

DIREZIONE OPERE PUBBLICHE

COMMITTENTE SCR Piemonte		COMUNE Città di TORINO			
LIVELLO PROGETTUALE PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA					
CUP C14E21001220001		TITOLO INTERVENTO TORINO, IL SUO PARCO, IL SUO FIUME: MEMORIA E FUTURO” REALIZZAZIONE DELLA BIBLIOTECA CIVICA E RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO			
CODICE OPERA 22044D02					
ELABORATO N. 001		TITOLO ELABORATO RELAZIONE GENERALE ILLUSTRATIVA			
DATA settembre 2022		SCALA -		AREA PROGETTUALE GENERALE	
FORMATO DI STAMPA A4		CODICE GENERALE ELABORATO 22044D02_1_0_P_GG_00_CC_001_1		NOME FILE 22044D02_1_0_P_GG_00_CC_001_1_Rel illustrativa.docx	
VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE	DIS.	CONTR	APPR.
0	settembre 2022	Prima Emissione	RTP	LCN	LCN
1	novembre 2022	Emissione per Conferenza dei Servizi	RTP	LCN	LCN
RTP PROGETTAZIONE RAFAEL MONEO Arch. Rafael Moneo (mandante) Calle Cinca 5 - 28002 Madrid (Spagna)  Isolarchitetti S.r.l. (mandante) Via Mazzini, 33 - 10123 Torino  ICIS S.r.l. (mandataria) Corso Einaudi, 8 - 10128 Torino <i>Ing. Quirico</i> Ing. Giovanni Battista Quirico (mandante) Corso Giovanni Lanza, 58 - 10131 Torino  MCM Ingegneria (mandante) Vicolo Vincenzo Monti, 8, 10095 Grugliasco (TO)  Onleco Srl (mandante) Via Pigafetta,3 - 10129 Torino			TIMBRI - FIRME Direttore Tecnico: ing. Luciano Luciani (ICIS Srl) Integrazione prestazioni specialistiche: Ing. Luciano Luciani (ICIS Srl)		
ORGANISMO DI CONTROLLO CONTECO S.p.A. Responsabile di Commessa: Ing. Daniele Baldi			SCR PIEMONTE S.p.A. Responsabile del Procedimento: Arch. Sergio Manto		

Sommario

1	Principali definizioni e acronimi	3
CAPO I – GLI OBIETTIVI – Il restauro e la conservazione		5
2	Linee Guida per la redazione del progetto	5
3	Le motivazioni dell'intervento in relazione agli obiettivi generali individuati dalla Città di Torino	5
CAPO II – LE PREESISTENZE.....		6
4	Gli immobili esistenti	7
4.1	Caratteristiche storiche e tipologiche	8
4.1.1	Il Palazzo del Giornale e il Palazzo della Moda di Ettore Sottsass	8
4.1.2	Il nuovo Palazzo della Moda	9
4.1.3	La nascita di Torino Esposizioni nel dopoguerra e il complesso Sottsass-Nervi	10
4.1.4	Il progetto di ampliamento del 1954	12
4.1.5	Dagli anni '60 a oggi	12
4.1.6	La caratura storica dell'architettura strutturale di Pier Luigi Nervi	13
4.2	Lo stato attuale	14
4.3	Accessibilità e stato di manutenzione.....	15
4.3.1	Il fronte principale su c.so Massimo d'Azeglio.....	15
4.3.2	Il fronte verso il Parco	16
4.3.3	Le coperture - padiglione 2.....	16
4.3.4	Le coperture - padiglione 2b.....	17
4.3.5	Gli spazi interni	17
CAPO III – IL PROGETTO.....		20
5	Individuazione degli obiettivi a base della progettazione in relazione al DIP	20
6	Il percorso progettuale e le alternative di intervento	25
7	Il processo programmatico in corso.....	28
7.1.1	Il Recovery Fund – Next Generation EU	28
8	Evoluzione del percorso progettuale a partire dallo SdF del 2018.....	29
9	La soluzione progettuale prescelta	30
9.1	Criteri guida del progetto	30
9.1.1	Integrazione nel contesto.....	30
9.1.2	Gli interventi sulle architetture.....	30
9.1.3	Interazioni con il Politecnico di Torino.....	31
9.1.4	Gli indirizzi della Soprintendenza	34
9.2	Gli aspetti funzionali	34
9.2.1	Il modello biblioteconomico (dal rapporto del prof. Maurizio Vivarelli)	35
9.2.2	L'organizzazione spaziale	36
9.3	Il comfort ambientale	40
9.3.1	Il progetto acustico	40
9.3.2	Il progetto illuminotecnico	41
9.3.3	Comfort termo-igrometrico - strategie energetiche e impiantistiche.....	45
9.4	Accessibilità	50
10	Sicurezza antincendio.....	53
CAPO IV – LA FATTIBILITÀ – Vincoli, rischi, soluzioni		57

11	La fattibilità tecnica: vincoli, condizioni, caratteristiche progettuali	57
11.1	Ricognizione in merito alla disponibilità degli immobili oggetto di intervento.....	57
11.2	I vincoli esistenti sulle aree e/o sulle opere esistenti	59
11.2.1	Beni culturali e ambientali.....	59
11.2.2	Vincoli e prescrizioni urbanistiche.....	59
11.3	Valutazioni sulla compatibilità dell'intervento rispetto al contesto territoriale e ambientale.....	63
11.3.1	L'immagine del complesso nel "paesaggio urbano"	63
11.3.2	Le facciate	65
11.3.3	Integrazione nel contesto.....	66
11.3.4	Gli spazi esterni in rapporto al Parco del Valentino - Un leitmotiv progettuale	67
11.4	Valutazioni sulla qualità dell'ambiente interno interessato dall'intervento (ante e post operam).....	67
11.5	Indicazioni per l'efficientamento dei sistemi di trasporto e logistica.....	68
11.5.1	I parcheggi pubblici.....	69
11.5.2	I parcheggi pertinenziali	69
11.5.3	Lo studio del 2018.....	70
11.6	Il progetto strutturale	72
11.6.1	Le strutture storiche: criteri e metodi di conservazione	72
11.6.2	Esiti degli studi e delle indagini sulle strutture esistenti	74
11.6.3	Interventi di riqualificazione statica e antisismica delle strutture esistenti	76
11.6.4	Interventi di nuova realizzazione.....	77
11.7	Produzione dell'energia termica e progetto impiantistico	78
11.7.1	Strategie di produzione dell'energia termica.....	78
11.7.2	Impianti fluido-meccanici	80
11.7.3	Sistema di monitoraggio e controllo BMS	81
11.7.4	Impianti elettrici e speciali	81
11.8	La Valutazione previsionale di clima e impatto acustico	83
11.9	Sostenibilità ambientale e tassonomia europea - Le verifiche di conformità - (CAM, LEED e DNSH).....	84
11.10	Accertamento in ordine alle interferenze con opere/reti preesistenti e proposta di risoluzione ...	85
11.11	Indicazioni sulla fase di dismissione del cantiere.....	90
12	Bibliografia sintetica	91
13	Indice delle figure.....	93
	APPENDICE – SdF 2018 – Soluzioni alternative	0

APPENDICE – Studio di Fattibilità 2018 – Soluzioni alternative – Scenari a confronto

ALLEGATO 1 – Prof. Ing. M.A. CHIORINO e altri – Padiglione Nervi – Conservazione, riuso e valorizzazione

N.B. Per il progetto degli arredi si rimanda alla relazione specifica.

1 Principali definizioni e acronimi

Documento di Indirizzo alla Progettazione	DIP
Piano Tecnico Esecutivo (ai sensi dell'art. 47 LUR)	PTE
Norme Urbanistico Edilizie di Attuazione (Città di Torino)	N.U.E.A.
Comprensorio di Torino Esposizioni	comprensorio TOESPO
Padiglioni di Torino Esposizioni (padiglioni. 1, 2, 2b, 3, 3b, 4, 5)	complesso TOESPO
Insieme dei padiglioni 1,2, 2b, 3, 3b, 4 , Rotonda, Teatro Nuovo	complesso SOTTASS- NERVI
Insieme dei padiglioni 2, 2b, 4	parte del complesso SOTTASS- NERVI ovvero padiglioni destinati alla BCC
Padiglione 5 del comprensorio TOESPO	(padiglione) MORANDI
“Polo della Cultura e Campus dell'Architettura del Design” (v. protocollo d'intesa MIUR, CITTÀ, POLITECNICO)	CAMPUS VALENTINO
Studio di Fattibilità (con riferimento allo SdF del 2018)	SdF
Progetto di Fattibilità Tecnico Economica	PFTE
Raggruppamento temporaneo di Professionisti e Società di Ingegneria affidatario dello SdF	RT
Gruppo di Lavoro del Raggruppamento Temporaneo	GdL
Collegi di Architettura, Pianificazione e Design del Politecnico di Torino	(SCUOLA DI) ARCHITETTURA
Corpi di fabbrica singoli	PADIGLIONI
Scenario meta-progettuale di insediamento	SCENARIO
Soluzione meta-progettuale ritenuta preferibile fra i diversi scenari	SOLUZIONE REALIZZATIVA
Interventi realizzativi di opere autonome, finanziariamente e funzionalmente.	UNITÀ D'INTERVENTO (U.I.)
Superficie utile lorda (superficie costruita al lordo dei muri)	SUL
Biblioteca Civica Centrale della Città di Torino	BCC Biblioteca Civica (Centrale)

Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio	SABAP
--	-------

Sui Padiglioni:

Volume edificato antistante il padiglione 2b	AVANCORPO
Volume del padiglione 2	NAVATA CENTRALE
Copertura della navata centrale	VOLTA (nervata)
BALCONATA (interna o esterna)	BALCONATA (interna o esterna)
Volumi edificati interrati	VOLUMI IPOGEI (tecnologici, laboratori etc.)
Volumi edificati destinati agli impianti	LOCALI TECNOLOGICI
Aree esterne	CORTE (sul fronte EST) SAGRATO (sul fronte OVEST)
Area ipogea aperta e alberata	PATIO CENTRALE

CAPO I – GLI OBIETTIVI – Il restauro e la conservazione

2 Linee Guida per la redazione del progetto

La presente Relazione Generale è redatta ai sensi delle “Linee Guida per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell’affidamento di contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC” (ex Art. 48, comma 7, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108), come previsto dal contratto di affidamento del presente PFTE.

3 Le motivazioni dell'intervento in relazione agli obiettivi generali individuati dalla Città di Torino

La Città di Torino, in attuazione della politica di razionalizzazione e valorizzazione del proprio patrimonio immobiliare avviata da anni, ha presentato al Ministero della Cultura una proposta di intervento relativa all’area del fiume Po: “Torino, il suo parco e il suo fiume: memoria e futuro”, che vede, come azione complessiva, la riqualificazione del Parco del Valentino, compreso il recupero architettonico, strutturale, impiantistico e funzionale del complesso di Torino Esposizioni.

L’intervento complessivo di riqualificazione, che individua il Parco del Valentino come attrattore turistico e polo dell’alta formazione, è risultato destinatario di un finanziamento a valere sulle risorse del Fondo complementare al PNRR (PNC). L’intervento complessivo prevede:

- il recupero e la valorizzazione del verde pubblico del parco
- il ripristino della navigazione fluviale
- il restauro del Borgo Medievale
- la realizzazione della nuova Biblioteca Civica Centrale
- la ristrutturazione del Teatro Nuovo per attività teatrali e culturali ad ampio spettro.

Le opere finalizzate alla realizzazione del progetto “Torino, il suo parco e il suo fiume: memoria e futuro” rientrano nel Programma Triennale delle Opere Pubbliche 2021-2022-2023 e successivi della Città di Torino, approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 27 del 25.01.2021 ed integrato con la Deliberazione di variazione del Consiglio Comunale n.1115 del 29.11.2021¹.

All’interno del complesso di Torino Esposizioni troverà posto anche il Politecnico di Torino per le attività di formazione e di ricerca avanzata nel campo dell’Architettura, della Pianificazione e del Design.

La riqualificazione ed il riuso del Comprensorio di Torino Esposizioni è concepito non solo come occasione per il recupero di architetture eccezionali in cui inserire la nuova Biblioteca Civica Centrale della Città di Torino e le attività di formazione e di ricerca avanzata nel campo dell’Architettura, della Pianificazione e del Design del Politecnico di Torino, ma come occasione per una più ampia interpretazione urbanistica di una parte importante e identitaria della città di Torino. Il nuovo Complesso si propone infatti come spazio aperto alla città e alla molteplicità dei suoi fruitori, **fulcro di connessione** di un sistema culturale in parte oggi frammentato che lega, in una straordinaria cornice ambientale, presenze di eccezionale valore architettonico e paesaggistico.

Il Comprensorio di Torino Esposizioni si colloca all’interno del Parco del Valentino, lungo la sponda occidentale del Fiume Po, ai margini del quartiere di San Salvario, quartiere in trasformazione dotato di diverse strutture universitarie e di ricerca.

Gli edifici che compongono il Complesso di Torino Esposizioni (TOESPO) sono preclari esempi di architettura e ingegneria strutturale realizzati tra la fine degli anni 30 e i primi anni 60 a firma di alcuni tra i grandi ingegneri

¹ DIP per l’affidamento della redazione del PFTE - 26-05-2022 - S.C.R. PIEMONTE S.p.A

e architetti di quel periodo storico; non a caso il padiglione forse più rappresentativo, il padiglione Nervi, destinato ad ospitare la nuova Biblioteca Civica Centrale, è attualmente incluso nella World Heritage List dell'Unesco.

A partire dal recupero di questi edifici, oggi poco o per nulla utilizzati e in parte già degradati, l'intervento di riqualificazione architettonica e funzionale si propone come operazione di rigenerazione urbana per questa parte di città che vive in stretta relazione con il Fiume Po. Nel progetto di rigenerazione le nuove funzioni da insediare, *il leggere, lo studiare e il fare ricerca*, diventano complementari con gli *usi storici* dell'area, da sempre orientati alla cultura, all'istruzione, alla natura, allo sport, alla ristorazione.

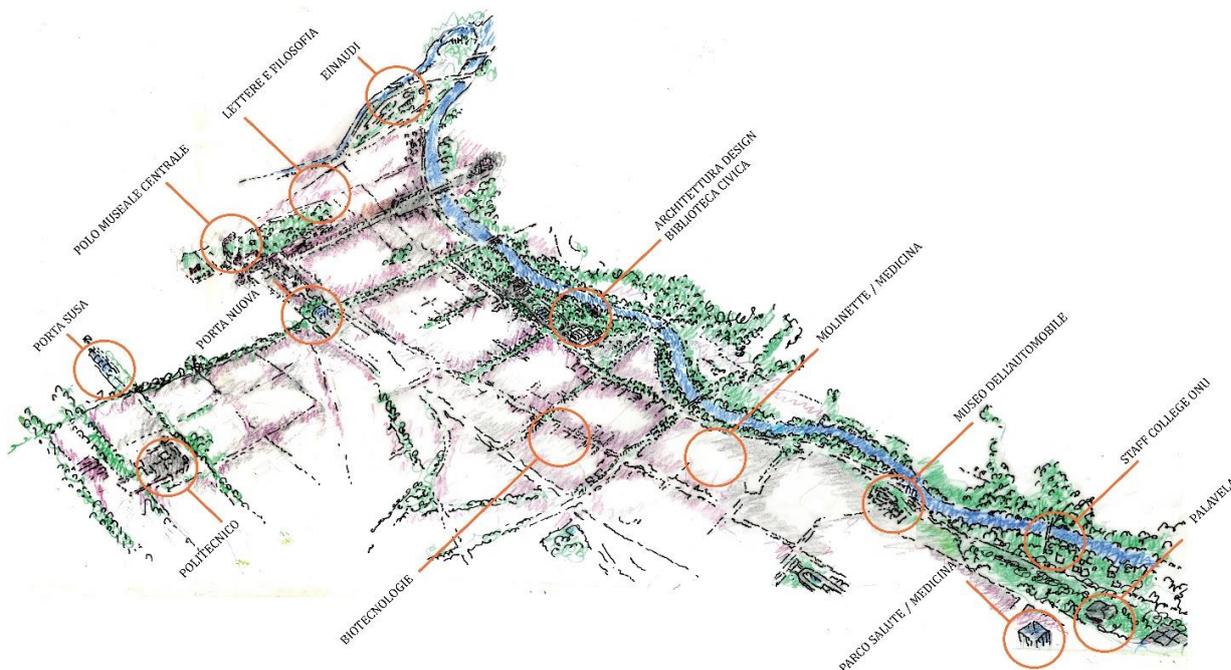


Figura 1 - Mappa dei "fulcri urbani" prossimi alle aree di intervento

In questo senso l'intervento previsto permette, alla scala locale, una riqualificazione complessiva dell'intero parco del Valentino, andando a potenziare il cosiddetto asse del loisir, e dando sostanza ad una delle più lungimiranti e meno perseguite indicazioni del Progetto Urbanistico Generale della Città.

Alla più ampia scala urbana la sua collocazione baricentrica nel sistema dei poli universitari, tra il distretto umanistico (a Nord), quello medico-scientifico (a Sud) e quello politecnico (interno e ad ovest) consente al complesso di Torino Esposizioni di proporsi anche come luogo ideale per l'incontro di studenti di tutte le sedi universitarie, e non solo di quelle di Architettura. Il sito è inoltre servito da una efficace rete di trasporto pubblico, costituita dalla Linea 1 della metropolitana, dalla stazione ferroviaria di Porta Nuova, da altre linee di trasporto pubblico e da una rete viabile urbana in facile connessione al sistema tangenziale-autostradale.

A fianco di un prossimo insediamento destinato al Corso di Laurea in Architettura del Politecnico di Torino, la nuova Biblioteca Civica Centrale e il suo Centro Rete diventerà a sua volta un polo culturale integrato di livello internazionale, reinterpretato e rivisitato in chiave contemporanea per accogliere sistemi avanzati di divulgazione dei testi, per condividere le culture e i saperi, offrire nuovi spazi alle iniziative della comunità.

In questo senso il Parco e il Complesso TOESPO, riconnessi nel sistema del Campus Valentino, costituiscono una grande occasione di valorizzazione dell'intero asse del Po: dal parco storico fino al complesso di Italia 61. Un'occasione emblematica di come un progetto possa, in una visione unitaria, assumere una valenza strategica a scala urbana, grazie alla sua capacità di integrare le risorse e le politiche territoriali e culturali della Città.

CAPO II – LE PREESISTENZE

4 Gli immobili esistenti

Il Complesso di Torino Esposizioni, rilevante esempio di architettura razionalista tra le due guerre, concentrato di storia dell'architettura, di cultura e di innovazione strutturale, è nato nel 1937 come "Palazzo della Moda" su progetto dell'arch. Ettore Sottsass; ha subito nel corso degli anni, a cura di progettisti di grande capacità, quali Roberto Biscaretti di Ruffia, Pier Luigi Nervi e Riccardo Morandi, diverse trasformazioni fino a diventare un organismo architettonico noto in tutto il mondo come eccezionale esempio di ingegneria strutturale.

Il palazzo Sottsass-Nervi è stato intensamente utilizzato nel corso degli anni Sessanta e Settanta, diventando sede del Salone dell'Automobile di Torino e di numerosi altri eventi fieristici. Dal 1989 l'attività fieristica è stata trasferita al Lingotto.



Figura 2 – Nomenclatura Edifici Complesso Torino Esposizioni

Una parte del complesso, coincidente con il padiglione **3**, è stata impiegata fino al 2001 come palaghiaccio, mentre l'attiguo padiglione **3B** era destinato al pattinaggio a rotelle.

Inoltre, in occasione dei XX Giochi Olimpici invernali del 2006, il padiglione **2** centrale, già denominato "Padiglione Giovanni Agnelli", è stato ristrutturato per ospitare un impianto di hockey su ghiaccio per una capienza di 4.320 posti (padiglioni interessati **2** e **2b**).

Attualmente una parte della struttura ospita una sede didattica dell'Università degli Studi di Torino (padiglione **1**). Altre parti (soprattutto i padiglioni **2** e **3**) sono oggetto di assegnazioni temporanee da parte della Città per eventi o manifestazioni occasionali di rilevanza e interesse pubblico.

Il Teatro Nuovo, attiguo al padiglione 2, ha mantenuto sostanzialmente la destinazione originaria con la struttura teatrale al piano terra (servizi di accoglienza, biglietteria, caffetteria, sale espositive, emporio teatrale e tre sale di pubblico spettacolo) e connesse attività formative al primo e secondo piano (liceo coreutico). Autonomo rispetto ai restanti fabbricati, l'elegante volume semicircolare a 2 piani fuori terra denominato la "Rotonda", in concessione a privati, ospitava e ospiterà attività di ristorazione.

4.1 Caratteristiche storiche e tipologiche

4.1.1 Il Palazzo del Giornale e il Palazzo della Moda di Ettore Sottsass

Il Complesso Sottsass-Nervi sorge nella parte sud del Parco del Valentino tra corso Raffaello e via Petrarca. L'area insiste sul sedime del precedente Palazzo del Giornale, edificio realizzato nel 1911 in occasione dell'Esposizione Universale² organizzata per il cinquantesimo anno dell'Unità d'Italia. Il palazzo del Giornale era nato per esaltare la presenza e il ruolo di Torino sulla scena internazionale, mostrandone l'identità di grande polo industriale, sede d'importanti manifatture e fabbriche, su tutte la FIAT guidata da Giovanni Agnelli.



