

# COMUNE DI SAVONA

SAVONA\_REGIONE LIGURIA

## PALAZZINA ENERGIA SOSTENIBILE

committente:

Centro di Servizio per il Polo Universitario di Savona

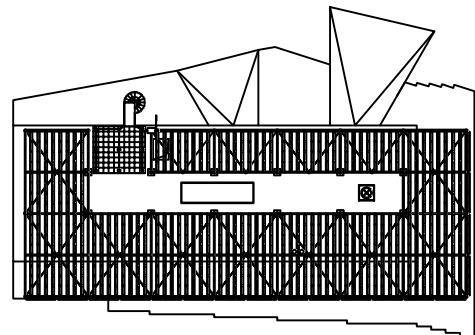
Via Magliotto 2, 17100 Savona, tel. 019/21945323 - 019/21945301 fax 019/21945324  
cens@unige.it

progettazione architettonica integrata e paesaggistica



via interiano 3/11, 16124 genova tel. 010.540095 fax 010.5702094  
via cadolini 32/38, 20137 milano tel. 02.54019701 fax 010.54115512  
55 rue des petites écuries, 75010 paris tel +331.42462894  
progettazione@5piu1aa.com www.5piu1aa.com

progetto preliminare



n tavola

### SpTrel001c

scala

--

oggetto

**Struttura**

tipo  
elaborato

**Relazione tecnica strutturale**

data di  
consegna

**dicembre 2013**

nome  
file

SERVER5+1/01 INCARICHI/ 01\_1 INCARICHI/ BLYs  
05 BLYs Ap

commessa commessa

rev.	data	redatto	verificato	approvato	oggetto revisione
a	120926	dm	lp	5+1/sc	preliminare richiesta finanziamento
b	121105	dm	lp	5+1/sc	preliminare gara di appalto
c	131210	dm	lp	5+1/sc	preliminare gara di appalto

<b>1. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE STRUTTURALE DELL'EDIFICIO</b>	<b>2</b>
<b>3. BASI PER LA VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA</b>	<b>3</b>
<b>4. MATERIALI UTILIZZATI</b>	<b>5</b>
<b>5. GENERALITA' SULLA VALUTAZIONE DELLE AZIONI ESTERNE</b>	<b>6</b>
<b>6. GENERALITA' SULLA VALUTAZIONE DELLE AZIONI INTERNE E REQUISITI</b>	<b>6</b>
<b>7. PARAMETRI PRESTAZIONALI DEL PROGETTO DEFINITIVO</b>	<b>8</b>
<b>8. NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>8</b>

## **1. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO**

L'obiettivo della presente relazione è quello di illustrare il progetto di realizzazione della nuova palazzina "Energia Sostenibile" nel Campus Universitario di Savona; nel progetto saranno integrate le tecnologie per la protezione passiva dell'edificio dalle condizioni climatiche esterne (interventi sull'involucro), impianti a basso consumo energetico e tecnologie che impiegano fonti energetiche rinnovabili.

La costruzione della nuova palazzina rientra nello scopo finale di realizzazione di un eco-campus, che possa diventare modello da seguire per i sistemi edificio-impianto ad alta efficienza e basse emissioni.

L'obiettivo a lungo termine è infatti la minimizzazione dei consumi energetici, sia termici che elettrici, e la completa eliminazione delle emissioni di gas serra tramite un iter continuo di miglioramenti tecnologici ed il monitoraggio degli indici di performance ambientale. La Palazzina costituirà un elemento, sia di produzione che di consumo, all'interno della costituenda Smart Polygeneration Microgrid.

L'attuale progetto è volto alla creazione di una struttura che possa eliminare i ponti termici solitamente rintracciabili nell'altezza dei solai e pilastri; ciò è stato possibile mantenendo il filo esterno dei solai in corrispondenza dei fili esterni dei pilastri, in modo da rendere continuo l'isolamento "a cappotto" e della parete ventilata. Detto isolamento risolta sul cordolo di copertura in modo da essere in continuità con l'isolamento di copertura.

## **2. DESCRIZIONE STRUTTURALE DELL'EDIFICIO**

La struttura oggetto di analisi è un edificio con struttura regolare in pianta e in altezza di ingombro esterno 39 x 13m alto circa 10m, in calcestruzzo armato.

L'edificio presenta 2 piani fuori terra con un interpiano variabile; a piano terra l'altezza risulta essere maggiore in modo da ottenere all'interno dei laboratori un'altezza pari a 4.3m, mentre al primo piano con destinazione uffici l'altezza utile è di 3m.

