

Realizzazione del Nuovo Ospedale Unico della Penisola Sorrentina e della Costiera Amalfitana in via Mariano Lauro 28, Comune di Sant'Agnello (NA)  
 CUP : D13D19000310003

**PROGETTO ESECUTIVO**

**COMMITTENTE:**

Azienda Sanitaria Locale NAPOLI 3 SUD

Commissario ad Acta (DPGR Campania 126 del 06/07/22): Ing. Gennaro Sosto

**R.U.P. :**

Ing. Ciro Visone

**Responsabile del coordinamento ed integrazione prestazioni specialistiche:**

Arch. Maurizio Pavani | MATE

**Progetto Architettonico cat. E.10:**

Responsabile progetto: Arch. Maurizio Pavani | MATE

Team di progetto: Arch. Fabiana Aneghini | MATE; Ing. Emilio Bona Veggi | MATE; Arch. Tommaso Cesaro | MATE; Arch. Giulio Felli | CSPE; Arch. Paolo Felli | CSPE; Arch. Sara Greco | MATE; Arch. Michela Pucciariello | MATE

**Progetto Architettonico cat. E.18:**

Responsabile progetto: Ing. Emilio Bona Veggi | MATE

Team di progetto: Arch. Martina Buccitti | MATE; Arch. Manola Caruso | CSPE

**Progetto opere strutturali cat. S.06:**

Responsabile progetto: Ing. Carmine Mascolo | MASCOLO INGEGNERIA

Team di progetto: Ing. Matteo Gregorini | STUDIO GREGORINI; Ing. Mauro Perini | MATE

**Progetto impianti meccanici cat. IA.01:**

Responsabile progetto: Ing. Luca Melucci | STUDIO TI

Team di progetto: Ing. Lino Pollastri | MATE; Ing. Lanfranco Ricci | STUDIO TI; Ing. Silvio Stivaletta | MATE

**Progetto impianti meccanici cat. IA.02:**

Responsabile progetto: Ing. Lorenzo Genestreti | STUDIO TI

Team di progetto: Ing. Lino Pollastri | MATE; Ing. Lanfranco Ricci | STUDIO TI; Ing. Silvio Stivaletta | MATE;

**Progetto impianti elettrici e speciali cat. IA.04:**

Responsabile progetto: Ing. Claudio Muscioni | STUDIO TI

Team di progetto: Ing. Lino Pollastri | MATE; Ing. Lanfranco Ricci | STUDIO TI

**Prevenzione incendi:**

Responsabile progetto: Arch. Corrado Lupatelli | CSPE

Team di progetto: Ing. Alessandro Sanna | MATE

**Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione:**

Arch. Corrado Lupatelli | CSPE

**Responsabile della relazione sui requisiti acustici delle opere ai sensi della L. 447/95:**

Ing. Sacha Slim Bouhageb

**Stime, computi e value engineering, misure e contabilità:**

Geom. Andrea Elmi | MATE

**Geologia:**

Dott. Geol. Salvatore Costabile | GIA CONSULTING

**Archeologia:**

Dott. Alessandra Saba | NURE ARCHEOLOGIA

**Esperto Via e Vas - Controllo Qualità ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015:**

Ing. Elettra Lowenthal | MATE

**Urbanistica:**

Urb. Raffaele Gerometta | MATE

**Esperto viabilità e infrastrutture:**

Ing. Elena Guerzoni | MATE

**Responsabile della redazione dell'Attestato di Prestazione Energetica ai sensi del d.m. 26/06/2015:**

Ing. Lorenzo Genestreti | STUDIO TI

**Esperto sugli aspetti energetici, ambientali e CAM:**

Responsabile progetto: Ing. Eleonora Sablone | MATE

Team di progetto: Ing. Silvio Stivaletta | MATE

**Responsabile dell'Organizzazione sanitaria:**

Responsabile progetto: Dott. Andrea Vannucci

Team di progetto: Dott. Luca Munari

**Team BIM:**

BIM Manager certificato ICMQ: Arch. Arturo Augelletta | MATE

BIM Manager certificato ICMQ: Ing. Enrico Ricci | STUDIO TI

BIM Manager certificato ICMQ: Ing. Carmine Mascolo | MASCOLO INGEGNERIA

BIM Coordinator certificato ICMQ: Arch. Gianluca Protani | MATE

BIM Coordinator certificato ICMQ: Ing. Gaetano D'Ausilio | MASCOLO INGEGNERIA

**Direzione Lavori e Coordinatore della Sicurezza in fase di esecuzione:**

Ing. Matteo Gregorini | STUDIO GREGORINI

**OGGETTO:**

ELABORATI STRUTTURE

RELAZIONE TECNICA-ILLUSTRATIVA

**SORR21009 001 ES 0**

cod. commessa

num. elaborato

DATA:

30 Novembre 2023

REDATTO: GD

SCALA:

-

APPROVATO: CM

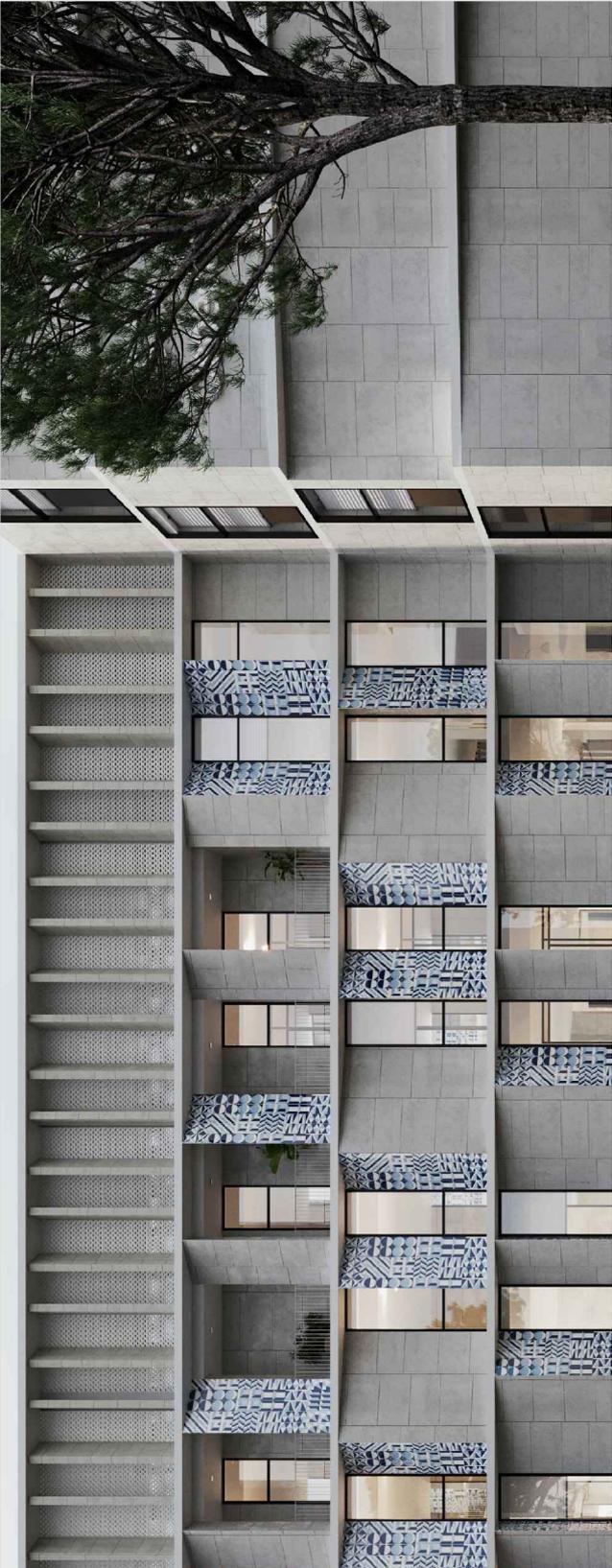
REVISIONE:

00

VERIFICATO: MP

Percorso file

\\serverdrive\_d\m\_LAVORI VARI\10\_ANNO 2021\M003-21\_OSPEDEALE Penisola Sorrentina\00\_STRUTTURE\00\_Documenti\04\_Validatione Prog. Esecutivo\00\_CARTIGLI\SORR21009\_Cartiglio PE.dwg



