

# PAUR

## AMPLIAMENTO DEL COMPARTO AUTODROMO DI MODENA

LOCALITA' MARZAGLIA – COMUNE DI MODENA

*Redatto in conformità all'art.14 della LEGGE REGIONALE 20 APRILE 2018, N. 4  
"Disciplina della valutazione dell'impatto ambientale dei progetti"*



**COMPARTO: AUTODROMO DI MODENA**

**PROPRIETA': COMUNE DI MODENA**

**CONCESSIONARIA: AERAUTODROMO DI MODENA SPA**

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

- ARCHILINEA Srl
- BLUEWORKS – Ing. Yos Zorzi
- GEOGROUP Srl
- PRAXIS AMBIENTE Srl
- STUDIO TECNICO CAPELLARI
- STIEM – Ing. Paolo Scuderi e Ing. Luca Buzzoni

# S.02

**PDC 4**

**RELAZIONE PRELIMINARE**



## Indice

<b>RELAZIONE TECNICA .....</b>	<b>3</b>
1. COMMITTENTE.....	4
2. PROGETTISTI DELLE OPERE.....	4
3. UBICAZIONE .....	5
4. NORMATIVE ED EVENTUALI DOCUMENTI TECNICI APPLICATIVI ADOTTATI.....	5
5. CARATTERISTICHE DEL TERRENO.....	5
6. TIPOLOGIA SISTEMA DI FONDAZIONI ADOTTATO.....	6
7. DESTINAZIONI D'USO, AZIONI PERMANENTI E AZIONI VARIABILI .....	6
8. VITA NOMINALE E CLASSE D'USO .....	8
9. TIPOLOGIA STRUTTURALE: MOTIVAZIONE DELLA SCELTA.....	8
10. INDICAZIONE MATERIALI ADOTTATI.....	8
11. PARAMETRI DELL'AZIONE SISMICA.....	10
12. INTERAZIONI TRA COMPONENTI STRUTTURALI E IMPIANTISTICHE.....	11
13. ANALISI DELLA REGOLARITÀ IN PIANTA E IN ALTEZZA.....	11
14. DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DEI PRINCIPALI ELEMENTI STRUTTURALI.....	12
<b>ELABORATO GRAFICO.....</b>	<b>13</b>

## RELAZIONE TECNICA

Il progetto prevede la realizzazione di un fabbricato da adibire a tribuna sportiva con annessi servizi di ristorazione e ospitalità e autorimesse nel Comune di Modena (MO).

In particolare il progetto consiste nella costruzione di un edificio a struttura prefabbricata a due piani di cui uno interrato e 2 fuori terra. Le dimensioni in pianta al piano terra sono di circa 129 m x 16 m, l'altezza fuori terra è inferiore ai 13 m dal tetto della copertura della zona centrale. La struttura portante è in parte in calcestruzzo armato e gettato in opera ed in larga parte con elementi in calcestruzzo prefabbricati con pilastri in cav, travi e solai in cap. le gradinate saranno formate da elementi in cap adeguati a sostenere i carichi sulle luci di progetto. Non sono previsti giunti sismici o di dilatazione ma verranno prese in considerazione le azioni derivanti dalle differenze di temperatura e dalle azioni sismiche con riferimento ad una unica unità strutturale.

La struttura prevede affollamento significativo pertanto rientra nella categoria di edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso ai sensi della delibera Regionale GPG/2009/1885 al punto B2.1.5 - Stadi ed impianti sportivi, dotati di tribune anche mobili con capienza superiore a 100 persone

Per questo motivo verranno condotti i calcoli nel pieno rispetto delle norme tecniche di cui al *D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni"* con riferimento alla classe d'uso III, con vita nominale 50 anni, coefficiente d'uso  $C_u = 1,5$   $V_r = 75$  anni.

In particolare le fondazioni saranno a plinti in corrispondenza dei pilastri principali collegati da cordoli, le scale esterne saranno sopra una platea.