I collegamenti verticali sono affidati a una scala interna in cemento armato, a un ascensore e a una scala metallica esterna che collega solo il piano terra con la copertura.

Il piano fondazionale a quota +11.8m, è costituito da trave continua a sezione rettangolare e si estende lungo tutto il perimetro esterno della struttura. Da tale piano

si sviluppano tutti gli elementi verticali. In tale piano si sviluppa una platea, alla base dei setti perimetrali del vano ascensore.

Il piano terra è costituito da travi di irrigidimento perimetrale e trasversale che inglobano il vespaio areato a colmare gli spazi.

Il solaio del primo piano è realizzato tramite l'utilizzo di lastre prefabbricate tipo "predalles" con elementi di alleggerimento in polistirolo, armatura lenta in opera e getto di completamento per un'altezza complessiva pari a 65cm.

Anche il solaio di copertura è alto 65cm, per la presenza di terminali di impianti di climatizzazione nella parte centrale di tale copertura.

All'esterno della struttura in calcestruzzo armato, vi è inoltre una struttura metallica a sostegno delle schermature solari che si fonda, parte su fondazione continua a quota vespaio piano terra e parte sulla copertura in calcestruzzo armato. Gli elementi costituenti sono pilastri a sezione tubolare e elementi orizzontali in travi a sezione piena sempre in acciaio. Tale struttura metallica è controventata nel suo piano orizzontale, ed è collegata alla struttura in cemento armato in copertura.

### **3. BASI PER LA VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA**

L'intervento è localizzato nel comune di Savona. Tale comune è ricadente nella zonizzazione sismica 4. La classificazione del terreno è riconducibile al tipo "C".

L'edificio è verificato considerando una vita nominale di 50 anni, con classe d'uso III per la funzione di tipo pubblico a cui sarà destinata e conseguente periodo di riferimento pari a 75 anni.

Non si prevede che l'edificio sia individuato quale facente parte delle strutture idonee alla gestione dell'emergenza dai Piani di Protezione Civile Comunale.

Nelle successive fasi della progettazione strutturale, si dovrà sempre fare riferimento a quanto indicato dalla relazione geologica GpTrel001b, per la caratterizzazione dei suoli e dei sottosuoli interessati dalla fase realizzativa dell'opera.

Secondo i disposti del D.M. 14/01/2008, l'edificio è progettato rispettando le condizioni di seguito enunciate:

- i diaframmi orizzontali rispettano quanto prescritto al § 7.2.6 del D.M. 14/01/2008;
- gli elementi strutturali rispettano le limitazioni, in termini di geometria e di quantitativi d'armatura, relative alla CD «B» quale definita nel § 7.2.1 D.M. 14/01/2008;
- le sollecitazioni sono valutate considerando la combinazione di azioni definita nel § 3.2.4 del D.M. 14/01/2008 ed applicando, in due direzioni ortogonali, il

sistema di forze orizzontali definito dalle espressioni (7.3.6) e (7.3.7). Le relative verifiche di sicurezza sono state effettuate, in modo indipendente nelle due direzioni, allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio.

La componente verticale dell'azione sismica, non è stata presa in considerazione in quanto non sono presenti elementi orizzontali con luce superiore ai 20m, elementi a mensola superiori a 4m, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, piani sospesi e isolatori sismici essendo l'edificio ricadente in zona 4.

L'edificio si può considerare regolare in pianta in quanto:

- la configurazione in pianta è compatta approssimativamente simmetrica nelle due direzioni;
- il rapporto tra i lati risulta inferiore a 4
- nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25% della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione;
- gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto a elementi verticali e sufficientemente resistenti.

In fase progettuale, al fine di rendere fondato il rispetto dei dettami normativi precedentemente indicati, si è proceduto nell'adozione della seguente tecnologia:

- piano fondazionale costituito da travi continue a sezione rettangolare;
- le azioni orizzontali sono assorbite dai pilastri e setti in calcestruzzo armato;
- il primo solaio e la copertura realizzata in calcestruzzo armato sono un piano rigido;

Nonostante gli accorgimenti strutturali sopra citati, si è comunque scelto di non adottare l'analisi e verifica degli elementi strutturali con metodo semplificato, ma con il calcolo dell'azione sismica come descritto nel paragrafo §3.2, §7.3 e §7.4 del D.M. 14/01/2008 e di procedere alla verifica dei singoli elementi in modo da rispettare la gerarchia delle resistenze.

