

COMUNE DI  
TRANI



AMPLIAMENTO  
E GESTIONE DEL CIMITERO COMUNALE  
\_ TRANI \_ (BT)

PROJECT FINANCING

**SOCIETA' DI PROGETTO**  
PARCO DEL RICORDO TRANI S.r.l.

**progettisti**

capogruppo coordinatore  
arch. **Sergio d'Addato**

team design  
arch. **Alessandro Procacci**  
arch. **Valentina Bucci**  
arch. **Stefano Parente**

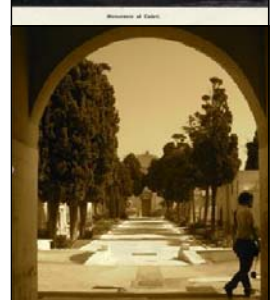
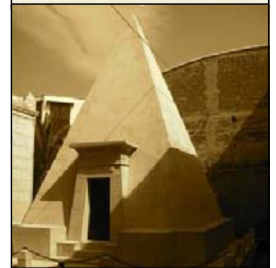
strutture  
ing. **Antonio Porcelli**  
ing. **Domenico Vaccanio**  
contabilità  
ing. **Giuseppe Antonacci**

impianti  
ing. **Felice Valenziano**  
ing. i. **Stefano Farano**  
ing. i. **Ilario Cellamare**  
ing. i. **Antonio Zagaria**  
ing. **Marianna Colamartino**

PROGETTO DEFINITIVO

TAV. S.D.2.0  
RELAZIONE SULLE STRUTTURE

data:





## RELAZIONE SULLE STUTTURE

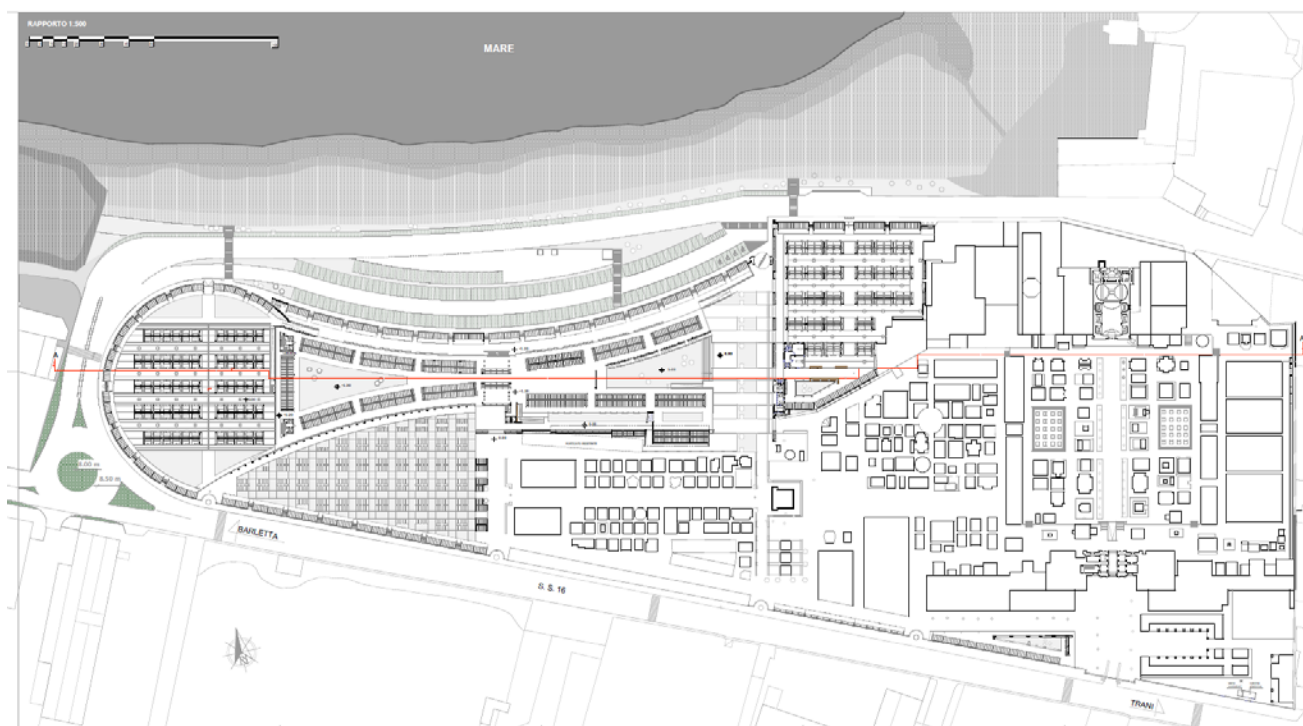
- DPR 207/2010 art. 26 -

Oggetto: PROGETTO DEFINITIVO DI AMPLIAMENTO E GESTIONE DEL CIMITERO COMUNALE  
TRANI

### RIEPILOGO DEI PARAMETRI SISMICI

Vita Nominale	50
Classe d'Uso	2
Categoria del Suolo	B
Categoria Topografica	1
Latitudine del sito oggetto di edificazione	41.28509
Longitudine del sito oggetto di edificazione	16.40492

### 1. Descrizione generale dell'opera.



Il Cimitero di Trani è situato in una area delimitata tra la S.S. 16 e la via Finanzieri che corre parallelamente alla linea di costa, l'ingresso monumentale all'area cimiteriale è posto lungo la S.S. 16 in direzione Barletta a circa 500 mt. dall'ingresso della città consolidata (incrocio via Andria e via Barletta).



Il Cimitero attuale è dotato inoltre di un ulteriore accesso solo pedonale posto sul lato mare, di un piccolo parcheggio interno all'ingresso monumentale utile esclusivamente ai mezzi di servizio.

L'area di progetto è servita dalle reti urbane di acqua e fogna gestite da AQP che insistono sulla S.S.16, dalla rete elettrica gestita da AMET s.p.a., mentre è assente la rete di raccolta e smaltimento delle acque bianche.

L'Amministrazione Comunale attraverso una procedura concorsuale di Project Financing intende procedere all'ampliamento dell'impianto cimiteriale unitamente alla gestione della struttura con il principale obiettivo di dare attuazione a quanto previsto dal Piano Cimiteriale.

L'attuale cimitero ha un deficit di dotazione di strutture funerarie coniugato ad uno stato di obsolescenza degli impianti che necessitano di essere adeguati alle vigenti normative, cattivo stato di conservazione degli edifici con valore storico testimoniale, abbandono e degrado delle aree esterne, deficit di dotazione delle urbanizzazioni: viabilità, parcheggi, illuminazione pubblica, rete fognaria delle acque bianche.

Il tratto stradale della S.S.16 di accesso al Cimitero non ha larghezze tali da consentire l'inserimento di stalli per la sosta di veicoli, mentre la viabilità parallela di via Finanzieri è interrotta per il suo stato di abbandono e degrado. Tale circostanza determina oltre al deficit di parcheggi anche l'impossibilità di definire tracciati in sicurezza per la mobilità urbana con mezzi pubblici.

Gli interventi proposti sono finalizzati all'ampliamento del Cimitero e riqualificazione ambientale paesaggistica del tratto di costa antistante e delle sue aree scoperte ricadenti in zona demaniale contaminata dalla pressione antropica che ne ha condizionato inesorabilmente il valore paesaggistico determinando impatti negativi sull'ambiente.

Il progetto si propone i seguenti obiettivi e indirizzi definiti dall'Amministrazione:

- ✓ *adeguamento e miglioramento della viabilità pubblica e dei servizi di mobilità urbana;*
- ✓ *adeguamento della dotazione di parcheggi in considerazione che l'attuale area di sosta di veicoli è di ridotte dimensioni ed insiste nella zona antica all'interno dell'ingresso monumentale;*
- ✓ *riqualificazione paesaggistica del fronte a mare che si estenderà per una fascia di circa mt. 8 oltre la nuova carreggiata stradale;*



- ✓ *adeguamento della dotazione dei numeri di loculi e ossari proporzionati alle mutate necessità e in considerazione dell'indice di mortalità pari a 460 decessi annui;*
- ✓ *adeguamento dell'area per le inumazioni in quanto sottodimensionata perché definita con*
- ✓ *riferimento ai dati statistici per l'arco temporale 1988-94;*
- ✓ *realizzazione dell'impianto di raccolta, deflusso, trattamento e recapito finale delle acque*
- ✓ *meteoriche in osservanza alle vigenti normative;*
- ✓ *esecuzione di opere di restauro conservativo dedicate ai monumenti storici presenti quali la Chiesa Matrice e l'ingresso monumentale con l'obbiettivo di salvaguardare gli edifici tutelati recuperando le criticità dovute al degrado e stato di abbandono in cui versano;*
- ✓ *illuminazione pubblica.*

Il progetto definitivo dell'opera è stato redatto in conformità del Progetto Preliminare e Variante Urbanistica del Piano regolatore Civico Cimitero approvato con Delibera di Consiglio Comunale n.3 del 17/01/2018.