Il sistema sismo resistente è costituito da pilastri e travi in calcestruzzo prefabbricato di dimensioni adeguate a sostenere i carichi previsti dall'uso e dalle azioni ambientali. In particolare sarà necessario utilizzare una struttura in acciaio per l'ospitalità dell'ultimo piano nella parte centrale della tribuna per rispettare le geometrie previste in progetto. La struttura tuttavia verrà intestata sulle strutture verticali del piano sottostante evitando elementi sismo resistenti in falso. Sono presenti inoltre in progetto strutture secondarie come sbalzi, scale di sicurezza che verranno realizzati in acciaio. I vani scala centrali invece saranno in calcestruzzo ed avranno una importante funzione controventante per l'intera struttura

I solai piani saranno in calcestruzzo prefabbricato alveolare adeguati ai requisiti REI, così come tutta la struttura avrà la resistenza R richiesta per le condizioni di carico di incendio di progetto.

Le strutture orizzontali e quelle verticali saranno dimensionate per sopportare i carichi derivanti dal peso proprio, permanente portato e accidentale di progetto che nel caso in esame sarà di 500 daN/mq con riferimento alla categoria C5 – Ambienti suscettibili di grande affollamento. Tale valore viene preso a riferimento anche per le autorimesse e le scale di accesso a titolo cautelativo. Oltre alle azioni accidentali di natura antropica vengono considerate le azioni ambientali quali la neve, il vento e le azioni sismiche.



## *1. Committente*

Di seguito vengono riportati i dati del committente delle opere in oggetto:

Aerautodromo di Modena s.p.a., Strada Pomposiana n. 255/A Loc. Marzaglia, 41123 **MODENA**

## *2. Progettisti delle opere*

### **Progettista architettonico:**

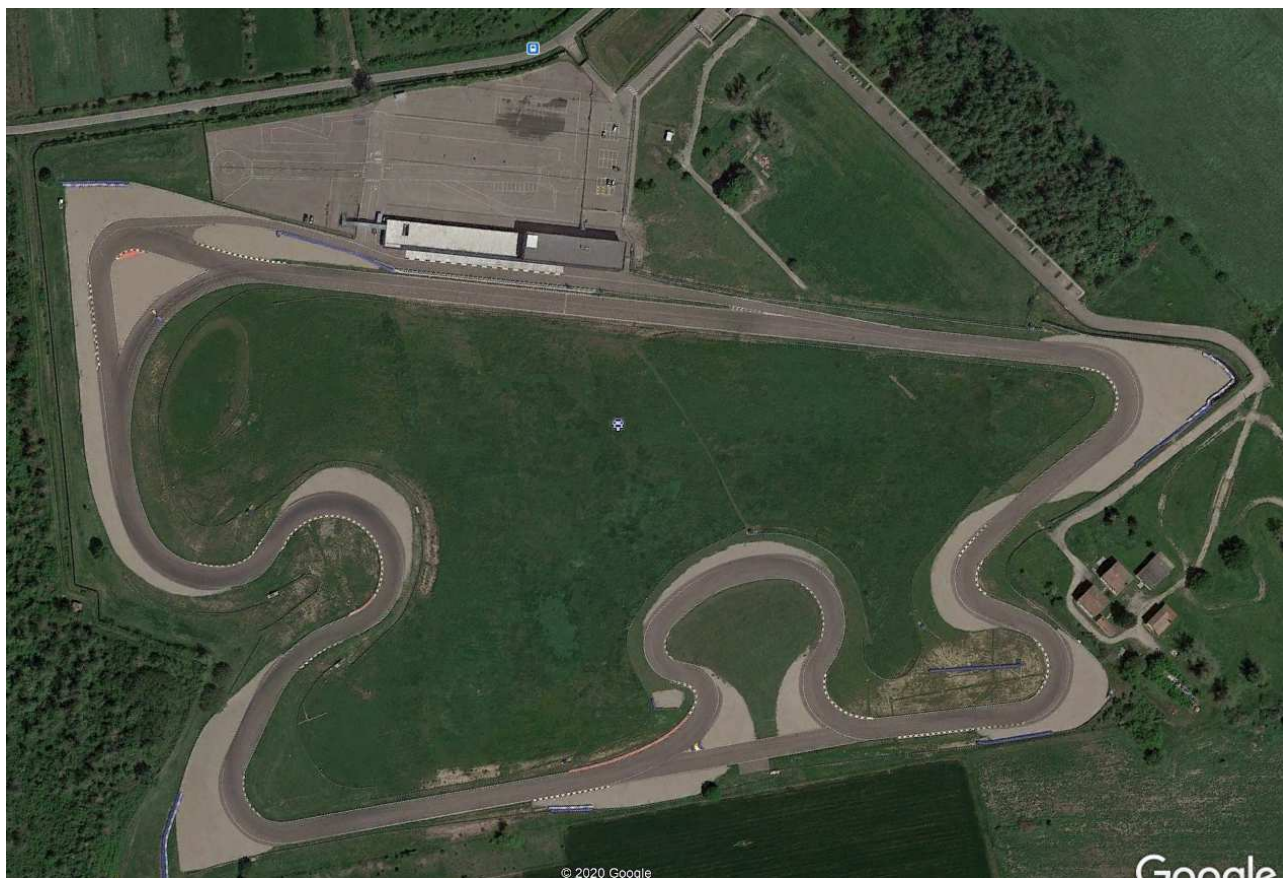
arch. Giuseppe Gervasi, con studio in Via Regina Pacis n° 86 – Sassuolo (MO)

