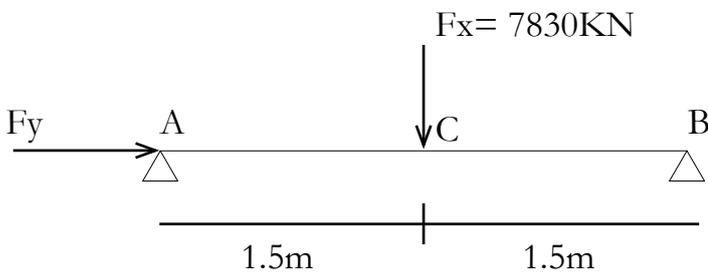
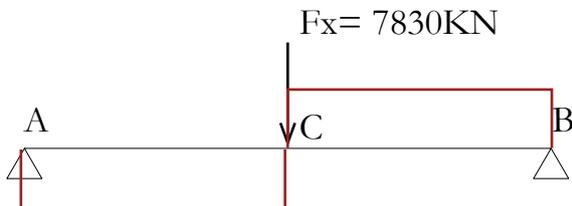
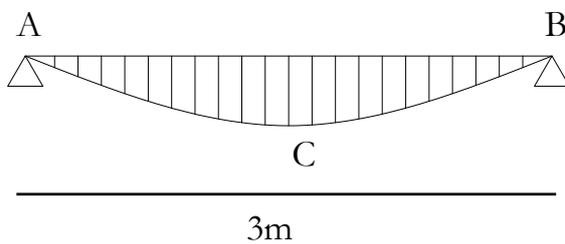


Immagine48  
Azioni interne della trave di ancoraggio



$$T_a = 7830 / 2 = 3915 \text{ KN}$$

$$T_b = -T_a = -3915 \text{ KN}$$



$$M_c = F_x * l / 4$$

$$M_c = 7830 \text{ KN} * 3\text{m} / 4 = 5872.5 \text{ KN} * \text{m}$$

$$A_s = M_{\max} (M_c) / 391 \text{ N/mm}^2 * d * 0.9$$

$$A_s = 5872.5 \text{ KN*m} * 10^6 / 391 * 730 * 0.9 = 22860 \text{ mm}^2 \text{ di acciaio teso}$$

Si ipotizza l'utilizzo di Ø40, aventi area di 1256.6 mm<sup>2</sup>

$$22860 / 1256.6 = 18.19$$

Dunque il numero minimo di ferri necessari sarà 19.

Il posizionamento all'interno della trave dei tondini di acciaio avviene distanziandoli l'uno dall'altro di almeno la misura del loro diametro. Avendo quindi 19 ferri, gli spazi tra i tondini saranno 18.

$$19 * 4 + 18 * 4 = 98 \text{ cm}$$

Considerando 70 mm di copriferro su una larghezza di trave 800mm si ottiene

$$800 - 70 = 730 \text{ mm} = 73 \text{ cm}$$

Occorrerà posizionare i tondini Ø40 su 3 file composte da 7 elementi ciascuna.

Infatti:

$$7 * 4 + 6 * 4 = 52 \text{ cm}$$

$$52 < 73$$

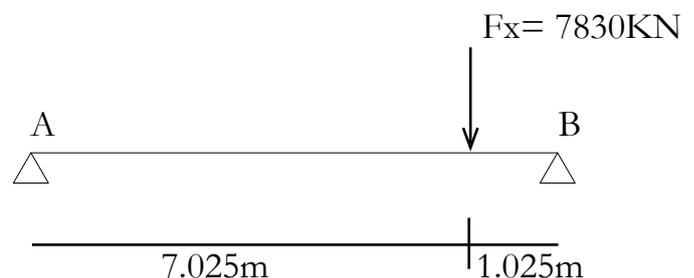
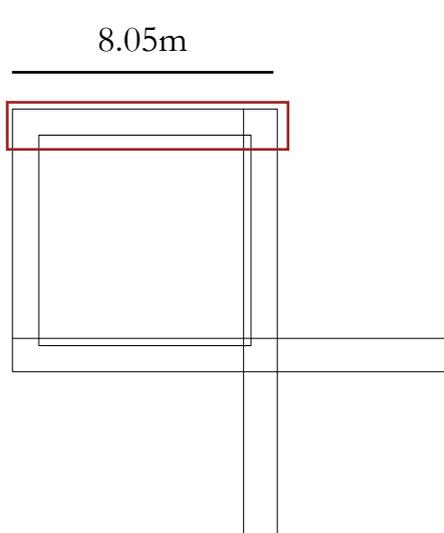


Immagine 49  
Schema di carico

$$M_a = -Q * l_1 * (l_2)^2 / l^2 = -7830 * 7.025 * (1.025)^2 / (8.05)^2 = -841.23 \text{ KN*m}$$

$$M_b = M_{\max} = -Q * (l_1)^2 * l_2 / l^2 = -6112.28 \text{ KN*m}$$

$$M_c = -2Q * (l_1)^2 * (l_2)^2 = 1556.48 \text{ KN*m}$$

$$A_s = 6112.28 \text{ KN*m} * 10^6 / 391 * 730 * 0.9 = 23793.65 \text{ mm}^2$$

Si ipotizza l'utilizzo di Ø40, aventi area di 1256.6 mm<sup>2</sup>

$$23793.65 / 1256.6 = 18.93$$

Dunque il numero minimo di ferri necessari sarà 19.

Verifica a torsione.



$$V_{r,cd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot f'_{ck} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta) =$$
$$0.9 \cdot 0.739 \cdot 3.0 \cdot 5.12750 \text{KN/m}^2 =$$
$$12720.03 \text{KN}$$

$$V_{r,sd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \sin \alpha =$$
$$0.9 \cdot 739 \cdot (402/200) \cdot 391 \cdot 1 =$$
$$522.7 \text{KN}$$

$$12720.03 \text{KN} + 522.7 \text{KN} = 13242.73 \text{KN}$$

$$13242.73 \text{KN} > 7830 \text{KN}$$

$$T = 4500 \text{KN}$$

$$V_{r,cd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot f'_{ck} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta) =$$
$$0.9 \cdot 2.93 \cdot 0.8 \cdot 0.5 \cdot 12750 \text{MPa} = 13448.7 \text{KN}$$

$$V_{r,sd} = 0.9 \cdot d \cdot A_{sw} / s \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \sin \alpha = 0.9 \cdot 2.93 \cdot$$
$$(402/200) \cdot 391 \cdot 1 = 2072.44 \text{KN}$$

$$13448.7 \text{KN} + 2072.44 \text{KN} = 15521.14 \text{KN}$$
$$15521.14 \text{KN} > 4500 \text{KN}$$

La trave è verificata.

$$M_{t1} = 6040 \text{KN} \cdot \text{m}$$

$$A_s = 6040 \cdot 10^6 / 391 \cdot 0.9 \cdot 2930 = 5858 \text{mm}^2$$

Si ipotizza l'utilizzo di Ø16, aventi area di 201 mm<sup>2</sup>

$$5858 / 201 = 29.14$$

Dunque il numero minimo di ferri necessari sarà 30 e verranno

disposti su due file da 15 elementi ciascuna.

$$M_t = 3058 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$A_s = 3058 \cdot 10^6 / 391 \cdot 0.9 \cdot 739 = 11862.91 \text{ mm}^2$$

Si ipotizza l'utilizzo di  $\varnothing 16$ , aventi area di  $201 \text{ mm}^2$

$$11862.91 / 201 = 59.01$$

Dunque il numero minimo di ferri necessari sarà 60 e verranno disposti su 3 file da 20 elementi ciascuna.

PARTE 3  
Relazione tecnologica

## 6. I DETTAGLI COSTRUTTIVI

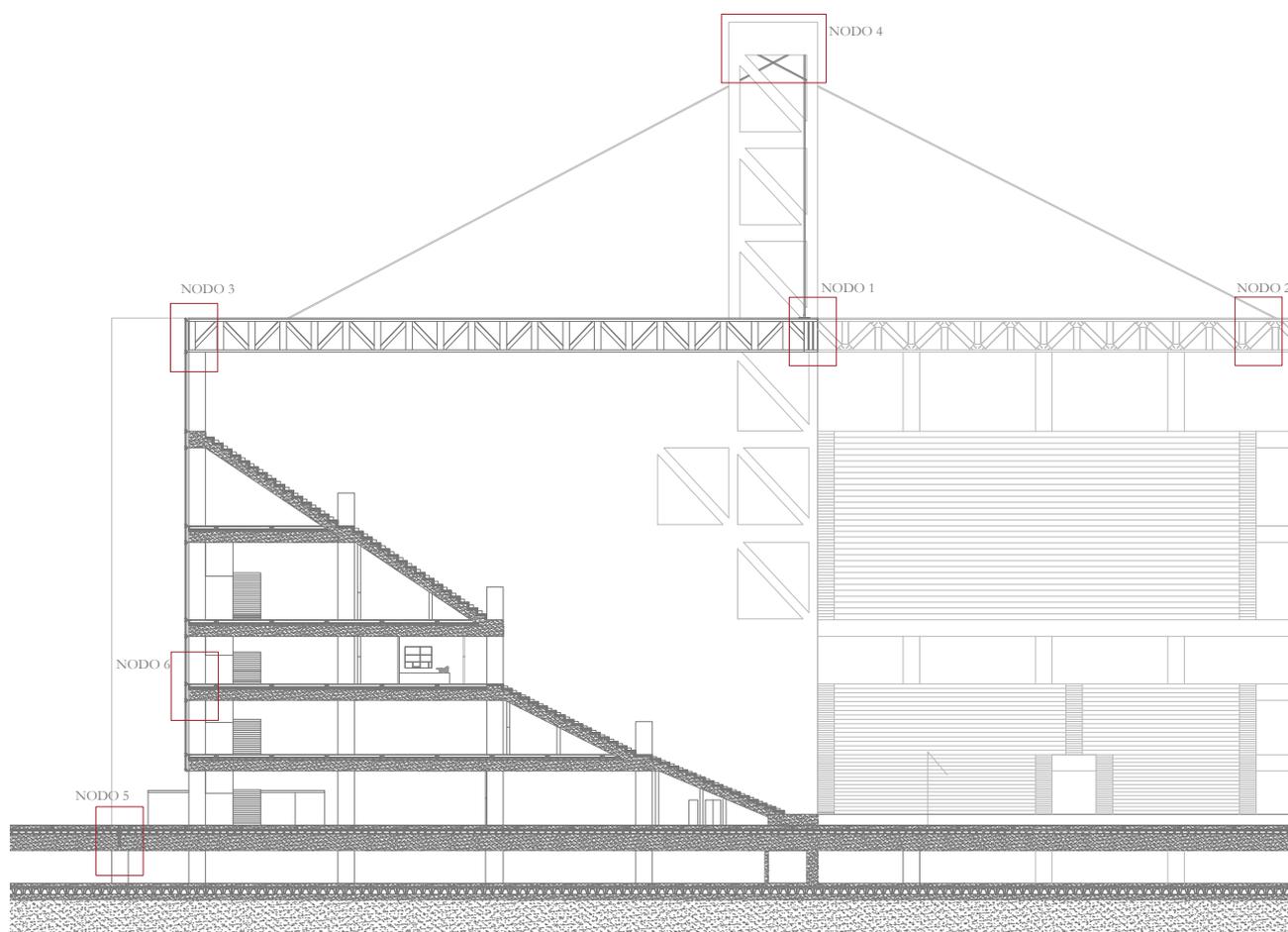
### 6.1 La sezione tecnologica

La struttura portante di 8Days Stadium è stata concepita interamente in calcestruzzo armato; questa scelta è stata guidata dalla volontà di avere uno scheletro strutturale in grado di assorbire al meglio gli elevati sforzi di compressione che si manifestano durante lo svolgimento degli eventi all'interno della cavea dello stadio.

Inoltre il calcestruzzo ha inoltre diverse qualità: è un materiale che si deteriora molto lentamente nel tempo e anzi, negli anni la sua robustezza aumenta; in caso di incendio l'aumento della temperatura dei locali è inferiore rispetto ad edifici costruiti con altre tecniche costruttive; le materie prime utilizzate per la produzione del calcestruzzo sono acqua, sabbia, ghiaia e cemento, elementi che sono o derivano da materie prime naturali; infine è possibile riciclare ed adoperare materiali di riciclo per la composizione del conglomerato cementizio.

Nella sezione tecnologica sottostante sono indicati i principali nodi analizzati, che verranno approfonditi nelle pagine che seguono.