### **Caratteristiche costruttive**

Gli interventi previsti si suddividono in diverse categorie:

- ✓ opere civili nuove costruzioni;
- ✓ opere di restauro;
- ✓ infrastrutture;
- ✓ opere impiantistiche;
- ✓ opere di raccolta e smaltimento delle acque bianche;
- ✓ opere a verde e arredi.

Le nuove costruzioni saranno realizzate interamente con strutture in c.a. e rifinite con murature in laterizio, intonaci e finiture con intonachino di colore chiaro.

Le opere di restauro mirano esclusivamente al recupero dei manufatti storici con l'obbiettivo di salvaguardare gli edifici tutelati recuperando le criticità dovute al degrado e stato di abbandono in cui versano. Tali opere non prevedono ampliamenti o modiche architettoniche dei monumenti da recuperare.

Le infrastrutture riguardano il completamento della viabilità pubblica, la realizzazione di parcheggi, l'impianto di illuminazione pubblica, la rete di raccolta e smaltimento delle acque bianche.



Gli impianti previsti sono calibrati e dimensionati, nel rispetto delle normative vigenti, alle nuove strutture funerarie: impianto idrico fognario, impianto di raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia, impianto elettrico, illuminotecnico e fotovoltaico.

Le opere a verde si articolano a seconda degli ambiti, delle caratteristiche delle essenze utilizzate e del ruolo che rivestono in relazione agli elementi architettonici. Le piante individuate, siano esse a carattere erbaceo che arbustivo e arboreo, sono tutte autoctone e in stretta relazione con la particolare destinazione dell'intervento architettonico.

L'impianto progettuale è pensato in rapporto, da una parte con i caratteri del paesaggio costiero che segna il fronte a nord e, dall'altra con la città costruita di cui l'area cimiteriale ne è coerente prosecuzione.

La continuità tra l'area cimiteriale pre-esistente e l'ampliamento viene realizzata attraverso il recupero degli elementi caratterizzanti il disegno del Cimitero ottocentesco, cioè le due direttrici ortogonali tra loro: quella nord-sud (trasversale alla linea di costa e all'antica "carraia", oggi SS.16) e quella est-ovest. Pertanto si persegue la valorizzazione dell'impianto cimiteriale originario attraverso l'individuazione dei segni generatori del disegno storico (*assi, elementi monumentali, tipologie edilizie, sistemi di aggregazione dei corpi di fabbrica ect.*) e la sua specifica relazione con il paesaggio costa e con il disegno della città dei vivi.

Al verde è demandato il difficile compito di interazione dei valori paesaggistici presenti, il mare, e l'assetto storico architettonico consolidato della struttura del cimitero storico, un duplice rapporto che non vuole definirsi per contrasto, ma al contrario per affinità mediante un elemento di continuità e consolidamento del nuovo assetto costituito dalla vegetazione.

Le caratteristiche architettoniche e dimensionali delle nuove strutture cimiteriali (moduli e blocchi) sono rese coerenti con il tessuto urbano consolidato circostante attraverso una calibrata distribuzione planimetrica è una generale riduzione delle altezze previste nell'originario progetto preliminare. Le nuove caratteristiche formali e architettonico- planimetriche, nonché le altezze ridotte dei vari corpi, permettono di rispettare i segni presenti nel comparto territoriale in cui è collocato il Cimitero.

In definitiva la nuova disposizione planimetrica e le caratteristiche architettoniche dei corpi destinati a cappelle si pongono in continuità e relazione con il contesto urbano circostante.



## Caratteristiche Strutturali

Si prevede la realizzazione di vari moduli strutturali secondo quanto rappresentato nella planimetria generale e nella relativa legenda illustrativa e la realizzazione di opere infrastrutturali di impianti, di aree verdi e di viabilità e parcheggi.

Essenzialmente le opere strutturali interessate dall'intervento riguardano le seguenti strutture funerarie:

- ✓ moduli loculi e ossari previsti lungo il muro di cinta;
- ✓ cappelle progettate secondo lo schema tipologico della schiera;
- ✓ un corpo centrale contenente loculi ossari e disposti intorno a due corti o grandi atri a verde senza chiusura delle pareti a contorno;
- ✓ un corpo destinato a servizi cimiteriali;
- ✓ ulteriori blocchi, contenenti loculi ed ossari, collocati secondo lo schema progettuale;
- ✓ integrazione di edicole funerarie storiche.

MODULO	elemento	p.u.	lunghezza	larghezza	altezza	superficie	volume
MODULO A	struttura loculi e ossari	1	22,71	5,2	7,63	118,09	901,04
	struttura loculi e ossari	6	21,94	5,2	7,63	684,53	5222,95
	struttura loculi e ossari	1	23,5	5,2	7,63	122,2	932,39
	struttura loculi e ossari	1	24,3	5,2	7,63	126,36	964,13
	struttura loculi e ossari	1	21,07	5,2	7,63	109,56	835,97
	struttura loculi e ossari	3	20,24	5,2	7,63	315,74	2409,13
	struttura loculi e ossari	2	11,82	2,1	7,63	49,64	378,78
	struttura loculi e ossari	1	11,4	1,2	7,63	13,68	104,38
	bagni	1	6,18	3,73	3,81	23,05	87,83
	bagni	1	5,87	3,73	3,82	21,9	83,64
MODULO B.1	cappella di testa	16	7,88	5,1	3,8	642,	2441,88
	cappella in linea	8	7,7	5,1	3,8	314,1	1193,81
	cappella doppia testa	1	8,05	5,1	3,8	41,06	156,01
MODULO B.2	cappella di testa	10	4,14	5,1	3,8	211,1	802,33
	cappella in linea	48	3,85	5,1	3,8	942,4	3581,42
MODULO C.1	struttura loculi	10	12,5	2,75	4,61	344,5	1588,49
MODULO C.2	struttura loculi	2	10,9	2,75	4,61	59,95	276,37
MODULO C.3	struttura loculi	9	13,6	2,75	4,61	336,8	1552,87
MODULO C.4	struttura loculi	1	10,1	2,75	4,61	27,8	128,17
MODULO C.5	struttura loculi	12	12,5	2,75	4,61	413,4	1906,19
MODULO C.6	struttura loculi	2	9,14	2,75	4,61	50,27	231,74
MODULO D.1	struttura ossari	29	1,9	1,15	2,9	63,37	183,76
MODULO D.2	struttura ossari	1	3,81	1,15	2,9	4,38	12,71
MODULO D.3	struttura ossari	1	5,38	1,15	2,9	6,19	17,94
MODULO E.1	struttura ossari	1	3,46	1,15	5,25	3,98	20,89
MODULO E.1.1	struttura ossari	1	10,1	1,15	5,25	11,71	61,46



**PROGETTO DEFINITIVO DI AMPLIAMENTO E GESTIONE  
DEL CIMITERO COMUNALE TRANI  
Relazioni Tecniche e Specialistiche  
- STRUTTURE -**



MODULO E.1.2	struttura ossari	1	5,08	1,15	5,25	5,84	30,67
MODULO E.1.3	struttura ossari	1	5,2	1,15	5,25	5,98	31,4
MODULO E.1.4	struttura ossari	1	14,0	1,15	5,25	16,13	84,71
MODULO E.2	struttura ossari	1	7,87	1,15	4,3	9,05	38,92
MODULO E.2.1	struttura ossari	1	4,83	1,15	4,3	5,55	23,88
MODULO F.1	struttura loculi	2	5,2	4,76	4,76	49,5	235,64
MODULO F.2	struttura loculi	2	5,2	3,16	4,76	32,86	156,43
		2	2,78	1,6	4,76	8,9	42,34
MODULO G.1	struttura loculi	1	5,24	1,2	6,14	6,29	38,61
	struttura loculi e ossari	1	7,12	1,2	6,14	8,54	52,46
	struttura loculi e ossari	1	24,4	1,2	6,14	29,32	180
	struttura loculi	1	13,5	2,77	6,14	37,4	229,61
MODULO G.2	struttura loculi	1	22,7	2,6	3,77	59,02	222,51
	struttura loculi	1	22,7	2,6	4,97	59,02	293,33
MODULO H	struttura loculi	1	53,1	1,21	4,61	64,31	296,48
MODULO I.1	struttura loculi	1	4,4	0,85	3,82	3,74	14,29
		1	2,68	1	3,82	2,68	10,24
MODULO I.2	struttura loculi	1	2,85	1,09	4,38	3,11	13,61
MODULO L	struttura loculi	1	52,3	2,78	4,71	145,4	685,07
	struttura ossari	1	7,5	1,12	4,71	8,4	39,56
MODULO M	struttura loculi	1	12,1	2,75	4,89	33,39	163,25

Le strutture saranno realizzate interamente in calcestruzzo armato di classe di resistenza C28/35 e armature del tipo B450C, prevedendo una classe di esposizione XC3, le cui caratteristiche meccaniche sono di seguito riportate.