### **Progettista strutturale:**

Ing. Capellari Luca, con studio in Via La Marchesa n° 3 – Mirandola (MO)



### 3. Ubicazione



### 4. Normative ed eventuali documenti tecnici applicativi adottati

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".

### 5. Caratteristiche del terreno

Per il predimensionamento delle opere di fondazione è stata presa in esame l'ipotesi di fondazione a platea, e in relazione a ciò il valore della costante elastica (Winkler), determinato sulla base delle conoscenze tecniche del progettista (§6.2.2 del DM 2008), si quantifica in  $w = 1 \text{ kg/cm}^3$ .

Si assume inoltre un valore di pressione limite pari a  $p_{lim} = 2,72 \text{ Kg/cm}^2$  da cui, secondo l'approccio 2 (§ 2.6 e 6.4 delle NTC 2008), si ricava il valore di progetto della resistenza  $R_d = p_{lim}/\gamma_R = 2,72/2,3 = 1,18 \text{ kg/cm}^2$  da confrontarsi con le combinazioni di carico del tipo SLU A1.

Dal punto di vista sismico si può considerare il profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione dell'area investigata appartenente alla **classe C**, caratterizzata da valori di  $V_s^{30}$  compresi tra 180 e 360 m/sec.



## *6. Tipologia sistema di fondazioni adottato*

Per il fabbricato è prevista la realizzazione di un reticolo di plinti collegati da cordoli opportunamente dimensionati in modo tale da distribuire con valori sufficientemente regolari le pressioni sul terreno indotte dai carichi trasmessi dalla struttura sovrastante.

E' stato scelto questo tipo di fondazioni tenendo conto delle conoscenze tecniche del progettista sul terreno in oggetto e della realizzazione economica di questo tipo di fondazione rispetto ad altre soluzioni fondali.

## *7. Destinazioni d'uso, azioni permanenti e azioni variabili*

Per la determinazione delle azioni variabili agenti sulle strutture in oggetto si fa riferimento al capitolo 3.1.4 delle NTC 2008 e, in particolare, ai valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici descritti nella tabella 3.1.II:

**Tabella 3.1.II – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici**

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	<b>Uffici.</b> Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b> Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole Cat. C2 Balconi, ballatoi e scale comuni, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	3,00 4,00 5,00	2,00 4,00 5,00	1,00 2,00 3,00
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
E	<b>Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale.</b> Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	≥ 6,00 —	6,00 —	1,00* —
F-G	<b>Rimesse e parcheggi.</b> Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN Cat. G Rimesse e parcheggi per transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN: da valutarsi caso per caso	2,50 —	2 x 10,00 —	1,00** —
H	<b>Coperture e sottotetti</b> Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	0,50  —	1,20  —	1,00  —
* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati				
** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso				



– Azioni verticali di calcolo:

**Peso proprio, Carichi permanenti, Carichi accidentali** previsti dalla normativa in vigore

## 8. Vita nominale e classe d'uso

Parametri della struttura						
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo [anni]	Vr	Tipo di suolo	Categoria topografica
III	50.0	1.5	75.0		C	T1

## 9. Tipologia strutturale: motivazione della scelta

È stata scelta una struttura in muratura, in relazione al rapporto tra geometria, funzioni e carichi peresenti sull'edificio.