Figura 3 - Il palazzo del Giornale, fronte verso corso Massimo d'Azeglio

L'edificio era stato progettato, insieme ad altri padiglioni, da architetti eccellenti dell'epopea Art-Nouveau quali Pietro Fenoglio, Giacomo Salvadori e Stefano Molli, occupava un'area di circa 6.000 mq ed era caratterizzato da una struttura in cemento armato realizzata dall'impresa dell'ingegner Giovanni Antonio Porcheddu, famoso per aver introdotto l'uso di questo materiale edilizio in Italia. Di due piani fuori terra, l'edificio era stato concepito a pianta basilicale e abbondava di decorazioni tardo liberty.

L'idea rappresentata dal padiglione era la riproduzione del ciclo produttivo del potente strumento di comunicazione di massa, il Giornale: dalla produzione del supporto cartaceo alla fusione dei caratteri, dalla composizione tipografica alla piegatura³. All'interno, inoltre, vi erano mostre riguardanti le industrie affini (fototipia, litografia, produzione di inchiostri, incisione, processi fotomeccanici, macchine grafiche, rilegatura del libro, ecc.), l'iconografia dei giornalisti celebri, una Mostra retrospettiva della caricatura, nonché Mostre del Calendario e della Cartolina illustrata⁴.

Nel 1928 viene organizzata l'Esposizione Nazionale Italiana che, con il pretesto di festeggiare il quarto centenario della nascita di Emanuele Filiberto ed il decimo anniversario della vittoria della Prima guerra mondiale, voleva celebrare il regime fascista⁵. È durante questo evento che, nell'area antistante al Palazzo del

² Per il Parco del Valentino e le Esposizioni: P. L. BASSIGNANA (a cura di), Il Valentino, un luogo di progresso. Ciclo di conferenze 14 gennaio – 11 febbraio 2004, Torino, Centro Congressi Torino Incontra, 2004.

³ <http://www.italyworldsfairs.org>.

⁴ <http://www.italyworldsfairs.org>

⁵ VALERIA GARUZZO, Torino 1928: l'architettura all'Esposizione Nazionale Italiana, Torino, Testo & Immagine, 2002.

Giornale⁶, viene realizzato nel 1932 il primo Palazzo della Moda a firma di Umberto Cuzzi per gli allestimenti, di Annibale Rigotti, Aldo Morbelli e Gino Levi Montalcini, il quale si occuperà anche della successiva esposizione.

4.1.2 Il nuovo Palazzo della Moda

L'anno successivo, per la prima Mostra Nazionale della Moda curata da Giuseppe Pagano, viene indetto un concorso per la progettazione del secondo Palazzo della Moda, che avrebbe sostituito il Palazzo del Giornale. Il nuovo edificio avrebbe dovuto contenere, tra le diverse destinazioni, una scuola di sartoria e un museo del costume, ma avrebbe anche dovuto ospitare diverse manifestazioni ed eventi, coprendo in totale una superficie di circa 5.000 mq. La commissione giudicatrice composta dal Presidente dell'Ente Nazionale della Moda, dal segretario federale, dal podestà e dai rappresentanti dei Sindacati di Architetti, Belle Arti e Ingegneri, riduce a quattro i progetti più meritevoli tra i partecipanti al concorso⁷. Gli ingegneri e architetti scelti sono Enrico Bonicelli, Alfio Guitoli, Gino Levi Montalcini, Mario Passanti, Ferruccio Grassi, Ettore Sottsass. Il vincitore è quest'ultimo in associazione con l'impresa Ferraris e Bellardo, perché il suo progetto risulta "il più aderente, sotto ogni aspetto, ai requisiti richiesti"⁸.

Il progetto vincitore rispecchia l'impostazione urbanistica a reticolo della città di Torino con il suo «calmo andamento delle superfici [...] distese in modo da fornir godimento e riposo di linee continue;» e con il suo "ben studiato equilibrio di volumi e cordiale bilanciarsi di vuoti e di pieni"⁹. Sottsass, infatti, si distingue per la sua architettura razionalista, dalle forme pure e semplici, in netta contrapposizione con l'opulenza e l'enfasi decorativa del precedente Palazzo del Giornale. La struttura si sviluppa in orizzontale e si inserisce dolcemente nel contesto naturale del parco.

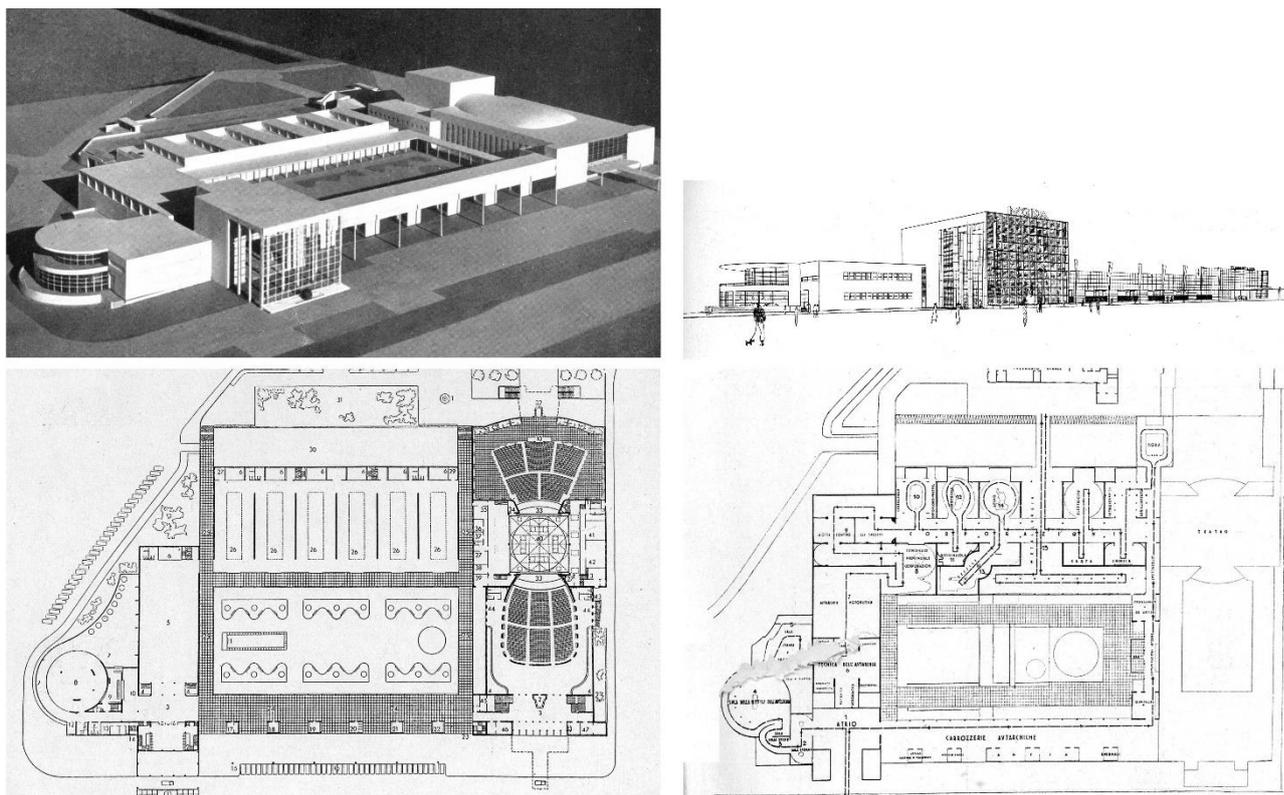


Figura 4 - Progetto per il Palazzo della Moda, vincitore al concorso e firmato Ettore Sottsass

⁶ VALERIA GARUZZO, Il Palazzo torinese della moda al Valentino, in «Studi Piemontesi», vol. 31, fasc. 1, pp. 53-65

⁷ Il palazzo delle Esposizioni come sorgerà al Valentino, «La Stampa», 21 ottobre 1936.

⁸ Ibidem

⁹ Ibidem.

Il complesso consiste in tre nuclei principali: il ristorante circolare (l'attuale Rotonda), il salone delle esposizioni vero e proprio e il teatro. Ognuno di essi presentava il fronte e l'accesso principale su Corso Massimo d'Azeglio¹⁰. Un grande giardino a pianta rettangolare fungeva da elemento unificatore, delimitato verso corso Massimo d'Azeglio da un grande porticato che accoglieva i servizi principali e fungeva da filtro tra il parco e il costruito. La facciata del padiglione espositivo era caratterizzata da finestre a nastro, mentre per accedere al teatro si passava attraverso un portale dove si collocavano servizi simili a quelli presenti nel portico, quali biglietterie, tabaccherie e servizi igienici.

Prima di procedere alla costruzione dell'edificio viene trasferito il Museo Nazionale del Risorgimento Italiano nella sua attuale sede a Palazzo Carignano¹¹. Il progetto esecutivo, affidato all'ing. Amedeo China, inizia nel 1937, l'inaugurazione dell'edificio avviene l'anno successivo durante la mostra dal nome Torino e l'Autarchia, nella quale si celebrano le scelte autarchiche del regime fascista in tutti i settori dell'economia di Torino e provincia.

Durante la Seconda guerra mondiale il Palazzo della Moda subisce pesanti bombardamenti da parte della RAF l'8 novembre 1942 e il 13 Luglio 1943, come riportato dalle carte: "Bombe e mezzi incendiari lanciati del 1942-1945"¹², "Danni arrecati agli stabili del 1942-1945"¹³, "Bombardamenti aerei - Censimento edifici danneggiati o distrutti"¹⁴, tutte presenti nell'Archivio Storico della Città di Torino nel *Fondo danni di guerra*.

4.1.3 La nascita di Torino Esposizioni nel dopoguerra e il complesso Sottsass-Nervi

Nel 1947 la neonata Società del Palazzo delle Esposizioni ha la necessità di spazi espositivi e flessibili per diversi eventi e manifestazioni, soprattutto per dare un sostegno dell'industria piemontese. La città di Torino, pertanto, decide di concedere a tale scopo, alla società interessata, i locali del Palazzo della Moda, o quel che ne rimane dopo i bombardamenti.

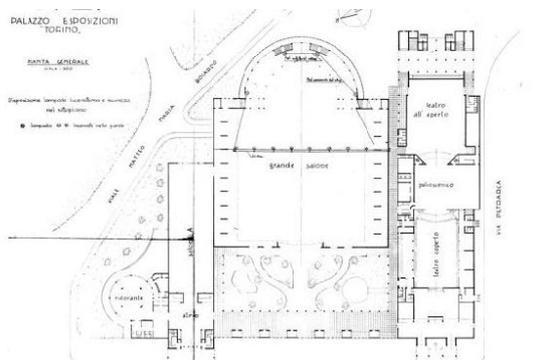


Figura 5 - Progetto di Nervi per il nuovo centro espositivo

Il compito della progettazione dei nuovi spazi è affidato a Roberto Biscaretti di Ruffia, ingegnere della Fiat, il cui progetto di massima mantiene l'impostazione del progetto di Sottsass di suddividere l'area in tre diversi settori: il ristorante a pianta circolare, risparmiato dai bombardamenti, il teatro e nel mezzo il nuovo salone espositivo, modificato nelle dimensioni e nelle forme. Biscaretti, infatti, concepisce il complesso come una

¹⁰ VALERIA GARUZZO, *Il Palazzo torinese della moda al Valentino*, cit., p. 63-64

¹¹ Cfr. Delibera del Podestà, 3 novembre 1936, verb. n° 45, par. 49.

¹² <http://www.museotorino.it/view/s/5a69a46c16c041eeb8a24bd2c0dc4b10>; Bombe e mezzi incendiari lanciati 1:5000, 1942-1945. Zona 1: Municipio - Vanchiglia - Porta Susa - Porta Nuova - Borgo Nuovo. ASCT, Tipi e disegni, cart. 68, fasc. 1 disegno 1. © Archivio Storico della Città di Torino

¹³ <http://www.museotorino.it/view/s/78d55387d3fe43e5b4f18095d3ea7288>; Danni arrecati agli stabili 1:5000, 1942-1945. Zona 2: Borgo San Salvario, Parco del Valentino, Vecchia Barriera di Nizza, Borgo San Secondo, Crocetta. ASCT, Tipi e disegni, cart. 68, fasc. 2 disegno 2. © Archivio Storico della Città di Torino

¹⁴ <http://www.museotorino.it/view/s/aceed8aa949a465782bb715e8b583ba2>; Bombardamenti aerei. Censimento edifici danneggiati o distrutti. ASCT Fondo danni di guerra inv. 362 cart. 6 fasc. 1. © Archivio Storico della Città di Torino

pianta basilicale a tre navate, di cui quella centrale caratterizzata da una campata maggiore rispetto alle due navate laterali e caratterizzata dalla presenza di un'abside vetrata affacciata sul parco¹⁵.

Del progetto di Sottsass conferma anche la presenza del giardino e della corte centrale. Questa versione però non viene mai realizzata.

L'appalto per la ricostruzione del Palazzo della Moda viene quindi affidato a Pier Luigi Nervi e alla sua impresa nel 1947.

Per il padiglione 1 (già Salone A) e per il Teatro, Nervi si limita alla semplice ricostruzione delle preesistenze, mentre per il padiglione 2 (già Salone B) realizza una basilica di 94 m di larghezza e 118 m di lunghezza con una superficie libera rettangolare di 81x112 m. Questa risulta scandita lungo l'asse longitudinale da una serie di pilastri-mensola dalla forma sinuosa e inclinata con passo di 7,5 metri a sostegno della volta di copertura e del solaio intermedio che funge da ballatoio sporgente sulla navata. I pilastri inclinati poggiano a loro volta su plinti sagomati per contrastare la spinta dell'enorme volta che copre lo spazio centrale. A completamento della navata, verso il parco, viene realizzato il grande abside vetrato come già previsto dal progetto Biscaretti. Per la realizzazione del padiglione, Nervi si avvale di sistemi innovativi già sperimentati dalla Società Ing. Nervi e Bartoli di Roma, precursori nella prefabbricazione di sistemi in ferro-cemento.

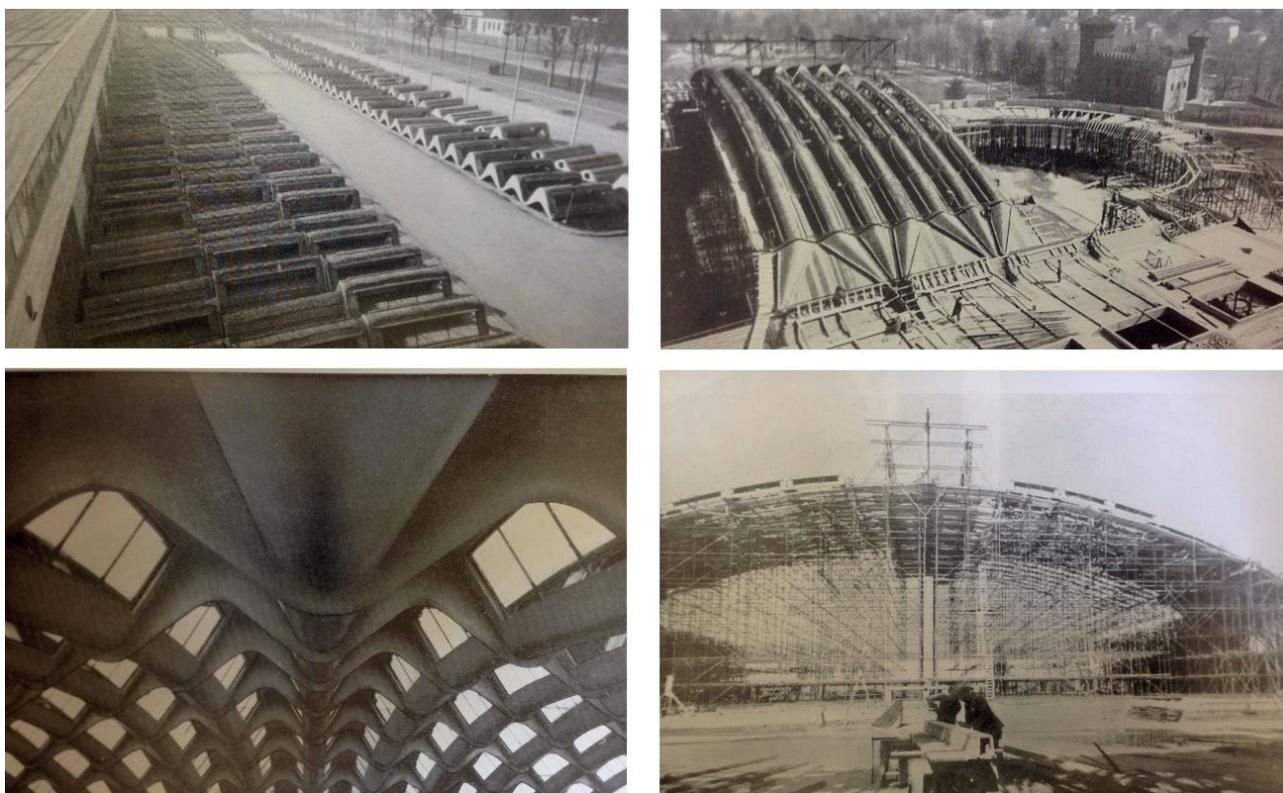


Figura 6 - Foto delle fasi di cantiere della copertura del padiglione di Nervi

Il grande salone presenta una copertura a volta sottile e ondulata, realizzata con elementi in ferro-cemento fabbricati in serie e solidarizzati in sito con limitati getti in calcestruzzo armato disposti sul colmo e nel cavo delle onde. La posa in opera avviene su apposita cassaforma poggiante su ponteggio. Questa particolare struttura rende possibile la copertura di una grandissima luce con un limitato impiego di materiale e con un'incredibile facilità e rapidità esecutiva.

Ai vantaggi costruttivi la struttura unisce una mirabile espressività architettonica particolarmente apprezzabile nei ventagli di passaggio dalla volta ondulata ai grandi pilastri inclinati.

Per la realizzazione dell'abside a semicerchio, al fondo della navata, caratterizzata da un diametro di 60 metri, viene adottato un sistema costruttivo basato sulla prefabbricazione di elementi a forma di losanga, collegati da

¹⁵ Archivio Storico del Comune di Torino, Società Torino Esposizioni, Parco del Valentino, Ricostruzione 1952 (918)

getti in opera di nervature in c.a. La struttura viene completata all'estradosso con getto di calcestruzzo di appena 3 cm di spessore. Lo spessore complessivo, tenuto conto del ferro-cemento delle coppelle a losanga, è di soli 7 cm.

Le nervature di collegamento delle losanghe prefabbricate restano in vista all'intradosso e costituiscono lo straordinario motivo architettonico dell'abside. I solai di copertura del sotto-piano e quelli delle gallerie laterali del Salone sono costituiti da travi prefabbricate di 7,50 m di luce sulle quali trovano appoggio coppelle a doppia curvatura, mentre la prefabbricazione delle travi ne disegna perfettamente il necessario allargamento in prossimità degli appoggi. Anche in questo caso travi e coppelle sono resi solidali tra loro e completati staticamente da un getto di calcestruzzo in opera di 3 cm di spessore. Tutto il sistema degli orizzontamenti, con le nervature a vista che ne disegnano l'ossatura, insieme alle nervature ondulate e traforate della grande volta, costituiscono quella mirabile creazione strutturale e compositiva che caratterizza la riconosciuta originalità e bellezza dell'opera di Nervi.

4.1.4 Il progetto di ampliamento del 1954

Dal 1953 anche Ettore Sottsass viene coinvolto, assieme allo stesso Nervi, nella redazione del progetto di ampliamento del secondo padiglione (già Salone B) da dedicare a Giovanni Agnelli, fondatore della Fiat. L'architetto muore nel 1954 e Nervi, tralasciando il progetto portato avanti con Sottsass, si limita a coprire la restante parte tra il padiglione **2** e il limite segnato dalla manica destinata ad uffici della società Torino Esposizioni (già uffici dell'Ente della Moda), sostituendo il portico preesistente del 1938.

Il grande salone viene così ampliato di 5 campate, cancellando definitivamente la corte interna e il suo giardino. Questa fase di costruzione si rivela la più complessa per Nervi, il quale decide di mantenere la manica a due piani degli uffici (padiglione **2b**) e di conservare l'autonomia strutturale del porticato preesistente, vincolando il nuovo corpo al porticato degli uffici progettato da Sottsass. Alcuni pilastri originali degli uffici vengono in parte demoliti e il solaio appeso alla struttura del frontone di Nervi.