<i>Prescrizioni acciaio per il calcestruzzo</i>	<i>Prescrizioni per il calcestruzzo</i>
<p>Acciaio dolce da Carpenteria B450C qualificati secondo le procedure D.M. 14/01/2008 cap.11.3.1.2 e cap 11.3.3.5 nel seguente formato:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- barre tonde ad aderenza migliorata <math>\phi 8</math> , <math>\phi 10</math> , <math>\phi 12</math> , <math>\phi 16</math> , <math>\phi 20</math></li> </ul> <p>Rispondenti alle seguenti caratteristiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>f_{yk} &gt; 430</math> N/mm<sup>2</sup></li> <li>- <math>f_{tk} &gt; 540</math> N/mm<sup>2</sup></li> <li>- <math>A_5 &gt; 12</math> %</li> <li>- <math>f_y / f_{yk} &lt; 1.35</math></li> <li>- <math>1.13 &lt; (f_t / f_y)_{medio} &lt; 1.37</math></li> <li>- <math>f_{yd} = 370</math> N/mm<sup>2</sup></li> <li>- <math>E_s = 200</math> KN/mm<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistenza a compressione sui cubetti <math>R_{ck}</math> 350 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>- Copriferro minimo Nominale cm 3</li> <li>- Classe di esposizione XC3</li> <li>- Classe di consistenza S4</li> <li>- Massimo rapporto A/C 0,5-0,6</li> <li>- Tipo/classe di cemento 425</li> <li>- Diametri inerti 25-32 mm</li> <li>- Impiego di additivi Conformi alla norma europea UNI EN 934-2</li> </ul>
<p>Le suddette caratteristiche saranno conformi alle seguenti norme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- D.M. 2008</li> <li>- UNI 1002/1</li> <li>- UNI 564</li> <li>- UNI 6407</li> </ul>	<p>Le suddette caratteristiche saranno conformi alle seguenti norme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- D.M. 2008</li> <li>- Conforme alla UNI 8520 parte 2<sup>^</sup></li> <li>- UNI EN 1744/1</li> <li>- UNI EN 1744/1</li> <li>- UNI EN 1744/1</li> <li>- UNI EN 993/8-9</li> <li>- UNI EN 1367/1</li> <li>- 8520 parte 22<sup>^</sup>-2002</li> <li>- UNI 8981/7</li> <li>- UNI-EN 197/1</li> <li>- UNI 7101</li> </ul>



Le fondazioni delle varie strutture funerarie saranno del tipo "superficiale", realizzate mediante platee armate con doppia maglia e/o travi rovesce, il cui spessore sarà valutato in funzione dei calcoli statici e delle caratteristiche geo-meccaniche dei suoli (*si faccia riferimento alla relazione Geotecnica*).

Per quanto riguarda, le strutture in elevazione, esse saranno costituite da pilastri, travi e pareti in c.a., il cui organismo strutturale sarà funzione della tipologia della struttura funeraria a realizzarsi.

Moduli, loculi e ossari saranno realizzati con strutture scatolari costituite da setti portanti in c.a.

Le cappelle a schiera presenteranno la costruzione di un setto centrale principale e diversi setti verticali in funzione della lunghezza dei moduli in progetto.

Il corpo centrale sarà costituito da diversi "loculi tipo" giuntati tra di loro, pilastrate ornamentali, setti, rampe e servizi, al fine di realizzare quanto descritto dagli elaborati progettuali. Su tutti i solai saranno previsti sovraccarichi accidentali in funzione delle destinazioni d'uso.

*Si riportano le schede relative ai vari modelli di calcolo strutturale dell'opera.*

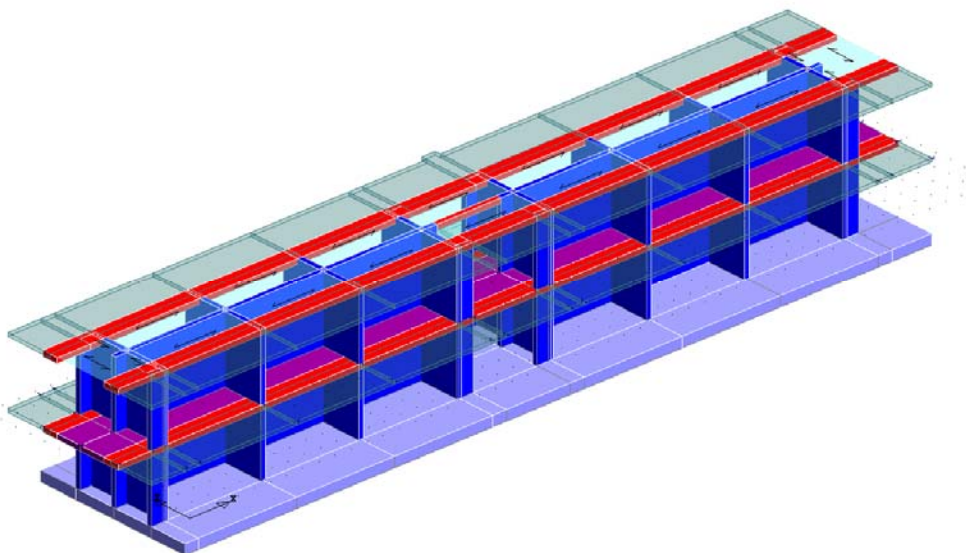
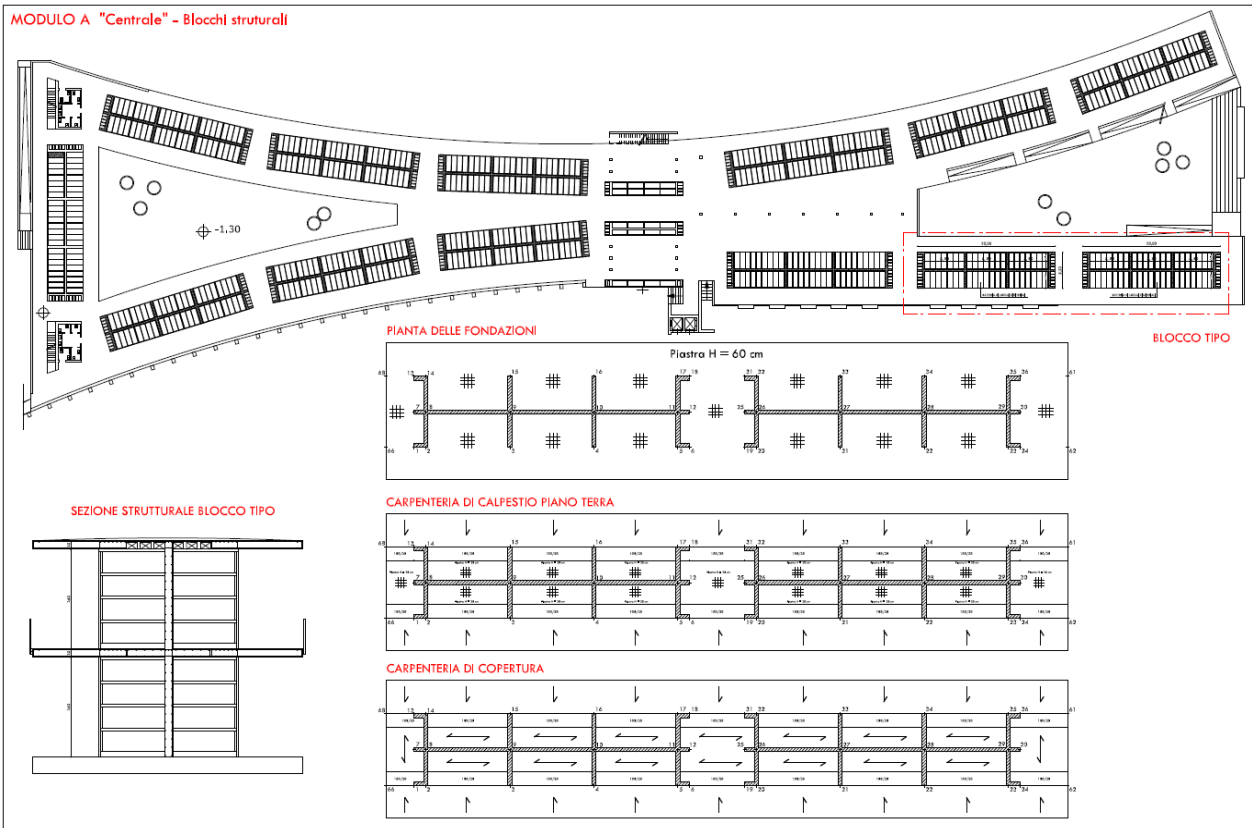
PROGETTO STRUTTURALE MODULI "A"
PROGETTO STRUTTURALE MODULI "B1"
PROGETTO STRUTTURALE MODULI "B2"
PROGETTO STRUTTURALE MODULI "C-D"
PROGETTO STRUTTURALE MODULI "F1-F2"
PROGETTO STRUTTURALE MODULI "G1-G2"
PROGETTO STRUTTURALE MODULI "M-N-O"
PROGETTO STRUTTURALE MODULI "H"
PROGETTO STRUTTURALE MODULO "L"