**CAPOGRUPPO**  
 MATE Soc. Coop.va  
 Via San Felice 21  
 40122 Bologna (BO)

**MANDANTE**  
 STUDIOTI srl  
 Via Flaminia 138  
 47923 Rimini (RN)

**MANDANTE**  
 Ing. Sacha Slim Bouhageb  
 Via Pian d'Albero 4  
 50012 Bagno a Ripoli (FI)

**MANDANTE**  
 Ing. Matteo Gregorini  
 Centro Direzionale  
 Isola F11  
 80143 Napoli (NA)

**CSPE**  
**MANDANTE**  
 CSPE srl  
 Piazzale Donatello 29  
 50132 Firenze (FI)

**MASCOLO**  
 Ingegneria  
**MANDANTE**  
 MASCOLO Ingegneria  
 Via Antonio Gramsci 13  
 80033 Cicciano (NA)

**gja**  
 CONSULTING  
 geologia - ingegneria - ambiente  
**MANDANTE**  
 GIA Consulting srl  
 Viale degli Astronauti 8  
 80131 Napoli (NA)

**NURE**  
**MANDANTE**  
 NURE Soc. Coop.va  
 Corso V. Emanuele 2  
 09056 Isili (SU)

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>3</b>
2.1	EDIFICIO OSPEDALIERO.....	4
2.1.1	<i>Sistema di isolamento sismico .....</i>	<i>6</i>
2.1.2	<i>Impalcati a piastra alleggerita.....</i>	<i>9</i>
2.1.3	<i>Consolidamento delle cavità sotterranee .....</i>	<i>11</i>
2.2	PARATIA TIPO 1 .....	14
2.3	PARATIA TIPO 2 .....	15
2.4	MURO TIPO A .....	16
<b>3</b>	<b>NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>17</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione si propone di descrivere i **criteri di progettazione delle nuove strutture** previste nell'ambito del progetto di "Realizzazione del Nuovo Ospedale Unico della Penisola Sorrentina e della Costiera Amalfitana" in via Mariano Lauro, 28 nel comune di Sant'Agnello (NA).

In essa saranno esposti i principali aspetti riguardanti le soluzioni adottate e verificate, precisando che ulteriori dettagli e/o specifiche saranno invece trattate in una successiva fase della progettazione in essere.

A tale scopo gli indirizzi programmatici adottati sono i seguenti:

- Massimizzazione del grado di sicurezza e dell'efficienza della struttura in condizioni critiche, ovvero coerentemente alla funzione strategica, garantendone il funzionamento anche in corrispondenza di eventi catastrofici;
- Soluzioni Tecniche Costruttive Innovative;
- Tecnologie Costruttive e Metodologie Organizzative finalizzate alla riduzione dei tempi di realizzazione dell'opera compatibilmente al funzionamento del complesso.

Gli indirizzi espressi, in riscontro agli obiettivi, tengono conto della sinergia instaurata con gli altri settori della progettazione, indirizzata ad una piena integrazione delle specializzazioni convergenti nel progetto, in modo da rendere concreta l'attuazione di progetto integrale in cui la parte strutturale sia sinergica e coerente con quelle derivanti da altre discipline.

Si puntualizza, che il complessivo lavoro svolto è coerente con le linee indicative per la **progettazione strutturale esecutiva** da DPR 207/2010. Come indicato dall'art.37 della citata norma si richiede lo sviluppo di un progetto strutturale ad un livello di definizione tale che si possa escludere la necessità di apportare delle variazioni nella successiva esecuzione dell'opera. Pertanto in conformità al dettato normativo si elabora un progetto che sia in grado di dimensionare e verificare tutte le membrature strutturali, in ogni loro aspetto generale e particolare, al fine di consentire la loro definizione in maniera univoca e conclusiva.

Chiaramente la possibilità di determinare in maniera "chiusa" le caratteristiche di tutti gli elementi, esige una accurata analisi strutturale e una puntuale rassegna degli elementi di input. Si analizzeranno in dettaglio gli input complessivi di carico associati alle strutture dimensionate, si effettueranno analisi relative alle azioni possibili a cui saranno sottoposte al fine di individuare tutte le possibili variabili da cui dipende il sistema resistente dell'opera.

Allo stato attuale è presente una clinica privata con struttura in c.a. in discreto stato di conservazione. Il progetto in esame prevede, per esigenze organizzativo-sanitarie, l'abbattimento e la successiva ricostruzione degli immobili per cui si configura nell'ambito delle **nuove costruzioni**.

Il nuovo Ospedale Unico della Penisola Sorrentina e Costiera Amalfitana sarà a servizio del Distretto sanitario n. 59 dell'ASL NA 3 Sud, che comprende i Comuni di Massa Lubrense, Sorrento, Sant'Agnello, Piano di Sorrento, Meta e Vico Equense, e del Comune di Positano, in Provincia di Salerno, che è il primo dei comuni della costiera amalfitana.

L'area destinata al nuovo complesso Ospedaliero è ubicata a ridosso del centro urbano del Comune di Sant'Agnello ed ha accesso dal viale dei Pini e dalla via Mariano Lauro.

L'obiettivo generale dell'intervento è la realizzazione di un nuovo Ospedale Unico per il territorio della Penisola Sorrentina, che dovrà avere le caratteristiche di base e specialistiche di un ospedale sede DEA di I livello con una potenzialità di 247 posti letto.

Il progetto sfrutta l'orografia del terreno che presenta forti dislivelli che degradano verso il mare e verso Viale dei Pini caratterizzato dalla presenza di un canale tufaceo successivamente riempito nel tempo.

Di seguito si riportano gli inquadramenti generali e satellitari della zona in questione, nonché un'immagine esterna del fabbricato esistente [cfr. Figura. 1 e 2].

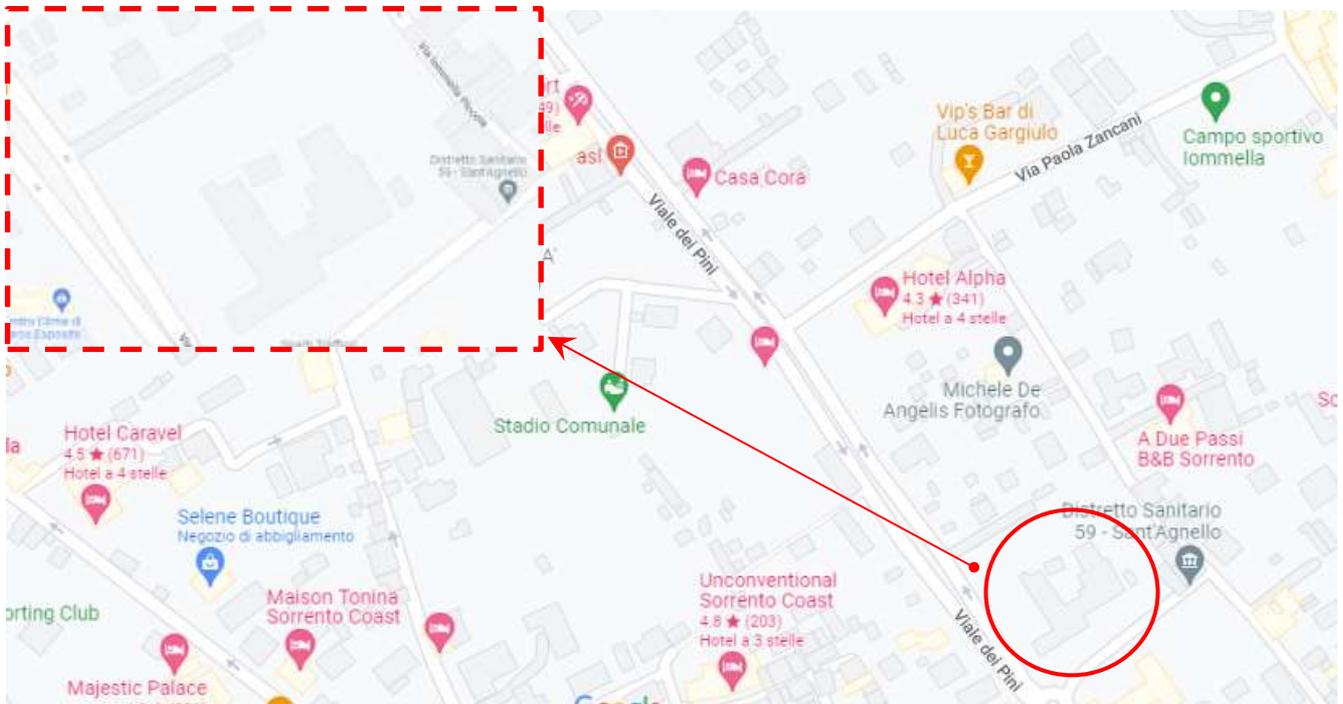


Figura 1. Inquadramento generale



Figura 2. Inquadramento satellitare

## 2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il progetto prevede la realizzazione di nuove strutture in c.a. in un'area fortemente articolata che impone la realizzazione di apposite paratie di confinamento al fine di eliminare qualsivoglia tipo di effetto indotto durante le fasi di sbancamento dei terreni. Nello specifico saranno trattate nel corso della presente relazione:



	Osp-pen-sor	Edificio ospedaliero
	P_1	Paratia tipo 1
	P_2	Paratia tipo 2
	M_A	Muro tipo A

Figura 3. Planimetria generale

L'intero complesso, in virtù dell'isolamento alla base, risulta essere completamente indipendente dal contesto mediante l'inserimento di appositi giunti sismici capaci di consentire gli spostamenti relativi, anche in modo asincrono, dei corpi contigui così come indicato al §7.2.2 della normativa vigente di cui al D.M. 17.01.2018. Il contesto viene delimitato da una paratia di diametro  $\varnothing 1000$  in corrispondenza di via Mariano Lauro e via Iommella piccola (Paratia tipo 1), da un muro di sostegno di spessore 60 cm in corrispondenza di viale dei Pini (Muro tipo A) e da una paratia  $\varnothing 600$  in corrispondenza del confine con altra proprietà (Paratia tipo 2).