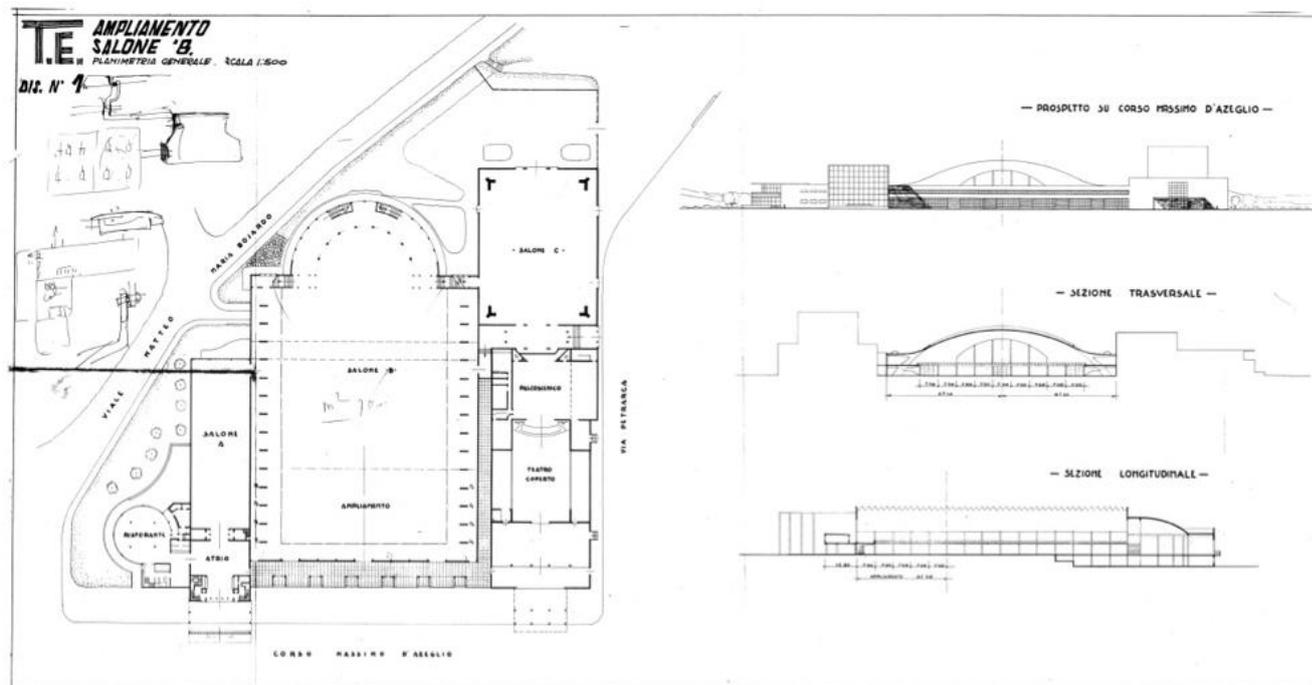


Figura 7 – Progetto di Nervi per l'ampliamento del 1954

4.1.5 Dagli anni '60 a oggi

Il complesso di Torino Esposizioni è stato intensamente utilizzato nel corso degli anni Sessanta e Settanta del secolo scorso come polo fieristico e sede di diverse edizioni del Salone dell'Automobile di Torino.

Da 1989 l'attività fieristica viene trasferita al Lingotto, dando inizio ad un periodo di scarso utilizzo, interrotto solo in occasione dei XX Giochi olimpici invernali, quando l'edificio ha ospitato le partite di hockey su ghiaccio (2006) ed è stato dotato di macchine e innervato da canalizzazioni esterne ed interne per una climatizzazione a tutt'aria.

A partire dal novembre 2014 il complesso di Torino Esposizioni è passato in gestione dall'Ente Fierimpresa al Comune di Torino e ha ospitato diverse manifestazioni espositive quali per esempio "Paratissima", festival d'arte contemporanea che si svolge nel mese di novembre.

L'area antistante il Complesso è adibita a parcheggio degli autobus della GTT e spazi di sosta a pagamento.

Attualmente i padiglioni necessitano di interventi di restauro e di manutenzione straordinaria, nonché di adeguamento alle norme antisismiche, per la sicurezza e per l'antincendio.

Alcune parti sono utilizzate come aule in convenzione con l'Università di Torino (padiglione 1) oppure per attività espositiva (padiglione 2) e sono stati oggetto di qualche adeguamento normativo in funzione dei cambiamenti temporanei di destinazione d'uso.

Il teatro è stato concesso in uso convenzionato alla fondazione Teatro Nuovo fino al settembre 2022.



Figura 8 - Fotografia del Padiglione 2 in occasione di un salone dell'Automobile durante gli anni '60

4.1.6 La caratura storica dell'architettura strutturale di Pier Luigi Nervi

I padiglioni 2 e 3 di Torino Esposizioni esprimono, con una concezione geniale e audace, tutte le potenzialità della tecnica costruttiva del *ferro-cemento* in conci prefabbricati, rappresentandone la prima utilizzazione a grande scala nello scenario internazionale. Esse vengono illustrate sin dall'inizio, e ancora oggi, sulle principali riviste italiane e internazionali (Levi e Chiorino M.A. 2004, Abel et al. 2013), citati in monografie dedicate a Nervi (basti ricordare fra le tante quella dell'Architectural Press di Londra del 1957 o quella pubblicata a Mosca nel 1968 da E. K. Ivanova e R. A. Kacnelson), così come nei più autorevoli libri sull'arte e scienza del costruire come *Razón y Ser de los Tipos Estructurales* di Eduardo Torroja e il terzo volume di *Scienza delle Costruzioni* di Gustavo Colonnetti (1957) dedicato alle pareti sottili. Essi ben giustificano la definizione di Nervi, da parte di Nikolaus Pevsner, come "il più brillante artista del cemento armato dei nostri giorni" (Pevsner 1966; Chiorino C. 2006-2016, Chiorino M.A. 2010-2013).

Con un riferimento alle tappe individuate dai criteri e linee guida per la *conservazione e la riabilitazione strutturale* definiti in sede ICOMOS-ISCARSAH, bisogna tenere conto che i padiglioni di Pier Luigi Nervi del Complesso di Torino Esposizioni sono costruzioni in calcestruzzo armato realizzate tra 65 e 70 anni

addietro con la speciale caratteristica di aver utilizzato in larga parte la tecnologia e la tecnica del ferrocemento, in allora del tutto innovativa e dal comportamento nel tempo assimilata a quella del calcestruzzo armato (v. Allegato 1).

4.2 Lo stato attuale

La grande navata del padiglione **2** presenta una pianta rettangolare di 94 m di larghezza e 118 m di profondità. L'altezza all'imposta della volta è di 9,30 m circa, mentre in chiave è di 21,30 m. Le due maniche di balconate che corrono lungo l'asse longitudinale della navata sono profonde circa 13 mt con altezza utile di 4,4 mt. La navata del padiglione **2** culmina verso est con un grande abside vetrato in forma di semicerchio del diametro di 60 m.

Da questo si dipartono le due scalinate che conducono (a quota -6.00 m) al padiglione **4** seminterrato che ricalca l'intera impronta dell'abside e si estende per ulteriori 35 m. circa sotto la navata.

Il padiglione **4** è parzialmente illuminato grazie alle vetrate sul fronte cortile (a quota -4.40 m circa) ed è collegato al piano terra da due scale sul fronte Est dell'abside.

Due rampe di scale che collegano il piano terreno della navata con il piano primo si trovano nei due arconi che dividono la navata dall'abside e a ridosso del padiglione **2b**.

Il padiglione **2b** è un volume parallelepipedo di due piani costituito da una manica profonda 13 mt circa, lunga quanto il padiglione **2**. Destinato in più occasioni ad ospitare uffici al piano primo, è stato riplasmato numerose volte e presenta condizione di forte degrado e abbandono, sia al piano terreno che al primo, piani fra loro collegati da un solo vano scala-ascensore inglobato nel padiglione **1** e reliquia del progetto originario degli anni '30. Il piano primo riceve luce naturale dalla finestratura a nastro sul fronte Ovest e da patii interni che ricevono luce zenitale, oggi in pessime condizioni di degrado.

Al padiglione **2**, negli anni '60, è stato giustapposto sul fronte di C.so M. D'Azeglio un nuovo volume provvisorio di un piano solo con funzione di hall, poi riplasmato in occasione di Torino 2006.

I padiglioni **2** e **4** sono provvisti di impianti di climatizzazione realizzati in occasione dei giochi olimpici invernali dal 2006. Gli impianti, del tipo a tutt'aria, sono alimentati da una serie di unità di trattamento ubicate sulle coperture piane del fabbricato e da centrali di produzione fluidi caldi collocate in esterno.

Nel complesso è presente un impianto antincendio fisso a idranti.

4.3 Accessibilità e stato di manutenzione

Il complesso edificato, considerato nella sua interezza e comprendente quindi anche i paglioni 1, 3, 3b, Teatro Nuovo e Rotonda, si percepisce dall'esterno a 360 gradi poiché libero da adiacenze costruite. Allineato lungo corso Massimo d'Azeglio e proteso all'interno del Parco del Valentino, emerge come un unico oggetto edilizio composto da volumi diversi visibili lungo tutto il suo perimetro.



Figura 9 - Fotografia realizzata da drone, dal lato nord-orientale

Immaginando osservatori che percorrano le strade adiacenti al complesso, e considerando unicamente l'area di intervento, i padiglioni **2-2b-4** sono visibili e accessibili direttamente soltanto per due fronti e parzialmente per la copertura. I restanti fronti sono adiacenti al paglione 1, al Teatro Nuovo ed in parte al padiglione 3, e quindi sono ciechi e inaccessibili dall'esterno.

4.3.1 Il fronte principale su c.so Massimo d'Azeglio

La facciata originaria su c.so Massimo d'Azeglio al piano terreno è occlusa alla vista da un avancorpo ad un piano realizzato negli anni '60 e rimaneggiato in occasione dei XX Giochi olimpici invernali quando il complesso ha ospitato le partite di hockey su ghiaccio. La relazione del PTE lo descrive come: *“un nuovo volume provvisorio di un piano, con funzione di hall a chiusura del porticato esistente, facendo perdere completamente la percezione della facciata originale – avancorpo che versa oggi in pessime condizioni”*.

La facciata originaria, oggi visibile solo al primo piano, è caratterizzata da due fasce di rivestimento in marmo travertino, intervallate con continuità da una finestratura a nastro che occupa l'intero prospetto.



Figura 10 - Viste da c.so Massimo d'Azeglio. Avancorpo (1963/2006) e finestratura piano primo



Figura 11 - Vista della facciata del Padiglione 2 verso il Parco

L'immagine generale del fronte appare decisamente degradata e deturpata dall'inserimento di blocchi di impianti realizzati in occasione dell'evento olimpico Torino 2006.

4.3.2 Il fronte verso il Parco

Questo fronte è caratterizzato dall'abside a pianta semicircolare finestrato e da una balconata ("ballatoio" per Nervi) in calcestruzzo armato che divide orizzontalmente il volume cilindrico. L'abside si innesta sull'asse planimetrico del padiglione 2 e sporge dal grande volume con una pianta semicircolare perimetrata da vetratura ampia e a prima vista regolare.

Le facciate sono intonacate, di colore chiaro, ed i serramenti metallici appaiono disomogenei tra loro nei diversi livelli. Il sistema di scale esterne metalliche risale alle Olimpiadi del 2006.

4.3.3 Le coperture - padiglione 2

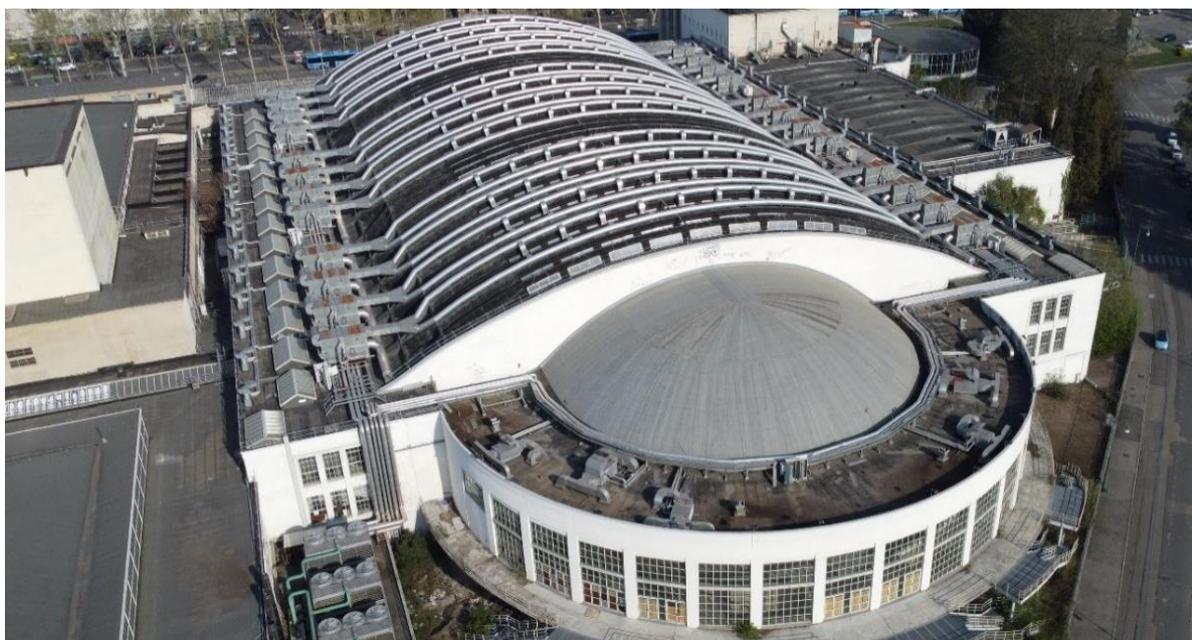


Figura 12 – Padiglione 2 - Stato di fatto delle coperture

La grande navata del padiglione 2 è coperta dalla volta nervata di 81m di luce netta e 112 m. di estensione longitudinale, creata con archi solidarizzati, ciascuno costituito da conci prefabbricati in ferrocemento e resi

solidali da nervature in cemento armato gettate lungo i colmi e gli incavi delle onde. Il senso di profondità di questo spazio è accentuato da enormi nervature a ventaglio, anch'esse in ferrocemento e calcestruzzo in opera, che raccordano tre a tre gli archi a ciascun pilastro inclinato. Le superfici trasparenti sono in policarbonato, come pure i 30 lucernari a due falde, allineati e simmetrici rispetto all'asse centrale del fabbricato e collocati sulle fasce laterali piane.

L'abside è coperta in parte da una semi-calotta sferica, anch'essa realizzata con formelle in ferrocemento (losanghe di 10 tipi differenti, con provvisoria funzione di casseri), e in parte da un solaio piano che forma una corona circolare perimetrale alla calotta semisferica. Le spinte della calotta sono riprese dal solaio anulare piano che, con le travi di bordo, scarica le azioni su di un sistema di setti e pilastri sottostanti che le riportano a terra.

Le coperture piane del padiglione 2 sono in buona parte occupate dagli impianti installati per le olimpiadi del 2006.

4.3.4 Le coperture - padiglione 2b



Figura 13 – Padiglione 2b ed avancorpo – Vista dall'alto della copertura

Sia l'avancorpo del padiglione 2b che il padiglione stesso sono coperti da solaio in debole pendenza, il primo con finitura in guaina bituminosa e il secondo con lamiera a cui fu sovrapposta una guaina poi verniciata di bianco ormai fortemente deteriorata.

4.3.5 Gli spazi interni

Il fabbricato versa in gravi condizioni di degrado, aggravate negli ultimi anni da fenomeni di occupazione illecita da parte di gruppi di persone che, fra l'altro, lo hanno privato di tutto il rame delle condutture elettriche. Le centrali tecnologiche e porzioni significative dei relativi impianti sono state soggette anche ad atti vandalici che, uniti alla naturale obsolescenza prestazionale e al degrado del tempo, rendono di fatto inutilizzabile la totalità del sistema impiantistico.

L'edificio appare ovunque degradato anche a causa di infiltrazioni di acqua dalle coperture, e sia le pavimentazioni che i controsoffitti ed ogni altro elemento di finitura risultano in pessime condizioni di conservazione.

La struttura originaria è parzialmente leggibile (dove non lo impediscono tamponamenti e tramezzi realizzati a partire dagli anni '60) e sono evidenti le tracce di adeguamenti funzionali ed impiantistici occorsi negli anni, tutti responsabili di pesanti tracce e danneggiamenti. I serramenti sono fortemente degradati e di inadeguata coibenza termo-acustica, inequivocabilmente da sostituire.



Figura 14 – Stato di fatto – viste interne del padiglione 2, rispettivamente zona Abside, copertura voltata, vista verso balconata e ventagli di copertura, allestimenti mostre temporanee anni 2010 (rimossi)

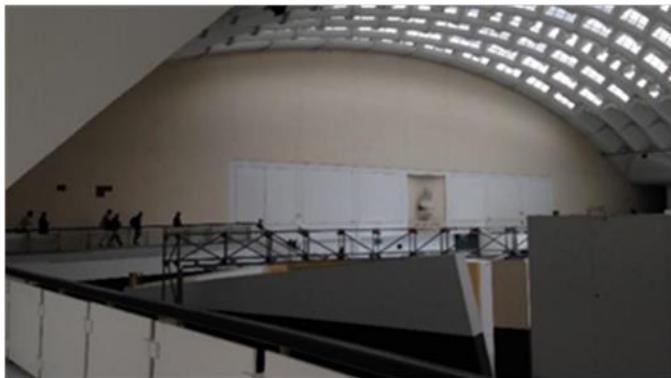


Figura 15 – Stato di fatto - viste interne del padiglione 2, rispettivamente frontone interno lato corso Massimo da balconata sud, locali piano terra sotto balconata, vano tecnico al piano terra sotto balconata



Figura 16 – Stato di fatto – Padiglione 4 piano interrato, rispettivamente sala abside e locale bar su fronte viale Boiardo



Figura 17 – Stato di fatto - Padiglione 2, vista del salone dall'ingresso principale su c.so Massimo d'Azeglio

CAPO III – IL PROGETTO

5 Individuazione degli obiettivi a base della progettazione in relazione al DIP

Il DIP individua nei capitoli introduttivi gli **obiettivi generali** da porre a base del PFTE e successivamente, nelle “Linee Guida per la progettazione”, gli **obiettivi specifici** per la progettazione della nuova Biblioteca Civica Centrale.

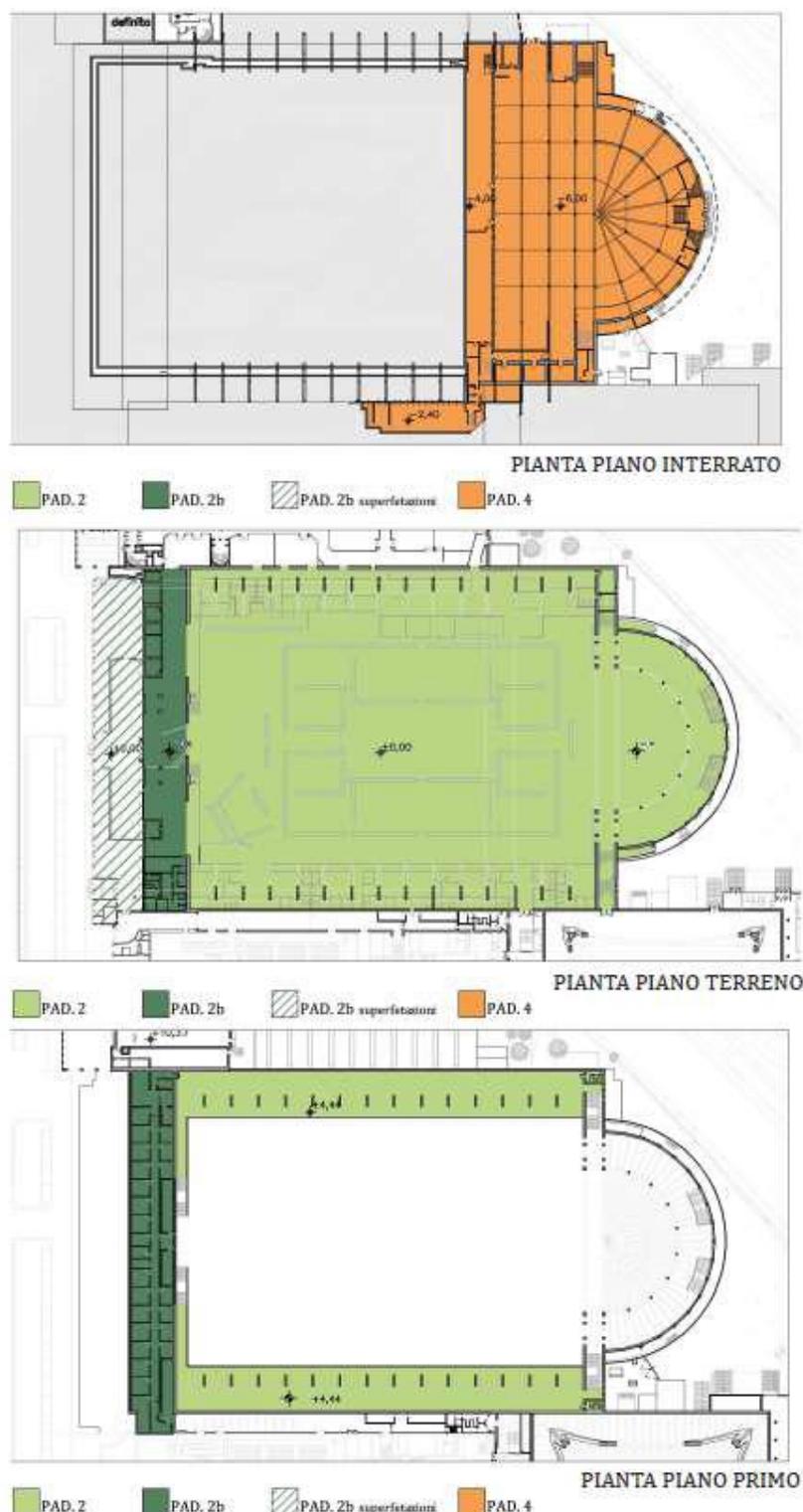


Figura 18 – Nomenclatura aree

Il PFTE concepisce, disegna e rende realizzabile l’insediamento della Biblioteca Civica della Città di Torino nei padiglioni 2-2b e 4 indicati nei precedenti schemi grafici.