### PROGETTO STRUTTURALE MODULO "A"

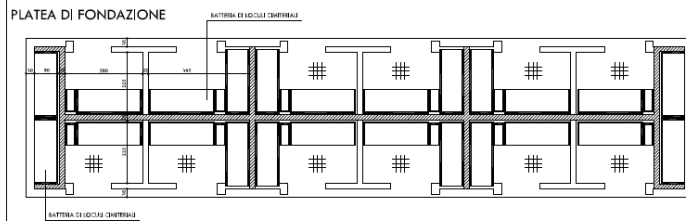
MODULO A "Centrale" - Blocchi strutturali



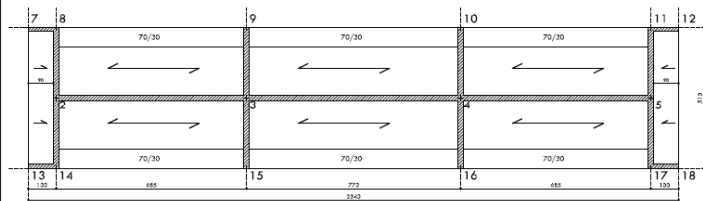


### PROGETTO STRUTTURALE MODULI "B1"

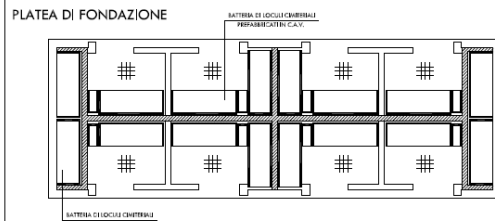
MODULO B1 - Tipologia con n.6 Blocchi



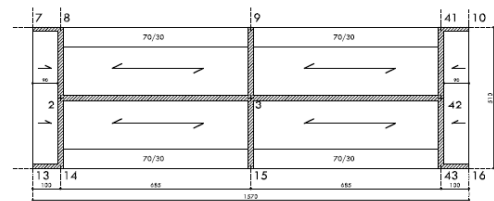
CARPENTERIA DI COPERTURA



MODULO B1 - Tipologia con n.4 Blocchi

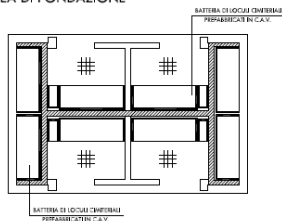


CARPENTERIA DI COPERTURA

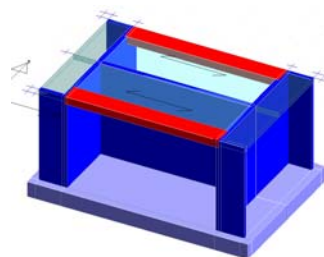
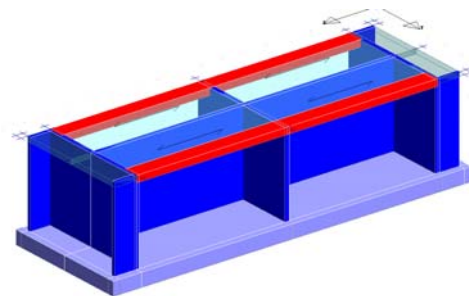
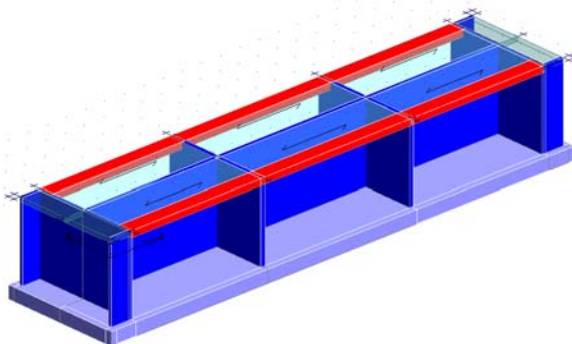
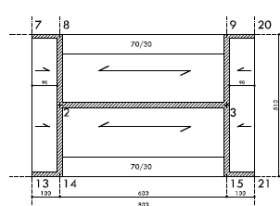


MODULO B1 - Tipologia con n.2 Blocchi

PLATEA DI FONDAZIONE

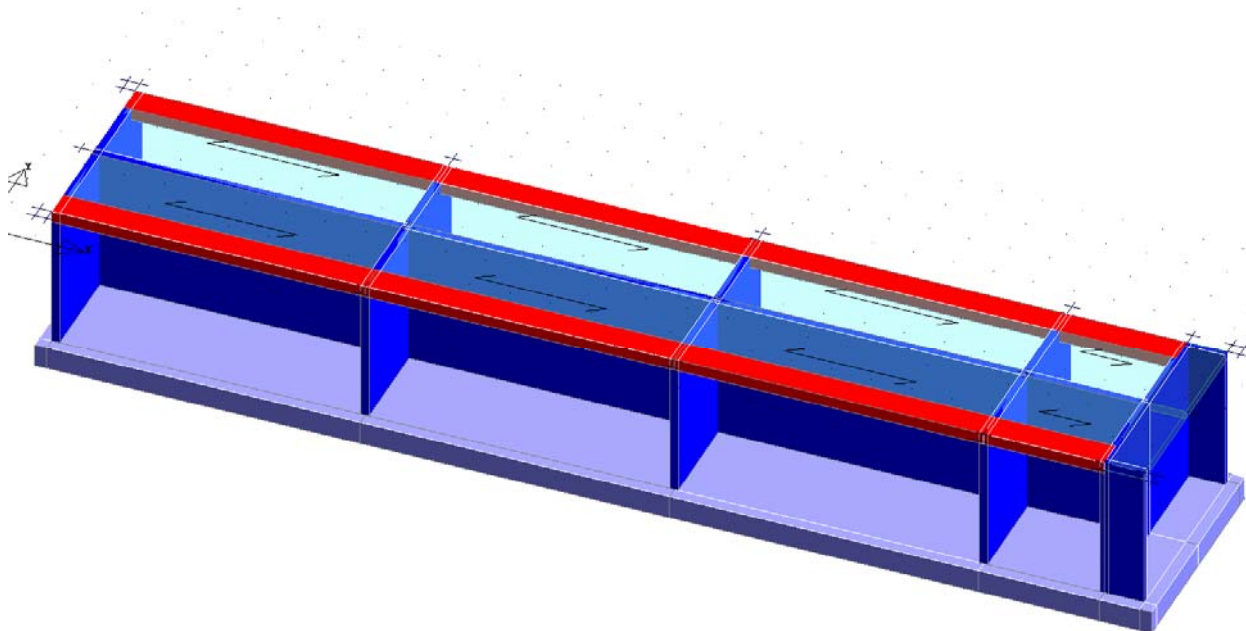
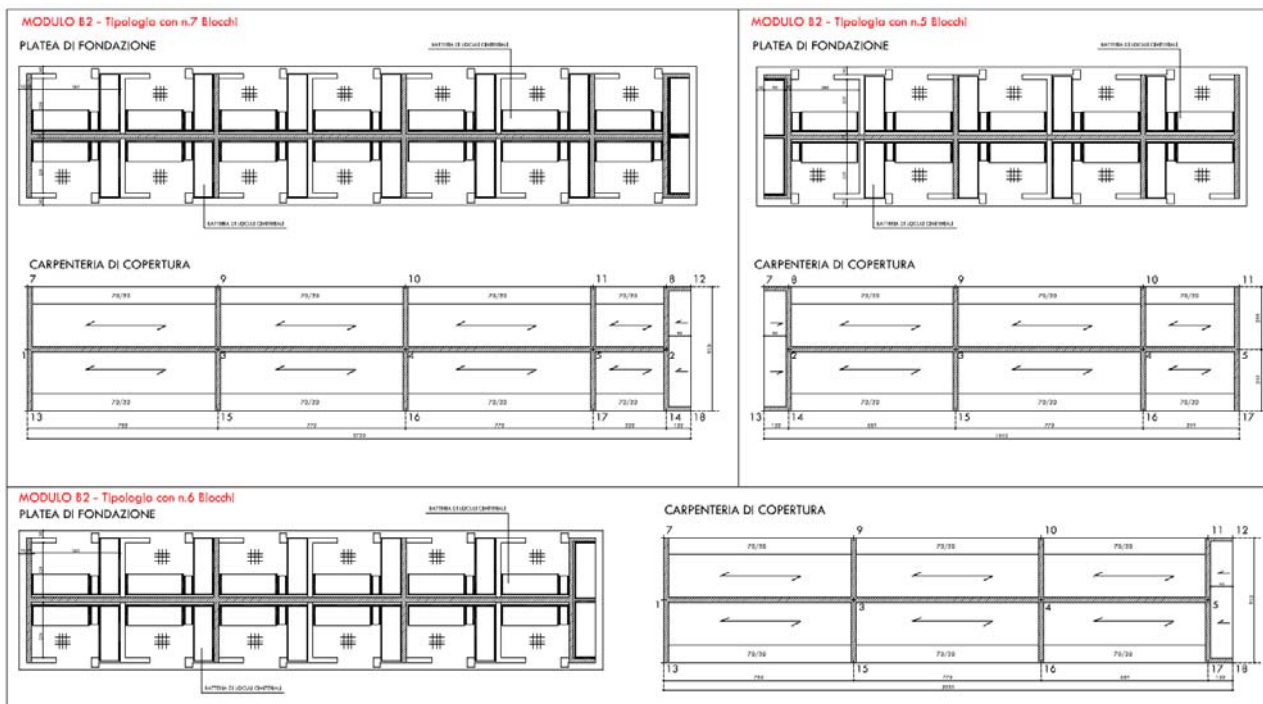