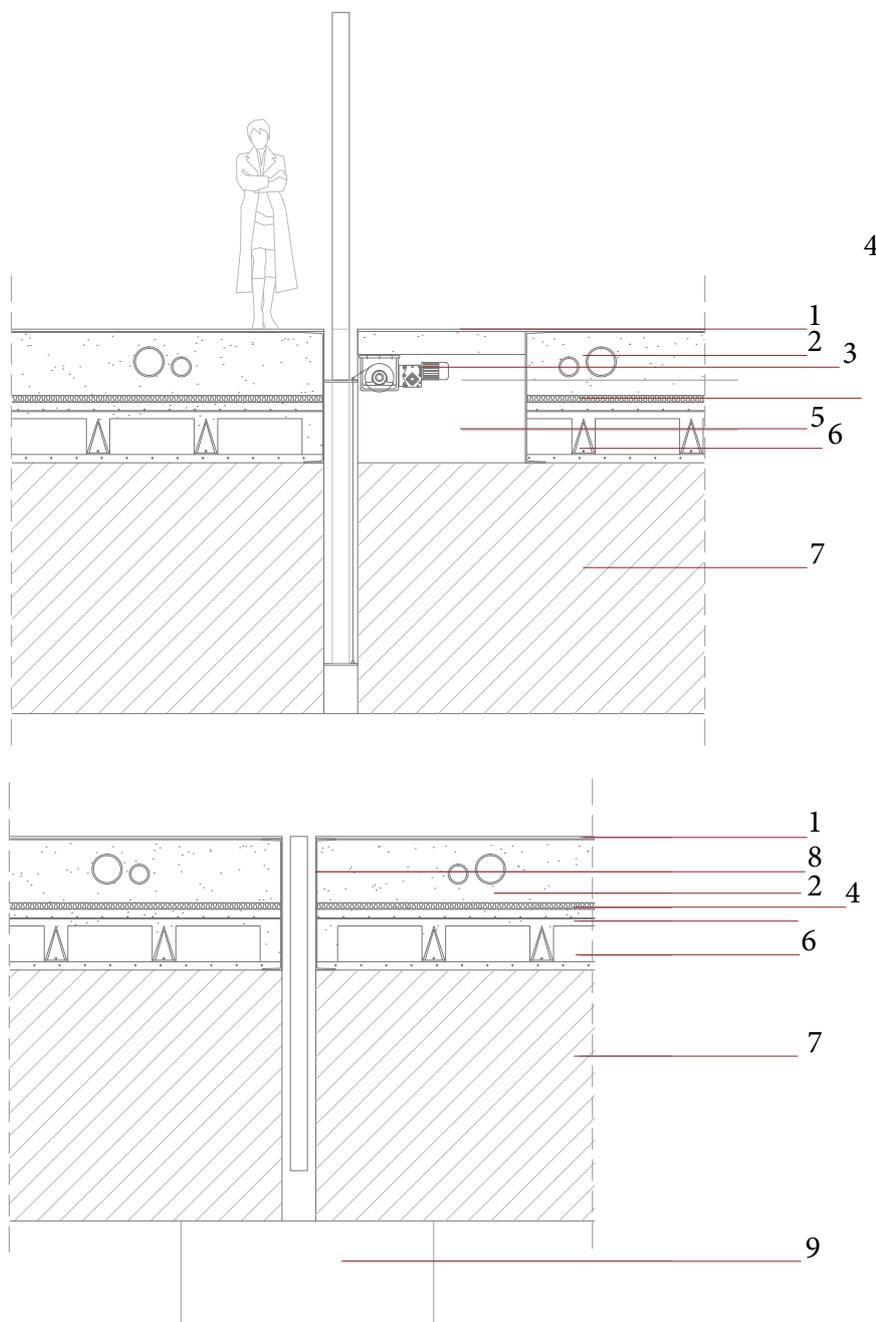
Immagine 50  
Sezione tecnologica



## 6.2 Il livello zero

L'accesso alla struttura dello stadio avviene tramite il livello zero dello stesso; durante lo svolgimento di eventi all'interno della struttura viene alzata una cancellata in prossimità del filo esterno della struttura in modo da poter gestire ed effettuare un primo controllo sugli spettatori che vi entreranno; nei giorni di chiusura della cavea, gli spazi dello stadio che rimangono disponibili alla fruizione sono i padiglioni costruiti in pannelli di legno X-LAM, presenti sotto tutti e quattro i porticati. Seguono i dettagli costruttivi per queste due tecnologie costruttive.

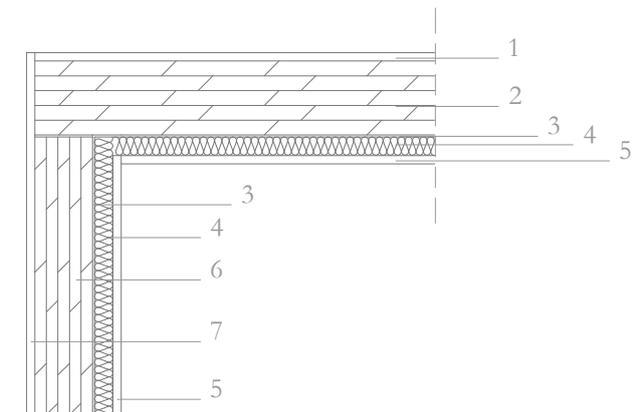
### La cancellata



1. Pavimentazione esterna  
sp. 20mm
2. Massetto porta impianti  
sp. 370mm
3. Motore elettrico
4. Isolante termico in lana di roccia  
sp. 40mm
5. Vano di ispezione
6. Lastre in predalles  
sp. 265mm
7. Trave  
sp. 1500mm
8. Profilo di contenimento in acciaio
9. Pilastro

Immagine 51  
La cancellata

# I padiglioni in legno X-LAM



1- Intonaco idrorepellente per esterni

sp. 20mm

2- Pannello in legno X-LAM

sp. 180mm

3- Intonaco

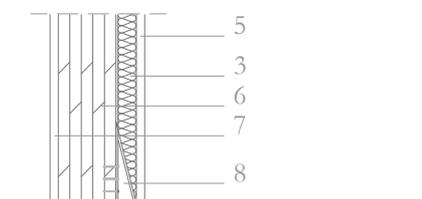
sp. 5mm

4- Isolante termico in lana di roccia

sp. 45mm

5- Pannello interno in legno di rifinitura

sp. 20mm



6- Pannello in legno X-LAM

sp. 140mm

7- Pannello esterno in legno di rifinitura

sp. 20mm

8- Piastra a squadra di ancoraggio a terra

9- Piastra angolare di ancoraggio a terra

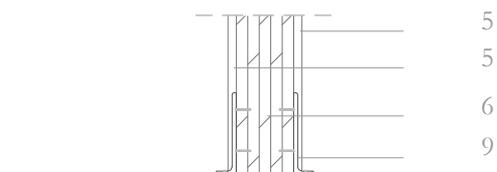
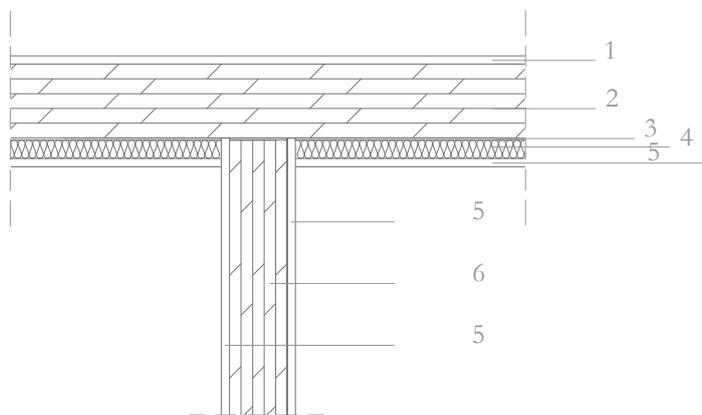


Immagine 52  
Il legno X-LAM

### 6.3 La facciata

È composta da vetro strutturale: mediante montanti circolari di diametro 200mm e punti di ancoraggio “a ragno” le lastre di vetro sono sorrette.

Il vetro è un materiale trasparente che permette un totale scambio visivo tra interno ed esterno; la struttura della facciata è leggera e quasi impercettibile questa scelta crea e favorisce la continuità tra il parco e l'elemento stadio.

Il disegno del vetro in facciata, infine, ricalca gli spessori strutturali degli elementi solette.

Segue l'analisi di questo sistema costruttivo.

1- Vetro selettivo basso emissivo

2- Spider

3- Montante Ø20mm

4- Pavimentazione  
sp. 18.5mm

5- Massetto porta impianti  
sp. 250mm

6- Isolante termico  
sp. 40mm

7- Massetto  
sp. 40mm

8-Lastre in Predalles

9- Trave

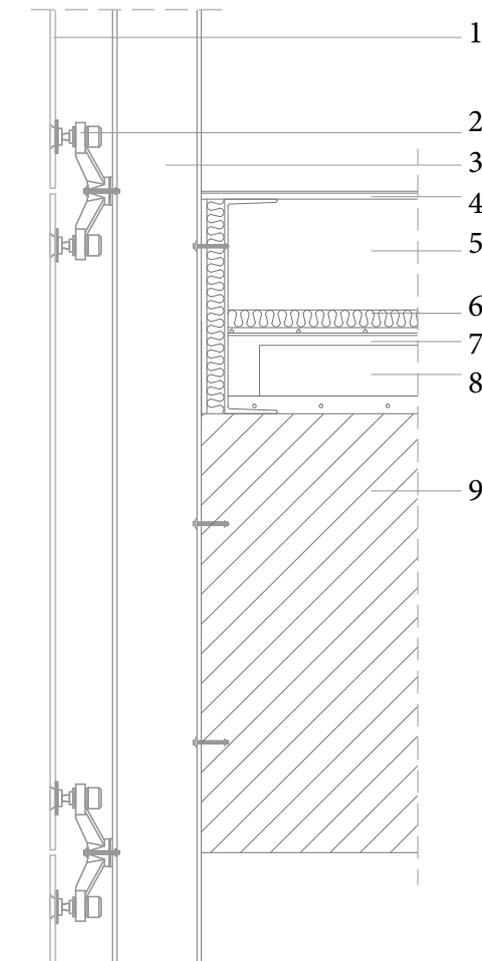
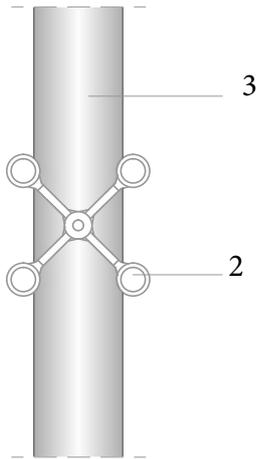