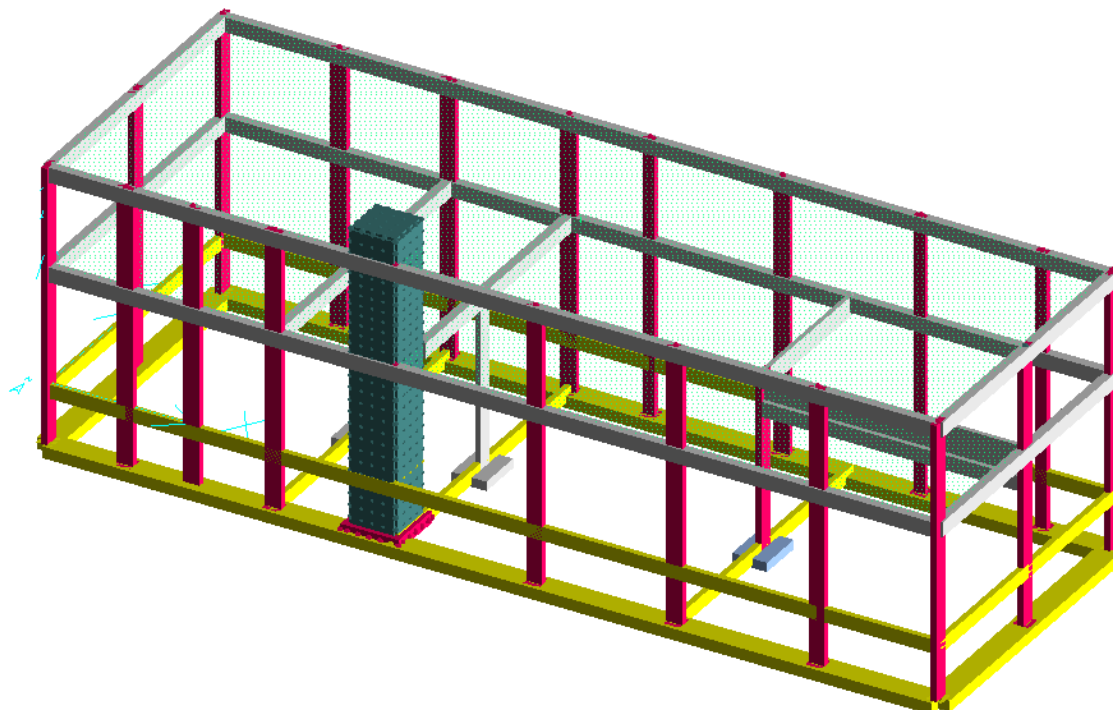


Immagine del modello FEM.

#### **4. MATERIALI UTILIZZATI**

##### **Calcestruzzo → C25/30**

$$R_{ck} = 300 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{ck} = 249 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{cd} = 141.1 \text{ daN/cm}^2$$

$$g_c = 1.5$$

$$E_{cm} = 314472 \text{ daN/cm}^2$$

##### **Acciaio per calcestruzzo → B450C**

$$f_{yk} = 4500 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{yd} = 3913 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{tk} = 5175 \text{ daN/cm}^2$$

$$g_c = 1.15$$

$$E_s = 2000000 \text{ daN/cm}^2$$

**Acciaio per carpenteria → S235 (Fe360)**

$$f_{yk} = 2350 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{yd} = 2238.1 \text{ daN/cm}^2$$

$$f_{tk} = 3600 \text{ daN/cm}^2$$

$$g_c = 1.05$$

$$E_s = 2100000 \text{ daN/cm}^2$$

## **5. GENERALITA' SULLA VALUTAZIONE DELLE AZIONI ESTERNE**

I carichi derivanti dall'azione del vento derivano dai seguenti parametri:

- velocità di riferimento del vento = 28m/s per  $a_s < a_0$
- rugosità del terreno = classe B

I carichi derivanti dall'azione neve derivano dai seguenti parametri:

- carico neve al suolo = 1KN/mq
- coefficiente di esposizione = 1
- coefficiente termico = 1

## **6. GENERALITA' SULLA VALUTAZIONE DELLE AZIONI INTERNE E REQUISITI**

La normativa utilizzata per la scelta della classe di resistenza al fuoco delle strutture e criteri di calcolo sono il DM14.01.2008 §3.6.1 e circolare 02.02.2009 §3.6.1.2 e §3.6.. Sono inoltre da considerare le norme tecniche verticali del settore antincendio in particolare il DM del 22.02.2006 (regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici) e il DM 12.04.1996 (regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi).