Il progetto della nuova Biblioteca Civica Centrale di Torino pone particolare riguardo:

- alla conservazione e alla valorizzazione degli elementi architettonici e strutturali esistenti, preservando originaria la leggibilità delle eccezionali strutture novecentesche;
- alla definizione degli elementi distributivi, funzionali e tecnici dell’intero complesso nonché delle singole funzioni;
- all’efficienza energetica/impiantistica dell’intero complesso, tenendo in elevato conto la questione della sostenibilità ambientale, attraverso la minimizzazione dei consumi ed il contenimento dell’inquinamento atmosferico, oltre che la necessità di indipendenza gestionale;
- alla totale progettazione degli allestimenti e degli arredi necessari per le diverse fruizioni della Biblioteca Civica.

Fa parte del PFTE anche un preliminare intervento prodromico alla futura riqualificazione integrale del Teatro Nuovo consistente sia nella semplice riqualificazione della facciata su corso Massimo D’Azeglio, in continuità con quella adiacente del padiglione 2b e sia nella condivisione del sistema dei pozzi di prelievo e resa dell’acqua di falda per le climatizzazioni nonché delle vasche di accumulo acqua per sistemi antincendio.

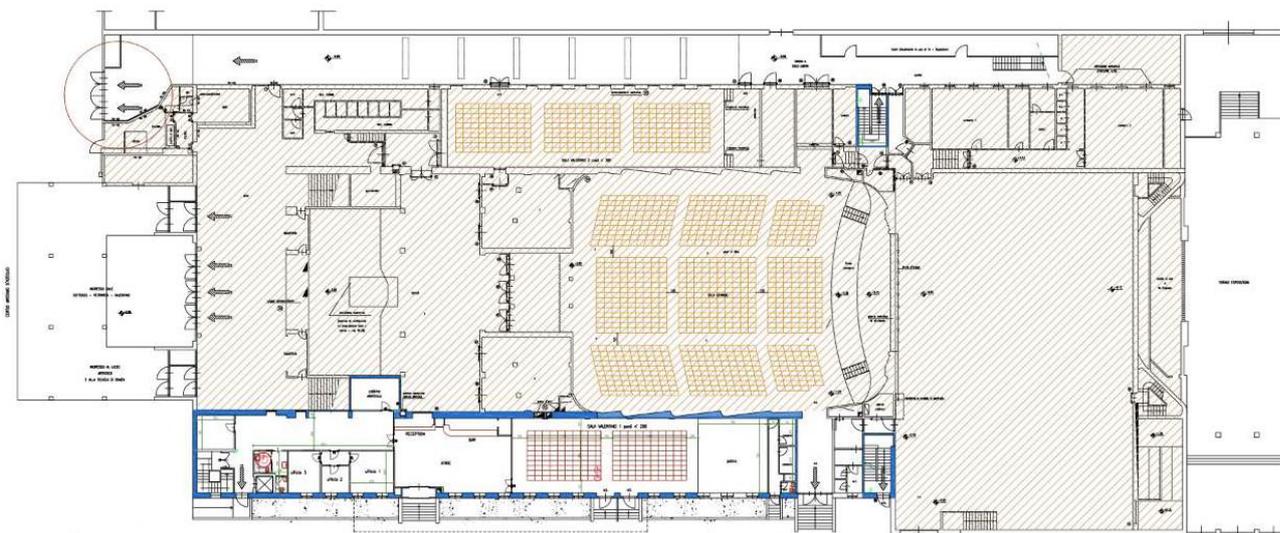


Figura 19 - Planimetria Teatro Nuovo

Alla scala urbana gli obiettivi sono definiti da PTE approvato con Deliberazione della Giunta Comunale di Torino n. 573 del 30/08/2022:

“Le ipotesi progettuali sviluppate sul complesso di Torino Esposizioni, nel rispetto delle prescrizioni del PRG vigente e della pianificazione sovraordinata, sono finalizzate a ricreare sul territorio un polo attrattivo di grande interesse culturale, all’interno del cosiddetto “asse culturale del Po”, che fin dagli anni ’90 costituisce una delle principali linee di sviluppo della Città e si inserisce quindi in una più ampia dimensione che gravita attorno al Parco del Valentino. Tale rinnovamento avviene tramite la ricomposizione distributiva dei padiglioni che costituiscono il complesso stesso, sia individuando nuove attività, sia riconfermando attività già in essere, negli spazi dati in concessione al Politecnico e in quelli della Città, tenendo conto dei vincoli di varia natura, strutturali e storico-ambientali, che ne condizionano la trasformazione.

In coerenza con i valori architettonici espressi dalla Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino nel Provvedimento di tutela D.C.R. 20 del 02/04/2020, il progetto d’insieme si pone anche l’obiettivo di recuperare i padiglioni all’uso mantenendo gli elementi originali rimasti, valorizzando le logiche di progetto spesso superate da interventi successivi e incoerenti, e rimuovendo per

quanto possibile le superfetazioni e quelle aggiunte che impediscono una lettura della dimensione architettonica dell'edificio.

All'interno del padiglione 2 che per dimensioni e importanza rappresenta il fulcro del complesso, l'obiettivo della Città è quello di realizzare la nuova sede della Biblioteca Civica centrale, ora collocata in via della Cittadella, quale elemento caratterizzante l'intero complesso, assumendo tutte le valenze e le potenzialità attrattive di una moderna biblioteca pubblica, centro culturale e informativo, ma anche luogo d'incontro e socializzazione, facilmente accessibile a utenti di tutte le età e di diverse condizioni e provenienze culturali e sociali grazie alla crescita del potenziale informativo (anche multimediale), alla maggiore visibilità e capacità di attrazione, al comfort degli ambienti, al maggiore raggio di influenza.

Nell'ambito della riorganizzazione dell'intero servizio bibliotecario urbano, la realizzazione di una nuova sede per la biblioteca civica centrale deve poter garantire alla città, nel modo più funzionale, la disponibilità di quei servizi che oggi, per i limiti fisici dell'attuale sede di via della Cittadella, non sono offerti agli utenti con le modalità o nelle dimensioni ormai ordinarie per le biblioteche pubbliche di tutte le principali città europee, caratterizzate dalla presenza di rilevanti collezioni librerie in scaffali direttamente accessibili al pubblico, dalla disponibilità di documenti multimediali ed elettronici, da salette di studio per lavori di gruppo, da sala conferenze, da un numero adeguato di posti a sedere e di postazioni telematiche, da spazi espositivi per i periodici e per le mostre temporanee.

Parimenti anche per l'edificio del Teatro Nuovo è prevista una rivitalizzazione attraverso l'incremento di funzioni che completino l'offerta urbana configurandosi come struttura di sostegno per gli attori culturali territoriali, istituzioni, compagnie professionali e amatoriali, associazioni, creando sinergica condivisione degli spazi destinati a Biblioteca e alla didattica.

Il recupero dei padiglioni destinati al Politecnico si inserisce invece nel più ampio piano di sviluppo dell'Ateneo che investe tutte le sue sedi. L'obiettivo è l'evoluzione dalla situazione attuale a una organizzazione per Campus: il Campus delle Ingegnerie, presso la sede centrale di Corso Duca degli Abruzzi e la cosiddetta area del Raddoppio, e il Campus delle Architetture, che si svilupperà nell'area del Valentino, comprendendo la storica sede del Castello del Valentino, gli spazi nel Galileo Ferraris e di via Morgari e, appunto, Torino Esposizioni. Il recupero dei padiglioni avrà quindi riverberi anche sulle altre sedi.

Per questo motivo, l'analisi che ha costruito il quadro esigenziale ha guardato all'intera riorganizzazione del Campus delle Architetture prendendone in considerazione anche i possibili futuri sviluppi in termini numerici e di dotazioni, e ponendo la qualità ambientale e spaziale al centro del progetto degli spazi, includendo in questa concezione tutto lo spazio esterno e di relazione con il Parco del Valentino e, quindi, favorendo una vita continua degli spazi pubblici.

Le attività indicate si inseriscono con coerenza e complementarità alle attività di tipo culturale che si intende insediare con la realizzazione della nuova Biblioteca centrale della città e la riqualificazione del Teatro Nuovo, nell'ambito del progetto di rifunzionalizzazione del complesso, oggetto dei finanziamenti PNRR, finalizzato al recupero e alla rivitalizzazione di tale compendio architettonico, favorendone di fatto la sua pubblica fruizione.

Le soluzioni adottate nella progettazione degli spazi interni della Biblioteca Civica, del Teatro Nuovo e del Politecnico dovranno favorire la flessibilità e la possibilità di riorganizzare tali spazi in base alle diverse esigenze che potranno presentarsi in futuro, nel rispetto dei valori architettonici e culturali del complesso, mettendo in relazione e integrando funzioni tra loro complementari.”

In sintesi tali obiettivi, in conformità allo strumento urbanistico, possono riassumersi nei seguenti:

1. *ricreare un polo attrattivo di grande interesse culturale (Nuova sede della Biblioteca Civica Centrale, Teatro Nuovo, Campus delle Architetture);*

2. *recuperare i padiglioni all'uso* mantenendo gli elementi originali rimasti, valorizzando le logiche di progetto spesso superate da interventi successivi e incoerenti, e rimuovendo per quanto possibile le superfetazioni;
3. *realizzare la sede della BCC quale elemento caratterizzante l'intero complesso*, assumendo tutte le valenze e le potenzialità attrattive di una moderna biblioteca pubblica, centro culturale e informativo, ma anche luogo d'incontro e socializzazione;
4. *rivitalizzare il Teatro Nuovo* attraverso l'incremento di funzioni che completino l'offerta urbana configurandosi come struttura di sostegno per gli attori culturali territoriali, istituzioni, compagnie professionali e amatoriali, associazioni;
5. *destinare una parte del complesso Sottsass- Nervi al Campus delle Architetture del Valentino*

Gli obiettivi specifici del progetto della nuova Biblioteca Civica Centrale, definiti dal DIP, possono riassumersi nei seguenti:

1. *coniugare memoria e contemporaneità*: la funzione di conservazione e valorizzazione del patrimonio documentario dovrà offrirsi come strumento, anche grazie alle opportunità offerte dal digitale, per alimentare la creatività diffusa creando nuove sinergie con le industrie creative e tutte le arti. La Biblioteca dovrà proporsi come vetrina e laboratorio sull'attualità per offrire ad ogni cittadino torinese la possibilità di reinterpretare il passato guardando al presente e al futuro, come previsto dalla Convenzione di Faro5.
2. *promuovere processi partecipativi e di co-creazione di contenuti da parte della cittadinanza*: questa dimensione dovrà proporsi come filo conduttore innervando e animando anche le aree tematiche a scaffale aperto in modo da creare delle continuità e discontinuità fra aree a scaffale aperto e spazi sociali.
3. *facilitare processi di audience engagement e audience development*, grazie all'applicazione delle metodologie di analisi qualitativa dei pubblici e al coinvolgimento costante degli stessi, anche mediante l'impiego di soluzioni tecnologiche ad hoc, si dovranno mettere al centro le persone.
4. *promuovere l'incontro e lo scambio fra le generazioni, i differenti pubblici e i nuovi cittadini*: multiculturalità, interculturalità e intergenerazionalità saranno tre linee portanti per il lavoro della nuova biblioteca centrale sia per la composizione delle raccolte sia per l'organizzazione dei servizi e delle attività. La nuova Biblioteca si dovrà caratterizzare per un'offerta forte di servizi e attività per le famiglie.
5. il titolo di *Torino Città Creativa Unesco per il Design*, dovrà rappresentare un punto di riferimento a livello locale e nazionale, visto che il Design rappresenta un asset importante per la città, anche per valorizzare la World Design Library, un progetto della Città e del Politecnico di Torino che intende promuovere la cultura del design e delle arti ad esso collegate, costruendo una continuità ideale con la storia della Biblioteca Civica Centrale di Torino e delle sue collezioni.
6. *rafforzare le connessioni fra le biblioteche di quartiere e la Biblioteca Centrale, il sistema dell'area metropolitana e la rete delle Biblioteche accademiche, scolastiche, speciali e specialistiche*: la nuova sede dovrà fin da subito proporsi come strumento di sintesi, per funzioni e servizi fra le diverse tipologie di biblioteche presenti oggi nel territorio cittadino e anche con le realtà associative in ambito socioculturale. La sinergia, che dovrà essere rafforzata fin da subito, potrà prevedere l'organizzazione di attività e servizi che potranno essere offerti dalle altre tipologie di biblioteche, valorizzando in tal modo le differenti competenze bibliotecarie presenti oggi in città.
7. *essere digitale, tecnologica e connessa*: tenuto conto dell'evoluzione del digitale e della sua pervasività, la biblioteca dovrà essere digitale in tutte le sue parti. Le nuove tecnologie costituiranno la colonna portante di una biblioteca che dovrà caratterizzarsi per l'alto profilo tecnologico e innovativo, capace cioè di proporre una serie di servizi che potranno essere gestiti in maniera totalmente automatizzata dall'autoprestito, alla distribuzione, alle restituzioni, alla lettura digitale di tutte le tipologie di documenti e contenuti, all'informazione bibliografica.

8. *essere capace di valorizzare le eccellenze della Città e della Regione in campo culturale*: la biblioteca dovrà sapersi proporre come una vetrina sulla città, per i suoi eventi, intrecciando rapporti con tutte le principali istituzioni culturali cittadine, metropolitane e regionali.
9. *rappresentare uno snodo di sintesi rispetto alla filiera del libro e alle altre istituzioni che si occupano di libri e lettura*. Si dovrà impostare fin da subito un rapporto con gli attori che si occupano di libri e lettura a Torino, editori, librai e associazioni, con il Salone Internazionale del Libro e il Circolo dei lettori;
10. *creare una sinergia permanente con il mondo della ricerca*, rafforzando la collaborazione con l'Università degli Studi e il Politecnico di Torino anche per promuoverne la terza missione cioè l'insieme delle attività di trasferimento scientifico, tecnologico e culturale e di trasformazione produttiva delle conoscenze, attraverso le quali le Università attivano processi di interazione diretta con la società civile e il tessuto imprenditoriale, con l'obiettivo di promuovere la crescita economica e sociale del territorio, ma anche la quarta missione cioè favorendo inclusione e coesione sociale;
11. *mettere in relazione e integrare funzioni complementari* (servizi civici, makerspace, laboratori di creatività) e funzioni accessorie (spazi commerciali, spazi a bassa definizione da proporre al terzo settore e ai privati): la Biblioteca dovrà fungere da catalizzatore per i nuovi pubblici proponendo le funzioni sopra indicate senza giustapposizioni, ma integrandole e favorendo scambi e commistioni;
12. *essere fondata su una forma di governance allargata*, come processo che parte da adesso e diventa attivatore di una nuova forma di governo del bene comune, con forme che potranno tener conto delle opportunità offerte dall'Art Bonus o dalle membership card;
13. *garantire l'accessibilità universale*: la Biblioteca Civica Centrale dal 1980 gestisce il servizio del libro parlato e negli ultimi anni ha ampliato la propria azione anche nel più ampio ambito della lettura agevolata. L'accessibilità andrà interpretata trasversalmente come una chiave di lettura di tutte le attività, dei contenuti, di tutti i servizi, della comunicazione, degli allestimenti e degli arredi;
14. *avere un solido orientamento ai servizi di informazione di comunità*, dal lavoro, alla salute, ai servizi civici, all'e-government;
15. *coniugare la formazione permanente* (corsi e gruppi informali) *con le attività ricreative e performative e il gioco*, per raggiungere pubblici diversi;
16. *garantire la massima autonomia da parte dei fruitori nell'accesso ai servizi*, parte dei quali, totalmente automatizzati, dovranno essere fruibili 24/24 ore 7/7 giorni.
17. *essere sostenibile* dal punto di vista dell'impatto ambientale, della gestione economica nel tempo e dell'impatto sociale.

L'edificio della nuova Biblioteca Civica Centrale, nel quale dovranno armonizzarsi le esigenze di valorizzazione della qualità architettonica e le necessità funzionali legate alle attività di biblioteca (illuminotecnica, acustica, microclima, fruibilità degli spazi e dei servizi ecc.) dovrà caratterizzarsi per essere *“facile e accessibile, amichevole, per tutti e per ognuno, esperienziale, non contenitore ma sintesi, evolutivo e flessibile, permeabile”* (dalle Linee Guida della BCC).

6 Il percorso progettuale e le alternative di intervento

Nell'intento di procedere ad una valorizzazione complessiva ed unitaria del Complesso, già nel 2014 era stato predisposto, dalla Città di Torino di concerto con il Politecnico di Torino, il Masterplan "Polo della Cultura e Campus dell'Architettura e del Design", il cui contenuto sviluppava un articolato programma di interventi finalizzati alla realizzazione di un Polo culturale di rilievo metropolitano, caratterizzato dalla realizzazione della nuova Biblioteca civica e da nuove aule e laboratori del Politecnico che avrebbero completato la presenza di quest'ultimo sull'asse del Po con il Campus dell'Architettura e del Design. Veniva inoltre confermata la funzione del Teatro Nuovo, insieme ad ulteriori attività complementari e di supporto a quelle principali per il completamento del progetto di insieme.

Il Masterplan prevedeva di utilizzare anche il padiglione 5 c.d. "Padiglione Morandi" di cui era prevista la ristrutturazione e la messa a disposizione del Politecnico con ipotesi di razionalizzare i servizi didattici e di studio individuale per i corsi di Laurea di Architettura, allo stato ospitati nel complesso della Cittadella Politecnica di via Boggio.

Tale documento, approvato con Deliberazione di Giunta Comunale mecc. n. 2014-02991 in data 1 luglio 2014, costituiva la base per l'attivazione dei diversi canali di finanziamento per la copertura integrale dei costi quali fondi strutturali europei, fondi propri della Città e del Politecnico, risorse legate alla Legge n. 65/2012 per la rifunzionalizzazione e la riqualificazione dei siti olimpici, sponsorizzazioni private, etc..

Con la medesima deliberazione veniva inoltre approvato lo schema di Protocollo di Intesa da sottoscrivere dalla Città e dal Politecnico che individuava i principi e i criteri di attuazione dei rispettivi impegni e le modalità di esecuzione.

L'attuazione degli interventi previsti dal Protocollo di Intesa per la realizzazione del "Polo della Cultura e Campus dell'Architettura e del Design" veniva infine demandata a un eventuale successivo Accordo di Programma ex art. 34 del D.Lgs 267/2000 e s.m.i.

Il Protocollo fu sottoscritto in data 28 luglio 2014; il Politecnico di Torino, attribuendo all'operazione una rilevante valenza programmatica, aveva inserito la previsione del Campus lungo l'asse del Po quale progetto qualificante del proprio "Piano Strategico di Ateneo 2014-2018" ribadendo di condividere con la Città il progetto ambizioso di realizzare "il Polo della Cultura e il Campus dell'Architettura e del Design" mediante la riutilizzazione e valorizzazione del complesso degli edifici storici localizzati nell'area.

In avvallo a quanto sopra il Ministero per l'Istruzione, l'Università e la Ricerca, aveva condiviso l'obiettivo di collaborare alla realizzazione dell'ambizioso progetto (Cittadella della Letteratura e dell'Architettura nella sede di Torino Esposizioni), sottoscrivendo in data 25 gennaio 2015 apposito Protocollo di Intesa con il quale lo stesso Ministero si impegnava, nei limiti delle risorse disponibili per l'edilizia universitaria, a contribuire alla realizzazione del progetto in relazione alla sua valenza strategica (DGC n. 2016 00251/125 del 26 gennaio 2016 presa d'atto dell'avvenuta sottoscrizione).

Nel corso degli anni successivi le ipotesi di riqualificazione per il Parco del Valentino, o per parti significative di esso, sono proseguite, proponendo diversi scenari, ma la complessità degli interventi e le considerevoli previsioni di spesa non hanno permesso di realizzare concretamente i progetti.