## 2.1 EDIFICIO OSPEDALIERO

L'intero complesso ha una conformazione planimetrica regolare e simmetrica rispetto ad uno degli assi cartesiani, con superficie di circa 8000 ma al piano interrato, 7000 mq al piano seminterrato, 5300 mq al piano terra, primo e secondo, 4500 mq al piano terzo e 2700 mq al piano quarto.

Esso presenta una struttura in c.a. gettato in opera di altezza totale pari a circa 30 m articolata su n. 6 livelli di cui n.2 interrati o parzialmente interrati (altezza totale 9 m). Essi sono caratterizzati come di seguito:

Livello	H interpiano (cm)	H impalcato (cm)	Q.p.s. (m s.l.p.c.)
Interrato	455	-	-8.95
Seminterrato	400	50	-4.20
Terra	450	35	-0.10
Primo	400	35	+4.40
Secondo	400	35	+8.40
Terzo	400	35	+12.40
Quarto	400	35	+16.20
Elisuperficie	-	15	+18.00

Nello specifico la struttura, isolata sismicamente alla base mediante dispositivi HDRB a gomma dura e slitte multidirezionali, è costituita da pilastri di sezione 60x60 cm e solai a piastra alleggerita tipo Atlax® o equivalenti di spessore pari a 35 cm.

Soltanto al piano seminterrato, in corrispondenza del sistema di isolamento, è presente un solaio pieno in c.a. di spessore pari a 50 cm con funzione di collegamento e irrigidimento tra i dispositivi di isolamento.

Al di sotto del sistema di isolamento, la sottostruttura è realizzata mediante pilastri di sezione 100x100 cm fondati su platea di spessore 100 cm.

Al fine di favorire l'accoglimento dei dispositivi nonché di evitare problemi di punzonamento per eccessivi carichi concentrati si prevedono baggioli sia all'intradosso che all'estradosso dei dispositivi antisismici.

Il collegamento verticale tra i vari piani è assicurato da diversi nuclei scala/ascensore differentemente distribuiti in pianta; essi presentano strutture costituite da pareti in c.a. di spessore variabile tra 20 e 30 cm; le scale anch'esse in c.a. presentano sistema a soletta rampante o talvolta a sbalzo.

Infine un ulteriore elemento strutturale di rilievo del complesso, inteso come parte strutturale integrante il sistema, è la piattaforma di sostegno dell'eliporto, realizzata mediante un graticcio di travi metalliche sottostanti una soletta con lamiera metallica collaborante, opportunamente solidarizzati attraverso la connessione con pioli. Detta piattaforma circolare sopraelevata al corpo del manufatto, di circa 1.50 m, corrispondente quasi allo spessore della stessa in quanto realizzata mediante travi tipo ACB® based on HEB700 e IPE500, risulta posizionata al di sopra dell'ultimo impalcato su pilastri prolungati appositamente.

La struttura dell'edificio che si sviluppa in elevazione, spiccando dalla piastra di fondazione fino al livello secondo piano, presenta in pianta una forma rettangolare caratterizzata dalla presenza di un foro centrale con dimensione crescente ai vari livelli. La struttura si caratterizza, infine, per la presenza, all'interno del volume vuoto presente ai livelli superiori, di una superficie destinata a giardino pensile.

In generale i materiali adoperati per le opere strutturali sono quindi sintetizzabili in calcestruzzo C25/30 per le opere di fondazione, C30/37 per le opere in elevazione, acciaio B450 C per le armature da c.a. e acciaio S355 per le membrature in carpenteria metallica. Per quanto concerne invece le opere di sostegno si adopera un calcestruzzo di classe C28/35.

Si riportano di seguito alcune immagini del modello geometrico riprodotto.