Le strutture hanno classe di resistenza al fuoco pari a 60' ad esclusione delle strutture che circondano i locali a piano terra adibiti a laboratorio, in cui la possibile e significativa presenza di materiale infiammabile rende necessaria la resistenza delle strutture sia orizzontali che verticali pari a 120'.

A tal fine l'analisi a caldo delle strutture è eseguita tramite l'applicazione di curve di incendio normalizzato per le strutture resistenti 60' mentre per le strutture resistenti

120' è stata utilizzata la curva di incendio da idrocarburi per i locali del piano terra con funzione di laboratorio.

La combinazione di carichi applicata a tal fine è lo stato limite ultimo di incendio.

Al fine di definire compiutamente i carichi alla quale sarà soggetta la struttura portante, si sono considerati i seguenti pesi specifici:

- calcestruzzo → 2400daN/mc
- calcestruzzo armato → 2500 daN/mc
- acciaio → 7850 daN/mc
- laterizio semipieno → 850 daN/mc
- massetti → 2000 daN/mc

Di seguito sono esplicitati i carichi superficiali (incidenze e destinazioni d'uso):

- incidenza tramezzi interni (NTC 2008 §3.1.3.1) → 200daN/mq
- laboratori (cat. E1) → 600 daN/mq
- palestra (cat. C3) → 500 daN/mq
- spazi comuni, distributivo (cat. C3) → 500 daN/mq
- uffici (cat. B2) → 300 daN/mq + 200daN/mq (maggior carico utile di predisposizione per eventuale cambio di destinazione d'uso)
- copertura praticabile per la sola manutenzione (cat. H1) → 50 daN/mq

Carichi concentrati in copertura:

Nel calcolo e verifica delle strutture che compongono l'intera opera e con particolare attenzione alla copertura, saranno da considerare i carichi concentrati e distribuiti a seconda della soluzione tecnica scelta, derivanti dagli impianti tecnici presenti e le relative strutture di sostegno.



## **7. PARAMETRI PRESTAZIONALI DEL PROGETTO DEFINITIVO**

Al fine di rendere facilmente consultabile e realizzabile il progetto strutturale definitivo anche per eventuali progetti di modifiche futuri, la redazione degli elaborati dovrà contenere anche i seguenti elementi:

- descrizione delle tipologie strutturali, schemi statici utilizzati e modelli di calcolo, comprensivo delle ipotesi sui vincoli e sui nodi, eventualmente con l'ausilio di uno schema grafico.
- descrizione dell'analisi dei carichi adottata nel dimensionamento della struttura, indicando l'entità, la distribuzione e le combinazioni di carico adottate.
- definire l'azione sismica tenendo anche conto delle condizioni stratigrafiche e topografiche, coerentemente con i risultati delle indagini e delle elaborazioni riportate nella relazione geotecnica.
- definire i criteri di verifica adottati per soddisfare i requisiti di sicurezza previsti dalla normativa tecnica vigente, per la costruzione dell'opera.
- definire le caratteristiche dei materiali utilizzati nei calcoli per gli elementi strutturali.
- indicazione precisa dell'origine dei codici di calcolo utilizzati, riportando titolo, autore, produttore eventuale distributore, versione, estremi di licenza d'uso od ogni altra forma di autorizzazione all'uso, in modo tale da poter caratterizzare il codice di calcolo per eventuali controlli indipendenti dall'elaborazione.
- elencazione di tutti i dati di ingresso forniti e/o generati tali da definire in modo univoco tutte le caratteristiche geometriche e meccaniche del modello, così da poter permettere a terzi una rielaborazione indipendente del problema.
- esposizione con chiari schemi grafici dei risultati delle analisi, riportando i diagrammi delle caratteristiche di sollecitazione più significativi per il dimensionamento delle sezioni.

## **8. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

L'analisi della struttura in oggetto e' stata effettuata utilizzando i metodi usuali della Scienza delle Costruzioni ed in conformità alle normative e leggi vigenti:

- Legge 5/11/1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- D.P.R. 6/6/2001 n. 380: Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- Legge 2/2/1974 n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- C.N.R. 10024/86 del 23/7/1986: Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo
- D.M. 14/2/1992: Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9/1/1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16/1/1996: Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi.
- D.M. 16/1/1996: Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- D.M. 14/1/2008: Norme tecniche per le costruzioni.
- Circolare n°617 del 2 febbraio 2009
- DM del 22.02.2006 : Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici).
- DM 12.04.1996 : Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.