Nel 2017 la Città di Torino ed il Politecnico di Torino, attraverso SCR - Società di Committenza Regione Piemonte spa –affidava l'incarico per la redazione dello "Studio di Fattibilità (SdF) degli interventi di recupero e rifunzionalizzazione del complesso di Torino Esposizioni" (TOESPO), al fine di valutare condizioni, vincoli, opportunità per futuri interventi di riqualificazione del complesso. Tutto ciò nel quadro del protocollo d'intesa sopra citato, sottoscritto nel 2014: *"Il MIUR, Il Comune di Torino ed il Politecnico di Torino condividono l'obiettivo di collaborare alla realizzazione della Cittadella della Letteratura e dell'Architettura nella sede di Torino Esposizioni, realizzando uno spazio pubblico e culturale in grado di integrare attività di formazione e ricerca avanzata nel campo dell'architettura, della pianificazione e del design (Campus Valentino) integrato*

dalla presenza di un nuovo ed evoluto modello di Biblioteca Civica. Il Campus è concepito come uno spazio aperto alla Città e alla molteplicità dei suoi fruitori: cittadini, turisti, giovani, anziani, studenti di diversi atenei e famiglie. Un luogo in cui la sperimentazione dei nuovi modi di vita, della comunicazione, della mobilità e dei servizi sia tangibile e fruibile da tutti. Una parte di Città nella quale diventa fondamentale il disegno di suolo, che deve individuare un sistema di spazi connettivi e di relazioni in cui il vivere, il lavorare, lo studiare e fare ricerca diventino complementari.”

Lo Studio di Fattibilità, completato nel febbraio 2018, ha individuato e valutato tre scenari meta-progettuali per l’insediamento della Biblioteca Civica Centrale della Città di Torino e tre per il Politecnico. (v. *sintesi in Appendice*).

Per ciascun scenario era stata condotta un’analisi SWOT, individuandone i “punti di forza e opportunità” nonché i “punti di debolezza e rischi” oltre ai “costi” dei lavori desunti da valutazioni parametriche prudenziali ma prive dei costi di risanamento e conservazioni delle strutture storiche, la cui valutazione veniva demandata a successive indagini e sperimentazioni statiche e dinamiche ad ampio spettro e fatalmente di rilevante impegno economico e temporale.

Per la Città, oltre a due scenari che prevedevano l’insediamento della BCC era stata considerata anche, viste le perduranti difficoltà di finanziamento delle opere, l’opzione minimale della riqualificazione del complesso SOTTASS-NERVI ai fini della sua conservazione e del suo riuso per sole attività espositive.

Come appena detto le valutazioni prescindevano dalla conoscenza *sperimentale* del costruito, indispensabile per procedere al progetto dell’intervento di recupero degli immobili.

L’esame delle alternative era affrontato dallo SdF applicando le analisi multicriteria: una volta definite le alternative, venivano individuati i criteri di scelta dipendenti dai requisiti da soddisfare; in seguito, veniva applicato un confronto tra coppie di alternative in merito a ciascun aspetto considerato. Introducendo un adeguato sistema di pesi, in regime dell’importanza relativa dei vari criteri, si giungeva ad un ordine di preferenza delle alternative.

La soluzione prescelta prevedeva l’insediamento, in due fasi temporali, della nuova BCC all’interno dei padiglioni 2, 2b, 4 e 3 (in quest’ultimo era collocata la biblioteca per ragazzi), con la demolizione della

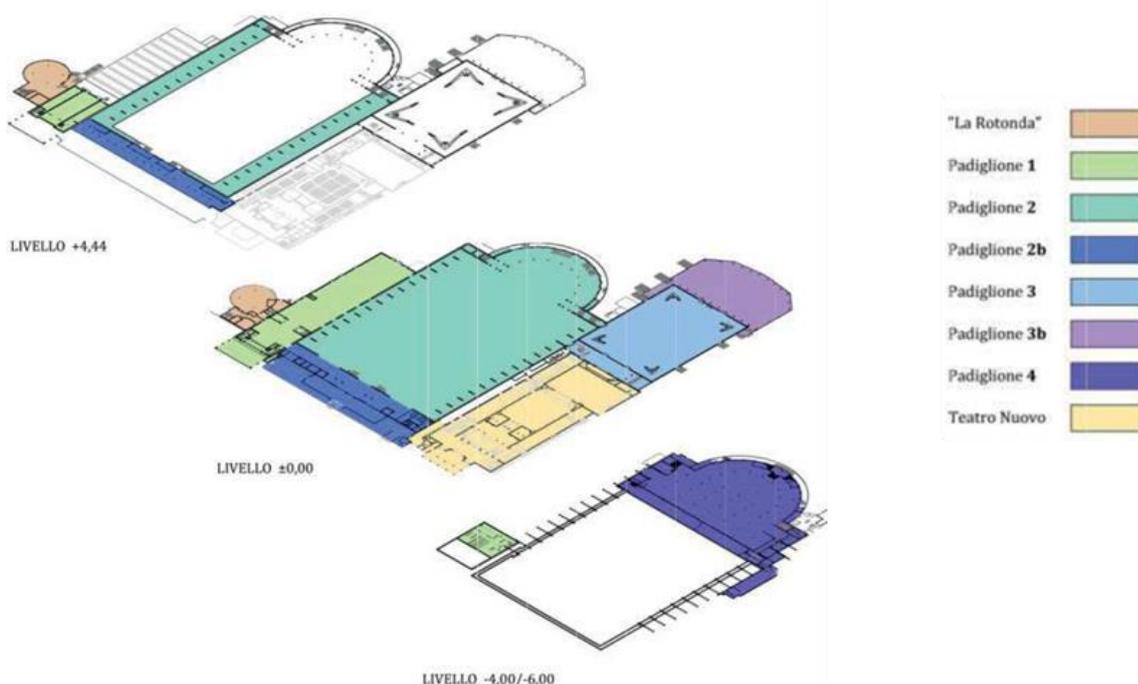


Figura 20 - Nomenclatura padiglioni

superfettazione sul fronte del **2b** e di tutto il **3b**, in luogo del quale ultimo veniva realizzato un giardino pensile a completamento della bordura a verde verso la *fontana dei 12 mesi*.

Il progetto della nuova Biblioteca era già concepito per armonizzarsi in quello di portata più ampia che comprendeva la realizzazione del Campus dell'Architettura, del Design e del Paesaggio. Il nuovo polo bibliotecario di Torino Esposizioni doveva quindi giocare un ruolo determinante all'interno della nuova struttura, incarnando un luogo di assoluta centralità per la comunità, ma ancor di più era previsto per costituire il punto di riferimento di tutti gli utenti del Campus Valentino quali studenti, docenti e ricercatori. A differenza dei campus anglosassoni, infatti, quello torinese non era dedicato alla sola formazione accademica, ma aperto al resto della cittadinanza, grazie alla sua struttura accogliente e fortemente permeabile, ancorchè identitaria e dalla inequivocabile impronta culturale. Risultava quindi evidente quanto fosse di primaria importanza nel progetto il tema della convivenza tra cittadini e mondo accademico.

La futura biblioteca si articolava su tre livelli: quota +4.44 (le balconate) per spazi di coworking, sale private e laboratoriali utilizzabili per attività di natura formativa ed informativa, anche secondo modalità tariffate; quota ± 0.00 in cui si concentravano attività di lettura e studio tradizionale; due sottopiani ipogei fino a quota -7.10: il primo destinato principalmente al sistema tecnologico-impiantistico ed il secondo al deposito del patrimonio librario ed a specifiche sezioni della biblioteca. La porzione orientale del livello interrato, corrispondente al padiglione **4**, ospitava il deposito dei volumi storici, un ampio spazio espositivo, gli Uffici Studi locali e Manoscritti Rari, la logistica funzionale anche al Centro Rete della BCC¹⁶

Per preservare la spazialità e valorizzare l'architettura esistente, era previsto di lasciare l'intero piano a quota ± 0.00 privo di strutture che potessero impedire la percezione dell'intero padiglione, lasciando così agli utenti la possibilità di godere a pieno del disegno delle trame della grande copertura voltata e della calotta dell'abside.

L'ingresso principale era previsto dal fronte affacciato su Corso Massimo d'Azeglio, in adiacenza ad un nuovo parcheggio ipogeo per auto e per moto e stalli per biciclette in superficie.

Gli ambienti a ridosso dell'ingresso erano pensati come uno spazio di connessione e di integrazione con l'esterno e vi trovavano alloggio una *caffetteria letteraria* ed un *laboratorio di sperimentazione urbana e sociale* per la progettazione partecipata di iniziative culturali, ma anche attività di rilevanza commerciale con un grado elevato di attrattività per pubblici differenti; a seguire i servizi di reference, tradizionale e digitale, per le operazioni di prestito e restituzione assistite.

La parte centrale del piano terra, dove erano collocate le attività di lettura e studio tradizionale, era organizzata con elementi di arredo atti a delimitare i diversi ambiti, senza ricorrere a strutture fisse; lungo i lati: scaffali aperti, le zone di servizio e back office del personale, postazioni per prestito e restituzione in modalità self-service.

Nella parte finale dell'abside, affacciata completamente sul parco, erano previsti spazi destinati alla lettura secondo modalità classiche ed informali, in modo da valorizzare le viste verso l'esterno attraverso le grandi vetrate e il contatto con la natura del parco.

Nel piano interrato trovava posto anche una sala convegni flessibile che poteva cioè essere suddivisa in spazi più piccoli e acusticamente isolati, così da consentirne l'utilizzo per esigenze diverse. Tale sala, in adiacenza planimetrica al padiglione **2b**, poteva fruire di servizi propri e di accessi indipendenti, tali da renderla fruibile autonomamente rispetto ai tempi di apertura della Biblioteca, quindi adatta anche per la funzione di "locale di pubblico spettacolo".

¹⁶ Rif SdF 2018

7 Il processo programmatico in corso

¹⁷A fine 2019 a seguito del tavolo interistituzionale istituito dalla Città di Torino con il Politecnico e l'Università sono state avviate una serie di indagini con l'obiettivo di configurare un piano di recupero degli spazi di Torino Esposizioni che ne valorizzasse appieno la caratura architettonica e la destinazione pubblica.

7.1.1 Il Recovery Fund – Next Generation EU

Lo strumento finanziario temporaneo, il cd Recovery Fund - Next Generation EU, ha offerto alla Città un'occasione importante per riqualificare il Parco anche dal punto di vista turistico e per rivitalizzare uno degli esempi più preclari dell'architettura del Novecento.

Nello specifico la Città, attraverso il recupero della funzione di connessione del Po e della sua navigabilità, con il conseguente ripristino degli approdi e delle infrastrutture necessari, intende ricucire in un unitario sistema paesistico-culturale le eccellenze paesaggistiche e architettoniche del Parco e quindi in particolare del comprensorio di Torino Esposizioni .

La nuova Biblioteca Civica e il recupero della funzione di connessione del Po costituiscono gli interventi "fulcro" per il completamento del sistema culturale di Torino, assegnando così al sito il ruolo di secondo polo di attrazione cittadino accanto al Museo Egizio, radicanone al contempo la vocazione locale di servizio alla comunità: luogo simbolo, attrazione culturale e turistica, aperta alla cittadinanza dove incontrarsi, fare nuove esperienze, imparare, leggere, conoscere.

Come in parte anticipato all'art. 3 con riferimento ai funzionamenti PNRR-PNC gli interventi più generali programmati nel comprensorio del Valentino si riassumono nei seguenti:

- Recupero delle architetture d'autore di Torino Esposizioni da destinare alla nuova Biblioteca Civica e al Teatro Nuovo
- Riassetto complessivo e riqualificazione delle aree a verde del Parco e della sua viabilità
- Ripristino attracchi e nuove opere per la riattivazione del trasporto fluviale e ripristino dei Murazzi
- Sistemazione Borgo Medievale
- Altri interventi, tra i quali: digitalizzazione, percorsi di connessione, piattaforme digitali per la promozione, arredi per la fruizione dei percorsi interni al parco, illuminazione scenografica degli esterni a basso impatto, spazi per l'alta formazione.

Il finanziamento statale sarà poi integrato con le risorse proprie del Politecnico di Torino interessato, come sopra evidenziato, all'utilizzo di parte di Torino Esposizioni per lo sviluppo del campus universitario della Facoltà di Architettura, nonché con una quota residua dei cosiddetti fondi post-olimpici.

In data 25 maggio 2021 la Giunta comunale, con deliberazione n. 432, ha approvato il Protocollo d'Intesa tra Città e Politecnico di Torino sul Complesso di Torino Esposizioni, disciplinante lo svolgimento in collaborazione tra i due Enti di attività volte alla rifunzionalizzazione del Complesso, che costituisce Accordo tra Pubbliche Amministrazioni ex art. 15 della Legge 7 agosto 1990, n. 241.

Con deliberazione n. 831 del 14 settembre 2021, la Giunta comunale ha preso atto del Master Plan predisposto allo scopo dal Politecnico.

In data 29 dicembre 2021, è stato sottoscritto il Disciplinare regolante i rapporti tra il Ministero della Cultura e la Città di Torino, i cui contenuti riguardano gli obblighi e le responsabilità in capo a ciascun Sottoscrittore, il rispetto delle tempistiche concordate, l'osservanza alle Linee Guida e alle circolari emanate dal Ministero dell'economia e delle finanze in tema di monitoraggio, controllo e rendicontazione e qualsiasi altra attività inerente la corretta realizzazione dell'intervento nell'ambito del PNRR-PNC.

¹⁷ Da PTE Città di Torino approvato con Deliberazione della Giunta Comunale di Torino n. 573 del 30/08/2022.

Con tale sottoscrizione la Città di Torino si è formalmente impegnata a realizzare i progetti descritti nella “scheda progetto” (B) allegata al Disciplinare nei tempi previsti ai sensi di legge (Allegato 1 al D.M. MEF del 15 luglio 2021 emanato a seguito del decreto-legge n. 59/2021), allo stato entro la primavera dell’anno 2026, pena la restituzione dell’intera somma ricevuta.

Con Deliberazione n. 106 del 1 marzo 2022 è stato approvato lo schema di concessione a titolo gratuito a Università di Torino e Politecnico di Torino dei padiglioni **1**, **3a** e **3b**. Il padiglione **1** viene concesso fino al 31 dicembre 2025 a Università di Torino con subentro automatico del Politecnico di Torino allo scadere del termine o prima della predetta scadenza laddove l’Università rilasci anticipatamente l’immobile. Nell’atto di concessione è previsto che l’Università e il Politecnico, nell’ambito della progettazione e riqualificazione dei padiglioni dati loro in concessione, si coordinino - anche mediante il supporto di S.C.R. Piemonte - con la Città con l’ulteriore impegno a reperire le necessarie risorse e ad attuare gli interventi di riqualificazione nei tempi previsti dal finanziamento PNRR per la conclusione della riqualificazione dell’intero complesso (allo stato attuale primavera 2026).

Nel frattempo, la Città ha individuato in SCR Piemonte il soggetto idoneo a fornire il supporto necessario alla gestione delle procedure pubbliche di progettazione e di esecuzione dei lavori.

8 Evoluzione del percorso progettuale a partire dallo SdF del 2018

Il progetto della Nuova Biblioteca raccoglie le esigenze della Città e riprende, amplia e sviluppa tutti i temi già presenti nelle ipotesi dello Studio di Fattibilità (SdF) del 2018, a cui si sono aggiunte nuove istanze ad integrare il ventaglio delle esigenze funzionali.

Le scelte “strategiche” dell’intervento erano state vagliate dallo SdF del 2018, confrontando tre ipotesi meta-progettuali e le relative valenze (v. *sintesi in Appendice*). Il presente progetto aggiorna la *soluzione realizzativa* emersa da quello Studio, introducendo alcune scelte sulla scorta delle esigenze ora espresse dal DIP e dal PTE ed emerse dal confronto con la Città ed in particolare con i referenti della BCC. Scelte progettuali sempre improntate al rispetto della concezione architettonica e strutturale originaria, al miglioramento del comportamento statico e sismico dell’opera, all’incremento della sua vita utile secondo normativa, per tendere infine alla sua massima valorizzazione della sua immagine iconica.

Un’evoluzione importante rispetto allo SdF 2018 è l’incremento della permeabilità a cittadini e studenti ottenuta con il doppio ingresso, dalla città sul fronte Ovest, dal parco del Valentino e dal padiglione **3** sul fronte Est. Questa scelta consegue ad un ripensamento degli spazi esterni: su corso Massimo d’Azeglio con l’eliminazione del volume aggiunto al p.t. del **2b** e la ridefinizione della facciata storica con il suo “sagrato”, e sul parco con l’eliminazione di tutti i sistemi di recinzione, l’auspicato restringimento della sezione stradale di viale Boiardo, il conseguente ampliamento della “corte sul parco” e la sua diretta accessibilità agli utenti del padiglione 3 (Politecnico).

Altra innovazione è un rinnovato uso e riplasmazione dei precedenti volumi interrati e la realizzazione di una grande corte ipogea aperta al centro della grande navata. Rispondendo alle necessità di spazi acusticamente confinati questa soluzione evita la creazione di nuovi volumi in rilevato, generando due livelli di piazza: uno alla quota attuale, l’altro ribassato e più raccolto, a livello inferiore.

Partendo dal fronte verso la Città, la “palazzina uffici” della Biblioteca accoglie sempre al piano terra un sistema integrato di servizi informazioni, bookshop e caffetteria con spazio incontri e vetrina urbana molto trasparente e permeabile, uno spazio che può vivere di vita propria anche indipendentemente dalla Biblioteca.

Il piano superiore della palazzina resta destinato agli uffici direzionali e dotato di accesso indipendente dedicato. Le aree destinate agli uffici, sovrabbondanti per i soli usi della biblioteca, potranno essere destinate anche ad altri enti pubblici collegati alle funzioni del complesso o ad attività di co-working.

Entrando invece nel cuore della Biblioteca, nella grande sala i percorsi sono molto intuitivi e determinati dalla conformazione stessa dell'edificio e dai pochi interventi del progetto, a conferma di quelli della *soluzione realizzativa* dello SdF. Ci si potrà muovere liberamente sulla piazza a livello, scendere alle funzioni interrato nella corte ipogea, salire sulle balconate interne, uscire sulla balconata esterna, accedere alla piazza-parco attrezzata e quindi entrare nel parco del Valentino da questa nuova uscita.

Strategica è stata l'implementazione dei collegamenti verticali già previsti dallo SdF, che riutilizza e migliora tutte le scale storiche, integrando con pochi elementi il sistema in modo da rendere simmetricamente e facilmente accessibile ogni zona del padiglione.

Il sistema delle utenze "speciali", già previsto a livello concettuale dallo SdF, si traduce ora concretamente negli spazi multiuso in ipogeo e sotto le balconate, dotati fra l'altro della facoltà gestionale di utilizzi "privati" mediante "prenotazione degli spazi", in particolare a livello ipogeo e al di sotto delle balconate, reso possibile da chiusure con setti vetrati, studiati per creare ambienti separati con il minor impatto visivo possibile ma acusticamente isolati.

9 La soluzione progettuale prescelta

9.1 Criteri guida del progetto

La soluzione progettuale dà attuazione agli obiettivi e alle Linee Guida del DIP e del PTE, illustrate nei capitoli 2 e 3 sulla falsariga degli esiti dello SdF del 2018 e delle risultanze dei rilievi, delle indagini e delle analisi condotte successivamente, nonché degli esiti di un confronto diuturno tra il gruppo di progettazione e la direzione della BCC, subendo in questo processo una serie importante di adeguamenti, integrazioni, modifiche che hanno generato il progetto descritto nel seguito.

9.1.1 Integrazione nel contesto

La collocazione della Biblioteca in un contesto a "Campus", come previsto dal PTE, risulta perfettamente coerente con l'intento trasformativo ed evolutivo della Città.

Una sensibilità sempre presente in ogni dettaglio progettuale è la chiarezza di un disegno d'insieme, forte ed evidente che, malgrado la suddivisione in parti, caratterizza in modo unitario, come centro urbano, l'intero complesso.

Il rapporto del nuovo complesso di Torino Esposizioni con il contesto prossimo (Parco del Valentino, fiume Po e Castello del Valentino), è visto attraverso lo studio degli aspetti urbanistici, dalla viabilità, ai parcheggi, ai percorsi della mobilità debole (cicli/pedoni/mezzi elettrici e ad alimentazione pulita), nonché al rapporto degli spazi interni con le aree pubbliche esterne.

La visione d'insieme è concertata con chi si occupa del riuso e restauro degli edifici adiacenti (Politecnico) in modo da allineare le scelte e armonizzare l'impatto architettonico degli interventi.

9.1.2 Gli interventi sulle architetture

La leggibilità degli edifici "ripuliti" da elementi e aggiunte incongrue riporta il complesso a quelle immagini fotografate appena a ridosso della sua costruzione. Questa visione esterna ben si coniuga con il ripensamento degli spazi interni anche qui disegnati per sottrazione (spazi ipogei e non nuovi volumi), mentre la conservazione e valorizzazione degli elementi architettonici e strutturali esistenti, preservando la leggibilità delle eccezionali strutture novecentesche, è concepita nel rispetto del recente vincolo di bene culturale storico emesso il 2 aprile 2020.

Gli elementi tecnici, distributivi e funzionali dell'intero complesso nonché delle singole funzioni sono organizzati all'interno grazie alle scelte progettuali che non hanno dovuto "forzare" la struttura esistente ma

assecondandone le geometrie spaziali ne hanno derivato un'interpretazione rispondente agli obiettivi della Città e della Biblioteca.