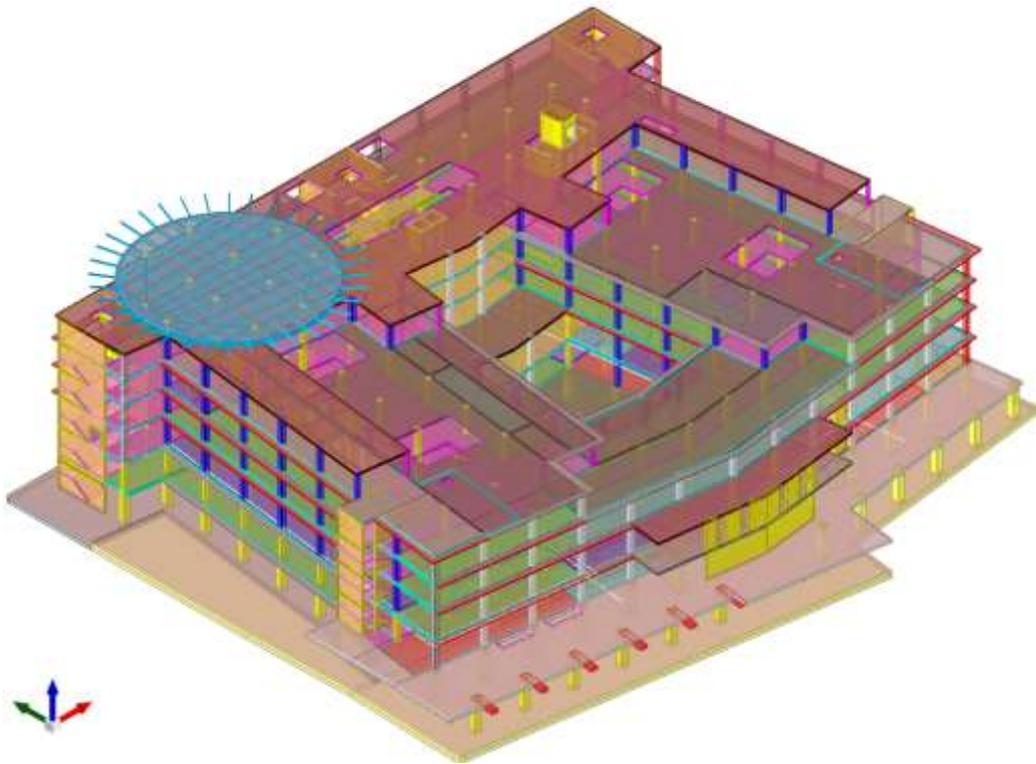


Figura 4. Modello geometrico Edificio ospedaliero 1/2

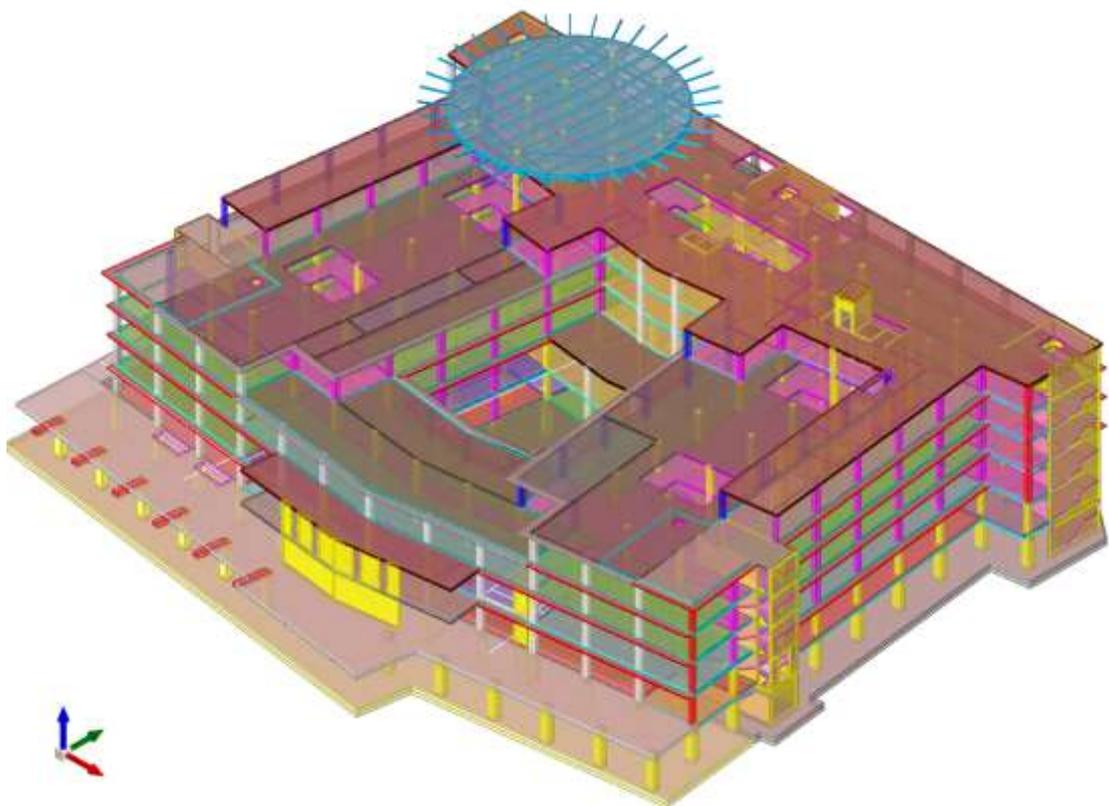


Figura 5. Modello geometrico Edificio ospedaliero 2/2

### 2.1.1 Sistema di isolamento sismico

Il manufatto oggetto di specifica trattazione, individuato come nuovo ospedale, rappresenta per proprie peculiarità il fulcro centrale dell'intervento globale succitato, da cui l'individuazione di tutta una serie di scelte tecniche di soluzioni di dettaglio tese a garantire gli standard prestazionali e di sicurezza successivamente indicati e contrassegnati dalla scelta fondamentale di caratterizzare l'opera con l'isolamento sismico.

Nell'ambito della presente progettazione si illustrano le motivazioni per le quali si è scelto di realizzare un **corpo di fabbrica isolato sismicamente alla base** piuttosto che un canonico sistema sismo-resistente, oltre ad elencare sinteticamente le caratteristiche tipologiche e tecnologiche del manufatto e i parametri utilizzati per il dimensionamento degli elementi strutturali costituenti lo stesso, ovvero le azioni e le combinazioni dei carichi elementari ipotizzati.

Detta "interfaccia d'isolamento" la superficie di separazione, sulla quale è attivo il sistema d'isolamento, si definiscono:

- "sottostruttura", la parte della struttura posta al di sotto dell'interfaccia del sistema d'isolamento e che include le fondazioni, avente deformabilità orizzontale trascurabile e soggetta direttamente agli spostamenti imposti dal movimento sismico del terreno;
- "sovrastuttura", la parte della struttura posta sopra all'interfaccia d'isolamento, perciò isolata.

Sia la sovrastuttura che la sottostruttura si mantengono sostanzialmente in campo elastico, e il sistema è composto dai dispositivi d'isolamento, ciascuno dei quali espleta le seguenti funzioni:

- sostegno dei carichi verticali con elevata rigidità in direzione verticale e bassa rigidità o resistenza in direzione orizzontale, permettendo notevoli spostamenti orizzontali;
- dissipazione di energia, con meccanismi isteretici;
- ricentraggio del sistema.

L'isolamento sismico rientra tra le strategie di protezione usualmente raggruppate sotto la denominazione di "controllo passivo delle vibrazioni". Tra queste, l'isolamento sismico, è quella più comunemente utilizzata. Tale tecnica di protezione è correntemente usata per la protezione delle costruzioni, sia nuove che esistenti, ed è efficace, in ragione del modo in cui ne modifica il comportamento dinamico.

La tecnica di isolamento alla base è essenzialmente finalizzata a limitare l'energia di ingresso (energia trasmessa alla costruzione in caso di sisma dal movimento del terreno, che si manifesta come deformazione e movimento della costruzione) attraverso gli isolatori collocati tra la porzione di costruzione da proteggere, propriamente detta sovrastuttura, e quella solidale al terreno, indicata come sottostruttura.

L'alloggiamento dei dispositivi d'isolamento ed il loro collegamento alla struttura sono stati concepiti in modo da assicurare l'accesso e rendere i dispositivi stessi ispezionabili e sostituibili. Si è predisposta la struttura in modo che sia possibile trasferire temporaneamente alla sottostruttura, attraverso martinetti opportunamente disposti, il carico gravante sul singolo isolatore, oltre che un adeguato spazio per le operazioni necessarie alla rimozione e sostituzione.

La scelta dei dispositivi di isolamento ed il loro posizionamento sono stati oculatamente studiati per limitare gli effetti torsionali. Infatti la proiezione del centro di massa della sovrastuttura sul piano degli isolatori ed il centro di rigidità dei dispositivi di isolamento sono pressappoco coincidenti (eccentricità prossime allo "0"). Gli interassi della maglia strutturale, sono stati scelti in modo tale da garantire sui dispositivi sempre azioni di compressione e mai di trazione come previsto dalla vigente normativa sotto le azioni sismiche e quelle concomitanti. Sia la struttura del piano di posa degli isolatori, sia le strutture del piano da cui spicca la sovrastuttura, sono state dimensionate in modo da assicurare un comportamento rigido nel piano suddetto e ciò per limitare gli effetti di torsionali sui dispositivi isolatori dettati da spostamenti sismici differenziali.

La sovrastruttura e la sottostruttura sono modellate come sistemi a comportamento elastico lineare. La deformabilità verticale degli isolatori non è stata tenuta in debito conto in quanto il rapporto tra la rigidezza verticale del sistema di isolamento  $K_v$  e la rigidezza equivalente orizzontale  $K_{esi}$  è superiore a 800 come la norma prescrive al punto 7.10.5.2 (NTC 2018).

Avendo utilizzato un modello lineare, si è adottata una rigidezza equivalente riferita allo spostamento totale di progetto, per lo stato limite in esame, di ciascun dispositivo facente parte del sistema di isolamento. La rigidezza totale equivalente del sistema di isolamento,  $K_{esi}$ , è pari alla somma delle rigidezze equivalenti dei singoli dispositivi.

L'energia dissipata dal sistema d'isolamento è espressa in termini di coefficiente di smorzamento viscoso equivalente del sistema d'isolamento  $\xi_{esi}$ ; il comportamento del sistema di isolamento è stato modellato come lineare equivalente in quanto sono soddisfatte le condizioni che la normativa vigente pone secondo il punto 7.10.5.2 NTC 2018:

- la rigidezza equivalente del sistema d'isolamento è almeno pari al 50% della rigidezza secante per cicli con spostamento pari al 20% dello spostamento di riferimento;
- lo smorzamento lineare equivalente del sistema di isolamento è inferiore al 30%;
- le caratteristiche forza-spostamento del sistema di isolamento non variano di più del 10% per effetto di variazioni della velocità di deformazione, in un campo del  $\pm 30\%$  intorno al valore di progetto, e dell'azione verticale sui dispositivi, nel campo di variabilità di progetto;
- l'incremento della forza nel sistema di isolamento per spostamenti tra  $0.5d_{dc}$  e  $d_{dc}$ , essendo  $d_{dc}$  lo spostamento del centro di rigidezza dovuto all'azione sismica, è almeno pari al 2.5% del peso totale della sovrastruttura.

In tal modo è stato possibile effettuare un'analisi dinamica lineare. Il modello di calcolo analizzato pertanto comprende sia la sovrastruttura che la sottostruttura (come prescritto dalla norma trattandosi di sistema di isolamento non applicato immediatamente al di sopra delle fondazioni).

L'analisi è stata condotta mediante analisi modale con spettro di risposta, considerando un numero di modi tale da portare in conto anche un'aliquota significativa della massa della sottostruttura, in quanto inclusa nel modello. Lo spettro elastico è stato ridotto per tutto il campo di periodi  $T \geq 0,8 T_{is}$ , assumendo, per il coefficiente riduttivo  $\eta$ , il valore corrispondente al coefficiente di smorzamento viscoso equivalente  $\xi_{esi}$  del sistema di isolamento, nello specifico assunto pari a 12.5%.