Immagine 53  
Lo spiderglass



1- Vetro selettivo basso emissivo

2- Spider

3- Montante Ø20mm

4- Pavimentazione  
sp. 18.5mm

5- Massetto porta impianti  
sp. 250mm

6- Isolante termico  
sp. 40mm

7- Massetto  
sp. 40mm

8-Lastre in Predalles

9- Trave

10- Balastra in vetro  
h.1200mm

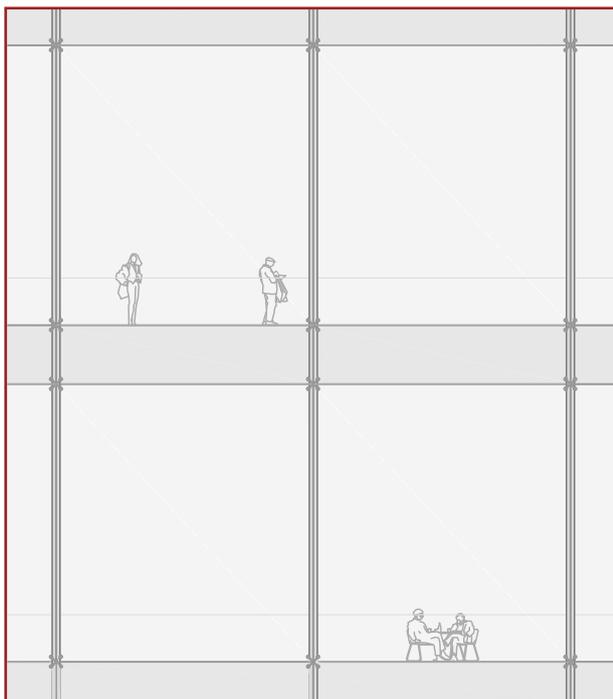
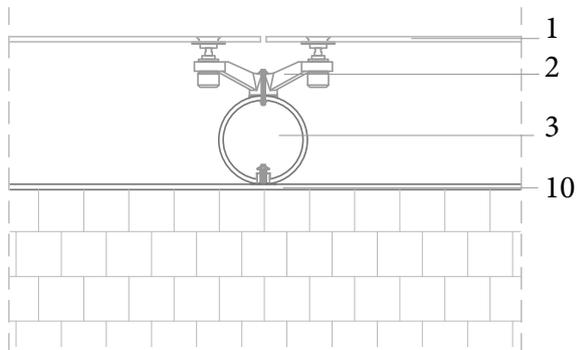
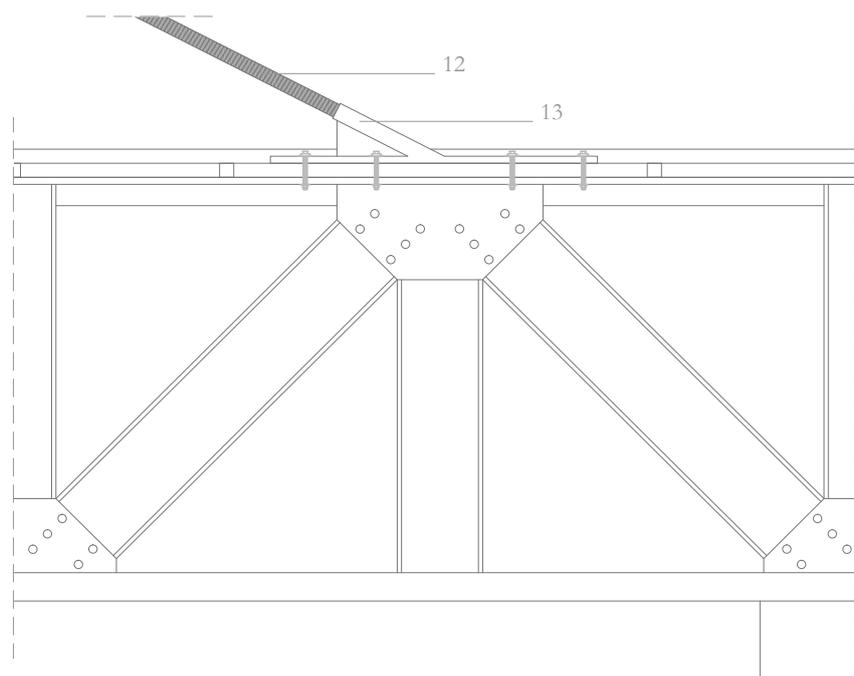
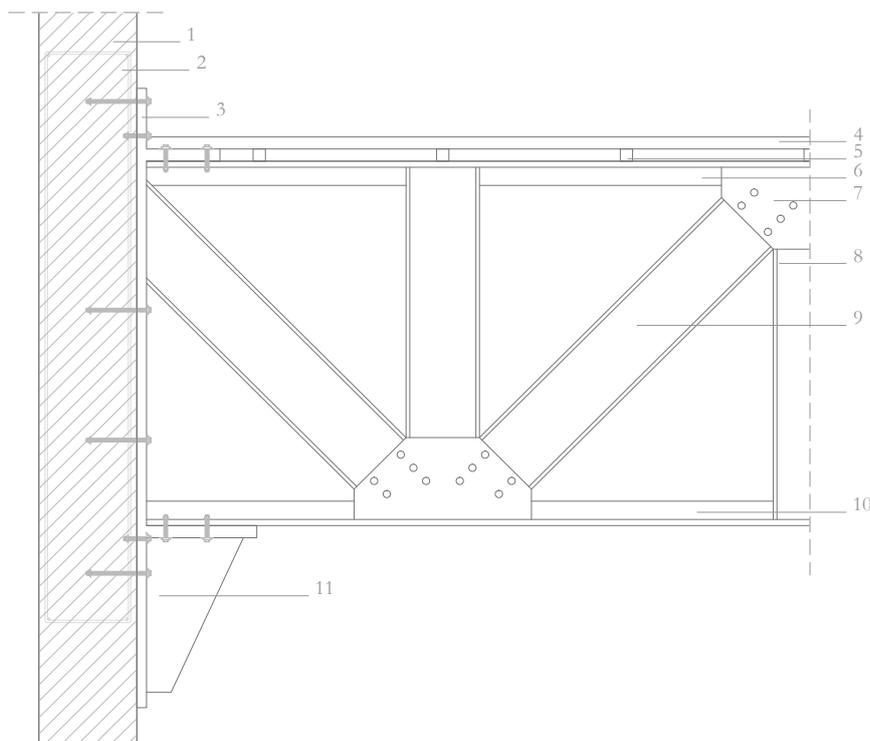


Immagine 54  
Lo spiderglass

## 6.4 La copertura

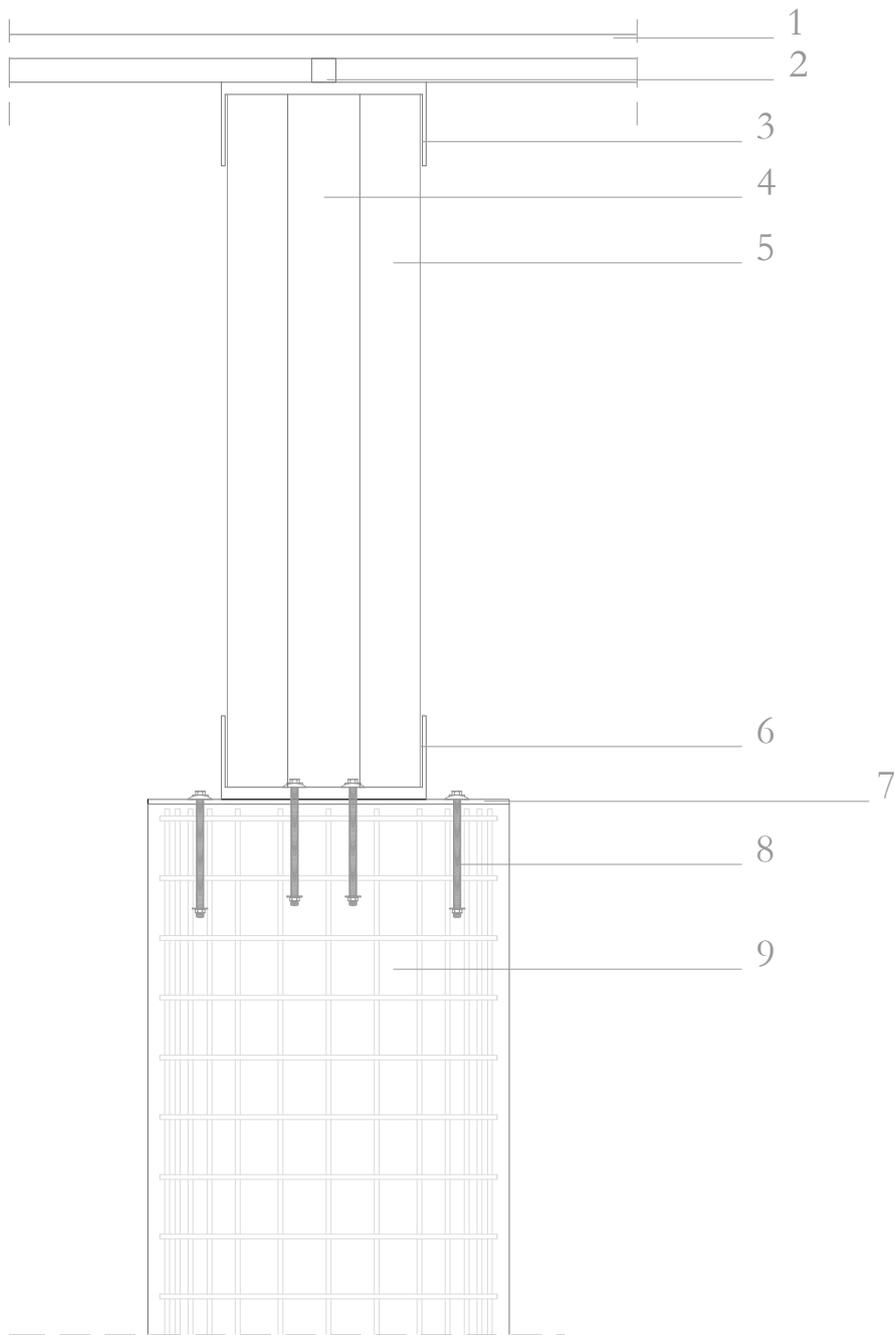
È composta da una trave reticolare di bordo sospesa da due funi in acciaio ed ancorata ai muri laterali e da una serie di travi reticolari di bordo perpendicolari ad essa.

Segue l'analisi dei nodi della copertura.



1. Setto il CLS armato  
sp. 800mm
2. Armature di sostegno della trave  
diametro 20mm
3. Piastra di trasferimento del carico  
e connettori a taglio  
sp. 80 mm
4. Pannello di copertura in  
policarbonato compatto  
sp. 100 mm
5. Struttura di sostegno al pannello  
di copertura  
sp. 100mm
6. Traverso superiore  
profilo composto
7. Giunto uniplanare
8. Asta verticale  
HE600A
9. Aste diagonali  
HE600A
10. Traverso inferiore  
Profilo composto
11. Profilo in acciaio di sostegno per  
la  
posa della trave  
sp. 80mm
11. Piastra di ancoraggio  
sp. 50 mm
12. Fune in acciaio  
diametro 100 mm
13. Sistema di ancoraggio della fune

Immagine 55  
Particolari costruttivi della trave di bordo



1. Pannello di copertura in polycarbonato compatto sp. 100 mm
2. Struttura di sostegno al pannello di copertura sp. 100mm
3. Traverso superiore profilo composto
4. Asta verticale HE600A
5. Profili angolari
6. Traverso inferiore
7. Piastra di ancoraggio al pilastro
8. Tirafondi
9. Pilastro in CLS armato

Immagine 56  
Innesto del pilastro sulla trave

## 6.5 Le torrette

Sono elementi verticali in cls armato che si innestano sulla struttura dei muri angolari dello stadio; hanno la funzione di sorreggere la copertura.

Segue l'analisi del sistema di ancoraggio ad esse delle funi metalliche.

1. Sistema di ancoraggio al setto murario

2. Tirafondi

3. Setto murario in CLS armato  
sp. 800mm

4. Fune in acciaio  
diametro 100 mm

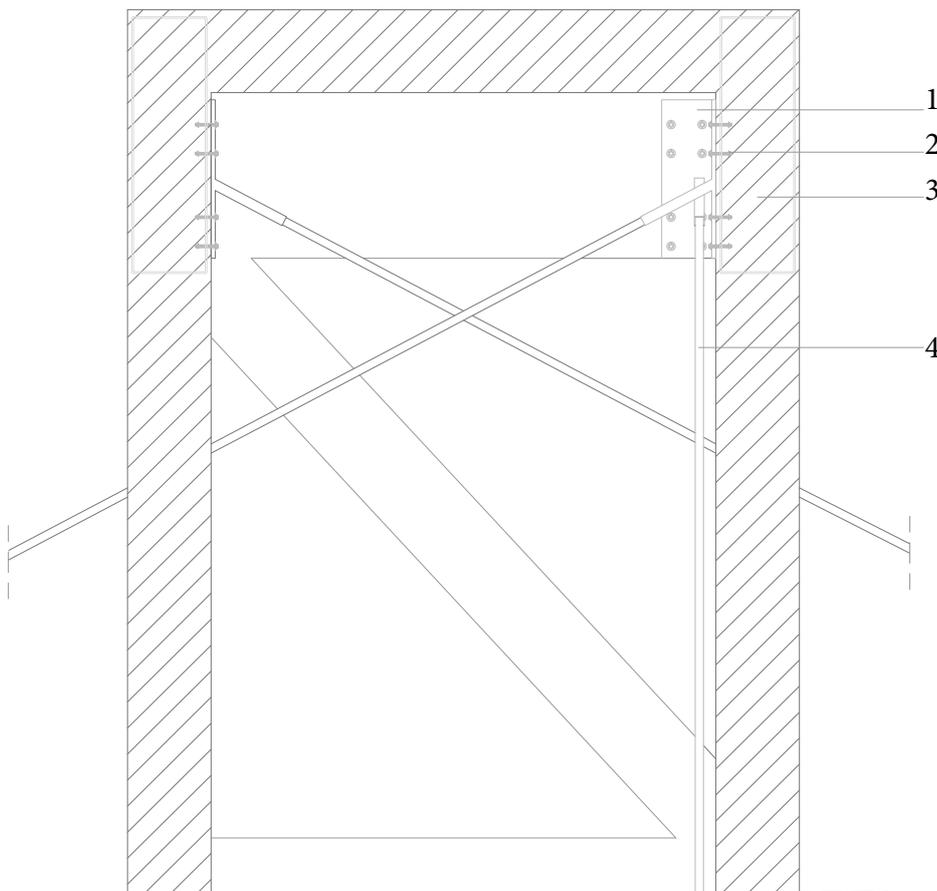


Immagine 57  
Ancoraggio sulla torretta

## 6.6 Le partizioni interne

Sono composti da calcestruzzo aerato autoclavato Gasbeton.