CARPENTERIA DI COPERTURA



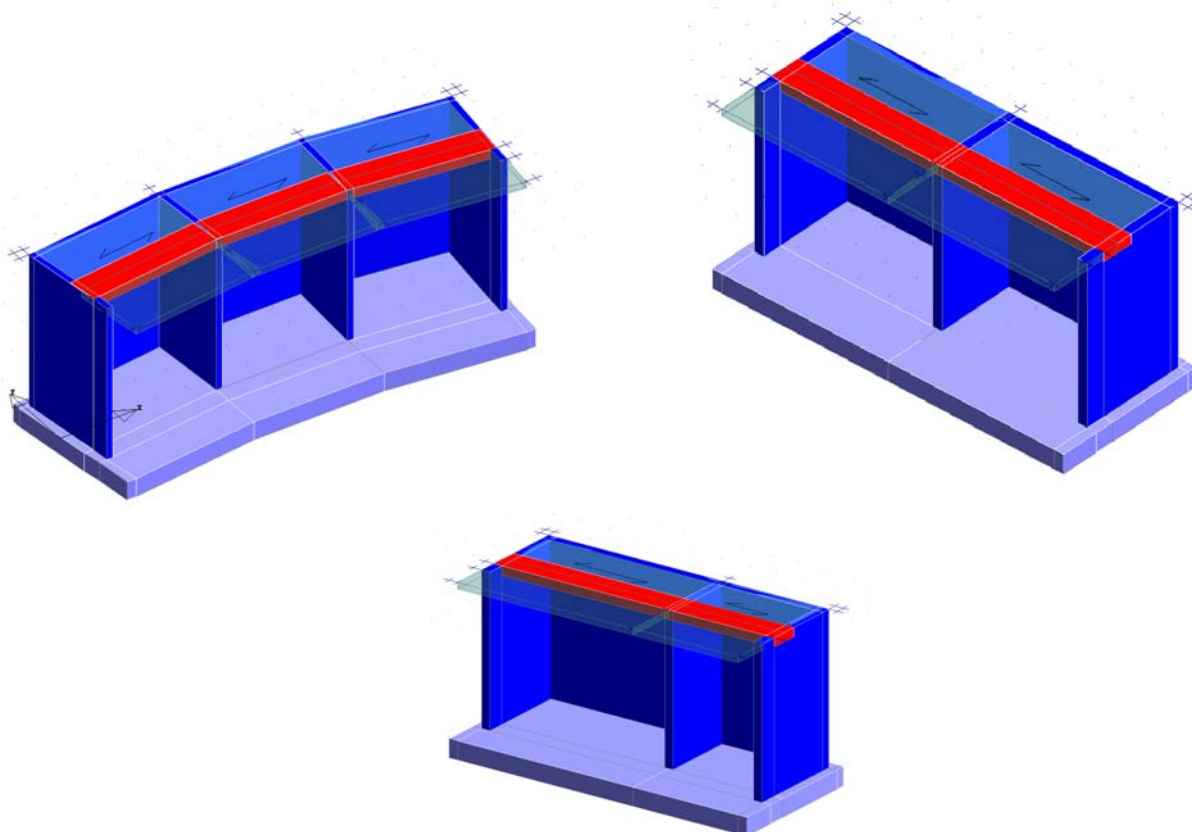
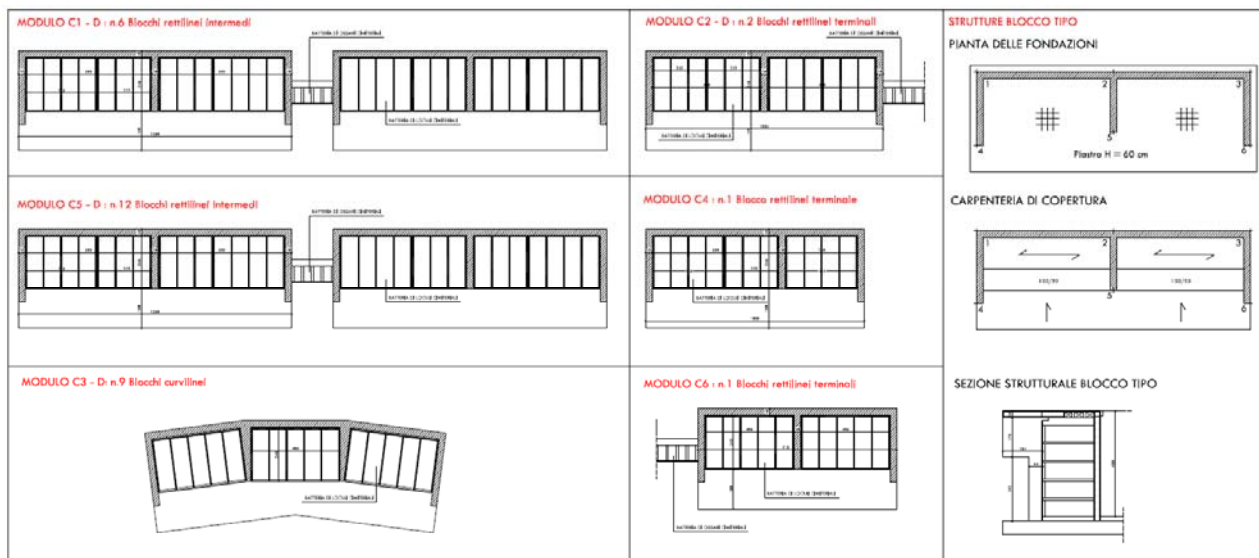


### PROGETTO STRUTTURALE MODULI "B2"



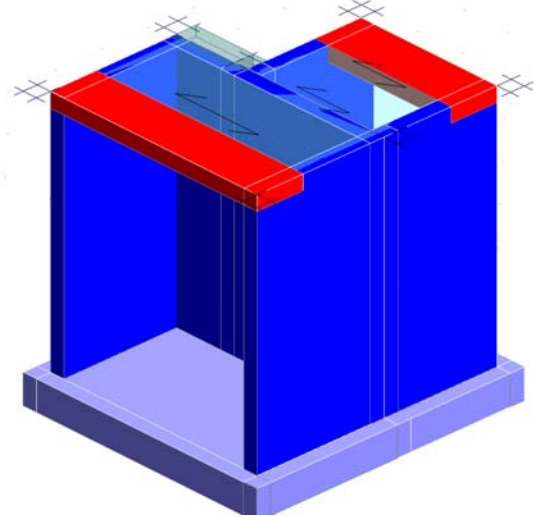
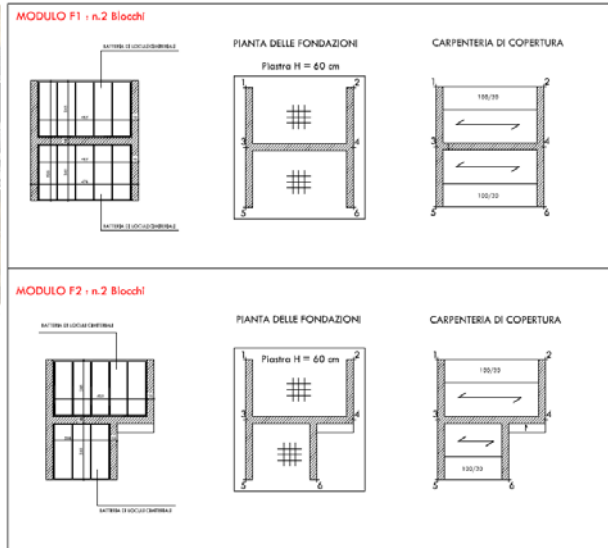