Le verifiche effettuate sul sistema isolato comprendono sia le verifiche agli *stati limite di esercizio* che *ultimo* secondo quanto prescritto dall'NTC2018 al punto §7.10.6, mentre il livello di protezione richiesto per la sottostruttura e le fondazioni nei confronti dello Stato Limite del Danno, è da ritenersi conseguito in quanto risultano soddisfatte le relative verifiche nei confronti dello Stato Limite della salvaguardia della Vita.

La verifica allo SLO della sovrastruttura è stata riscontrata soddisfatta in quanto gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi risultano sempre inferiori ai 2/3 dei limiti indicati per lo SLD al §7.3.7.2. I dispositivi del sistema d'isolamento non subiranno danni che possano comprometterne il funzionamento nelle condizioni di servizio. Tale requisito si ritiene soddisfatto in quanto sono soddisfatte le verifiche allo SLV dei dispositivi.

I dispositivi del sistema d'isolamento sono in grado di sostenere, senza rotture, gli spostamenti  $d_2$ , valutati per un terremoto avente probabilità di superamento pari a quella prevista per lo SLC.

L'analisi in tale fase è stata condotta considerando isolatori elastomerici HDRB (High Damping Rubber Bearing) del tipo FIPmec® SI-H 550/105 o equivalenti caratterizzati da gomma dura e spostamento massimo pari a  $\pm 200$  mm. Questi sono stati accoppiati ad appoggi multidirezionali (i.e. slitte) del tipo FIPmec® Vasoflon® VM300/100/50 VM600/100/50 e VM800/100/50 o equivalenti a seconda dei carichi presenti.

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dei dispositivi adoperati.

SI-H	V kN	F <sub>sd</sub> kN	K <sub>e</sub> kN/mm	K <sub>v</sub> kN/mm	D <sub>g</sub> mm	t <sub>e</sub> mm	h mm	H mm	Z mm	W kg
SI-H 300/100	370	2320	0.99	583	300	100	188	238	350	100
SI-H 350/100	900	3510	1.35	775	350	100	178	228	400	128
SI-H 400/100	1720	4680	1.76	1138	400	100	178	228	450	166
SI-H 450/102	3170	7510	2.18	1372	450	102	190	240	500	220
SI-H 500/102	4640	9380	2.70	1840	500	102	190	240	550	270
SI-H 550/105	5310	9820	3.17	2103	550	105	187	237	600	316
SI-H 600/104	5970	10310	3.81	2469	600	104	180	230	650	362
SI-H 650/108	6620	10830	4.30	2735	650	108	181	231	700	418
SI-H 700/100	7270	11370	5.39	3367	700	100	177	237	750	535
SI-H 800/100	10260	14990	7.04	4877	800	100	177	237	850	694
SI-H 900/108	16290	21220	8.26	5517	900	108	190	250	950	906
SI-H 1000/112	16910	22590	9.82	6381	1000	112	200	280	1050	1327
SI-H 1100/112	21190	27460	11.88	8289	1100	112	200	280	1150	1600
SI-H 1200/112	22700	28700	14.14	9602	1200	112	196	276	1250	1865

Figura 6. Caratteristiche isolatori

DIMENSIONS

**VM**

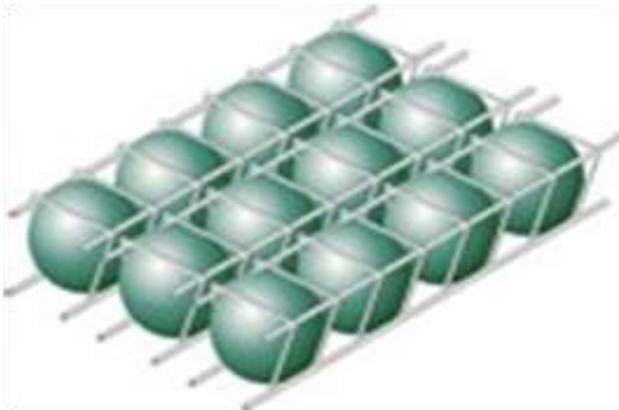
BEARING TYPE	DESIGN VERTICAL LOAD N <sub>ULS</sub> kN	BASE ELEMENT DIAMETER D <sub>s</sub> mm	TRANSVERSAL C mm	LONGITUDINAL D mm	BEARING TOTAL HEIGHT H <sub>tot</sub> mm	BEARING WEIGHT (EXCEPT ANCHORINGS) W kg
VM 50/100/50	500	160	270	270	89	22
VM 100/100/50	1.000	210	270	335	89	30
VM 150/100/50	1.500	245	295	360	93	40
VM 200/100/50	2.000	275	315	365	93	48
VM 250/100/50	2.500	310	345	395	97	60
VM 300/100/50	3.000	330	375	425	98	68
VM 350/100/50	3.500	355	395	445	97	76
VM 400/100/50	4.000	380	415	465	105	90
VM 450/100/50	4.500	405	435	485	104	99
VM 500/100/50	5.000	425	455	505	104	108
VM 600/100/50	6.000	465	490	540	108	129
VM 700/100/50	7.000	505	520	570	117	165
VM 800/100/50	8.000	540	565	615	116	185
VM 900/100/50	9.000	570	585	635	121	210
VM 1000/100/50	10.000	600	615	665	125	237
VM 1100/100/50	11.000	630	640	690	129	265
VM 1200/100/50	12.000	660	665	715	138	316
VM 1300/100/50	13.000	685	685	735	143	350
VM 1400/100/50	14.000	710	710	760	147	380
VM 1500/100/50	15.000	735	730	780	157	436
VM 1600/100/50	16.000	760	750	800	152	438
VM 1700/100/50	17.000	780	770	820	155	474
VM 1800/100/50	18.000	805	790	840	160	514
VM 1900/100/50	19.000	825	810	860	170	576
VM 2000/100/50	20.000	850	830	880	169	602
VM 2250/100/50	22.500	900	875	925	173	678
VM 2500/100/50	25.000	955	920	970	186	823
VM 2750/100/50	27.500	1.000	970	1.020	191	912
VM 3000/100/50	30.000	1.040	995	1.045	198	1.022
VM 3250/100/50	32.500	1.085	1.035	1.085	212	1.206
VM 3500/100/50	35.000	1.125	1.080	1.130	211	1.284
VM 3750/100/50	37.500	1.165	1.115	1.165	215	1.387
VM 4000/100/50	40.000	1.210	1.150	1.200	225	1.562
VM 4500/100/50	45.000	1.280	1.210	1.260	239	1.869
VM 5000/100/50	50.000	1.355	1.270	1.320	248	2.157
VM 5500/100/50	55.000	1.425	1.330	1.380	252	2.409
VM 6000/100/50	60.000	1.485	1.385	1.435	261	2.711
VM 6500/100/50	65.000	1.545	1.445	1.495	269	3.007
VM 7000/100/50	70.000	1.605	1.485	1.535	278	3.339
VM 7500/100/50	75.000	1.660	1.545	1.595	277	3.538
VM 8000/100/50	80.000	1.730	1.605	1.655	285	3.933
VM 9000/100/50	90.000	1.825	1.685	1.735	304	4.669
VM 10000/100/50	100.000	1.935	1.760	1.810	321	5.533

Figura 7. Caratteristiche appoggi multidirezionali

### 2.1.2 Impalcati a piastra alleggerita

La proposta progettuale rientra a pieno tra le migliori basate su tecniche innovative. Soprattutto in riferimento al lungo termine, sono numerosi i vantaggi di una **sostituzione della tipologia di impalcati tradizionali con un sistema a piastra ortotropa alleggerita con vuoti inglobati all'interno delle maglie di armatura.**

Nello specifico gli impalcati, gettati in opera, sono realizzati con gabbie d'armatura contenenti corpi cavi di polietilene riciclato ad alta densità, inserite tra l'armatura superiore e quell'inferiore, che sostituiscono il calcestruzzo nelle zone in cui esso sviluppa il suo minor effetto utile. Il peso del solaio si riduce così fino al 35% con effetti positivi su tutta la struttura portante; l'armatura è costituita da due reti in barre di acciaio ad aderenza migliorata di diametro  $\phi$  14 a formare una maglia incrociata di 20 x 20 cm, con uno spessore complessivo dell'impalcato tipo pari a 35 cm. I solai alleggeriti sono principalmente richiesti laddove esiste la necessità di realizzare grandi campate senza l'ausilio di travi sporgenti e quando i grandi carichi gravitazionali si devono ridurre in funzione delle dimensioni della struttura portante. In questi casi le solette in c.a. risolvono egregiamente il problema della necessità di grandi campate con pochi pilastri per ottenere planimetrie più flessibili. Inoltre le regole riguardo alla destinazione d'uso e quindi anche i limiti delle deformazioni nel dimensionamento dei solai affiorano sempre più in primo piano. Sulla base delle considerazioni appena descritte è nata la tecnologia dei solai alleggeriti in c.a. a portata bidirezionale, che permette di mantenere lo stesso comportamento strutturale dei solai a piastra, allargandone però il loro attuale campo d'impiego grazie alla loro leggerezza. La realizzazione dei solai a piastra alleggeriti è facilmente integrabile negli attuali processi produttivi dei solai a lastra e nell'esecuzione in cantiere in maniera rapida ed economica.