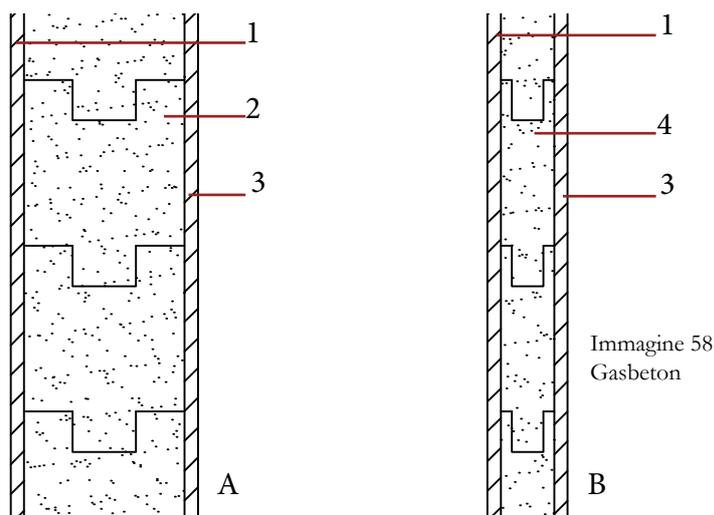
La scelta è stata dettata dalle caratteristiche del materiale.

È dotato di un'elevata versatilità ed una veloce messa in opera, è infatti possibile tagliarlo per mezzo di una normale sega manuale, i blocchi sono concepiti per essere posati ad incastro ed è un materiale da costruzione leggero; ha un'elevata resistenza al fuoco, ottime capacità di resistenza termica e una buona capacità di isolamento acustico. Non risulta pertanto essere necessaria una ulteriore coibentazione degli spazi.

Il Gasbeton permette di essere trattato per il passaggio degli impianti attraverso fori ottenuti grazie a dei semplici trapani di cantiere.

In un edificio come uno stadio per il calcio è essenziale porre attenzione agli aspetti sopra indicati, per garantire il confort interno degli spazi a servizio della struttura.

Seguono dettagli tecnologici e immagini di cantiere.



A. Dettaglio muratura tra spazio caldo e spazio freddo.

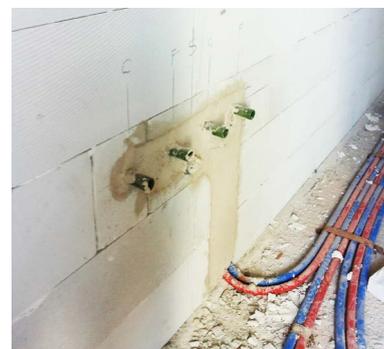
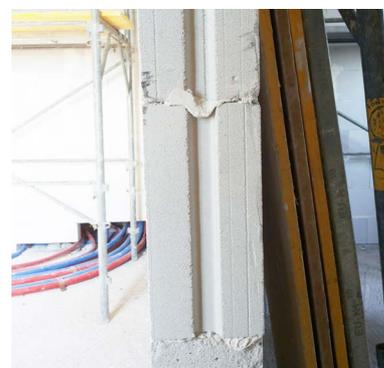
B. Dettaglio muratura tra spazi caldi.

1. Intonaco esterno in calce cementizia  
sp. 20mm

2. Gasbeton  
sp. 240mm

3. Intonaco interno in calce cementizia  
sp. 20mm

4. Gasbeton  
sp. 80mm



Immagini 59, 60, 61, 62, 63  
Gasbeton, immagini di cantiere

## 6.7 L'intonaco per esterni

Le parti dello stadio composte da calcestruzzo armato non sono lasciate faccia a vista, questo per prevenire un rapido deterioramento delle stesse, trovandosi Milano in uno dei punti più inquinati della Pianura Padana.

È stato scelto un intonaco che sfrutta il principio di “fotocatalisi”, ovvero in grado di assorbire ed eliminare attraverso la pioggia il pulviscolo atmosferico depositatosi sulle superfici trattate. Cito da scheda tecnica: *“Le sostanze inquinanti e le polveri sottili si depositano sulle facciate trattate con Sigmasoltec Redu-NOx, entrando in contatto con il biossido di titanio. Le speciali nanoparticelle di biossido di titanio, stimulate dai raggi UV innescano il processo di fotocatalisi. Vengono liberati elettroni che, in presenza di umidità, formano dei radicali. I radicali reagiscono con lo smog formando sostanze innocue per l'ambiente. Le sostanze inquinanti trasformate in elementi innocui vengono dilavate dall'azione della pioggia.”*

È inoltre idrorepellente e permeabile al vapore.

Allego schede tecniche.

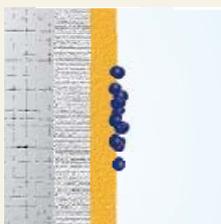
## Sigmasoltec SelfClean.



### La pittura autopulente che protegge le facciate dallo smog.

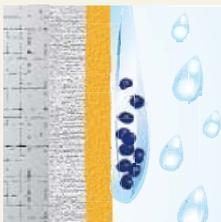
Sigmasoltec SelfClean è una pittura di nuova generazione, in grado di conferire alle facciate un potere autopulente. Le microcariche ridotte a dimensioni nanometriche, rendono la superficie trattata così compatta e liscia da impedire allo sporco di aderire al rivestimento. Le particelle di polvere e sporcizia non vi si possono aggrappare e restano in superficie. In tal modo, lo smog viene facilmente rimosso dalla pioggia, preservando l'aspetto originale della facciata.

Sigmasoltec SelfClean è la soluzione ideale per gli edifici ubicati in zone a traffico intenso, nelle quali l'azione aggressiva dello smog danneggia sia l'estetica sia l'integrità delle facciate.



#### Film liscio e compatto

*Il film di Sigmasoltec SelfClean è infinitamente più liscio e compatto di quello ottenuto con altre pitture. Le particelle di sporcizia non riescono a penetrare al suo interno e restano pertanto sospese sulla superficie.*



#### Azione autopulente

*La particolare struttura del film di Sigmasoltec SelfClean, permette alla pioggia di rimuovere facilmente ogni traccia di sporco, pulendo la facciata e restituendole il suo aspetto originale.*



#### Tenuta del colore

*La tecnologia NPS® permette un'eccellente stabilità dei colori anche intensi, la tinta infatti si mantiene brillante nel tempo. Il campione di sinistra dimostra la maggiore tenuta del colore di Sigmasoltec SelfClean rispetto alle pitture tradizionali.*

### Per colori più intensi e durevoli.

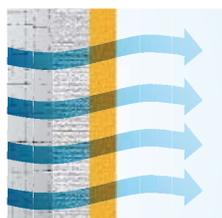
La tecnologia NPS® incrementa la stabilità dei colori, anche i più intensi, preservando nel tempo la brillantezza della tinta applicata. Sigmasoltec SelfClean è attintabile in migliaia di tonalità, con il sistema colorimetrico SigmaTint. L'ampia selezione di colori per esterno formulata dai laboratori Sigma Coatings si caratterizza per il gradevole effetto opaco, simile a quello ottenibile con pitture minerali, il prodotto è quindi particolarmente adatto alla decorazione delle facciate dei centri storici.

La maggiore durezza del film di rivestimento assicurata dalle nanoparticelle di silice contribuisce inoltre ad acquisire un'elevata resistenza allo sporco, proteggendo la facciata dallo smog.

Il potere autopulente di Sigmasoltec SelfClean lo rende **ideale come finitura per i sistemi a cappotto**, impedisce infatti l'accumulo di sporcizia e il proliferare di muffe e alghe.



## Inattaccabile dallo smog, resistente e permeabile.



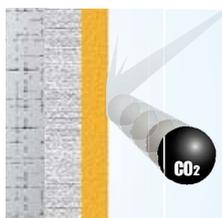
### Elevata permeabilità al vapore acqueo

*Il film, impenetrabile per lo smog, assicura invece la permeabilità al vapore acqueo.*



### Ottima idrorepellenza

*L'esclusiva formulazione, additivata con resina silossanica, permette di ottenere un'elevata idrorepellenza.*



### Elevata resistenza al CO<sub>2</sub>

*Sigmasoltec SelfClean presenta un ottimo potere anticarbonatazione. L'elevata resistenza all'anidride carbonica gli è valsa la classe C1, Sd (CO<sub>2</sub>)= 200 m a 100 μ di spessore secco.*

### Le principali caratteristiche di Sigmasoltec SelfClean

- effetto autopulente grazie alla tecnologia NPS®
- eccellente stabilità dei colori anche intensi
- idrorepellenza
- alta permeabilità al vapore acqueo
- elevata resistenza allo sfarinamento
- elevata protezione da muffe e alghe
- elevato potere anticarbonatazione
- ideale come finitura di rivestimenti a cappotto



Allegato 12  
Intonaco per esterni

PARTE 4  
Relazione impiantistica

## 7 Calcoli per il dimensionamento degli impianti dello stadio

### 7.1 Locali dello stadio e condizioni di progetto

Nelle tabelle seguenti sono riportate le condizioni termoigrometriche di progetto (temperatura e umidità), n° di persone presenti e indici di affollamento, requisiti per la qualità dell'aria (portata d'aria di rinnovo ed espulsione) e la tipologia degli impianti tecnici presenti.

#### Locali al livello interrato

AMBIENTE	N°LOCALI/ PIANO	SUPERFICIE mq	ALTEZZA m	VOLUME mc	T di progetto °C		U <sub>Re</sub> %		N° Persone da progetto	N° Persone I <sub>air</sub> *S	I <sub>air</sub> pp/m <sup>2</sup>	PORTATA ARIA di rinnovo L/s per pers	IMPIANTI NECESSARI						Q <sub>E</sub> =Portata aria di rinnovo * N° pp (=I <sub>air</sub> *S)
					I	E	I	E					R	F	ACS	V	E	VVFF	
					*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	
SPOGLIATOIO ATLETI	2	212,00	3,00	636,00	20	26	45%	60%	25	63,60	0,3	10	*	*	*	*	*	*	636
WC ATLETI	2	39,20	3,00	117,60	20	26	45%	60%	6	3,53	0,09	8	*	*	*	*	*	*	28,224
MASSAGGIO ATLETI	2	76,00	3,00	228,00	20	26	45%	60%	3	4,56	0,06	10	*	*	*	*	*	*	45,6
DOCCE ATLETI	2	54,00	3,00	162,00	20	26	45%	60%	11	29,70	0,55	10	*	*	*	*	*	*	297
UFFICIO COACH	1	18,80	3,00	56,40	20	26	45%	60%	3	1,69	0,09	8	*	*	*	*	*	*	13,536
WC COACH	1	10,60	3,00	31,80	20	26	45%	60%	1	0,95	0,09	8	*	*	*	*	*	*	7,632
SPOGLIATOIO ARBITRI	1	20,40	3,00	61,20	20	26	45%	60%	6	1,84	0,09	10	*	*	*	*	*	*	18,36
MASSAGGIO ARBITRI	1	15,10	3,00	45,30	20	26	45%	60%	2	0,91	0,06	10	*	*	*	*	*	*	9,06
WC ARBITRI	1	10,24	3,00	30,72	20	26	45%	60%	2	0,92	0,09	8	*	*	*	*	*	*	7,3728
INFERMERIA	1	60,00	3,00	180,00	20	26	45%	60%	6	3,00	0,05	10	*	*	*	*	*	*	30
WC INFERMERIA	1	13,40	3,00	40,20	20	26	45%	60%	2	1,21	0,09	8	*	*	*	*	*	*	9,648
CONTROLLO DOPING	1	54,80	3,00	164,40	20	26	45%	60%	9	6,58	0,12	10	*	*	*	*	*	*	65,76
WC CONTROLLO DOPING	1	22,25	3,00	66,75	20	26	45%	60%	1	2,00	0,09	8	*	*	*	*	*	*	16,02
SPAZI MEDIA	1	351,00	3,00	1053,00	20	26	45%	60%	20	42,12	0,12	10	*	*	*	*	*	*	421,2
SALA CONFERENZE	1	190,00	3,00	570,00	20	26	45%	60%	180	22,80	0,12	10	*	*	*	*	*	*	228
SPOGLIATOI OPERATORI	2	95,60	3,00	286,80	20	26	45%	60%	8	57,36	0,6	10	*	*	*	*	*	*	573,6
WC SPOGLIATOIO OPERATORI	2	47,04	3,00	141,12	20	26	45%	60%	4	4,23	0,09	8	*	*	*	*	*	*	33,8688
DOCCE SPOGLIATOIO OPERATORI	2	46,10	3,00	138,30	20	26	45%	60%	14	25,36	0,55	10	*	*	*	*	*	*	253,55
PARCHEGGI INTERRARI	-	28160,00	3,00	84480,00	20	26	45%	60%	400	14080,00	0,5	10	*	*	*	*	*	*	140800
PALESTRA	1	427,00	3,00	1281,00	20	26	45%	60%	50	234,85	0,55	10	*	*	*	*	*	*	2348,5
CHIOSTRO/RISTORO	1	420,00	3,00	1260,00	20	26	45%	60%	50	42,00	0,1	10	*	*	*	*	*	*	420
SERVIZI IGIENICI	1	66,34	3,00	199,02	20	26	45%	60%	15	59,71	0,9	8	*	*	*	*	*	*	477,648