## 10. Indicazione materiali adottati

Calcestruzzo armato C33/40			
$R_{ck} =$	<b>40 MPa</b>	resistenza caratteristica cubica	
$f_{cd} =$	<b>18,8 MPa</b>	resistenza a compressione di progetto	
$f_{ctm} =$	<b>3,16 MPa</b>	resistenza media a trazione semplice	
$E =$	<b>36.050 MPa</b>	modulo di elasticità normale ( <i>Young</i> )	
$\nu =$	<b>0,12</b>	coefficiente di contrazione trasversale ( <i>Poisson</i> )	
$G =$	<b>16.090 MPa</b>	modulo di elasticità tangenziale	
$\gamma =$	<b>25 kN/m<sup>3</sup></b>	peso specifico	
$\alpha =$	<b>10<sup>-5</sup></b>	coefficiente di dilatazione termica	

Il materiale calcestruzzo è stato scelto in relazione alla sua capacità di sopportare gli stati di sollecitazione previsti in progetto. Si prevede inoltre di garantire gli adeguati copriferri e le adeguate miscele in relazione alle classi di esposizione.

Acciaio da cemento armato – B450C			
$f_y =$	<b>450 MPa</b>	tensione di snervamento	
$f_d =$	<b>391.3</b>	resistenza di calcolo	
$E =$	<b>206.000 MPa</b>	modulo di elasticità normale ( <i>Young</i> )	
$\nu =$	<b>0,3</b>	coefficiente di contrazione trasversale ( <i>Poisson</i> )	
$G =$	<b>80.769 MPa</b>	modulo di elasticità tangenziale	
$\gamma =$	<b>78 kN/m<sup>3</sup></b>	peso specifico	



$\alpha =$	$10^{-5}$	coefficiente di dilatazione termica
------------	-----------	-------------------------------------

**Acciaio da carpenteria – S275**

$f_t =$	<b>430 MPa</b>	tensione di rottura a trazione
$f_y =$	<b>275 MPa</b>	tensione di snervamento
$f_d =$	<b>239 MPa</b>	resistenza di calcolo
$f_{dt} =$	<b>239 MPa</b>	resistenza di calcolo per spess. $t > 40$ mm
$E =$	<b>210.000 MPa</b>	modulo di elasticità normale ( <i>Young</i> )
$\nu =$	<b>0,3</b>	coefficiente di contrazione trasversale ( <i>Poisson</i> )
$G =$	<b>80.769 MPa</b>	modulo di elasticità tangenziale
$\gamma =$	<b>78 kN/m<sup>3</sup></b>	peso specifico
$\alpha =$	<b><math>10^{-5}</math></b>	coefficiente di dilatazione termica

**Acciaio da carpenteria – S235**

$f_t =$	<b>360 MPa</b>	tensione di rottura a trazione
$f_y =$	<b>235 MPa</b>	tensione di snervamento
$f_d =$	<b>204 MPa</b>	resistenza di calcolo
$f_{dt} =$	<b>204 MPa</b>	resistenza di calcolo per spess. $t > 40$ mm
$E =$	<b>210.000 MPa</b>	modulo di elasticità normale ( <i>Young</i> )
$\nu =$	<b>0,3</b>	coefficiente di contrazione trasversale ( <i>Poisson</i> )
$G =$	<b>80.769 MPa</b>	modulo di elasticità tangenziale
$\gamma =$	<b>78 kN/m<sup>3</sup></b>	peso specifico
$\alpha =$	<b><math>10^{-5}</math></b>	coefficiente di dilatazione termica

Si prevede l'applicazione di prodotti antiruggine per garantire l'adeguata protezione dagli agenti corrosivi.