Varie soluzioni di solaio a piastra di tipo alleggerito

I vantaggi direttamente derivanti dall'utilizzo di questa nuova tecnologia di impalcati, possono essere ricondotti, essenzialmente, a quelli di natura strutturale ed economica:

- Vantaggi strutturali
  - Maggiori luci raggiungibili per i solai lungo le direttrici principali, con il conseguente aumento degli interassi tra gli elementi di sostegno e la diminuzione del numero dei pilastri;
  - Minor peso degli impalcati con un conseguente calo complessivo delle masse sismiche dell'intera struttura, che in sovrapposizione al sistema di isolamento sismico alla base, consente di utilizzare dei dispositivi di minor dimensione, oltre che di un miglior comportamento degli stessi;
  - Minor spessore degli impalcati, a parità di luce, che nel caso della progettazione eseguita, ha consentito di ottenere, a fronte di luci notevoli, un contenimento dello spessore complessivo del pacchetto dei solai tale da rientrare nei vincoli altimetrici imposti dal progetto preliminare;
  - Maggior fruibilità degli spazi, per effetto dell'eliminazione dei vincoli di forometria, caratteristici del sistema a solai tradizionali, che viene meno negli impalcati a piastra, ma che nel caso delle piastre alleggerite, con sfere cavi di polietilene, è notevolmente amplificato dalla possibilità di

eeguire fori, in maniera estremamente semplificata, a struttura già realizzata, per effetto della presenza dei vuoti all'interno dello spessore del solaio stesso;

- Eliminazione delle travi all'interno dell'impalcato di piano, non più necessarie a garantire il sostegno dei solai, essendo essi stessi capaci di assolvere detta funzione strutturale, trasmettendo ai pilastri direttamente le sollecitazioni, per mezzo di una superficie di raccordo, di dimensioni assolutamente contenute, in cui i corpi cavi vengono sostituiti da una ulteriore armatura di ripartizione delle tensioni;
  - Indirettamente, per effetto della diminuzione del numero dei pilastri si ottiene un complessivo miglioramento della fruibilità degli ambienti a tutti i livelli del fabbricato, in quanto la riduzione del numero dei pilastri costituisce un abbattimento dei vincoli strutturali alla distribuzione architettonica degli ambienti, oltre che una maggior versatilità degli spazi in termini di possibilità di variazione della destinazione di uso degli stessi, consentendo quindi di ottenere complessivamente un maggior numero di combinazioni distributive e di utilizzo, mentre al livello della sottofondazione, il contenimento del numero dei pilastri equivale alla possibilità di sfruttare meglio gli spazi per la distribuzione degli stessi tra superfici destinate ai vani tecnici ed agli ambienti a supporto della struttura superiore, sia per effetto del minor ingombro, essendo quest'ultimo direttamente proporzionale al numero dei pilastri stessi, che per effetto della maggior distanza tra gli stessi, corrispondente ad un minor vincolo.
- Vantaggi economici
    - Riduzione complessiva dei volumi di calcestruzzo e dei corrispondenti quantitativi di armature, in riferimento alle analoghe quantità necessarie alla realizzazione di un edificio di pari dimensioni mediante una tecnologia tradizionale, indifferente dalla presenza del sistema di isolamento sismico alla base;
    - Riduzione notevole dei tempi di esecuzione degli impalcati di piano, in rapporto ad una fabbricazione standard, con una complessiva semplificazione delle fasi esecutive, che non richiedono alcuna manodopera specializzata;
    - Abbattimento degli oneri della sicurezza di cantiere, direttamente proporzionale alla riduzione dei tempi di lavorazione ed alla semplificazione della modalità esecutiva, essendo la realizzazione degli impalcati semplicemente limitata alla realizzazione della cassetta all'intradosso, con la relativa puntellatura, sulla quale vengono calate le armature pre-assemblate in moduli, già comprensivi dei corpi cavi, mediante l'utilizzo di gru, con un peso complessivo dei moduli assolutamente contenuto, ovvero tale da non richiedere l'utilizzo di mezzi di particolare capacità, completando il tutto con un getto di cls di caratteristiche ordinarie, da cui le migliori di cui sopra;
    - Indirettamente, per effetto della diminuzione del numero dei pilastri si ottiene un complessivo abbattimento dei costi di manutenzione della struttura, nell'arco della vita prevista della stessa, per effetto della proporzionale diminuzione del numero dei dispositivi, pari al numero dei pilastri stessi.

Complessivamente, quindi si evince che nel caso di una struttura isolata alla base, l'utilizzo di questa tecnologia costruttiva consente di coniugare ai vantaggi, riconducibili alla stessa, un'ulteriore serie di benefici, che ne giustifica ulteriormente la logica adottata.

### 2.1.3 Consolidamento delle cavità sotterranee

Dalle indagini svolte nel sottosuolo evince la presenza di cavità che si sviluppano principalmente sul lato del fabbricato che affianca via Mariano Lauro espandendosi sull'intera lunghezza di esso.

Di seguito si riporta un dettaglio della planimetria generale con evidenza delle cavità riscontrate.

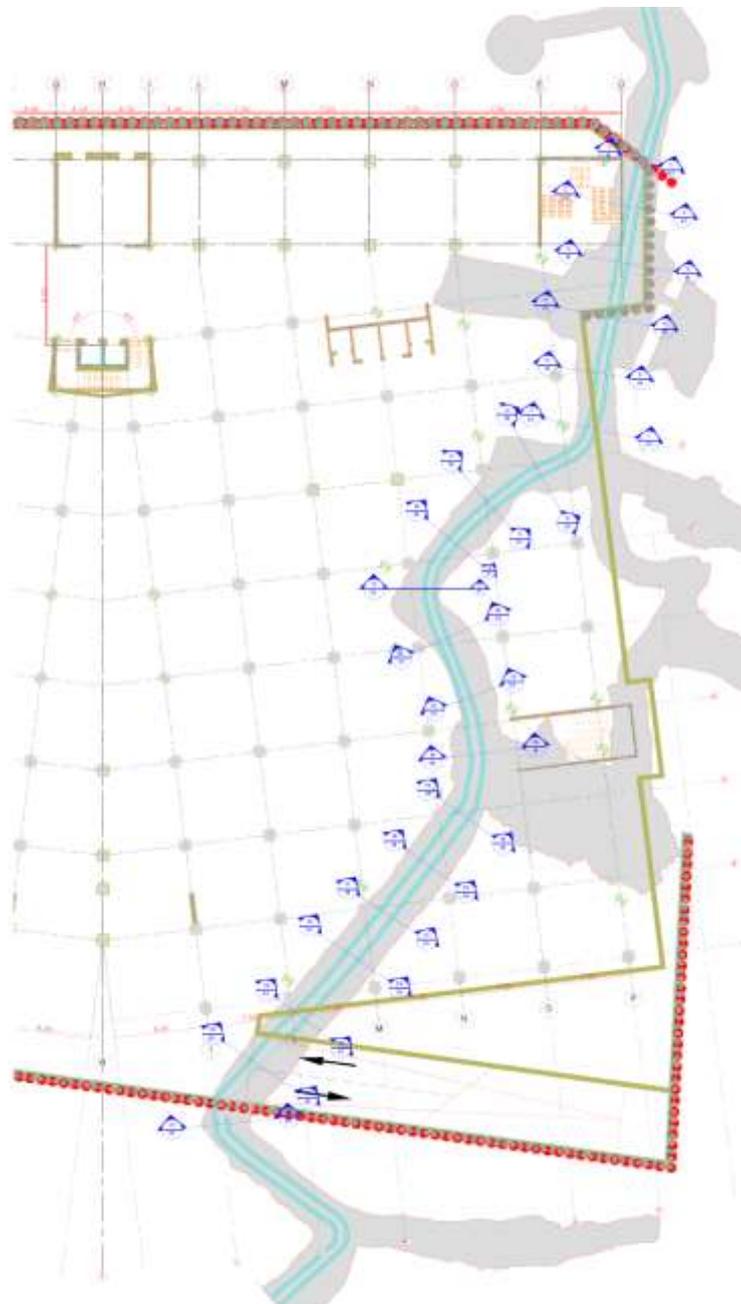


Figura 8: Planimetria generale di intervento

Per ovviare al problema, si prevede di rinforzare i paramenti di dette cavità mediante la realizzazione di una "contro calotta" in calcestruzzo cellulare da iniettare dall'alto previa perimetrazione dell'alveo di scorrimento delle acque. Tale perimetrazione viene realizzata mediante l'interposizione di un cassero in tubo armco sostenuto da pareti in blocchi di calcestruzzo opportunamente cordolati.