Tabella 2  
Locali al livello interrato

#### Locali al livello zero

AMBIENTE	N°LOCALI/ PIANO	SUPERFICIE mq	ALTEZZA m	VOLUME mc	T di progetto °C		U <sub>Re</sub> %		N° Persone da progetto	N° Persone I <sub>air</sub> *S	I <sub>air</sub> pp/m <sup>2</sup>	PORTATA ARIA di rinnovo L/s per pers	IMPIANTI NECESSARI						Q <sub>E</sub> =Portata aria di rinnovo * N° pp (=I <sub>air</sub> *S)
					I	E	I	E					R	F	ACS	V	E	VVFF	
					*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	
SERVIZI IGIENICI	8	593,60	3,00	1780,80	20	26	45%	60%	-	534,24	0,9	8	*	*	*	*	*	*	4273,92
CHIOSCO/RISTORO	6	481,32	3,00	1443,96	20	26	45%	60%	5	48,13	0,1	10	*	*	*	*	*	*	481,32
VENDITA GADGET E INFO	4	337,76	3,00	1013,28	20	26	45%	60%	5	33,78	0,1	10	*	*	*	*	*	*	337,76
UFFICI (SICUREZZA E MEDICAL ROOM)	8	204,72	3,00	614,16	20	26	45%	60%	3	12,28	0,06	10	*	*	*	*	*	*	122,832

Tabella 3  
Locali al livello zero

## Locali al livello uno

	AMBIENTE	N°LOCALI/ PIANO	SUPERFICIE mq	ALTEZZA m	VOLUME mc	T di progetto °C		U <sub>Re</sub> %		N° Persone da progetto	N° Persone I <sub>air</sub> *S	I <sub>air</sub> pp/m <sup>2</sup>	PORTATA ARIA di rinnovo per pers L/s	IMPIANTI NECESSARI						Q <sub>E</sub> =Portata aria di rinnovo * N° pp (=I <sub>air</sub> *S)		
						I	E	I	E					R	F	ACS	V	E	VVFF			
						•	•	•	•													
LIVELLO 1	SERVIZI IGIENICI	8	679,72	3,00	2039,16	20	26	45%	60%	—	611,75	0,9	8	•	•	•	•	•	•	•	•	4893,984
	CHIOSCO/RISTORO	6	366,00	3,00	1098,00	20	26	45%	60%	5	36,60	0,1	10	•	•	•	•	•	•	•	•	366
	VENDITA GADGET E INFO	6	359,80	3,00	1079,40	20	26	45%	60%	5	35,98	0,1	10	•	•	•	•	•	•	•	•	359,8
	UFFICI (SICUREZZA E MEDICAL ROOM)	8	138,80	3,00	416,40	20	26	45%	60%	3	8,33	0,06	10	•	•	•	•	•	•	•	•	83,28

Tabella 4  
Locali al livello uno

## Locali al livello due

	AMBIENTE	N°LOCALI/ PIANO	SUPERFICIE mq	ALTEZZA m	VOLUME mc	T di progetto °C		U <sub>Re</sub> %		N° Persone da progetto	N° Persone I <sub>air</sub> *S	I <sub>air</sub> pp/m <sup>2</sup>	PORTATA ARIA di rinnovo per pers L/s	IMPIANTI NECESSARI						Q <sub>E</sub> =Portata aria di rinnovo * N° pp (=I <sub>air</sub> *S)		
						I	E	I	E					R	F	ACS	V	E	VVFF			
						•	•	•	•													
LIVELLO 2	SERVIZI IGIENICI	1	17,00	4,35	73,95	20	26	45%	60%	5	1,70	0,1	10	•	•	•	•	•	•	•	•	17,00
	AREA STAMPA	1	127,20	4,35	553,32	20	26	45%	60%	3	7,63	0,06	10	•	•	•	•	•	•	•	•	76,32
	STUDI TV	2	98,00	4,35	426,30	20	26	45%	60%	5	9,80	0,1	10	•	•	•	•	•	•	•	•	98,00
	CHIOSTRO/RISTORO	6	2205,00	4,35	9591,75	20	26	45%	60%	24	220,50	0,1	8	•	•	•	•	•	•	•	•	1764,00
	SKYBOX	34	1610,00	4,35	7003,50	20	26	45%	60%	8	161,00	0,1	8	•	•	•	•	•	•	•	•	1288,00

Tabella 5  
Locali al livello due

## Locali al livello tre

	AMBIENTE	N°LOCALI/ PIANO	SUPERFICIE mq	ALTEZZA m	VOLUME mc	T di progetto °C		U <sub>Re</sub> %		N° Persone da progetto	N° Persone I <sub>air</sub> *S	I <sub>air</sub> pp/m <sup>2</sup>	PORTATA ARIA di rinnovo per pers L/s	IMPIANTI NECESSARI						Q <sub>E</sub> =Portata aria di rinnovo * N° pp (=I <sub>air</sub> *S)		
						I	E	I	E					R	F	ACS	V	E	VVFF			
						•	•	•	•													
LIVELLO 3	SERVIZI IGIENICI	8	574,00	3,00	1722,00	20	26	45%	60%	—	516,60	0,9	8	•	•	•	•	•	•	•	•	4132,80
	CHIOSCO/RISTORO	6	515,92	3,00	1547,76	20	26	45%	60%	—	51,59	0,1	10	•	•	•	•	•	•	•	•	515,92
	VENDITA GADGET E INFO	6	484,00	3,00	1452,00	20	26	45%	60%	—	48,40	0,1	10	•	•	•	•	•	•	•	•	484,00
	UFFICI (SICUREZZA E MEDICAL ROOM)	8	182,72	3,00	548,16	20	26	45%	60%	—	10,96	0,06	10	•	•	•	•	•	•	•	•	109,63

Tabella 6  
Locali al livello tre

## 7.2 Tipologia degli impianti adottate potenza termica

Sono di seguito riportate le tipologie di impianto scelto per il sistema di climatizzazione, per i terminali in ambiente e per il sistema di distribuzione ed estrazione dell'aria.

### Impianto di climatizzazione

UTA ad immissione neutra

### Terminali ambiente

Fancoil

### Macchine per la potenza termica

Pompa di calore

### Macchine per la potenza frigorifera

Chiller ad acqua

Per la determinazione della potenza termica per tutto il fabbricato sono stati considerati la volumetria e la portata d'aria di rinnovo dei soli locali riscaldati, dunque i dati relativi al parcheggio interrato non sono stati conteggiati. Assumendo la potenza frigorifera pari a quella termica è stata utilizzata la formula:

$$Q_T = V \cdot 0,03 + V' \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot 1005 / 3600 \text{ [KW]}$$

dove:

V = volume complessivo di tutti i locali in m<sup>3</sup>

V' = portata di rinnovo di tutti i locali in m<sup>3</sup>/h

$$V = 39153.51 \text{ m}^3$$

$$V' = 25345.15 \text{ L/s}$$

$$V' = 25345.15 \text{ L/s} \cdot 3.6 \text{ m}^3/\text{h} = 91242.54 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_T = 39153.51 \cdot 0.03 + 91242.54 \cdot 1.2 \cdot 25 \cdot 1005 / 3600 = 740239.17 \text{ KW}$$

### 7.3 Dimensionamento di massima dell'impianto delle acque meteoriche

È riportato il dimensionamento di massima dei pluviali attraverso il calcolo della portata di scorrimento, differenziando le analisi per le due differenti superfici di copertura.

Quantità di scorrimento:  $Q=A*R*C$

dove:

A= area effettiva della copertura  $m^2$

R= intensità di precipitazione  $L/(s*m^2)$

C= coefficiente di rischio assunto pari a 1

Analisi della superficie  $A1= 5016 m^2$

Si ricava R, intensità di precipitazione, dalla seguente formula

$$R= I_{PREC} * C_r = [L/s *m^2]$$

dove:

$I_{PREC}$  = intensità di precipitazione  $L/(s*m^2)$

$$= 0.030 L/(s*m^2)$$

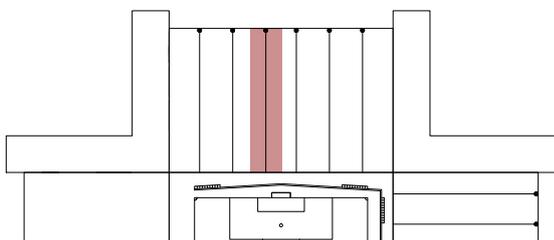
$C_r$  = coefficiente di rischio assunto pari a 1.5

$$R= 0.030 * 1.5= 0.045 L/(s*m^2)$$

$$Q1= A1*I_{PREC} * C_r * C =$$

$$Q1= 5016*0.045*1.5*1= 338.58 L/s$$

Dimensionamento del pluviale per la porzione di area  $A1,1$



$$A1,1= 13*57= 741 m^2$$

$$Q1,1= 0.030*1.5*741 m^2*1= 33.35 L/s$$

Da normativa UNI EN 12056, considerando il riempimento della sezione  $f=0.33$ , si sceglierà per un condotto pluviale di diametro interno di 160 mm, avente  $Q_{rwp}= 37.5 L/s$

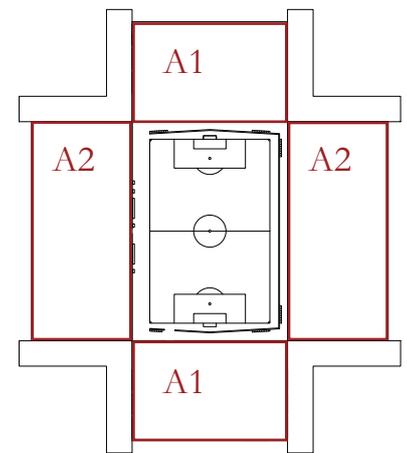
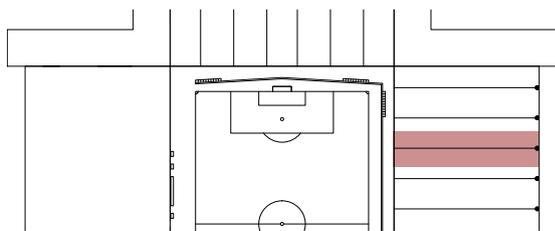


Immagine 64  
Schema coperture

Immagine 65  
Area di influenza pluviale 1



$$A_{2,1} = 12 \cdot 57 = 684 \text{ m}^2$$

Immagine 66  
Area di influenza pluviale 2

$$Q_{2,1} = 0.030 \cdot 1.5 \cdot 684 \text{ m}^2 \cdot 1 = 30.78 \text{ L/s}$$

Da normativa UNI EN 12056, considerando il riempimento della sezione  $f=0.33$ , si sceglierà per un condotto pluviale di diametro interno di 150 mm, avente  $Q_{RWP} = 31.6 \text{ L/s}$

prospetto 8 Capacità di pluviali verticali					
Diametro interno del pluviale $d_f$ (mm)	Capacità idraulica $Q_{RWP}$ (l/s)		Diametro interno del pluviale $d_f$ (mm)	Capacità idraulica $Q_{RWP}$ (l/s)	
	Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$		Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$
50	0,7	1,7	140	11,4	26,3
55	0,9	2,2	150	13,7	31,6
60	1,2	2,7	160	16,3	37,5
65	1,5	3,4	170	19,1	44,1
70	1,8	4,1	180	22,3	51,4
75	2,2	5,0	190	25,7	59,3
80	2,6	5,9	200	29,5	68,0
85	3,0	6,9	220	38,1	87,7
90	3,5	8,1	240	48,0	110,6
95	4,0	9,3	260	59,4	137,0
100	4,6	10,7	280	72,4	166,9
110	6,0	13,8	300	87,1	200,6
120	7,6	17,4	>300	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton
130	9,4	21,6			

Nota  
Sulla base dell'equazione di Wyly-Eaton:  
$$Q_{RWP} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot k_b^{-0,167} \cdot d_f^{2,667} \cdot f^{1,667}$$
  
dove:  
 $Q_{RWP}$  è la capacità del pluviale, in litri al secondo (l/s);  
 $k_b$  è la scabrezza del pluviale, in millimetri (considerata 0,25 mm);  
 $d_f$  è il diametro interno del pluviale, in millimetri (mm);  
 $f$  è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua, adimensionale.