La nuova biblioteca si inserisce in un dibattito architettonico che vede la funzione bibliotecaria profondamente trasformata nelle destinazioni d'uso, dibattito che ha elaborato una serie di criteri derivanti dalle più recenti "library" del nord Europa, enfatizzandone alcuni e rinunciando ad altri ritenuti non coerenti con le specificità e le tradizioni della nostra storia.

9.1.3 Interazioni con il Politecnico di Torino

Il PdF del 2018 ha definito una serie di relazioni e interconnessioni tra le funzioni presenti e future nel Parco del Valentino.

La Biblioteca è stata fin dall'inizio pensata come il cuore del sistema Campus Valentino, enfatizzata da una concezione che la vede densa di nuovi servizi alla Città.

Il disegno della BCC si confronta in particolare con un progetto del Politecnico che intende trasferire una serie di funzioni strategiche di Architettura in adiacenze "bilaterali" alla biblioteca.

Questa vicinanza aumenta le capacità di interazione tra funzioni, della Città e del Politecnico, senza generare interferenze di particolare rilievo, ma anzi consentendo alle due funzioni di interagire in sinergia.

In sostanza il layout della biblioteca favorirà la "comunicazione esterna" tra le funzioni separate del Politecnico attraverso gli spazi riaperti al pubblico verso parco e verso la città. Inoltre, la stessa biblioteca, con i suoi nuovi servizi ancillari, diventerà una grande sala studio a disposizione della città e degli studenti.

Un tema della trattazione paesaggistica riguarda i criteri minimi di omogeneità dei progetti, guardando in particolare alle scelte architettoniche che vedono questo compendio storico come un "unicum", meritevole quindi di una strategia coordinata nella scelta di materiali, tecnologie e decisioni stilistiche e di restauro. Chiaramente la Biblioteca sarà il primo cantiere ad essere attuato divenendo di fatto il riferimento anche per le scelte successive del Politecnico.

La Città di Torino proprietaria del Complesso di Torino Esposizioni, ha destinato in uso-gestione a Enti differenti – Biblioteca Civica Centrale [BCC] e Politecnico di Torino [POLITO] – rispettivamente i Padiglioni 2 , 2b , 4 e i Padiglioni 1 , 3 , 3b.

Nella planimetria sotto riprodotta si evidenziano le così dette "sovrapposizioni di confine" che rappresentano i punti di contatto tra Biblioteca e Politecnico, da gestire "in condominio" sia in fase di esecuzione dei lavori che in esercizio.

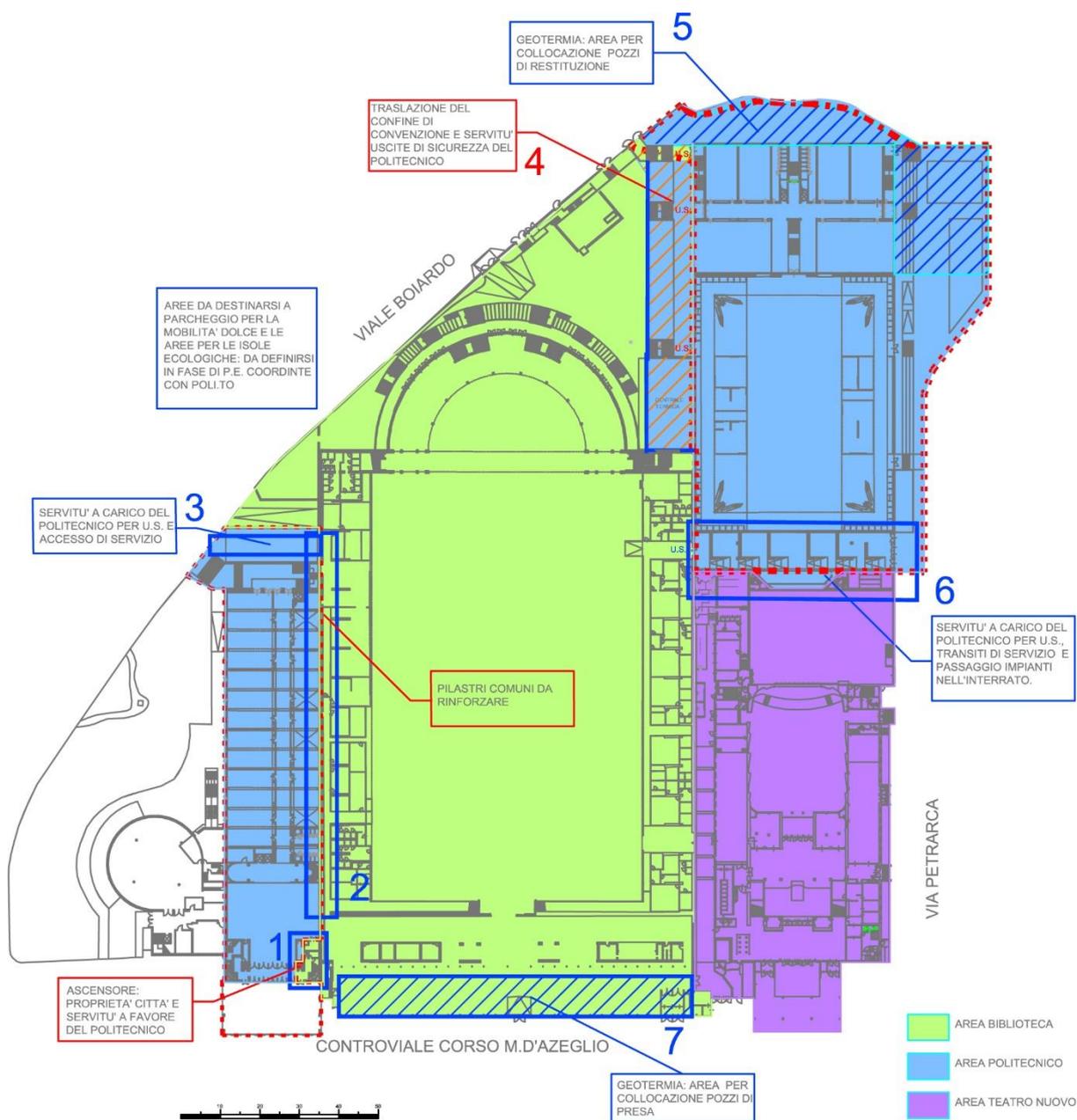


Figura 21 – Punti di contatto con aree adiacenti

Si tratta di *interferenze* la cui risoluzione patrimoniale ed operativa è demandata a specifici “accordi di condominio”.

Nell’elenco a seguire, oltre alla localizzazione delle *interferenze* si riportano anche le ipotesi, scaturite da incontri preliminari Città-Politecnico, che individuano le possibili linee d’indirizzo per la loro risoluzione.

L’Appaltatore deve considerare che le opere occorrenti sono eseguite a carico della Città nell’ambito dei lavori della Biblioteca.

1]. **Scala Sottsass:** catastalmente associata al Pad.2b, permette l’accesso diretto agli uffici Biblioteca del primo piano da Corso Massimo d’Azeglio. Sarà utilizzata sia dal personale del Politecnico che dal personale della BCC con accesso controllato (badge).

La progettazione e l’adeguamento della scala e dell’ascensore sono in capo alla BCC: sarà posto in opera un nuovo impianto ascensore (con caratteristiche per uso da parte dei disabili) che costituirà una servitù; proprietà

e utenza resteranno in capo alla Città con servitù d'uso a favore del Politecnico.

2]. **Connessione Struttura Pad.1 e 2:** dalle analisi condotte in fase di PFTE è emerso che i due padiglioni sono strutturalmente connessi.

La progettazione dei rinforzi strutturali delle membrature esistenti, ha tenuto in debito conto questa situazione e l'impiantistica ha provveduto ad una ipotesi di intervento riguardante la rete di captazione e smaltimento delle acque meteoriche.

3]. **Accesso da rampa:** l'area retrostante al Padiglione 1 è destinata al Politecnico ma è utilizzabile dalla BCC come via d'esodo e come accesso di servizio al p.t. della BCC.

4]. **Corte esterna e centrali impiantistiche:** la progettazione e realizzazione è in capo alla BCC. Restano da definire congiuntamente:

- a) Vie di esodo dal Pad.3 e gradonate adiacenti
- b) Collocazione/modifica della cabina di consegna IRETI che sarà destinata unicamente a BCC
- c) Centrale Geotermica

Con riguardo al tema a) è prevista una servitù di passaggio per le uscite di sicurezza dai Padd. 3 e 3b.

5]. **Localizzazione pozzi di restituzione:** nel progetto geotermico la zona indicata è destinata ai quattro pozzi di restituzione di uso comune BCC-Politecnico.

6]. **Via di emergenza per BCC:** sul corridoio compreso fra il Teatro Nuovo e il Padiglione 3 è prevista una servitù passiva a carico del Politecnico per transiti eccezionali o in emergenza a favore di BCC e per il passaggio in interrato di canali impiantistici.

7]. **Localizzazione pozzi di presa:** il progetto geotermico definisce la zona indicata come di collocazione dei quattro pozzi di captazione dell'acqua di falda di uso comune BCC-Politecnico.



9.1.4 Gli indirizzi della Soprintendenza

Nel parere di massima, richiesto dal Politecnico di Torino nel maggio 2022, per l’Autorizzazione di interventi su beni culturali (ai sensi dell’art. 21d.lgs.42/2004 e s.m.i), la Soprintendenza ha espresso una preventiva condivisione delle scelte progettuali formulate, che confermano la vocazione culturale e a servizi del complesso di Torino Esposizioni, dettando i seguenti indirizzi utili per le successive fasi progettuali:

- *“si dovranno valutare nel dettaglio le interrelazioni che si verranno a creare tra il nuovo Campus universitario e le aree pubbliche circostanti (Parco del Valentino, Fontana dei 12 Mesi, Corso Massimo d’Azeglio, via Petrarca, viale Matteo Maria Boiardo), inquadrando il recupero dei padiglioni in oggetto all’interno di un progetto complessivo di valorizzazione dell’area del Parco, che chiarisca valori e criticità attualmente presenti e potenzialmente riscontrabili a seguito degli interventi previsti, di cui la linea di sviluppo edilizio del “Campus delle Architetture” costituisce un importante tassello;*
- *saranno parimenti da definire le interrelazioni tra i padiglioni in oggetto e gli altri corpi edilizi che compongono il complesso di Torino Esposizioni (padiglioni 2, 4 e 5, Rotonda e Teatro Nuovo), valutando la possibilità di ripristinare varchi storici e di creare eventuali nuovi collegamenti;*
- *si dovranno approfondire gli interventi strutturali eventualmente necessari per la messa in sicurezza del complesso, prestando la massima attenzione affinché siano conservate le strutture storiche, alcune delle quali di eccezionale interesse. Eventuali modificazioni dovranno essere valutate attentamente al fine di risultare compatibili con la corretta lettura dei valori monumentali delle stesse;*
- *le trasformazioni previste all’esterno dei padiglioni, compresa l’ipotesi di una riplasmazione integrale del padiglione 3b, dovranno approfondire il linguaggio formale da adottarsi, gli allineamenti e le partiture, e predisporre opportune mitigazioni con quinte verdi nei confronti del Parco circostante.”*

Come precedentemente descritto, il progetto della Biblioteca è del tutto coerente con quanto raccomandato dalla Soprintendenza, sia nel primo punto più legato al ruolo che rivestirà la nuova Biblioteca Civica nei confronti della città, sia nei rapporti “con il vicinato”.

9.2 Gli aspetti funzionali

Il DIP definisce le macroaree funzionali della nuova biblioteca e ne propone un primo dimensionamento, specificando che le diverse funzioni *“non dovranno, in considerazione delle caratteristiche complessive dell’edificio, dare vita a spazi separati gli uni dagli altri, ma potranno essere declinate in differenti modi, nel rispetto del principio di flessibilità e permeabilità di spazi e allestimenti e, comunque, dovranno essere interconnesse fra di loro. Non viene indicata alcuna sezione dedicata al multilinguismo e ai contenuti specifici per chi ha difficoltà di lettura, in quanto tutta la biblioteca dovrà essere improntata al criterio dell’accessibilità universale.”*

Di seguito si riporta la segmentazione in macroaree delineata dalle Linee Guida del DIP che ne denomina le funzioni e ne dimensiona gli spazi

- *Zona d’ingresso, area attualità, informazioni di comunità, restituzioni e prestito in self-service, ecc. (caffetteria, bookshop, ecc.): almeno 2.300 mq*
- *Prestito e assistenza, orientamento e reference - 500 mq*
- *Sale conferenze - 1000 mq - Si dovrà prevedere almeno una sala conferenze con una capienza di circa 300 posti oltre ad almeno due sale da 50/100 max.*
- *Area con volumi e riviste a scaffale aperto articolata in aree tematiche e spazi per la socialità diffusa (compresa la sezione Torino e Piemonte) - almeno 8000 mq - 150.00 volumi.*
- *Area ragazzi e area adolescenti - 3000 mq*
- *Collezioni storiche, manoscritti e libri rari e di pregio - 800 mq*
- *Deposito interrato - 5.000 mq*
- *Area uffici - 1500 mq*

- Spazi (magazzini e spogliatoi) per pulizie e spazio infermeria

Lo studio delle funzioni da insediare e della loro articolazione spaziale si è avvalso, lungo tutto il percorso decisionale, della consulenza biblioteconomica del professor Maurizio Vivarelli (v. *Relazione Tecnica e specialistica delle opere architettoniche*) che ha contribuito in misura significativa all’impianto teorico delle scelte funzionali-distributive del progetto. Degli esiti concettuali di tale consulenza si riporta un estratto nel seguito.

9.2.1 Il modello biblioteconomico (dal rapporto del prof. Maurizio Vivarelli)

Il profilo biblioteconomico della nuova BCC è sviluppato tenendo conto degli indirizzi dello Studio di Fattibilità del 2017, delle Linee Guida predisposte dalla Amministrazione comunale di Torino nel 2022 e aggiornate nel DIP, ed infine definito ed assestato, nelle sue diverse articolazioni, nella fase di progettazione.

A partire da questo insieme complesso di orientamenti, il progetto ha configurato un modello biblioteconomico in grado di garantire due *funzioni* essenziali.

La *prima* tiene conto degli obiettivi funzionali indicati nel DIP e dei dati dimensionali e quantitativi lì contenuti, relativi a conservazione ed organizzazione delle collezioni, posti a sedere tradizionali ed informali, punti di servizio, postazioni di accesso al catalogo, alle risorse digitali, al Web, attività di natura laboratoriale e partecipativa etc.

La *seconda* ha configurato il modello biblioteconomico nello spazio reale, ispirandosi anche alle più recenti esperienze nord-europee e nord-americane, e valorizzando la sua capacità di generare forme funzionali, di equilibrio e di sintesi tra le variegate istanze dell’utenza.

Per comprendere meglio questa integrazione di valori, è utile distinguere alcuni livelli concettuali del modello biblioteconomico e gli elementi di connessione dei contesti in cui la biblioteca è inserita.

Il **primo livello**, fondativo, è relativo allo *spazio architettonico* dell’edificio che esprime le aspirazioni culturali del Razionalismo italiano.



Figura 22 - Schema delle funzioni spazializzate della Seattle Central Library (progetto OMA -2004)

Su queste basi razionali dell’edificio, nella sua monumentale maestosità, è innestato un modello biblioteconomico in grado di ospitare spazi e servizi *leggeri* capaci di esprimere dinamicamente la fluidità delle sollecitazioni postmoderne, la diffusione pervasiva delle culture e delle tecnologie digitali, la trasformazione dei modelli di organizzazione della conoscenza e delle pratiche di lettura, le esigenze di socializzazione nell’uso degli spazi.

Il **secondo livello** è quello dello *spazio bibliografico*, cioè dei contenuti documentari, fisici e digitali, riferiti alle diverse tipologie di risorse documentarie (libri, periodici, risorse digitali, fondi storici e collezioni speciali) interpretate in modalità olistica.

Il modello biblioteconomico si caratterizza per l’integrazione della dimensione diacronica e sincronica delle collezioni e dei servizi bibliotecari, evitando una schematica contrapposizione tra “antico” e “moderno”, e proponendosi invece di valorizzare le relazioni e le connessioni orizzontali e verticali che è possibile istituire e comunicare tra i diversi tipi di risorse documentarie.

Il **terzo livello** è quello dello *spazio digitale*, l'insieme degli strumenti, delle tecnologie, delle interfacce, dei sistemi di rappresentazione e recupero dell'informazione con i quali i contenuti documentari sono relazionati alle esigenze delle persone.

Il **quarto livello** è lo *spazio delle persone*, in cui gli utenti della biblioteca interagiscono con tutti gli altri livelli, secondo le più diverse modalità documentarie, informative, esperienziali, laboratoriali. Si tratta di ciò che accade quando le persone entrano in relazione con le diverse interfacce della biblioteca, e ne fanno uso prendendo un libro in prestito, utilizzando una risorsa documentaria digitale, valorizzando la propria esperienza di lettura, accrescendo le proprie capacità e competenze, usando gli spazi secondo modalità inclusive, partecipative e creative.

Il **quinto livello**, infine, è quello dello *spazio urbano e sociale* della città di Torino entro il quale la nuova BCC si situa, attraverso i due accessi: il principale su Corso Massimo D'Azeglio ed il secondo in connessione diretta con il Parco del Valentino ed il Campus delle Architetture.

9.2.2 L'organizzazione spaziale

L'ingresso principale su c.so Massimo d'Azeglio si colloca centralmente nel prospetto del padiglione **2b**.

Al piano terreno, aperti verso la città ed allineati su c.so Massimo d'Azeglio, alla quota di +0.49 m rispetto ad uno zero convenzionale su strada, sono collocati una Caffetteria-Bookshop, uno spazio cosiddetto "Vetrina" per il Comune di Torino, in cui esporsi/proporre promuovendo iniziative della Città stessa, e una saletta incontri con il suo foyer.



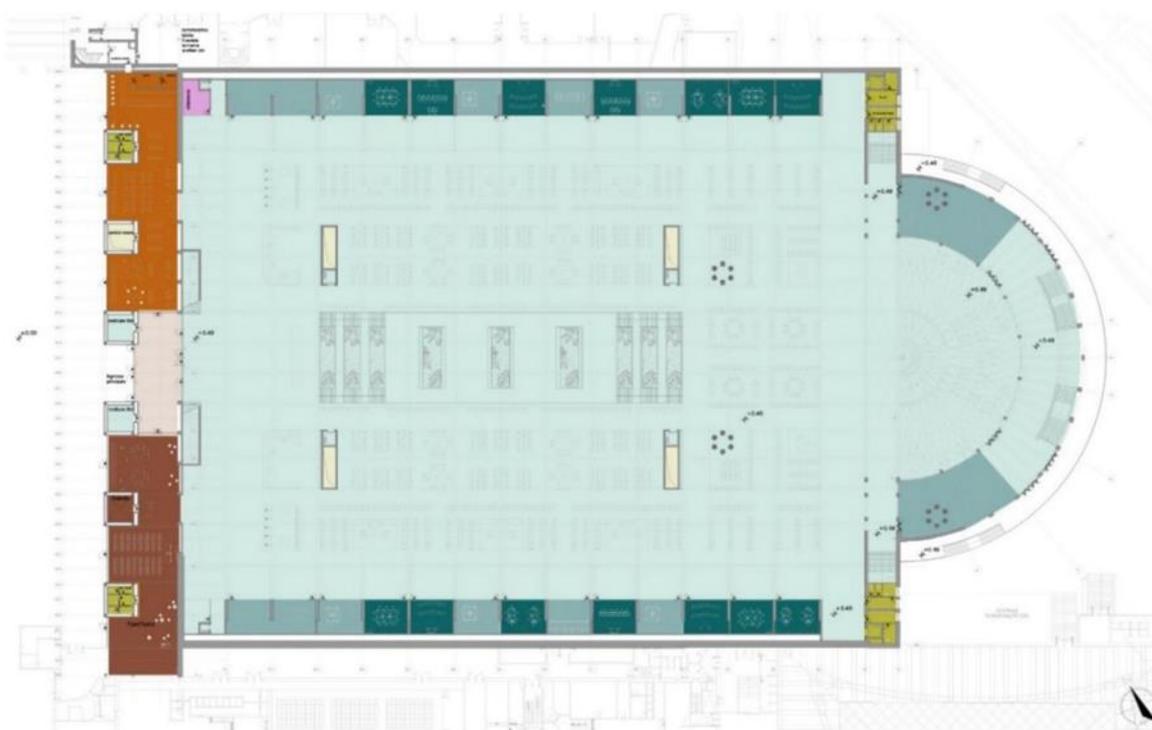
Figura 23 - Piano terreno padiglione 2b: interni della caffetteria-bookshop – Rendering di progetto

La Caffetteria ed il Foyer hanno accessi dedicati e spazi dotati di propri servizi funzionanti con modalità slegate dalle principali attività della Biblioteca per una fruizione indipendente dagli orari di apertura di quest'ultima.