Si riportano di seguito alcune immagini dell'intervento di cui a farsi, mentre si rimanda alle tavole di progetto per maggiori dettagli.

**SCHEMA ESECUTIVO DI INTERVENTO**

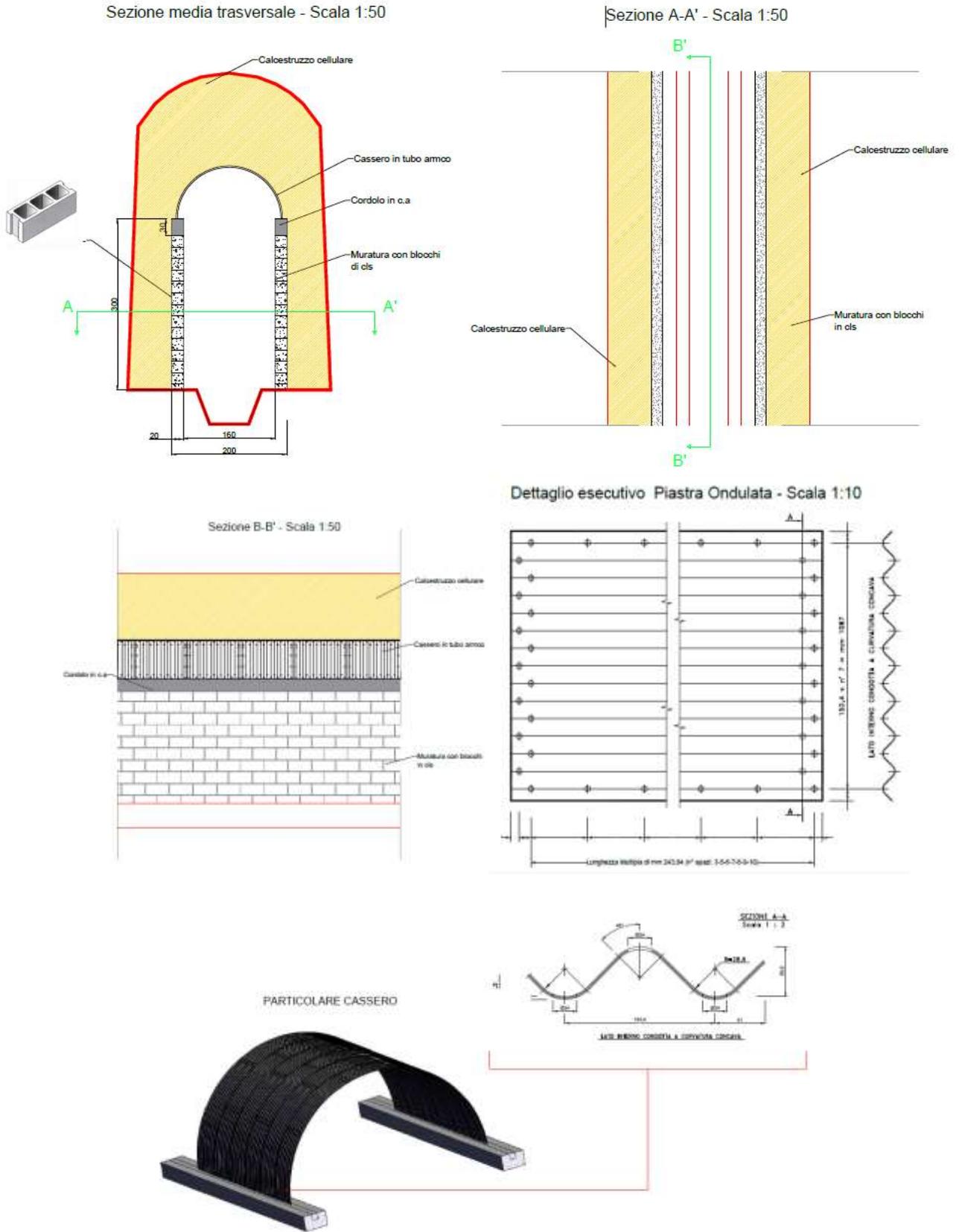


Figura 9. Sezione media trasversale

Per il rinforzo della calotta si prevede il riempimento di quest'ultima con calcestruzzo cellulare tramite l'utilizzo di una pompa in pressione dall'alto.

Il calcestruzzo cellulare rappresenta un materiale leggero che può essere ottenuto principalmente in tre modi:

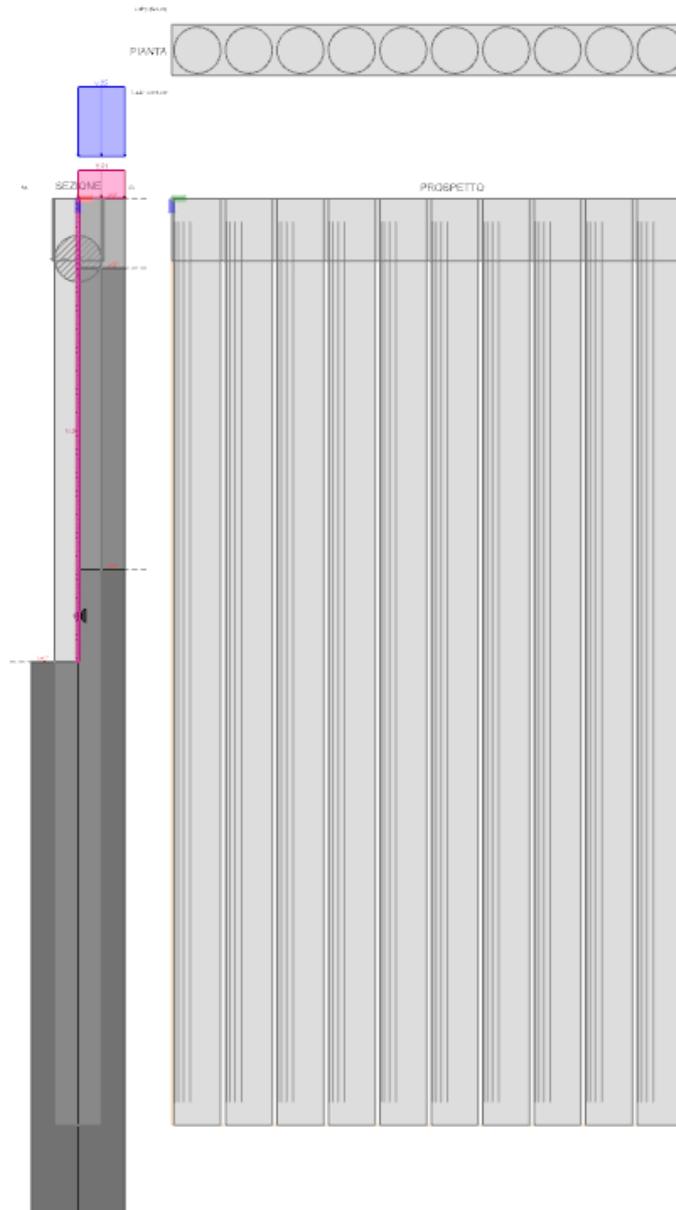
1. Sostituendo gli inerti ordinari con inerti leggeri naturali o artificiali caratterizzati nella maggior parte dei casi da un'elevata porosità e quindi da una ridotta massa volumica;
2. Inglobando nella malta un sistema di bolle d'aria oppure di gas di dimensioni dell'ordine del millimetro, mediante aggiunta all'impasto di schiuma preformata oppure di sostanze capaci di sviluppare gas in ambiente alcalino;
3. Utilizzando un inerte grosso ordinario monogranulare i cui granuli vengono legati da un sottile strato di sola pasta di cemento, in modo da creare un sistema di alveoli grossolani tra i granuli dell'inerte.