### PROGETTO STRUTTURALE MODULI "C-D"

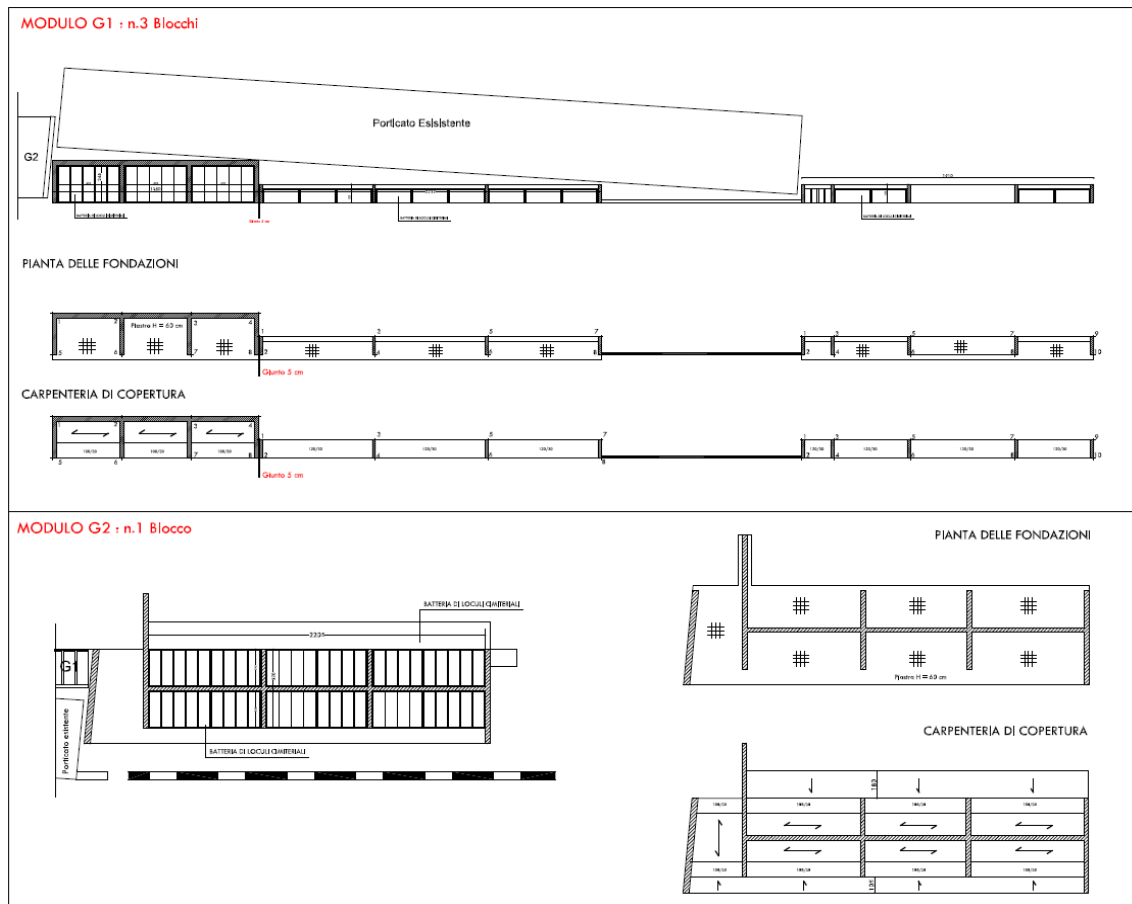




### PROGETTO STRUTTURALE MODULI "F"

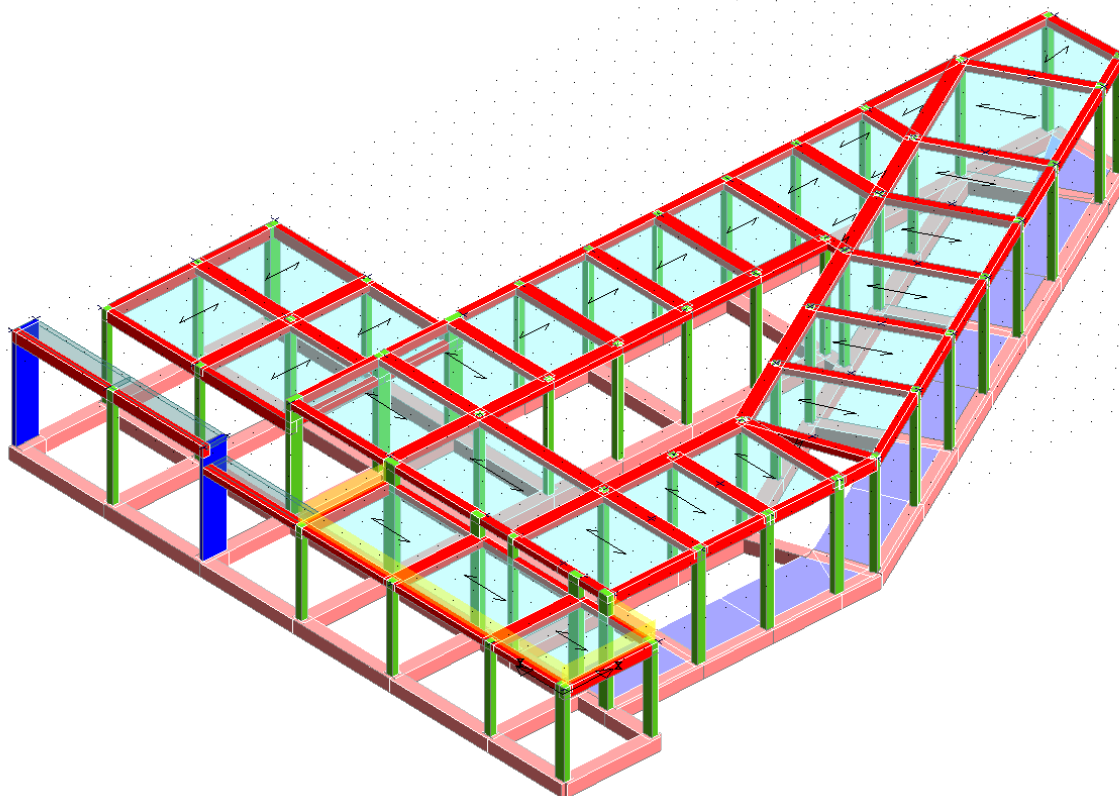
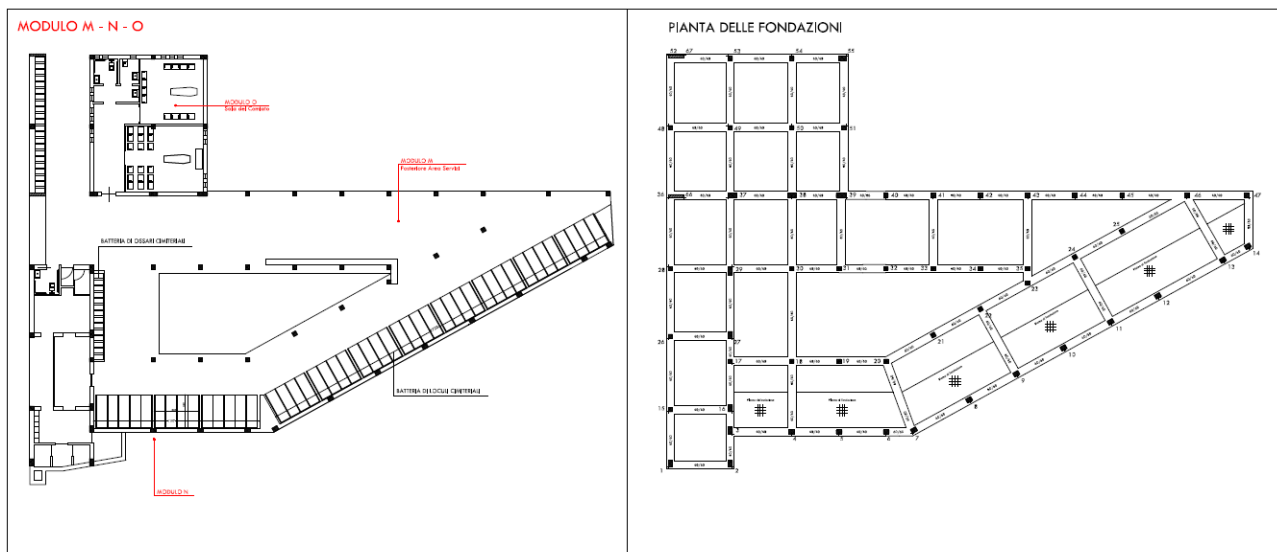