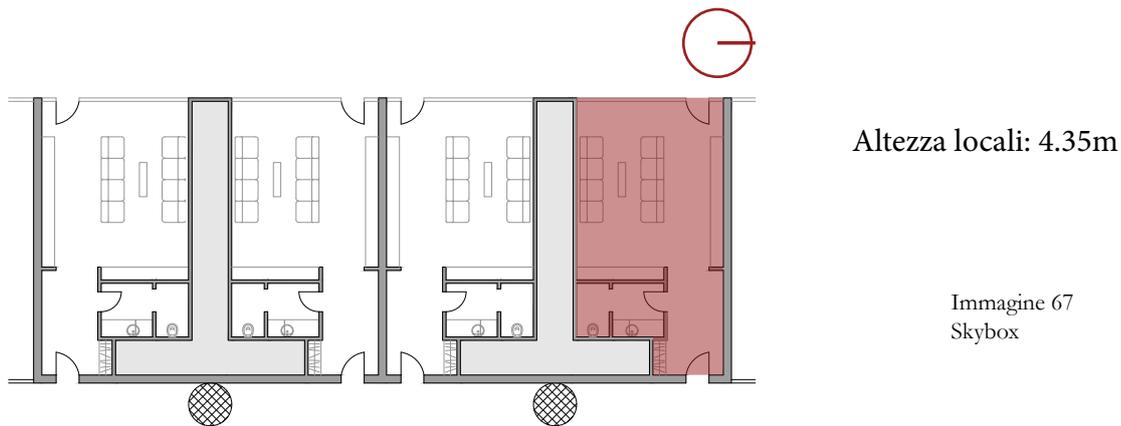
Nota 1 La capacità massima di pluviali verticali non circolari può essere considerata uguale alla capacità massima di un pluviale circolare avente la stessa area della sezione trasversale.

Nota 2 Quando un pluviale verticale presenta una deviazione con un gradiente maggiore di 10° (180 mm/m) rispetto ad un piano orizzontale, la deviazione può essere ignorata.

Tabella 7  
Capacità dei pluviali

## 7.4 Calcolo del carico termico invernale di progetto

Caso studio: modulo skybox



Il gruppo dei quattro skybox è posto in mezzeria alla tribuna centrale; composto da quattro unità spaziali identiche, l'analisi verterà sullo studio di un singolo modulo.

L'involucro dello stadio è composto da un rivestimento vetrato; per l'elevata conduttività termica del materiale, la parete posta ad est verrà considerata come esterna.

### Parete finestrata

È composta da un triplo vetro basso emissivo con doppia camera d'aria nelle quali è inserito il gas Cripton. Quest'ultimo è il gas più prestante nell'ottica di trasmittanza termica.

$$U_{\text{finestra}} = 0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Esposizione= ovest

Coefficiente di esposizione ovest= 1.10

Area della parete=  $5.11 \cdot 4.35 = 22.23 \text{ m}^2$

$$U_{\text{finestra}} = 0.5 \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 22.23 \text{ m}^2 \cdot 1.10 = 12.23 \text{ W/K}$$

### Parete a nord

È composta da 20mm di intonaco esterno, blocchi di calcestruzzo cellulare (Gasbeton) di spessore 240mm e da uno strato di intonaco interno di spessore pari a 20mm.

Il Gasbeton è noto per essere un materiale altamente performante per quanto riguarda l'isolamento termico: infatti le parti edificate con questo materiale non necessitano di ulteriore apporto di uno strato di coibentazione.

È noto il valore di conduttività termica pari a  $0.148 \text{ W/mK}$ ; per

ottenere il valore di trasmittanza si procederà come segue:

$R = \text{spessore del materiale} / \text{conduttività termica}$

$$R_{\text{gasbeton}} = s/\lambda = 0.24/0.148 = 1.62$$

$$U_{\text{gasbeton}} = 1/1.62 = 0.61 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Allo stesso modo, lo strato di intonaco esterno di spessore 20mm e di resistenza termica pari a  $0.05\text{m}^2\text{K/W}$  avrà un valore di trasmittanza pari a:

$$U = 1/0.05 = 20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

L'intonaco interno di spessore 20mm e con resistenza termica pari a  $0.05\text{m}^2\text{K/W}$ , avrà un valore di trasmittanza come segue:

$$U = 1/0.05 = 20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Si procede al calcolo della trasmittanza dell'intera parete.

Pertanto:

Esposizione = nord

Coefficiente di esposizione nord = 1.20

Area della parete =  $10 * 4.35 = 43.5 \text{ m}^2$

$$U_{\text{nord}} = 1 / (1/h_e + R_{\text{int}} + R_{\text{gasbeton}} + R_{\text{ext}} + h_i) = 1 / 1.88 = 0.53 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$H_{\text{nord}} = 0.53 * 1.2 * 43.5 = 27.67 \text{ W/K}$$

### Parete ad est

Presenta la stessa composizione e dunque gli stessi valori di trasmittanza termica della parete rivolta verso nord. Si procede nel calcolo delle dispersioni termiche come segue:

$$U_{\text{Gasbeton}} = 0.61 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Esposizione = est

Coefficiente di esposizione ovest = 1.15

Area della parete =  $2.45 * 4.35 = 10.66 \text{ m}^2$

$$U_{\text{est}} = 1 / (1/h_e + R_{\text{int}} + R_{\text{gasbeton}} + R_{\text{ext}} + h_i) = 1 / 1.88 = 0.53 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$H_{\text{est}} = 0.53 * 1.15 * 10.66 = 6.49 \text{ W/K}$$

### Parete a sud

Composta da intonaco interno di 20mm, Gasbeton di 120mm e intonaco esterno di 20mm, la parete dello skybox rivolta verso sud presenta un locale bagno che ne copre una porzione. Siccome la temperatura di progetto del locale bagno è di  $24^\circ\text{C}$  mentre

quella dei restanti locali abitabili è di 20°C, la porzione di parete sud occupata dal locale bagno è da non considerarsi in quanto la porzione di parete maggiormente riscaldata è riconducibile come funzionamento ad una camera d'aria di coibentazione.

Conduttività termica del Gasbeton= 0.148 W/mK

Spessore= 120mm = 0.12m

R= spessore del materiale/conduttività termica

$R = s/\lambda = 0.12/0.148 = 0.81$

$U_{\text{gasbeton}} = 1/0.81 = 1.23 \text{ W/m}^2\text{K}$

Esposizione= sud

Coefficiente di esposizione sud= 1.00

Area della parete=  $(6.26+1.22)*4.35 = 32.53 \text{ m}^2$

$U_{\text{est}} = 1/(1/h_e + R_{\text{int}} + R_{\text{gasbeton}} + R_{\text{ext}} + h_i) = 0.93 \text{ W/m}^2\text{K}$

$H_{\text{sud}} = 0.93*1*32.53 = 30.25 \text{ W/K}$

**Dispersioni termiche totali tramite le superfici opache e la parete finestrata:**

$HV_{\text{tot}} = 12.23 \text{ W/K} + 27.67 \text{ W/K} + 6.49 \text{ W/K} + 30.25 \text{ W/K} = 76.64 \text{ W/K}$

**Dispersioni termiche dovute alla ventilazione degli ambienti:**

$H_t = V * \rho * c_p$

dove:

V= portata d'aria volumetrica

$\rho$ = densità dell'aria= 1.2

$c_p$ = calore specifico= 1.005

Volume dello skybox=  $45.49*4.35 = 197.88 \text{ m}^3$

$H_t = 197.88*0.5/3600*1.2*1.005 = 0.03 \text{ W/K}$

$\Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C} - 15 \text{ }^\circ\text{C} = 5 \text{ K}$

Flusso dei carichi dispersi dalle pareti

$\Phi_{V,\text{tot}} = HV_{\text{tot}} * \Delta T = 76.64*5 = 383.2 \text{ W}$

Flusso dei carichi dispersi tramite la ventilazione

$\Phi_{T,\text{tot}} = HT_{\text{tot}} * \Delta T = 0.03*5 = 0.15 \text{ W}$

Flusso dei carichi termici disperso per funzionamento intermittente

$$\Phi_{RH} = F_{rh} * S = 16 * 45.49 = 727.84 \text{ W}$$

$$F_{rh} = 16 \text{ W/m}^2$$

$$S = 45.49 \text{ m}^2$$

$$\text{Carico termico di progetto} = 383.2 + 0.15 + 727.84 = 1111.19 \text{ W}$$

## 7.5 Calcolo del carico termico estivo di progetto

Premesso che:

1. Per «gradi-giorno» di una località si intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20 °C e la temperatura media esterna giornaliera; l'unità di misura utilizzata è il grado-giorno (GG).
2. Il territorio nazionale è suddiviso in sei zone climatiche in funzione dei gradi-giorno indipendentemente dalla ubicazione geografica e che Milano appartiene alla zona climatica E (ovvero è interessata da un numero di gradi-giorno maggiore di 2.100 e non superiore a 3.000),

il metodo di calcolo semplificato di Carrier per determinare il carico termico estivo di progetto è il seguente:

$$Q_{tot} = Q_s + Q_l$$

dove:

$Q_s$  è la somma dei carichi sensibili sulle superfici opache esterne per convezione, su superfici vetrate esterne per convezione, su superfici vetrate esterne per irraggiamento, alla dispersione per ventilazione e ai carichi interni.

$Q_l$  è la somma dei carichi latenti dovuti alla Ventilazione e ai carichi interni.

Per ottenere il carico termico estivo di progetto è stato utilizzato il foglio di calcolo che permette di constatare il massimo carico sensibile e il massimo carico latente.

Nella tabella degli input sono stati inseriti i seguenti valori: le superfici delle pareti opache esposte a nord, a sud e ad est; la superficie della parete finestrata ad ovest. È stato applicato altresì un carico interno sensibile costante di 400 W e un carico interno latente costante di 90 W.

Nella sezione di output sono automaticamente stati calcolati i valori massimi di potenza carico sensibile e di potenza di carico latente. Si osserva come, per entrambi i valori, vi siano punte di carico di potenza nella fascia oraria serale compresa tra le ore 19 e le 21.

Seguono elaborati grafici.