Esso offre innumerevoli vantaggi come isolamento termico, isolamento acustico, resistenza al gelo e al fuoco e, in particolare la sua struttura porosa comporta un peso specifico ridotto e lo rende traspirante, garantendo il controllo dell'umidità. Tale concetto è di fondamentale importanza in quanto in questo modo si evita la rottura e il collasso della calotta in fase di riempimento.

## 2.2 PARATIA TIPO 1

Per consentire le operazioni di scavo si prevede la realizzazione di una paratia laterale di confinamento, sul fronte via Mariano Lauro e via Iommella piccola, costituita da pali  $\varnothing 1000$  posti ad interasse di 110 cm, con lunghezza pari a 20 m a fronte di un'altezza libera di scavo pari a 10 m. Questa sarà libera in testa (indipendente dall'edificio principale) e completata mediante cordolo testa pali di dimensioni pari a 110x135 e paretina di pulizia di spessore pari a 10 cm armata con rete  $\varnothing 16/20 \times 20$ .

Si riporta di seguito un'immagine significativa della modellazione geometrica effettuata.



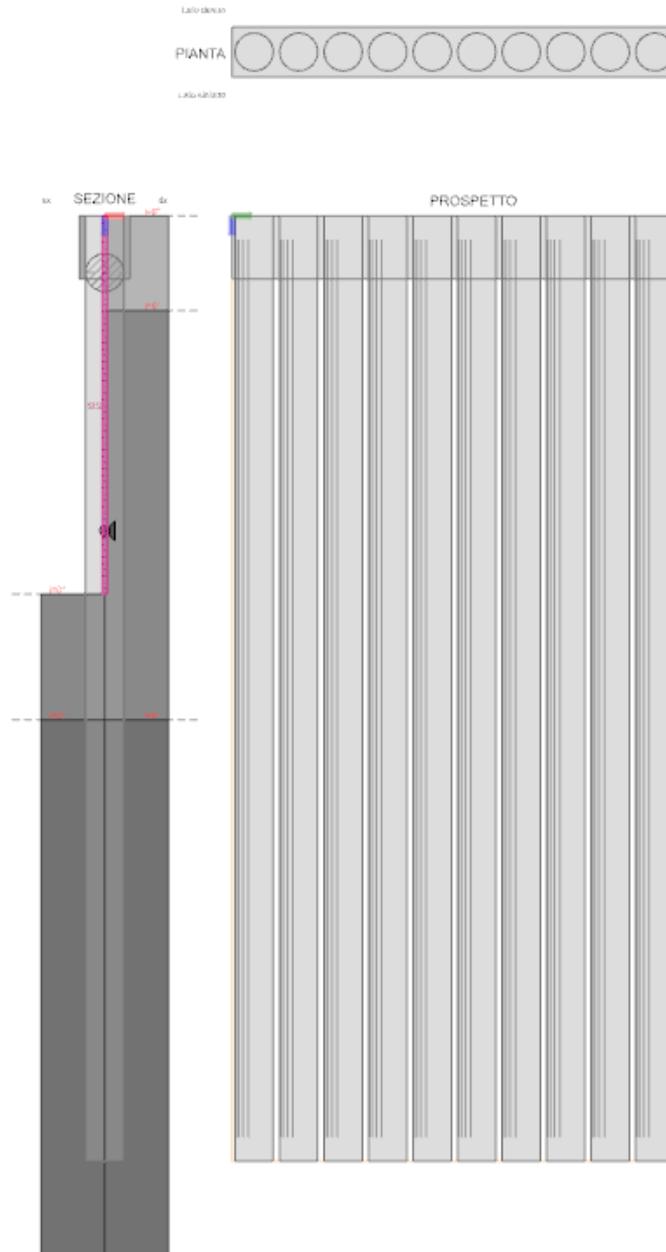
	Fase	Attiva	Operazione
	0	<input checked="" type="checkbox"/>	Scavo nullo di inizializzazione del terreno (Attiva = Si; Fase = 0)
	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Scavo del terreno (Attiva = Si; Spessore complessivo = 1000; Lato = Sinistra; Fase = 1)
	2	<input checked="" type="checkbox"/>	Applicazione vincolo su paratia (Attiva = Si; Quota (Z) = 900; Spostamento imposto = 0; Fase = 2)
	3	<input checked="" type="checkbox"/>	Applicazione carico al suolo > uniforme (Attiva = Si; Lato = Destra; Pressione permanente = 0; Pres...
	4	<input checked="" type="checkbox"/>	Inserimento delle spinte sismiche (Attiva = Si; Quota (Z) = 0; Ampiezza = 1000; Fase = 4)

Figura 10. Modello geometrico paratia tipo 1

### 2.3 PARATIA TIPO 2

Per consentire le operazioni di scavo si prevede la realizzazione di una paratia laterale di confinamento, sul fronte di confine con altra proprietà, costituita da pali  $\varnothing 600$  posti ad interasse di 70 cm, con lunghezza pari a 15 m a fronte di un'altezza libera di scavo pari a 6 m. Questa sarà libera in testa (indipendente dall'edificio principale) e completata mediante cordolo testa pali di dimensioni pari a 80x100 e paretina di pulizia di spessore pari a 20 cm armata con rete  $\varnothing 16/20 \times 20$ .

Si riporta di seguito un'immagine significativa della modellazione geometrica effettuata.



	Fase	Attiva	Operazione
	0	<input checked="" type="checkbox"/>	Scavo nullo di inizializzazione del terreno (Attiva = Si; Fase = 0)
	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Scavo del terreno (Attiva = Si; Spessore complessivo = 600; Lato = Sinistra; Fase = 1)
	2	<input checked="" type="checkbox"/>	Applicazione vincolo su paratia (Attiva = Si; Quota (Z) = 500; Spostamento imposto = 0; Fase = 2)
	3	<input checked="" type="checkbox"/>	Inserimento delle spinte sismiche (Attiva = Si; Quota (Z) = 0; Ampiezza = 600; Fase = 3)

Figura 11. Modello geometrico paratia tipo 2

## 2.4 MURO TIPO A

Per consentire la chiusura dell'edificio sul fronte viale dei Pini, si prevede la realizzazione di un muro di contenimento di spessore pari a 60 cm direttamente collegato alla fondazione dell'edificio a fronte di un salto di quota di circa 5/6 m. Esso sarà armato con ferri verticali  $\varnothing 16/20$  e ripartitori orizzontali  $\varnothing 12/20$ .

Si riporta di seguito un'immagine significativa della modellazione geometrica effettuata.

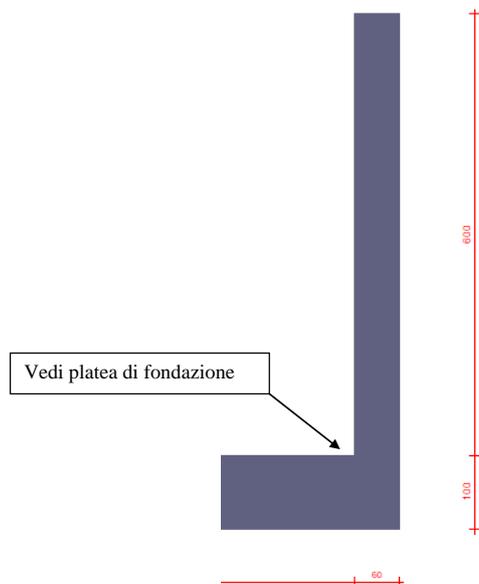


Figura 12. Modello geometrico muro tipo A

### 3 **NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO**

La struttura in oggetto ricade in zona sismica pertanto tutte le analisi numeriche svolte per il calcolo e le verifiche dei vari elementi strutturali costituenti le stesse, sono state effettuate in accordo alla normativa vigente ed in particolare:

- **Decreto Ministeriale 17-01-2018, NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI E CIRCOLARE ESPLICATIVA n. 7 del 11-02-2019.**
- **Eurocode 2:** *Design of concrete structures – Part 1-1 general rules and rules for buildings*
- **Eurocode 3:** *Design of steel structures – Part 1-1 general rules and rules for buildings*
- **Eurocode 4:** *Design of composite steel and concrete structures – Part 1-1 general rules and rules for buildings*
- **Eurocode 8:** *Design of structures for earthquake resistance -Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings*
- **Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321):** Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
- **Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76):** Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- **L.R. Campania N. 9/83 e ss.mm.ii.:** Norme per l'esercizio delle funzioni regionali in materia di difesa del territorio dal rischio sismico.
- **Decreto Presidente della Repubblica n°380 del 06 giugno 2001:** Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
- **UNI EN 206-1 (norma europea):** Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- **UNI – 11104 (norma italiana):** Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della UNI EN 206-1.
- **CONSIGLIO SUPERIORE DEI LAVORI PUBBLICI:** Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007.