La maggior parte delle superfici al piano terreno del padiglione **2** è dedicata agli usi di "scaffale aperto" con punti informativi, postazioni di prestito/restituzione libri, sale lettura, scaffali per libera consultazione, sedute individuali e postazioni pc, sale studio per tematiche specifiche, sale studio per attività di gruppo, aree relax, sezioni per bambini e ragazzi e spazi accessori.

Nelle fasce laterali del piano terreno, al di sotto delle balconate, si allineano una serie di sale “chiuse” rispetto al salone centrale. Si tratta di spazi destinati ad attività di gruppo su tematiche specifiche, isolate acusticamente dal grande salone centrale. Un idoneo isolamento acustico caratterizza tutti gli spazi incontri, in cui potranno essere organizzate riunioni o seminari di studio.

Questo articolato e grande salone sarà fruibile liberamente e facilmente, trattandosi di superfici poste interamente alla medesima quota e senza restrizioni di utenza al pieno utilizzo.



LEGENDA

 Ingresso	 biblioteca	 locale tecnico
 caffè letterario	 sala approfondimento tematico	 servizio igienico
 foyer / sala incontri	 sala incontri tematici	 infermeria

Figura 24 – Planimetria tematica di progetto – Piano terra

Gli spazi della biblioteca si estendono poi al livello balconate del padiglione 2, e si sviluppano sui lati lunghi della sala, simmetricamente, alla quota di +4.86m. Sono qui previste zone di sola lettura individuale ma dedicate a diverse fasce di età ed a temi speciali.

Le balconate sono organizzate con successioni di scaffalature libri, postazioni per consultazione, sedute informali su vari livelli e sono allestiti con un arredo fisso che crea una serie di sedute gradonate per le consultazioni del materiale estratto. Si tratta di un’area particolarmente confortevole perché indipendente rispetto al grande salone centrale e attrezzata in modo più informale. La presenza di lucernari conferisce un più diretto rapporto con l’esterno, che al di sotto della grande volta si percepisce lontano.

Ciascuna balconata è raggiungibile mediante due ascensori e due scale rettilinee, una posta in prossimità dell’ingresso principale e l’altra posta in corrispondenza dell’abside.



Figura 25 - Piano primo-livello balconate padiglione 2 – rendering di progetto

Al piano primo a quota +5.49 del padiglione **2b** sono collocati gli uffici della Biblioteca (in parte destinati a terzi), con affaccio su c.so Massimo d’Azeglio, caratterizzati dalla lunga striscia di finestre a nastro.

Questo blocco uffici, aperto unicamente al personale addetto, vive in modo autonomo rispetto al resto del complesso, con proprio accesso dal nucleo scala/ascensore inglobato nel padiglione **1**.

Lungo la facciata con finestratura continua sono allineati i singoli locali-ufficio disegnati per ospitare normalmente due persone caduno.

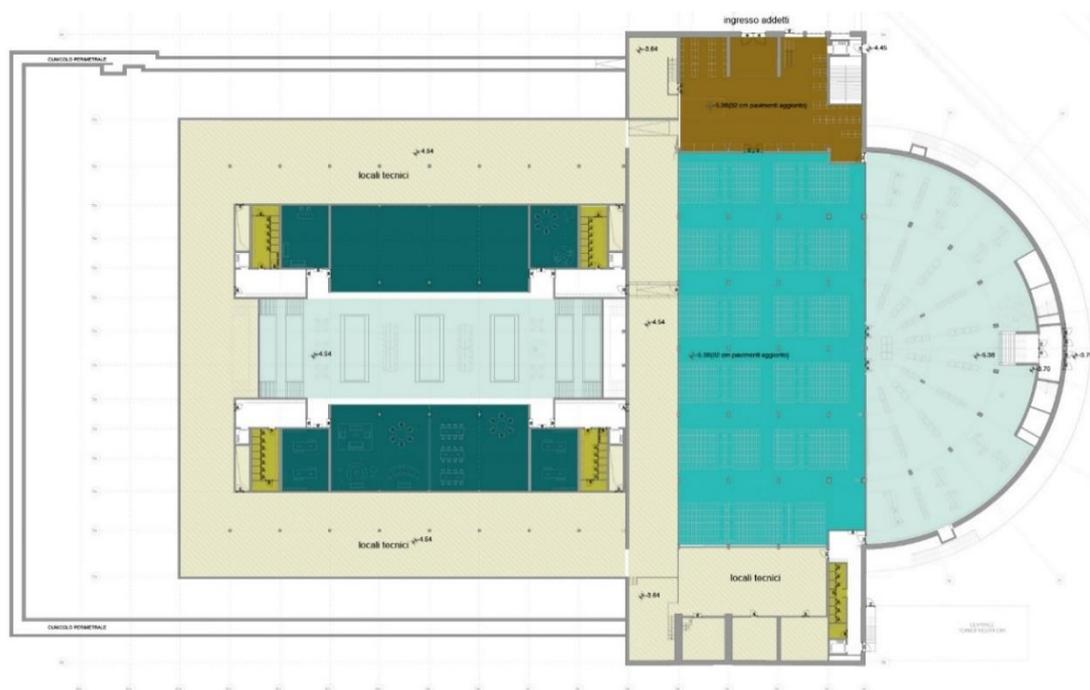
Dal lato opposto del lungo corridoio centrale due grandi spazi scoperti portano luce naturale all’interno e ospitano terrazze verdi visibili anche dall’interno del padiglione **2** attraverso nuove grandi vetrate che sostituiscono gli attuali tamponamenti ciechi.



Figura 26 - Planimetria tematica di progetto - Piano primo

Come si è detto il collegamento principale a questi uffici avviene attraverso il corpo scala in condivisione col padiglione 1 - ora utilizzato da UNI.TO ed in futuro da POLI.TO -, il cui ascensore sarà sostituito e reso idoneo a persone disabili. Gli uffici sono anche raggiungibili dalle balconate del padiglione 2 mediante due brevi rampe di scale simmetriche, ma quest'ultimo percorso funziona solo come via d'esodo dagli uffici per i dipendenti in caso d'incendio, mentre non ne è previsto l'uso da parte del pubblico per l'accesso agli uffici.

Nuovi spazi chiusi sono ricavati nel volume scavato alla quota di -4.50 m. raggiungibile mediante scaloni centrali che delimitano simmetricamente un grande giardino ipogeo allestito in fasce che scandiscono la distribuzione dei tavoli di studio, illuminati dalla grande volta vetrata che li sovrasta di oltre 20 metri.



LEGENDA

 biblioteca	 locale tecnico
 archivio compattabili	 servizio igienico
 laboratorio	 magazzino

Figura 27 – Planimetria tematica di progetto – Piano ipogeo

Ai lati del giardino si affacciano i citati spazi chiusi, sale polivalenti occupabili da associazioni, gruppi o chiunque presenti richiesta alla Biblioteca per corsi e incontri purché mai si tratti di pubblico spettacolo.

Adiacente al patio centrale è il grande archivio ipogeo (padiglione 4), con le sue scaffalature compattabili, posto a ca. 6 m. al disotto del nuovo livello terreno. Questo spazio è riservato al personale della biblioteca, quindi con accessi riservati tramite due corridoi che attraversano i locali tecnici.

Nella parte terminale del padiglione 4 ipogeo, in corrispondenza dell'abside, viene ospitato il fondo storico, accessibile dall'utenza e direttamente comunicante con i nuovi spazi esterni: si apre sulla corte orientale e sul parco del Valentino con le vetrate semicircolari ed è organizzato con scaffalature e postazioni di studio. Vi si accede attraverso il piano terreno con gli scaloni esistenti o l'ascensore. La restante porzione del nuovo livello ipogeo è occupata da locali tecnici che contengono le unità di trattamento aria, le dorsali di distribuzione di tutti gli impianti fluido-meccanici ed elettrici e i terminali dell'aria del sistema di climatizzazione.

9.3 Il comfort ambientale

9.3.1 Il progetto acustico

Dal punto di vista acustico, l'intervento tiene conto delle caratteristiche architettoniche delle preesistenze, della molteplicità delle funzioni previste e della necessità di fruizioni a differente "sonorità". In particolare:

- il padiglione Nervi, il più rappresentativo del complesso TOESPO ed ora destinato esclusivamente a spazi per la biblioteca, è edificio storico vincolato e come tale è soggetto alla tutela della qualità architettonica, per cui il progetto di trasformazione d'uso non deve alterarne il carattere storico, il pregio architettonico e la monumentalità;
- il programma funzionale della Biblioteca include spazi con usi differenti, destinati a diversi utenti, in particolare spazi che necessitano di silenzio e intimità alternati a spazi più vivaci e rumorosi.

In passato le biblioteche ospitavano un numero relativamente limitato di funzioni (conservazione di libri, lettura, studio) che non prevedevano la presenza di alcuna sorgente sonora particolare, mentre nelle biblioteche moderne, e quindi nella BCC, sono presenti spazi per attività più collettive (laboratori di lettura, attività di gruppo destinate ad utenti di fasce di età differenti ecc...) e spazi per la socialità (caffetteria, aree di incontro...).

Nella grande sala di lettura a scaffale aperto, visto il carattere storico dell'edificio, non è possibile prevedere zone acusticamente protette, né inserire un trattamento acustico di estensione tale da avere significative ripercussioni sul contenimento del tempo di riverberazione. La sala resterà caratterizzata quindi da un elevato tempo di riverberazione (anche molto lontano dai valori ottimali previsti per ambienti destinati all'ascolto della parola) che renderà possibile solo la comunicazione a distanza ravvicinata e che imporrà all'utente di mantenere un comportamento silenzioso. In questo senso il progetto si propone di sfruttare l'allestimento interno per creare delle zone acusticamente più protette: gli arredi potranno infatti integrare elementi fonoassorbenti tali da assorbire parte dei suoni prodotti dagli occupanti, riducendo l'energia sonora riflessa dalle superfici della sala.

Negli spazi chiusi delle attività collettive una buona comprensione del parlato viene garantita col controllo di parametri oggettivi di qualità come il *tempo di riverberazione* e gli *indici di intellegibilità*. Questi ambienti sono compartimentati tramite componenti edilizi di adeguato isolamento in grado di contenere il disturbo acustico verso gli ambienti adiacenti.

Al fine di individuare le soluzioni acustiche più idonee è stata eseguita la mappatura degli ambienti a differente rumorosità. Ne sono derivate le seguenti tipologie:

- locali rumorosi e per attività di gruppo, da isolare;
- spazi adattativi (zona accoglienza, consultazione) che funzionino da zona di filtro tra le aree più rumorose e quelle più protette, in cui sono previste schermature e comportamento "virtuoso";
- locali per attività individuali (lettura, studio) in cui è richiesto di rispettare il silenzio;
- locali non destinati alla permanenza di persone (es. spazi di circolazione).

Il progetto fornisce le specifiche tecniche per l'isolamento acustico e le prescrizioni circa i componenti edilizi (serramenti vetrati, partizioni verticali opache e vetrate, solai interpiano, trattamenti antirombo) al fine di garantire le prestazioni acustiche previste e gli accorgimenti per la corretta installazione di tutti i componenti, edili ed impiantistici.

Nella relazione specialistica "*Valutazione previsionale di rispetto dei requisiti acustici passivi e del comfort*" sono descritti nel dettaglio gli interventi acustici per gli ambienti in progetto e i risultati di calcolo.

9.3.2 Il progetto illuminotecnico

9.3.2.1 Illuminazione naturale

A livello nazionale il *fattore di luce diurna medio (FLDm)* è introdotto dal *Decreto Ministeriale Sanità 5 luglio 1975* relativamente ai locali di abitazione.

Non essendo disponibile un decreto riferibile all'uso della Biblioteca, è assunto il valore minimo del *fattore di luce diurna medio* indicato per la destinazione d'uso uffici dai seguenti riferimenti legislativi:

- *Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975*, “Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia e urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica”, emanato dal Ministero per i lavori pubblici di concerto con il Ministero per la pubblica istruzione
- *Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 22 novembre 1974, n.13011*, “Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere: proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione”.

I testi sopra citati prescrivono un valore minimo di *fattore medio di luce diurna* pari a 1%. Secondo il decreto sui CAM (D.M. 11 ottobre 2017), nei locali di edifici pubblici regolarmente occupati, deve essere normalmente garantito un *fattore medio di luce diurna* maggiore del 2%, pur essendo tale obbligo mitigato per il caso di edificio sottoposto a tutela secondo (D.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42).

Sebbene non previsto dalla normativa nazionale, per maggior completezza, si è proceduto all'inclusione nell'analisi anche degli ambienti che non prevedono un'occupazione continua (es. ambienti distributivi, ingressi, salette riunioni, etc.), così da ricavare valori del *FLDm* per tutte le parti della struttura.

Considerando che il concetto di *fattore di luce diurna medio* fa riferimento al caso (peggiorativo) di una condizione di cielo coperto, si è ritenuto opportuno condurre ulteriori analisi di *daylighting* utilizzando anche metriche cosiddette “dinamiche” (“*spatial Daylight Autonomy sDA*” e “*Annual Sunlight Exposure ASE*”).

Le attività condotte per la verifica del *fattore di luce diurna medio (FLDm)* e illustrate nella relazione specialistica di riferimento, permettono di accertare per tutti gli ambienti significativi testati la rispondenza ai requisiti di norma o valutarne gli scostamenti e le conseguenti integrazioni di illuminamento artificiale.. Lo stesso dicasi per i valori di *sDA* e *ASE*.

Il successivo livello di progettazione disporrà di dati più dettagliati con i quali si potranno affinare gli attuali risultati delle simulazioni, dando attenzione alle situazioni che hanno evidenziato delle potenziali criticità (in particolare per i valori *ASE*).

Il progetto attuale fissa requisiti prestazionali che dovranno essere rispettati nelle successive fasi progettuali e poi della costruzione, soprattutto in termini di caratteristiche dei lucernari in copertura e dei serramenti.

Come semplice esempio si riporta nel seguito un'immagine illustrativa degli andamenti dei parametri illuminotecnici valutati, rinviando alla relazione specialistica per le immagini prodotte nelle diverse situazioni temporali e per tutte le zone d'insediamento della BCC.

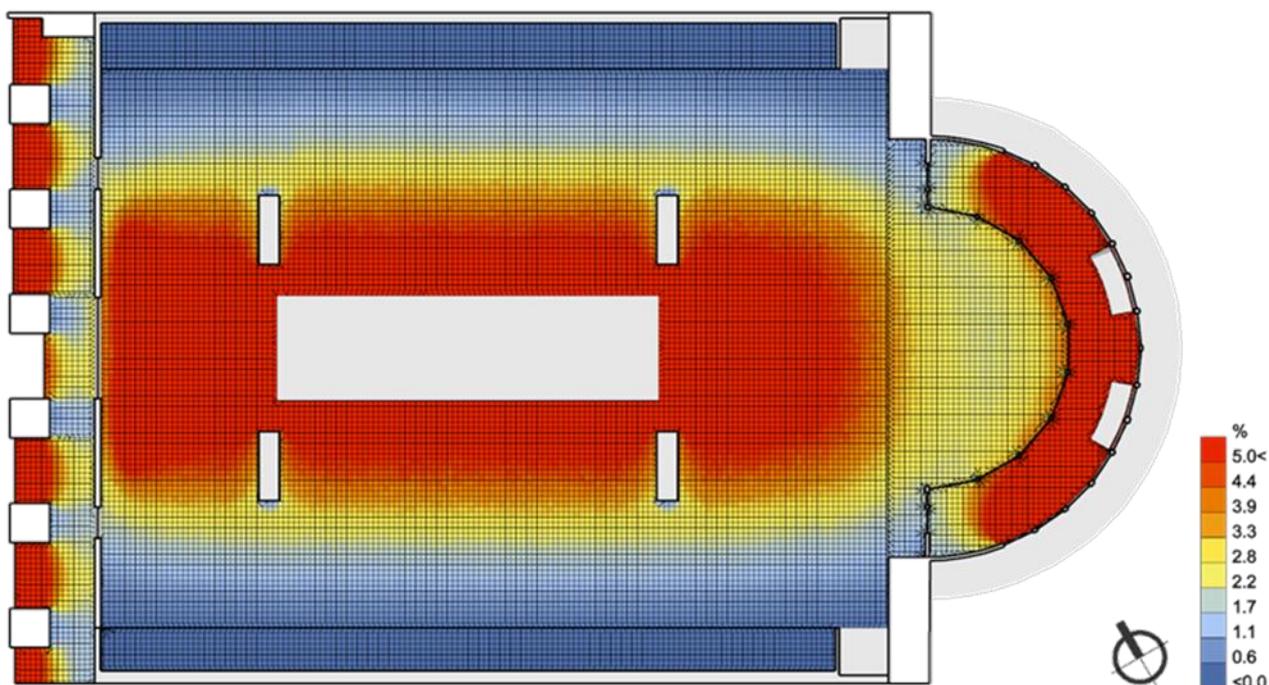


Figura 28 - Fattore medio di luce diurna (PIANO TERRENO)

9.3.2.2 Illuminazione artificiale

Il progetto delle luci d'ambiente ripropone il sistema di illuminazione originale, pensato da Nervi per caratterizzare gli ambienti realizzati. Ciò è possibile per alcune aree, grazie alla disamina delle foto storiche. Diversamente è adottato un sistema che sottolinea le architetture esistenti senza risultare invasivo o costituito da elementi predominanti rispetto all'involucro.

Le facciate

Il criterio progettuale è di segnare e comunicare le forme delle architetture creando un dialogo armonico con l'ambiente esterno.

La facciata principale, su corso Massimo d'Azeglio, viene proposta con illuminazione d'accento in due forme diverse: una volta verso la lunetta cieca che chiude il grande salone voltato, con apparecchi posti sulla copertura del padiglione **2b**, mentre la seconda destinata a far emergere le fasce opache che separano le vetrate del piano terra, per ridurre il contrasto determinato dalla illuminazione interna di queste ultime. Apparecchi lineari posti nel sottile aggetto tra il piano primo e il piano terra del padiglione **2b** conferiscono anche alle superfici cieche una propria visibilità.



Fotografia storica del fronte su corso massimo d'Azeglio in versione notturna



Vista renderizzata di progetto della facciata su corso Massimo d'Azeglio in versione notturna

Figura 29 - Confronto tra fotografia storica e render di progetto

La parte inferiore è retroilluminata grazie agli ambienti del padiglione **2b** al piano terra vetrati. Non saranno presenti ulteriori fonti luminose, essendo già presente una ben evidente illuminazione pubblica delle aree antistanti.

La facciata orientale verso il parco è illuminata da apparecchi montati verticalmente, a luce diretta e indiretta, collocati nelle fasce cieche tra le vetrate dell'abside, a sottolineare la semicircularità dell'involucro. Questa è ulteriormente evidenziata dai corpi illuminanti lineari disposti radialmente sotto la struttura della balconata, evidenziandone lo sviluppo anulare. Infine, i mancorrenti della balconata sono equipaggiati con apparecchi led lungo tutto il profilo.

Nella corte aperta verso il Valentino l'illuminazione è demandata ad apparecchi a Led montati su pali di altezza di circa 3.5 m. che scandiscono i settori della nuova pavimentazione esterna.

Gli ambienti interni

Per gli ambienti interni, ove possibile viene riproposta la situazione originale; diversamente si sono creati ambienti flessibili e adattabili a fruizioni alternabili, evitando elementi dal design caratterizzante che facciano "mostra di sé stessi" rispetto al contenitore edilizio.

Il padiglione 2b

Al piano terra, gli ambienti principali sono illuminati mediante apparecchi ad incasso nei controsoffitti, in un binario continuo che ospita faretti orientabili e dimmerabili lungo tutta la manica tranne nell'area dell'ingresso dove sono presenti incassi puntiformi. Al piano primo stesso criterio, un binario incassato nel controsoffitto percorre tutto il corridoio ed anche gli interni degli uffici avranno binari paralleli nel controsoffitto con sistema di faretti.

Il padiglione 2

Il sistema di illuminazione d'ambiente è speculare e simmetrico rispetto all'asse principale del salone, sia al piano terreno che al primo.

La grande navata è illuminata da proiettori disposti lungo tutto il profilo della copertura, dove le travi curve si impostano nella copertura piana: i corpi illuminanti sono allineati sui due lati lunghi in corrispondenza di una delle travi trasversali, posta circa a metà altezza tra il piano di pavimento e la sommità del soffitto, e proseguono sui lati corti formando un anello interrotto solo in corrispondenza dell'abside. L'effetto creato è una luce diffusa e non d'accento, quindi senza forti contrasti.

Al di sotto dei loggiati, per illuminare sia lo spazio centrale che le sale vetrate, sono previsti binari all'intradosso delle travi: ogni loggiato ha al di sotto quattro file di binari su cui sono installati farette, in tutte le campate tranne nelle ultime due ai lati dell'abside dove si trovano le scale.

L'illuminazione "funzionale" è completata dai corpi luminosi integrati negli arredi, tavoli e scaffali.

I loggiati, al piano primo, sono illuminati mediante tre binari a soffitto paralleli alla balconata, in cui sono posizionati corpi Led regolabili. Sono inoltre illuminati i lucernari con elementi rettilinei. Nella mezzera di ciascuna campata, inoltre, sono posizionati apparecchi puntuali che ripropongono quelli originali.