## 11. Parametri dell'azione sismica

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell'allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione). L'azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

$a_g$ : accelerazione orizzontale massima del terreno;

$F_o$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T^*c$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Valutazione della pericolosità sismica

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Nota: per il calcolo dei parametri sismici  
1) inserire le coordinate geografiche    2) introdurre  $V_n$  e  $C_u$

Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N  
[con N = 1,2,3,4,5]

**Vertici della maglia elementare INGV [riferimento WGS84]**

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
16278	10.753	44.603	5.868
16279	10.823	44.605	3.339
16057	10.821	44.655	2.381
16056	10.750	44.653	5.384

**Coordinate geografiche [riferimento WGS84]**

Località:

Longitudine:  Latitudine:

☐ Applica la Risposta Sismica Locale

**Parametri per le forme spettrali**

	$P_{ver}$	$T_r$	$a_g$ [g]	$F_o$	$T^*c$
SLO	<input type="text" value="81"/>	<input type="text" value="45"/>	0.0588	2.493	0.266
SLD	<input type="text" value="63"/>	<input type="text" value="75"/>	0.0738	2.470	0.271
SLV	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="712"/>	0.1867	2.383	0.300
SLC	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="1462"/>	0.2364	2.405	0.312

**Periodo di riferimento per l'azione sismica**

Vita $V_n$ [anni]	Coefficiente uso $C_u$	Periodo $V_r$ [anni]	Livello di sicurezza
<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="75"/>	<input type="text" value="100"/>

☐ Rimuovi limiti  $V_r$  e  $T_r$  (di norma NO)



Lo **spettro di progetto** si individua partendo dai dati della pericolosità sismica di base indicati nelle tabelle precedenti ed adottando un fattore di struttura  $q$  che tiene conto della capacità dissipativa dell'edificio.

**Calcolo dei fattori di comportamento secondo il D.M. 17/01/2018**

La costruzione, nuova, è caratterizzata da non regolarità sia in pianta sia in altezza ed è progettata considerando un comportamento non dissipativo (ND).

**Parametri fattore in direzione x e y**

Sistema costruttivo:	calcestruzzo
Tipologia strutturale:	strutture deformabili torsionalmente
Valore base fattore	$q_0 = 2.000$
Fattore pareti	$k_w = 1.000$
Fattore di regolarità	$K_R = 0.8$
Fattore dissipativo	$q_D = q_0 \cdot k_w \cdot K_R = 1.600$
Fattore non dissipativo	$q_{ND} = 2/3 \cdot q_D = 1.067 (\leq 1.5)$

**Fattori di comportamento utilizzati**

	Dissipativi	Non dissipativi
q SLU x	1.600	1.067
q SLU y	1.600	1.067
q SLU z	1.500	1.500

## 12. Interazioni tra componenti strutturali e impiantistiche

Tutte le opere impiantistiche verranno realizzate senza interferire con le strutture portanti in quanto saranno confinate negli spazi tra solai e pavimenti e comunque all'esterno delle stesse. Saranno infatti realizzate calate all'interno di tramezze di sacrificio o appositi cassonetti. Gli attraversamenti dei solai saranno realizzati in corrispondenza degli elementi non strutturali interposti.