Dati Generali				Note
Località		Milano	-	*Valore compreso fra 5 e 17 °C **Valore compreso fra: pareti verticali: 100 e 700 kg/mq orizzontale sole: 50 e 400 kg/mq orizzontale ombra: 100 e 300 kg/mq ***Valore compreso fra 150 e 730 kg/mq
Temperatura esterna progetto	$T_e$	33	°C	
Escursione termica giornaliera*	$\Delta T_e$	10	°C	
Umidità assoluta esterna massima	$X_e$	90	g/kg	
Latitudine		45	°	
		27	'	
Temperatura ambiente progetto	$T_a$	26	°C	
Umidità ambiente progetto	$X_a$	60	g/kg	
Massa in pianta***	$M_a$	350	kg/mq	
Portata aria esterna di rinnovo	$V$	29,3	mc/h	
<b>RIEMPIRE CAMPI CON BORDO ARANCIONE</b>				

Dati Involucro							
Esposizione	Superfici Opache			Finestre			
	$U_p$ W/(mq K)	$M_{f,p}^{**}$ kg/mq	$S_p$ mq	$U_f$ W/(mq K)	f	F=SC $F_{vs}$	$S_f$ mq
NORD	0,61	280	43,5	0	0	0	0
EST	0,61	100	10,7	0	0	0	0
OVEST	0	100	0,0	0,5	0	0	23,2
SUD	1,23	100	32,5	0	0	0	0
ORIZZONTALE OMBRA	0	100	0				
ORIZZONTALE SOLE	0	100	0				

Carichi Interni					
Carico interno sensibile costante	$Q_{int,s, cost}$	400	W		
Carico interno latente costante	$Q_{int,l, cost}$	90	W		
Carichi interni totali	Ora	Costante	Variabile	Costante	Variabile
	H h	$Q_{int,s, cost}$ W	$Q_{int,s, var}$ W	$Q_{int,l, cost}$ W	$Q_{int,l, var}$ W
	8	400	0	90	0
	9	400	0	90	0
	10	400	0	90	0
	11	400	0	90	0
	12	400	0	90	0
	13	400	0	90	0
	14	400	0	90	0
	15	400	0	90	0
	16	400	0	90	0
	17	400	0	90	0
	18	400	0	90	0
	19	400	400	90	200
	20	400	400	90	200
	21	400	400	90	200
	22	400	100	90	100
	23	400	0	90	0
	24	400	0	90	0

Tabella 8  
Carichi termici estivi

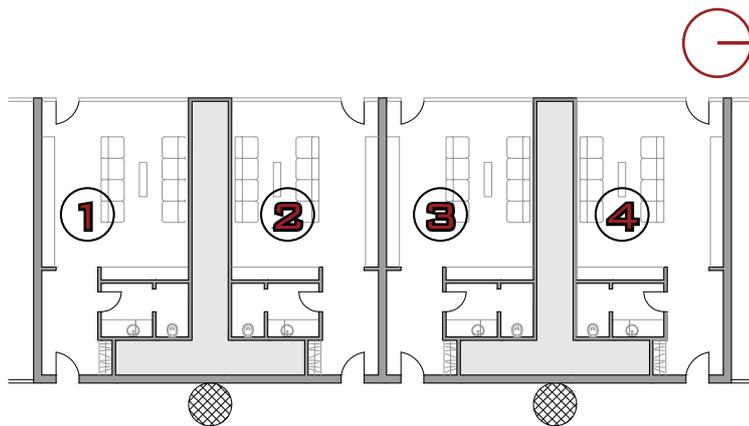
		CARICO SENSIBILE (POTENZA IN W)																
Ora del giorno		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
NORD	Trasmissione Pareti	-79,6	-63,7	-50,4	-31,8	-15,4	28,9	72,4	106,4	132,9	143,6	156,6	153,6	150,7	121,3	92,1	60,5	31,3
	Trasmissione Finestre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Irraggiamento Finestre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
EST	Trasmissione Pareti	103,4	114,4	124,8	121,6	109,9	67,0	38,4	41,6	44,9	44,9	44,9	38,4	31,2	24,1	16,3	9,1	2,0
	Trasmissione Finestre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Irraggiamento Finestre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OVEST	Trasmissione Pareti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Trasmissione Finestre	-5,8	5,8	17,4	31,9	46,4	60,9	75,4	81,2	75,4	69,6	63,8	52,2	40,6	26,1	11,6	-2,9	-17,4
	Irraggiamento Finestre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SUD	Trasmissione Pareti	-120,0	-28,0	56,0	276,1	456,1	568,2	636,2	228,1	544,2	412,1	320,1	236,1	192,1	124,0	100,0	32,0	12,0
	Trasmissione Finestre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Irraggiamento Finestre	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OR. OMBRA	Trasmissione Pareti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
OR. SOLE	Trasmissione Pareti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Trasmissione Pareti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
INFILTRAZIONI		-4,9	4,9	14,7	27,0	39,3	51,5	63,8	68,7	63,8	58,9	54,0	44,2	34,4	22,1	9,8	-2,5	-14,7
CARICHI INTERNI	Costanti	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0	400,0
	Variabili	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Totale</b>		<b>293</b>	<b>433</b>	<b>563</b>	<b>825</b>	<b>1.036</b>	<b>1.177</b>	<b>1.286</b>	<b>926</b>	<b>1.261</b>	<b>1.129</b>	<b>1.039</b>	<b>1.324</b>	<b>1.249</b>	<b>1.118</b>	<b>730</b>	<b>496</b>	<b>413</b>
<b>MASSIMO CARICO SENSIBILE</b>		<b>1324</b>																

		CARICO LATENTE (POTENZA IN W)																
Ora del giorno		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
INFILTRAZIONI		732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8
		732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8	732,8
CARICHI INTERNI	Costanti	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
	Variabili	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	200,0	200,0	100,0	0,0	0,0
<b>Totale</b>		<b>822,8</b>	<b>822,8</b>	<b>822,8</b>	<b>822,8</b>	<b>822,8</b>	<b>822,8</b>	<b>822,8</b>	<b>822,8</b>	<b>822,8</b>	<b>822,8</b>	<b>822,8</b>	<b>822,8</b>	<b>1022,8</b>	<b>1022,8</b>	<b>922,8</b>	<b>822,8</b>	<b>822,8</b>
<b>MASSIMO CARICO LATENTE</b>		<b>1023</b>																

Tabella 9  
Carichi termici estivi

## 7.6 Dimensionamento dell'UTA, unità di trattamento dell'aria

Caso studio: modulo skybox



Altezza locali: 4.35m

Immagine 68  
Skybox

Il gruppo dei quattro skybox verrà considerato come ambiente unico per il dimensionamento dell'Unità di Trattamento dell'aria.

### Portata d'aria di rinnovo

AMBIENTE	SUPERFICIE mq	ALTEZZA m	VOLUME mc	T di progetto °C		U <sub>re</sub> %		N° Persone da progetto	N° Persone I <sub>air</sub> *S	I <sub>air</sub> pp/m <sup>2</sup>	PORTATA ARIA di rinnovo per pers L/s	IMPIANTI NECESSARI						Q <sub>E</sub> =Portata aria di rinnovo * N° pp (=I <sub>air</sub> *S)
				I	E	I	E					R	F	ACS	V	E	VVFF	
LIVELLO 2				*	*	*	*											
SKYBOX 1	39,11	4,35	170,13	20	26	45%	60%	8	3,91	0,1	8	*	*	*	*	*	*	31,29
WC SKYBOX 1	5,71	4,35	24,84	20	26	45%	60%	1	0,57	0,1	8	*	*	*	*	*	*	4,568
SKYBOX 2	39,11	4,35	170,13	20	26	45%	60%	8	3,91	0,1	8	*	*	*	*	*	*	31,29
WC SKYBOX 2	5,71	4,35	24,84	20	26	45%	60%	1	0,57	0,1	8	*	*	*	*	*	*	4,57
SKYBOX 3	39,11	4,35	170,13	20	26	45%	60%	8	3,91	0,1	8	*	*	*	*	*	*	31,29
WC SKYBOX 3	5,71	4,35	24,84	20	26	45%	60%	1	0,57	0,1	8	*	*	*	*	*	*	4,57

Tabella 10  
Portata d'aria di rinnovo

La portata totale dell'aria di rinnovo è 107.52 L/s

$$Q_e = 107.52 \text{ L/s}$$

$$107.52 \text{ L/s} * 3.6 \text{ m}^3/\text{h} = 387.07 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_e = 387.07 \text{ m}^3/\text{h}$$

Supponendo una velocità di spostamento dell'aria pari a 2m/s, la superficie della batteria UTA si ottiene come segue:

$$(0.10752 \text{ m}^3/\text{h}) / (2 \text{ m/s}) = 0.5376 \text{ m}^2$$

Il dimensionamento dell'unità UTA avviene tramite comparazione tra il valore  $Q_e$  ottenuto e la tabella di un qualsiasi catalogo di fabbrica. In questo caso, consultando il catalogo della ditta AERMEC, per una velocità dell'aria di rinnovo pari a 2 m/s e una superficie minima della batteria UTA di 0.54 m<sup>2</sup>, per il ricambio dell'aria per quattro skybox occorrerà un modello UTA NCS 1, con area di 0.126m<sup>2</sup> e dimensioni 1x0.75m.

NCS	Larghezza	Altezza	Dim.esterne		Dim.interne		Dim. pacco batteria		Sup. batte- ria	Portata aria (m³/h)			
			Largh.	Alt.	Largh.	Alt.	Largh.	Alt.		Velocità frontale (m/s)			
	Moduli	Moduli	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m²	2	2,5	3	3,5
1	1	0,75	684	521,5	613	409,5	420	300	0,126	910	1130	1360	1590
2	1	1	684	684	613	572	420	480	0,202	1450	1810	2180	2540
3	1,25	1	846,5	684	775,5	572	580	480	0,278	2000	2500	3010	3510
4	1,5	1	1009	684	938	572	725	480	0,348	2510	3130	3760	4390
5	1,75	1	1171,5	684	1100,5	572	885	480	0,425	3060	3820	4590	5350
6	2	1	1334	684	1263	572	1045	480	0,502	3610	4510	5420	6320
7	1,5	1,5	1009	1009	938	897	725	780	0,566	4300	5090	6110	7460
8	1,75	1,5	1171,5	1009	1100,5	897	885	780	0,690	4970	6210	7460	8700
9	2	1,5	1334	1009	1263	897	1045	780	0,815	5870	7340	8800	10720
10	2,5	1,5	1659	1009	1588	897	1350	780	1,053	7580	9480	11370	13280
11	2	2	1334	1334	1263	1222	1045	1140	1,191	8580	10720	12870	15010
12	2,5	2	1659	1334	1588	1222	1350	1140	1,539	11080	13850	16620	19390
13	2,5	2,5	1659	1659	1588	1547	1350	1440	1,539	14000	17500	21000	24490
14	3	2,5	1984	1659	1913	1547	1645	1440	2,369	17060	21320	25580	29850
15	3	3	1984	1984	1913	1872	1645	1740	2,862	20610	25760	30900	36070
16	3,5	3	2309	1984	2238	1872	1965	1740	3,419	24620	30770	36930	43080
17	3,5	3,5	2309	2309	2238	2197	1965	2100	4,127	29710	37140	44570	51990

Tabella 11  
I modelli di UTA

## 7.7 Dimensionamento diffusori e recuperatori

Portata d'aria di rinnovo nel gruppo di studio degli skybox

$$Q_e = 387.07 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sono previsti 2 diffusori totali per ogni skybox analizzato analizzato, rispettivamente nella sala principale e all'interno dei servizi igienici. Trattandosi di quattro unità skybox, il numero dei diffusori è 8.

Per determinare la portata d'aria di rinnovo per ogni diffusore occorre dividere  $Q_e$  per il numero dei diffusori

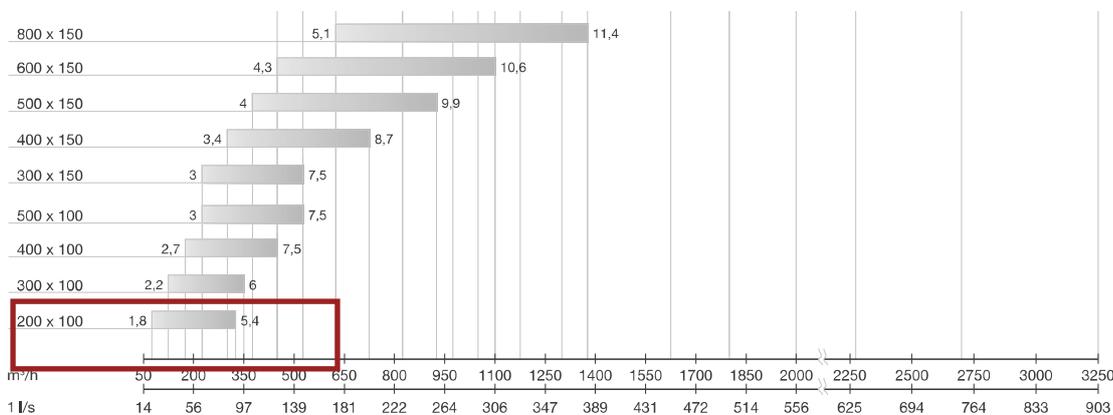
$$387.07/8 = 48.38 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$48.38 \text{ m}^3/\text{h} / 3.6 = 13.56 \text{ L/s}$$

La portata di ogni diffusore deve essere pertanto di 13.56 L/s

Consultando il catalogo della ditta Sagicofim, si può procedere al dimensionamento dei diffusori in base al valore ottenuto.