### PROGETTO STRUTTURALE MODULI "G"



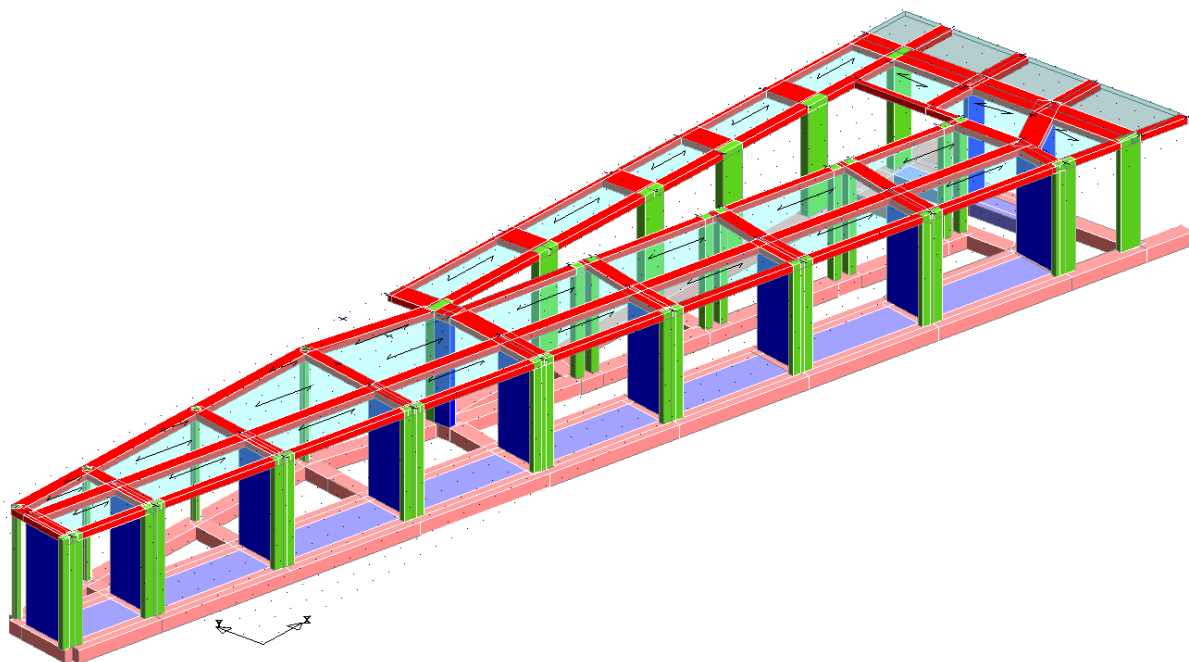
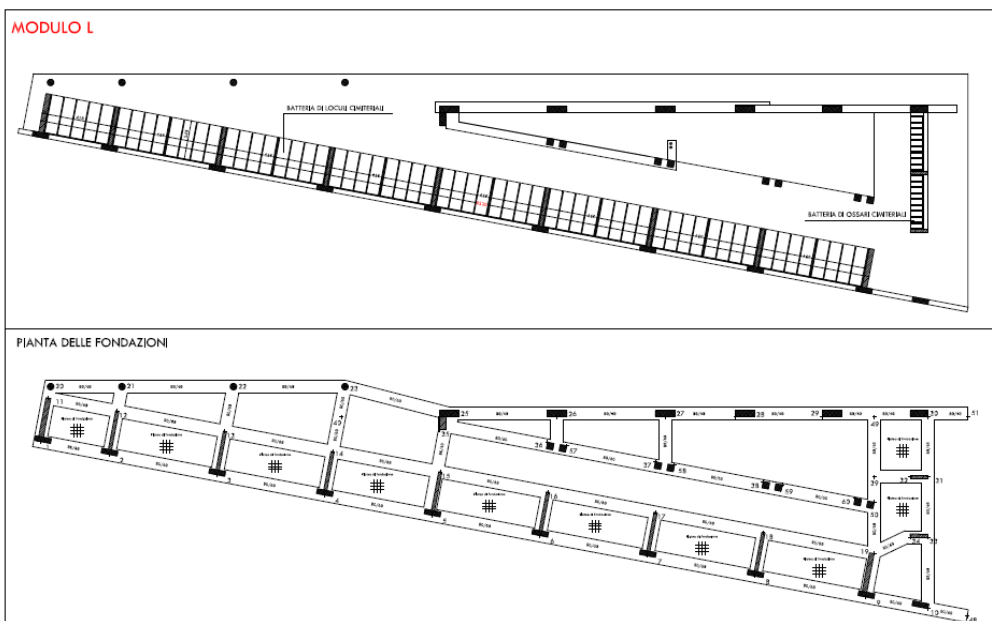


### PROGETTO STRUTTURALE MODULI "M-N-O"





### PROGETTO STRUTTURALE MODULI "L"



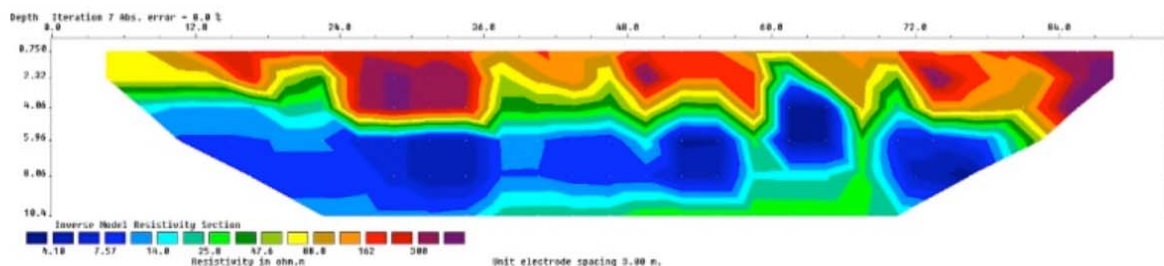


## 1.1 DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

L'opera oggetto di progettazione strutturale ricade nel territorio comunale di Trani.

Per la caratterizzazione geotecnica si è fatto riferimento alla relazione geologica redatta dal Geologo Dott. Pietro Arvizzigno.

L'esatta individuazione del sito è riportata nei grafici di progetto e i parametri fisico-meccanici ricavati dalle indagini simiche utilizzate ai fini della valutazione delle  $V_{s,30}$  per la classificazione del terreno di fondazione nella relazione geotecnica allegata.



E3WS – Si osservi, nelle tonalità di giallo-rosso-arancio, il materiale di riporto frammisto a sedimenti limoso-sabbiosi. In blu-celeste, i sedimenti limosi immersi in falda acquifera marina.

Dalle verifiche effettuate allo stato ultimo, in relazione ai geotecnici adottati per effetto dei dati forniti dalle specifiche indagini effettuate dal geologo per la caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito, si ricava un coefficiente di SICUREZZA, rapporto tra carico limite e carico di esercizio, così come descritto nei tabulati di calcolo

## 2. INFORMAZIONI GENERALI SULL'ANALISI SVOLTA

### 2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M 17/01/2018 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;

Circolare n.7 del 21 gennaio 2019 del CSLP - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018





*REFERENZE TECNICHE (Cap. 12 D.M. 17.01.2018)*

UNI ENV 1992-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.

UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1995-1 - Costruzioni in legno

UNI EN 1998-1 - Azioni sismiche e regole sulle costruzioni

UNI EN 1998-5 - Fondazioni ed opere di sostegno

## **2.2 MISURA DELLA SICUREZZA**

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (SL) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi S.L.U. e gli stati limite di esercizio S.L.E.

La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondenti domande in termini di azioni di calcolo.

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura.

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17/01/2018 e successive modifiche ed integrazioni.

In particolare si è verificata:



- ✓ la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (S.L.U.) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17/01/2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate;
- ✓ la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (S.L.E.) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni;
- ✓ la sicurezza nei riguardi dello stato limite del danno (S.L.D.) causato da azioni sismiche con opportuni periodi di ritorno definiti di concerto al committente ed alle norme vigenti per le costruzioni in zona sismica;
- ✓ robustezza nei confronti di opportune azioni accidentali in modo da evitare danni sproporzionati in caso di incendi, urti, esplosioni, errori umani;

Per quanto riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

### 2.3 MODELLI DI CALCOLO

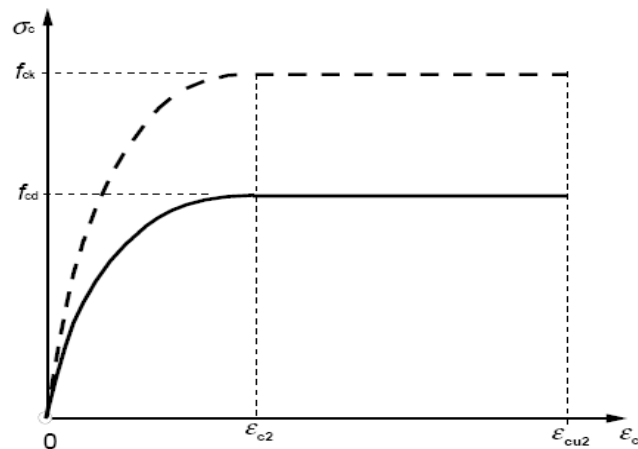
Si sono utilizzati come modelli di calcolo quelli esplicitamente richiamati nel D.M. 17/01/2018.