## 13. Analisi della regolarità in pianta e in altezza

Struttura regolare in pianta: NO

Struttura regolare in altezza: NO

Pilastri di sezione costante e/o variabili: pilastri di diverse sezioni

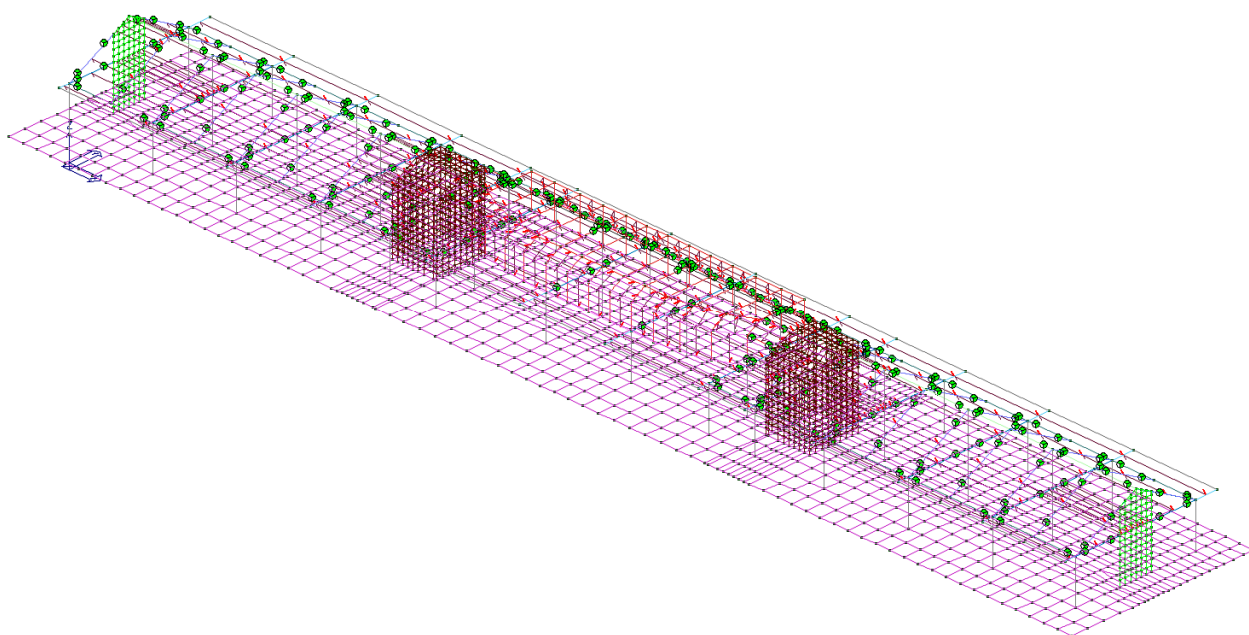
Pilastri in falso: NON PRESENTI

Elementi strutturali di altra tipologia: presenti elementi in acciaio per hospitality

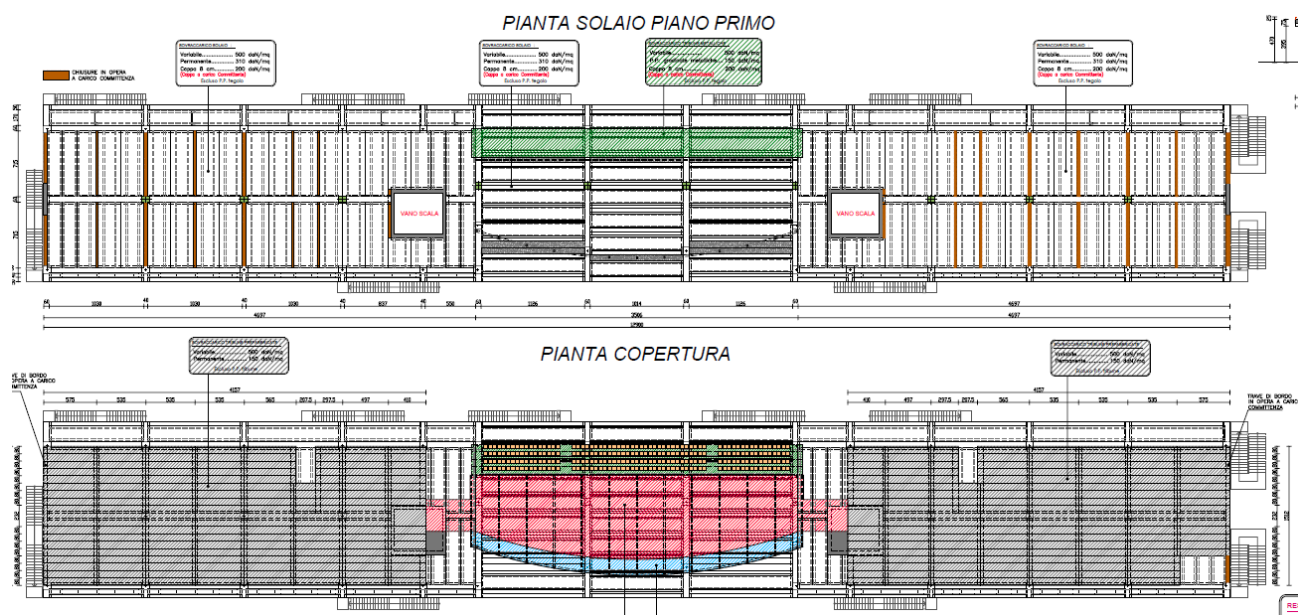


## *14. Dimensionamento di massima dei principali elementi strutturali*

Come sopradescritto, il fabbricato verrà realizzato in struttura prefabbricata, viene fatta una modellazione preliminare di cui si riporta la geometria:



## ELABORATO GRAFICO



IL TECNICO INCARICATO  
Ing. Luca Capellari