Si opererà per il modello di bocchetta di mandata di forma rettangolare di dimensioni 200\*100mm



Superficie lorda dei diffusori

$$0.2 * 0.1 * 8 = 0.16 \text{ m}^2$$

Tabella 12  
I modelli di diffusori

Si prevedono 8 griglie di recupero dell'aria, rispettivamente una per ogni locale, pertanto la portata minima di ogni bocchetta di ripresa sarà pari a:

$$0.16/8 = 0.2 \text{ m}^2$$

Si posizioneranno 8 bocchette di ripresa rettangolari delle dimensioni 200\*100mm nelle zone occupate ma a distanza dalla zona di sosta per garantire il confort interno agli ambienti.

## 7.8 Dimensionamento adduzione

Caso studio: modulo skybox

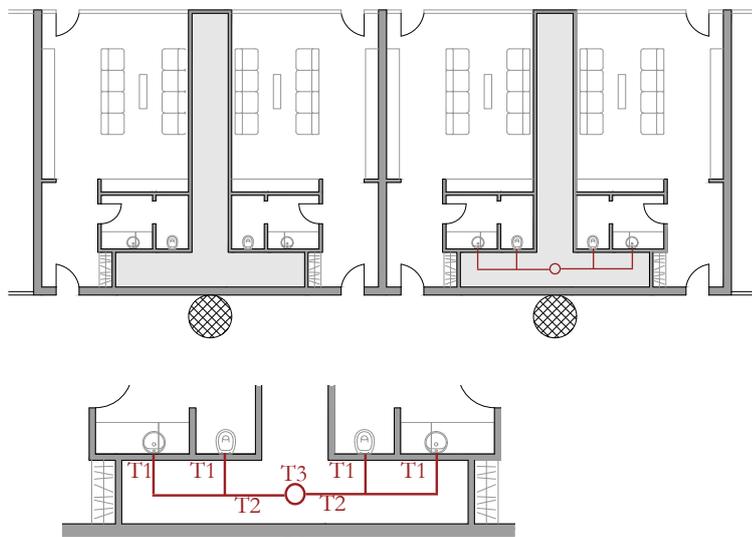


Immagine 69  
Skybox

Per ogni coppia di skybox confinante, la tubazione di adduzione è unica e si dirama in prossimità dei terminali. I terminali da servire sono 4, 2 lavabi e 2 wc.

Unità di carico per ogni lavabo: 1. Unità di carico per ogni wc (avente vaschetta di 6 litri): 1

### Tratto T1

un solo terminale servito,  $UC=1$ , tubazione di diametro interno  $d_i=12\text{mm}$

### Tratto T2

due terminali serviti,  $UC=2$ , tubazione di diametro  $d_i=12\text{mm}$

### Tratto T3

quattro terminali serviti,  $UC=4$ , tubazione di diametro interno  $d_i=12\text{mm}$

Trattasi di tubazioni multistrato rinforzate, il diametro esterno misurerà 16mm.

prospetto 2 Portate di prelievo  $Q_A$ , portate minime ai punti di prelievo  $Q_{min}$  e unità di carico per punti di prelievo

Punti di prelievo	$Q_A$	$Q_{min}$	Unità di carico
	l/s	l/s	
Lavello, lavabo, bidé, cassetta WC	0,1	0,1	1
Lavello cucina, lavatrice domestica <sup>a)</sup> , lavastoviglie, lavabo, doccia	0,2	0,15	2
Orinatoio	0,3	0,15	3
Vasca da bagno domestica	0,4	0,3	4
Rubinetti giardino/garage	0,5	0,4	5
Lavello cucina non domestica DN 20, vasca da bagno non domestica	0,8	0,8	8
Scarico DN 20	1,5	1,0	15

Prospetto 3.8 - Rispettivamente PEX/AL/PE-HD PE-MD/AL/PE-HD											
Carico massimo	UC	3	4	5	6	10	20	55	180	540	1 300
Valore più alto	UC			4	5	5	8				
$d_a \times s$	mm	16 × 2,25/16 × 2,0			18 × 2	20 × 2,5	26 × 3	32 × 3	40 × 3,5	50 × 4	63 × 4,5
$d_i$	mm	11,5/12,0			14	15	20	26	33	42	54
Lunghezza massima della tubazione	m	9	5	4							

Tabella 12  
Portata di prelievo

## 7.9 Dimensionamento scarico

Caso studio: modulo skybox

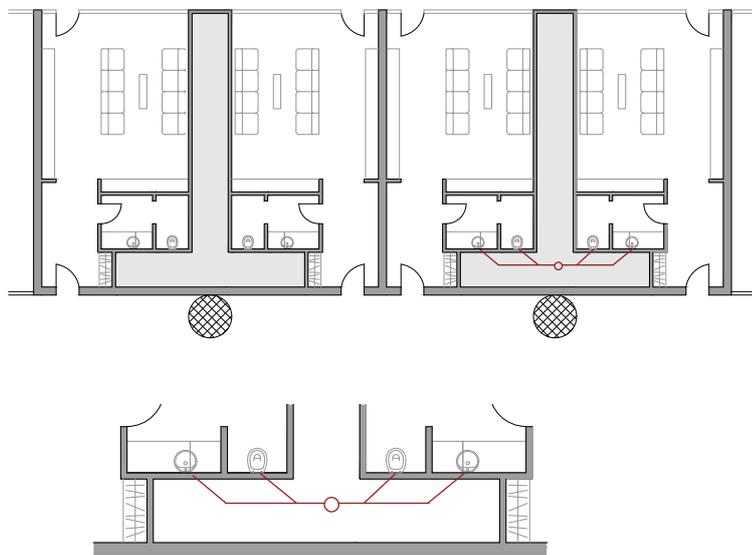


Immagine 70  
Skybox

Per ogni coppia di skybox confinante, la tubazione di scarico è unica e si dirama in prossimità dei terminali. I terminali da servire sono 4, 2 lavabi e 2 wc.

Unità di scarico per ogni lavabo: 0.5 L/s. Unità di scarico per ogni wc (avente vaschetta di 6 litri): 2 L/s.

$$Q_{ww} = K * \text{sqrt}(\Sigma DU)$$

dove:

$Q_{ww}$  = portata acque reflue L/s

K = coefficiente di frequenza = 0,5

$\Sigma DU$  = somma delle Unità di scarico

$$Q_{ww} = 0.5 * \text{sqrt}(0.5 * 2 + 2 * 2) = 1.11 \text{ L/s}$$

DN = 70 per  $Q_{max} = 1,50 \text{ L/s}$

Lunghezza max = 4m

Numero max curve  $90^\circ = 3$

Dislivello max = 1 m

Pendenza min = 1%

I valori sono stati ricavati dalle tabelle che seguono.

### Unità di scarico (DU)

Apparecchio sanitario	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
	<i>DU</i> l/s	<i>DU</i> l/s	<i>DU</i> l/s	<i>DU</i> l/s
Lavabo, bide	0,5	0,3	0,3	0,3
Doccia senza tappo	0,6	0,4	0,4	0,4
Doccia con tappo	0,8	0,5	1,3	0,5
Orinatoio con cassetta	0,8	0,5	0,4	0,5
Orinatoio con valvola di cacciata	0,5	0,3	-	0,3
Orinatoio a parete	0,2*	0,2*	0,2*	0,2*
Vasca da bagno	0,8	0,6	1,3	0,5
Lavello da cucina	0,8	0,6	1,3	0,5
Lavastoviglie (domestica)	0,8	0,6	0,2	0,5
Lavatrice, carico max. 6 kg	0,8	0,6	0,6	0,5
Lavatrice, carico max. 12 kg	1,5	1,2	1,2	1,0
WC, capacità cassetta 4,0 l	**	1,8	**	**
WC, capacità cassetta 6,0 l	2,0	1,8	da 1,2 a 1,7***	2,0
WC, capacità cassetta 7,5 l	2,0	1,8	da 1,4 a 1,8***	2,0
WC, capacità cassetta 9,0 l	2,5	2,0	da 1,6 a 2,0***	2,5
Pozzetto a terra DN 50	0,8	0,9	-	0,6
Pozzetto a terra DN 70	1,5	0,9	-	1,0
Pozzetto a terra DN 100	2,0	1,2	-	1,3
* Per persona.				
** Non ammesso.				
*** A seconda del tipo di cassetta (valido unicamente per WC a cacciata con cassetta e sifone).				
- Non utilizzata o dati mancanti.				

Tabella 14  
Unità di scarico

### Coefficiente di frequenza tipo ( $K$ )

Utilizzo degli apparecchi	Coefficiente $K$
Usò intermittente, per esempio in abitazioni, locande, uffici	0,5
Usò frequente, per esempio in ospedali, scuole, ristoranti, alberghi	0,7
Usò molto frequente, per esempio in bagni e/o docce pubbliche	1,0
Usò speciale, per esempio laboratori	1,2

### DIRAMAZIONE DI SCARICO

#### Capacità idraulica ( $Q_{max}$ ) e diametro nominale (DN)

$Q_{max}$	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
l/s	DN	DN	DN	DN
0,40	*	30	Vedere prospetto 6	30
0,50	40	40		40
0,80	50	*		*
1,00	60	50		50
1,50	70	60		60
2,00	80**	70**		70**
2,25	90***	80****		80****
2,50	100	90		100

\* Non ammesso.  
 \*\* Senza WC.  
 \*\*\* Massimo due WC e cambiamenti di direzione per un totale massimo di 90°.  
 \*\*\*\* Massimo un WC.

#### Limiti di applicazione

Limiti di applicazione	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
Lunghezza massima della tubazione ( $L$ )	4,0 m	10,0 m	Vedere prospetto 6	10,0 m
Numero massimo delle curve a 90°	3*	1*		3*
Dislivello massimo ( $H$ ) (inclinazione di 45° o maggiore)	1,0 m	**60 m DN > 70 **3,0 m DN = 70		1,0 m
Pendenza minima	1%	1,5%		1%

\* Senza curva di raccordo.  
 \*\* Se DN < 100 mm e vi è un WC collegato ad una diramazione senza ventilazione, nessun altro apparecchio sanitario può essere collegato entro una zona di 1 m al di sopra del raccordo ad un sistema ventilato.

Tabella 15  
Unità di scarico

Grazie per l'attenzione!

## 8. BIBLIOGRAFIA

### BIBLIOGRAFIA GENERICA

ABALOS Inaki, *Il buon abitare. Pensare le case della modernità*, Milano, Marinotti, 2009.

CLEMENT Gilles, *Manifesto del Terzo Paesaggio*, Macerata, Quodlibet, 2005.

DE CARLO Giancarlo, *L'architettura della partecipazione*, Macerata, Quodlibet, 2013.

RATTI Carlo, *Architettura Open Source. Verso una progettazione aperta*, Torino, Giulio Einaudi Editore, 2014.

KOOLHAAS Rem, *Delirious New York*, Milano, Electa, 2001.

KOOLHAAS Rem, *Junkspace*, Macerata, Quodlibet, 2001.

LATOUCHE Serge, *Come sopravvivere allo sviluppo. Dalla decolonizzazione dell'immaginario economico alla costruzione di una società alternativa*, Torino, Bollati Boringhieri, 2005.

MAGNIER Annick, RUSSO Pippo, *Sociologia dei sistemi urbani*, Bologna, Il Mulino, 2002.

PONTI Gio, *Amate l'architettura. L'architettura è un cristallo.*, Milano, Rizzoli, 1957.

ROWE Colin, *La matematica della villa ideale e altri scritti*, Bologna, Zanichelli Editore, 1990.

VEGETTI Marco, *Filosofie della metropoli. Spazio , potere, architettura nel pensiero del Novecento*, Roma, Carocci editore, 2011.

### BIBLIOGRAFIA SPECIFICA

BALE John, *Il calcio e il suo pubblico*, Napoli, Edizioni scientifiche italiane, 1992.

DE FINETTI Giuseppe, *Lo stadio di Milano*, Milano, Capriolo e Massimino, 1933.

DE FINETTI Giuseppe, *Stadi esempi, tendenze, progetti*. Milano, Hoepli, 1934.

FAROLDI Emilio, *Paesaggi tecnologici: gli stadi per il calcio: progettazione, costruzione, gestione di strutture multifunzionali integrate*, Milano, Libreria Clup, 2006

RICE Peter, DUTTON Hugh, *Il vetro strutturale*, Milano, Tecniche nuove, 1991.

ROMAGNI Ludovico, *Lo stadio nella città, Firenze*, Alinea Editrice, 2014.

SHEARD Rod, *Sports architecture*, Londra, Spoon Press, 2001.

SPAMPINATO Angelo, *Stadi del mondo: sport & architettura*, Savigliano, Gribaudo, 2004.

VERCELLONI Matteo, SAN PIETRO Silvio, *1990, stadi in Italia*, Milano, L'Archivolta, 1990.