**Per quanto riguarda le azioni sismiche ed in particolare per la determinazione del fattore di struttura, dei dettagli costruttivi e le prestazioni sia agli S.L.U. che allo S.L.D. si fa riferimento al D.M. 17/01/18 e alla circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009, n. 617 la quale è stata utilizzata come norma di dettaglio.**

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

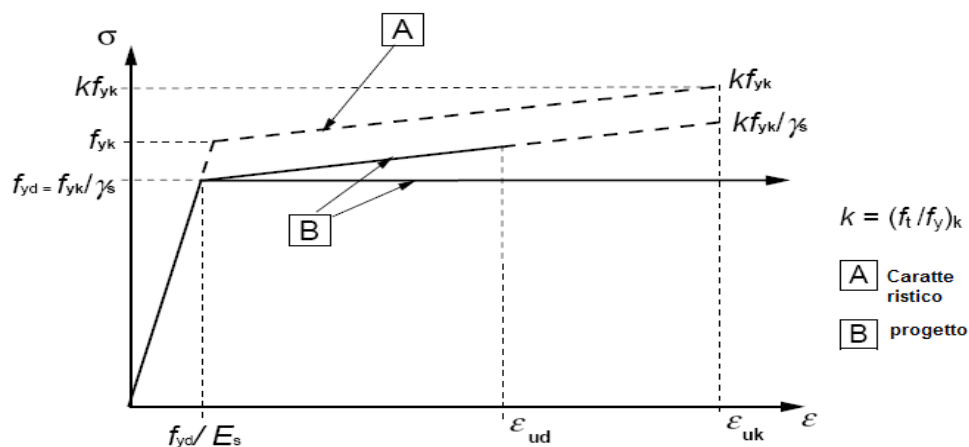


Per le verifiche sezionali i legami utilizzati sono:



*Legame costitutivo di progetto parabola-rettangolo per il calcestruzzo.*

Il valore  $\varepsilon_{cu2}$  nel caso di analisi non lineari sarà valutato in funzione dell'effettivo grado di confinamento esercitato dalle staffe sul nucleo di calcestruzzo.

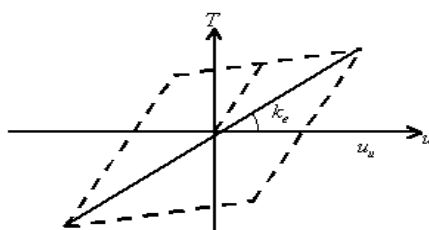


*Legame costitutivo di progetto elastico perfettamente plastico  
o incrudente a duttilità limitata per l'acciaio.*

- legame rigido plastico per le sezioni in acciaio di classe 1 e 2 e elastico lineare per quelle di classe 3 e 4;



- legame elastico lineare per le sezioni in legno;
- legame elasto-viscoso per gli isolatori.



### Legame costitutivo per gli isolatori.

Il modello di calcolo utilizzato risulta rappresentativo della realtà fisica per la configurazione finale anche in funzione delle modalità e sequenze costruttive.

**Il calcolo è stato effettuato utilizzando un'analisi Dinamica Modale, considerando che i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse ai fini del calcolo delle forze di piano siano concentrate alle loro quote.**

## 2.4 AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (S.L.O.)
- Stato Limite di Danno (S.L.D.)

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.)



- Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Stati Limite $P_{VR}$ :		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 17/01/2018 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale del fabbricato;
- Classe d'Uso del fabbricato;
- Categoria del Suolo;
- Coefficiente Topografico;
- Latitudine e Longitudine del sito oggetto di edificazione.

Si è inoltre concordato che le verifiche delle prestazioni saranno effettuate per le azioni derivanti dalla neve, dal vento e dalla temperatura secondo quanto previsto dal cap. 3 del D.M. 17/01/18 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617 per un periodo di ritorno coerente alla classe della struttura ed alla sua vita utile.



## 2.4.1 DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI PER LE AZIONI ANTROPICHE

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17/01/2018 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- ✓ carichi verticali uniformemente distribuiti  $q_k$  [kN/m<sup>2</sup>]
- ✓ carichi verticali concentrati  $Q_k$  [kN]
- ✓ carichi orizzontali lineari  $H_k$  [kN/m]

Categ.	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 sporte 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 il 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 Secondo categoria di appartenenza -	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

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



I valori nominali e/o caratteristici  $q_k$ ,  $Q_k$  ed  $H_k$  di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle N.T.C. 2018. In presenza di carichi verticali concentrati  $Q_k$  essi sono stati applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dello orizzontamento.

In particolare si considera una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse ed i parcheggi, per i quali i carichi si sono applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente di 1,80 m.

#### 2.4.2 AZIONE SISMICA

Ai fini delle N.T.C. 2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le componenti possono essere descritte, in funzione del tipo di analisi adottata, mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- *accelerazione massima attesa in superficie;*
- *accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;*
- *accelerogramma.*

l'azione in superficie è stata assunta come agente su tali piani.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. L'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie sono determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali.

In allegato alle N.T.C. 2018, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori dei precedenti parametri di pericolosità sismica necessari per la determinazione delle azioni sismiche.



### 2.4.3 NEVE

Il carico provocato dalla neve sulle coperture, ove presente, è stato valutato mediante la seguente espressione di normativa:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad (\text{Cfr. §3.3.7})$$

in cui si ha:

$q_s$  = carico neve sulla copertura;

$\mu_i$  = coefficiente di forma della copertura, fornito al (Cfr. § 3.4.5);

$q_{sk}$  = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [ $\text{kN/m}^2$ ], fornito al (Cfr. § 3.4.2) delle N.T.C. 2018 per un periodo di ritorno di 50 anni;

$C_E$  = coefficiente di esposizione di cui al (Cfr. § 3.4.3);

$C_t$  = coefficiente termico di cui al (Cfr. § 3.4.4).

### 2.4.4 AZIONI ANTROPICHE E PESI PROPRI

Nel caso delle spinte del terrapieno sulle pareti di cantinato (ove questo fosse presente), in sede di valutazione di tali carichi, (a condizione che non ci sia grossa variabilità dei parametri geotecnici dei vari strati così come individuati nella relazione geologica), è stata adottata una sola tipologia di terreno ai soli fini della definizione dei lati di spinta e/o di eventuali sovraccarichi.

## 2.5 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 17/01/2018 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive.

In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni per cui si rimanda al § 2.5.3 delle N.T.C. 2018.





Queste sono:

- ✓ Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (S.L.U.) (2.5.1);
- ✓ Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7 (2.5.2);
- ✓ Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (S.L.E.) reversibili (2.5.3);
- ✓ Combinazione quasi permanente (S.L.E.), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (2.5.4);
- ✓ Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 form. 2.5.5);
- ✓ Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto Ad (v. § 3.6 form. 2.5.6).

Nelle combinazioni per S.L.E., si intende che vengono omessi i carichi  $Q_{kj}$  che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi  $G_2$ .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.). Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire "combinato con".

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  sono dati in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali le verifiche agli stati limite ultimi o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica con le altre azioni già fornita in § 2.5.3 form. 3.2.16 delle N.T.C. 2018.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali (form. 3.2.17).

I valori dei coefficienti  $\gamma_{2j}$  sono riportati nella Tabella 2.5.I..

La struttura deve essere progettata così che il degrado nel corso della sua vita nominale, purché si adotti la normale manutenzione ordinaria, non pregiudichi le sue prestazioni in termini di resistenza, stabilità e funzionalità, portandole al di sotto del livello richiesto dalle presenti norme.



Le misure di protezione contro l'eccessivo degrado devono essere stabilite con riferimento alle previste condizioni ambientali.

La protezione contro l'eccessivo degrado deve essere ottenuta attraverso un'opportuna scelta dei dettagli, dei materiali e delle dimensioni strutturali, con l'eventuale applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi, nonché con l'adozione di altre misure di protezione attiva o passiva.

La definizione quantitativa delle prestazioni e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

### 2.5.1 COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le azioni definite come al § 2.5.1 delle N.T.C. 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3. applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Categoria/Azione variabile	$\psi_{0i}$	$\psi_{1i}$	$\psi_{2i}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3
Categoria B Uffici	0.7	0.5	0.3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0.7	0.7	0.6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0.7	0.7	0.6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1.0	0.9	0.8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso < 30 kN)	0.7	0.7	0.6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0.7	0.5	0.3
Categoria H Coperture	0.0	0.0	0.0
Vento	0.6	0.2	0.0
Neve (a quota < 1000 m s.l.m.)	0.5	0.2	0.0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0.7	0.5	0.2
Variazioni termiche	0.6	0.5	0.0

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_{Gi}$  e  $\gamma_{Qj}$  utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle N.T.C. 2018 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

### DURABILITÀ

Per garantire la durabilità della struttura sono state prese in considerazioni opportuni stati limite di esercizio (S.L.E.) in funzione dell'uso e dell'ambiente in cui la struttura dovrà vivere limitando sia gli stati tensionali che nel caso delle opere in calcestruzzo anche l'ampiezza delle fessure. La



definizione quantitativa delle prestazioni, la classe di esposizione e le verifiche sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

Inoltre per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è necessario che si ponga adeguata cura sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura e si utilizzino tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono coerenti con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il direttore dei lavori implementerà severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" D.M. 17/01/2018 e relative Istruzioni.

#### **PRESTAZIONI ATTESE AL COLLAUDO**

La struttura a collaudo dovrà essere conforme alle tolleranze dimensionali prescritte nella presente relazione, inoltre relativamente alle prestazioni attese esse dovranno essere quelle di cui al § 9 del D.M. 17/01/2018.

Ai fini della verifica delle prestazioni il collaudatore farà riferimento ai valori di tensioni, deformazioni e spostamenti desumibili dall'allegato fascicolo dei calcoli statici per il valore delle azioni pari a quelle di esercizio.