I locali del piano interrato, che affacciano sul patio verde, sono illuminati da apparecchi ad incasso nei controsoffitti, con disposizione lineare parallela al lato corto del padiglione.

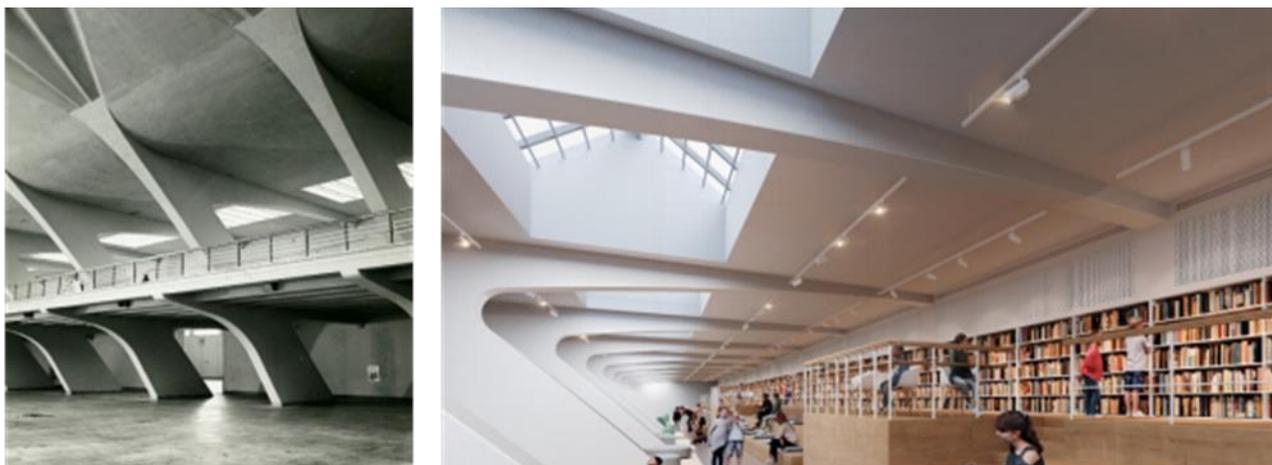


Foto storica dell'interno del salone, in cui sono evidenti proiettori collocati nel centro delle campate sotto la balconata del piano primo e vista renderizzata di progetto dei sopalchi con i 3 binari paralleli

Figura 30- Balconata interna - Confronto tra fotografia storica e render di progetto

Per la zona dell'abside viene riproposta la situazione originale documentata da foto ben leggibili. All'epoca di Nervi erano presenti tubi verticali montati sui pilastri che delimitano lo spazio semicircolare, su entrambe le facce opposte, una rivolta verso il centro l'altra verso le vetrate. Gli stessi apparecchi verticali erano anche applicati nelle fasce cieche tra i serramenti, lungo tutto l'abside. Il progetto ripropone la medesima configurazione, con apparecchi anche esteticamente simili a quelli storici ma ovviamente a Led. Questo allestimento è integrato da ulteriore illuminazione lineare posta a raggiera al di sotto delle travi della copertura piana dell'abside. Anche per queste aree l'illuminazione "funzionale" è completata dai corpi luminosi integrati negli arredi, tavoli e scaffali.



Foto storiche dell'abside in cui sono ben visibili le lampade verticali e stessa vista di progetto renderizzata
Figura 31 - Abside - Confronto tra fotografia storica e render di progetto

Anche al piano interrato della zona absidale sono riproposti elementi lineari disposti a raggiera, più fitti rispetto a come avviene nel piano terreno.

9.3.3 Comfort termo-igrometrico - strategie energetiche e impiantistiche

L'edificio, di proprietà pubblica, ricade nei disposti dei CAM (DM 11 ottobre 2017) per gli interventi di *Ristrutturazione Importante di I livello* (così come definiti dal D.M 26 giugno 2015, *Requisiti Minimi*) per i quali occorre garantire condizioni conformi almeno alla *classe B* della norma UNI EN ISO 7730:2006 in termini di **PMV** (Voto medio previsto) e di **PPD** (Percentuale prevista di insoddisfatti).

Il **PMV** (Valore medio previsto) rappresenta il voto medio che un gruppo consistente di persone assegnerebbe alla propria sensazione termica su una scala di 7 punti.

A partire dal **PMV** è possibile calcolare l'indice **PPD** (Percentuale prevista di insoddisfatti), il quale fornisce una previsione della percentuale di persone termicamente insoddisfatte, che sentirebbero pertanto troppo freddo o troppo caldo.

Alla *Classe B* corrispondono valori di **PMV** compresi tra -0,5 e +0,5, così come definiti dal punto 2.3.5.7 dei D.M. 11 ottobre 2017 sui CAM. La definizione delle classi di comfort introdotte dalla normativa sopracitata e dei valori corrispondenti di **PMV** e **PPD** è riportata nella tabella a seguire.

Tabella 1 - Correlazione classi di comfort e indici PMV e PPD

CATEGORIA	PPD (%)	PMV
A	< 6	-0,2 < PMV < 0,2
B	< 10	-0,5 < PMV < 0,5
C	< 15	-0,7 < PMV < 0,7

Oltre agli indici di “comfort globale” si considerano anche le cause che provocano *discomfort locale*, dovuto alla disomogeneità del raffreddamento o riscaldamento del corpo umano. Tali aspetti dovranno essere approfonditi in fase di progettazione esecutiva, in quanto direttamente dipendenti dalle tipologie di terminali effettivamente selezionati per la ventilazione meccanica e la climatizzazione. I principali parametri da tenere in conto sono:

- differenza verticale di temperatura;
- asimmetria della temperatura media radiante;
- pavimento con temperatura eccessivamente bassa o alta;
- correnti d’aria.

Si riporta nella tabella a seguire un quadro riassuntivo delle strategie energetiche messe in atto e delle ricadute attese sul comfort termo-igrometrico degli ambienti.

Tabella 2 - Analisi delle strategie energetiche messe in atto e dei benefici attesi sul comfort termo-igrometrico

INTERVENTO	RICADUTE IN TERMINI DI COMFORT TERMO-IGROMETRICO
COIBENTAZIONE DELLA TOTALITÀ DELLE STRUTTURE DELL’INVOLUCRO EDILIZIO CONFINANTI IL VOLUME CLIMATIZZATO E SOSTITUZIONE DEI SERRAMENTI ESISTENTI	Maggiore <i>uniformità della temperatura radiante</i> sia durante il periodo invernale che quello estivo e drastica riduzione dei possibili casi di asimmetria radiante
	Aumento della temperatura superficiale durante il periodo invernale e <i>riduzione dei casi di possibile condensa superficiale e di muffe sulle strutture edilizie</i> (ricaduta positiva per il miglioramento della qualità dell’aria interna anche se non direttamente correlata agli aspetti di comfort termo-igrometrico)
	Riduzione del carico termico in ambiente, così da permettere <i>l’utilizzo di terminali in bassa temperatura</i> per la climatizzazione invernale ed estiva, i quali saranno caratterizzati da una temperatura prossima a quella dell’aria in ambiente
	<i>riduzione della formazione di correnti d’aria</i> convettive conseguenti alla presenza di superfici caratterizzate da temperature superficiali distanti dalla temperatura media dell’aria in ambiente
UTILIZZO DI SISTEMI DI VENTILAZIONE A DISLOCAMENTO	Presenza in ambiente di <i>velocità dell’aria contenute</i>
	<i>Efficace rimozione degli inquinanti ambientali e dei VOC</i> dalle zone caratterizzate dalla presenza di utenza finale
UTILIZZO DI SISTEMI DI EMISSIONE DEL CALORE IN BASSA TEMPERATURA (SISTEMA RADIANTE A PAVIMENTO)	Maggiore <i>uniformità delle temperature in ambiente</i>
	Utilizzo di <i>sistemi normalmente più silenziosi</i> rispetto a soluzioni che prevedono solo sistemi di emissione tradizionali (bocchette ad alta velocità)

La *ventilazione a dislocamento* permette di contenere le velocità dell’aria in ambiente e di garantire un efficace smaltimento degli inquinanti (quest’ultimo aspetto acquista particolare efficacia in ragione delle elevate altezze della navata centrale del padiglione 2). Il sistema prevede l’immissione in ambiente dal pavimento di aria a bassa velocità la quale, riscaldandosi in inverno grazie al sistema radiante e ai naturali pennacchi termici caratterizzanti le persone e le apparecchiature elettroniche, aumenta di quota trasportando eventuali inquinanti nella parte alta degli ambienti (volumi non occupati dalle persone), dove sono smaltiti.

Tale tecnologia è utilizzata nella navata caratterizzata da un’elevata altezza interna, mentre per gli ambienti di altezza più contenuta (uffici prospicienti corso Massimo D’Azeglio, locali sotto le balconate e in ipogeo) sono adottati sistemi di ventilazione a miscelazione.

Le modellazioni del comfort sono state effettuate per gli ambienti ritenuti significativi, comprendenti, oltre alla grande navata del piano terreno, anche diversi locali posti agli altri piani del complesso.

Per l'analisi dei risultati dei calcoli si rimanda alla relazione tecnica specifica sul *comfort dell'ambiente interno*. Gli esiti ivi riportati confermano che per tutti gli ambienti significativi testati è confermata la rispondenza alla classe B della norma UNI EN ISO 7730:2006 così come prescritto dai CAM. Le verifiche sono state condotte con riferimento ai dati resi disponibili dal livello di approfondimento progettuale raggiunto. Il successivo livello di progettazione permetterà di affinare i risultati delle simulazioni qui ottenuti, con particolare attenzione alle potenziali criticità.

Si segnala in particolare l'ambiente dell'abside al piano terra che per le particolari caratteristiche delle vetrate di grandi dimensioni potrebbe, nelle condizioni estive maggiormente gravose, non rientrare in Classe B ma decadere in Classe C. Sono comunque escluse cause di discomfort globale particolarmente significative. In fase di progettazione esecutiva se ne dovrà approfondire il comportamento e selezionare di conseguenza i sistemi impiantistici e d'involucro (serramenti e tende interne) in funzione del massimo miglioramento possibile.

Ulteriori approfondimenti progettuali sono anche richiesti per la selezione degli ugelli a lunga gittata per l'ottimizzazione del loro funzionamento, così come descritto nella relazione specialistica.

L'analisi *fluidodinamica numerica* (CFD) sviluppata per la navata centrale fornisce esiti positivi circa il funzionamento dell'impianto a dislocazione che risulta in grado di garantire valori di comfort adeguati per tutta l'area occupata.

Il progetto fissa requisiti prestazionali che dovranno essere rispettati nelle successive fasi di sviluppo del progetto e della costruzione, soprattutto in termini di isolamento dell'involucro, caratteristiche dei lucernari in copertura e dei serramenti, oltre che di velocità dell'aria nell'ambiente occupato, che non dovrà essere superiore ai 0,2 m/s.

A mero titolo esemplificativo si riportano di seguito alcune immagini degli andamenti dei parametri *velocità dell'aria* e *temperature* valutati con l'analisi CFD. La raccolta completa di tali esiti è contenuta nella relazione tecnica sul comfort microclimatico.

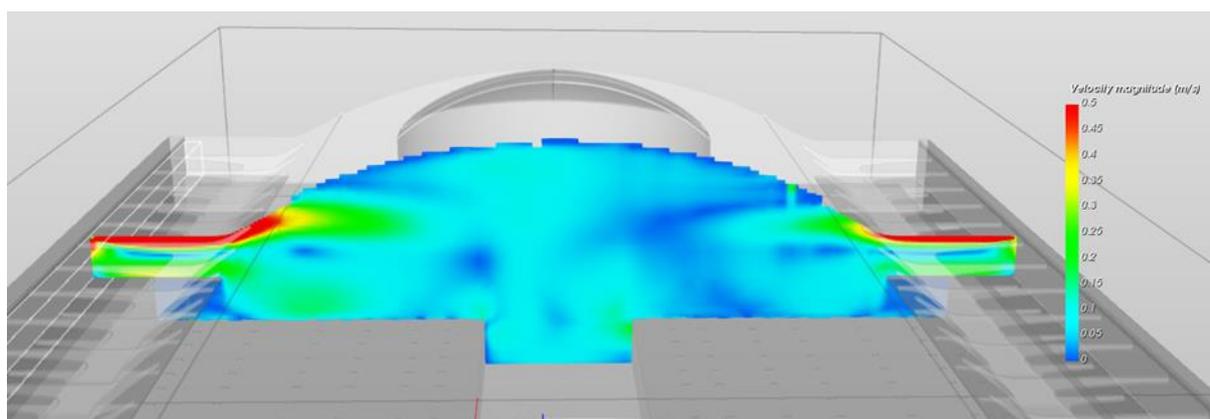


Figura 32 - Navata centrale - velocità dell'aria in regime invernale

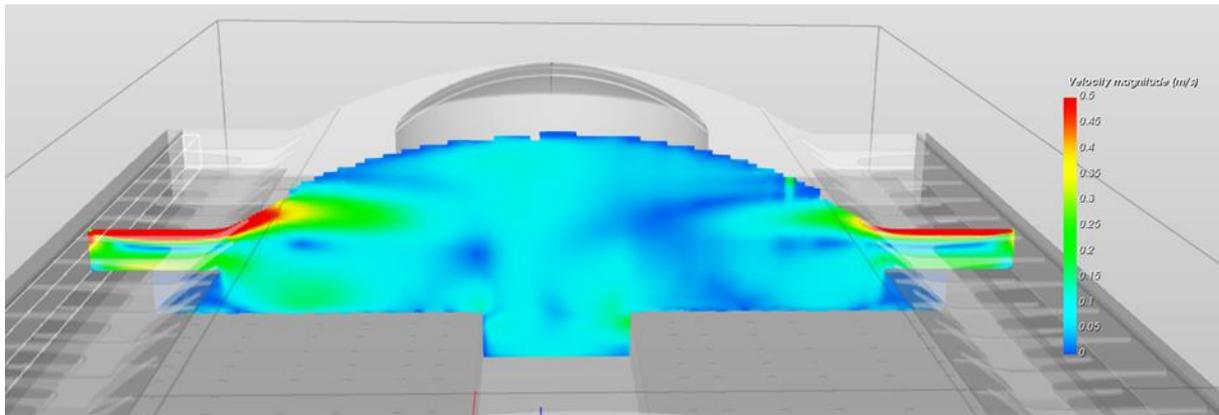


Figura 33 - Navata centrale – velocità dell'aria in regime estivo

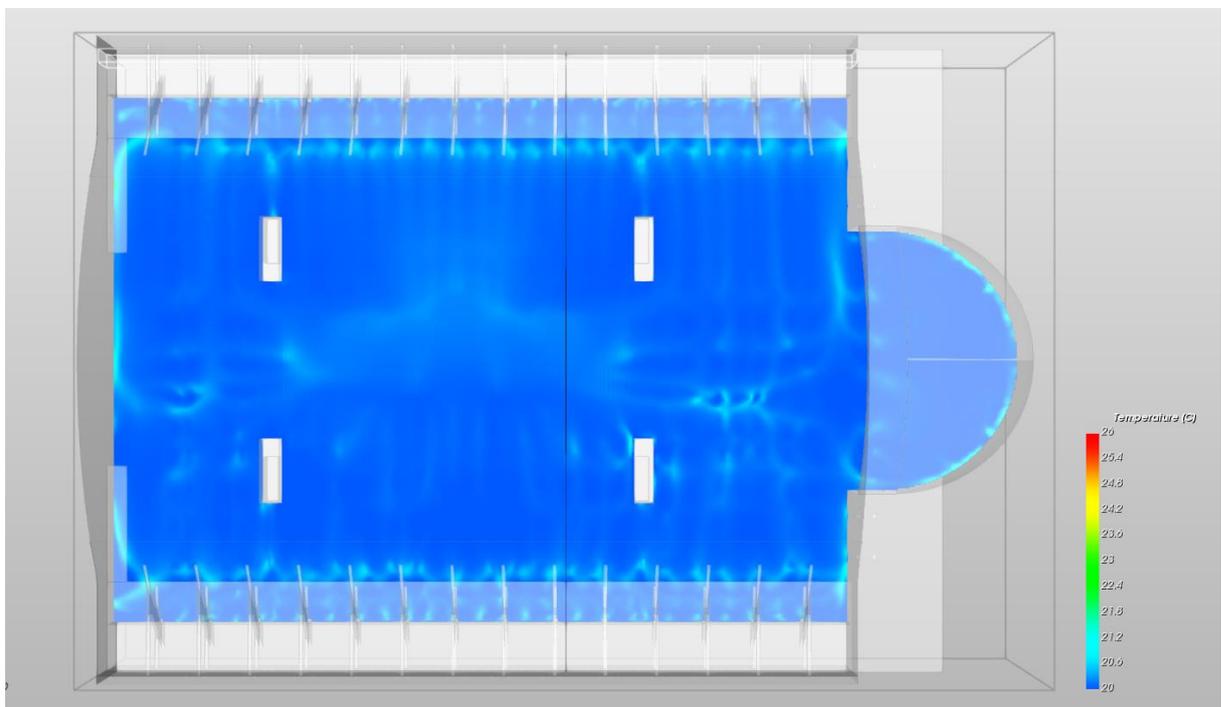


Figura 34 - Navata centrale – temperatura dell'aria in regime invernale

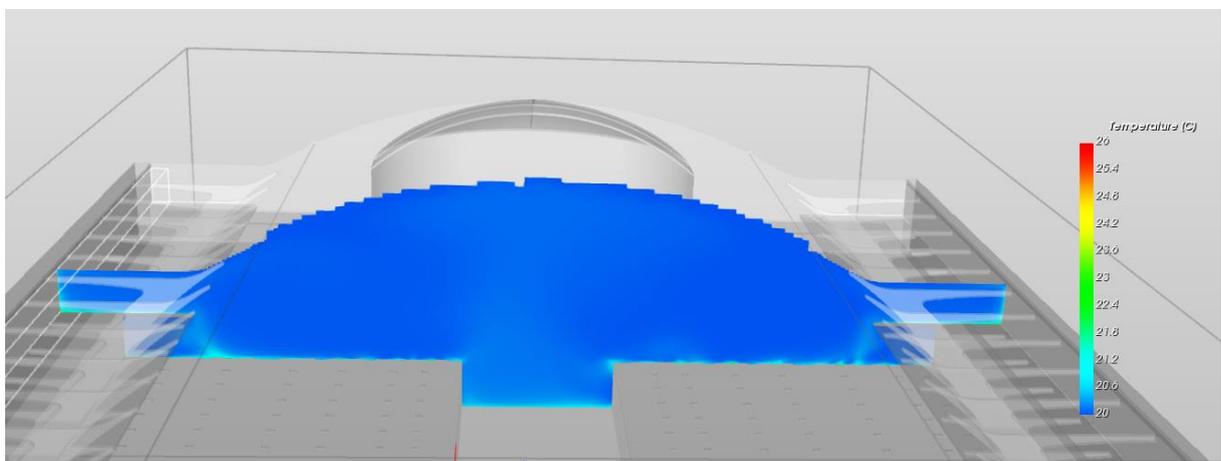


Figura 35 - Navata centrale – temperatura dell'aria in regime invernale

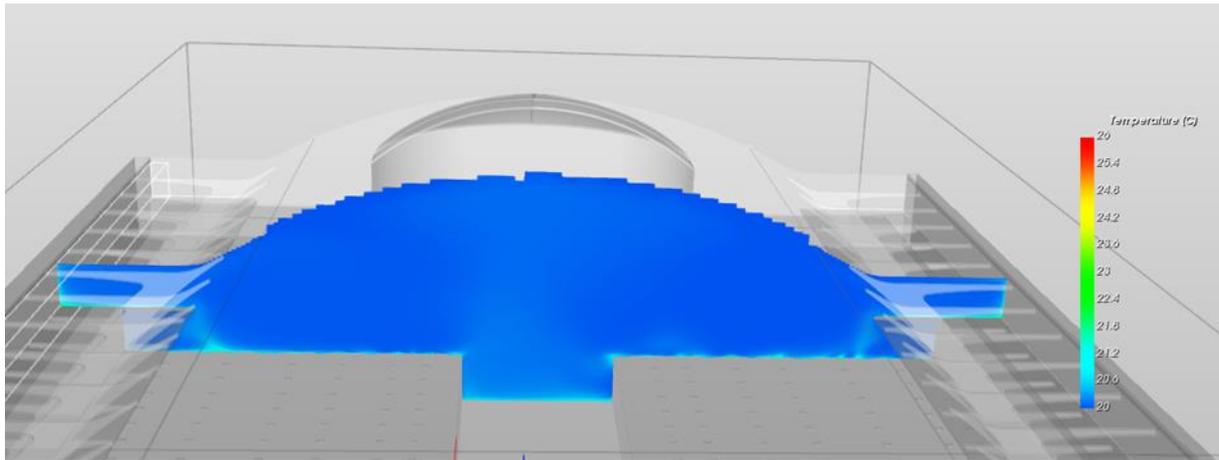


Figura 36 -Navata centrale – temperatura dell'aria in regime invernale

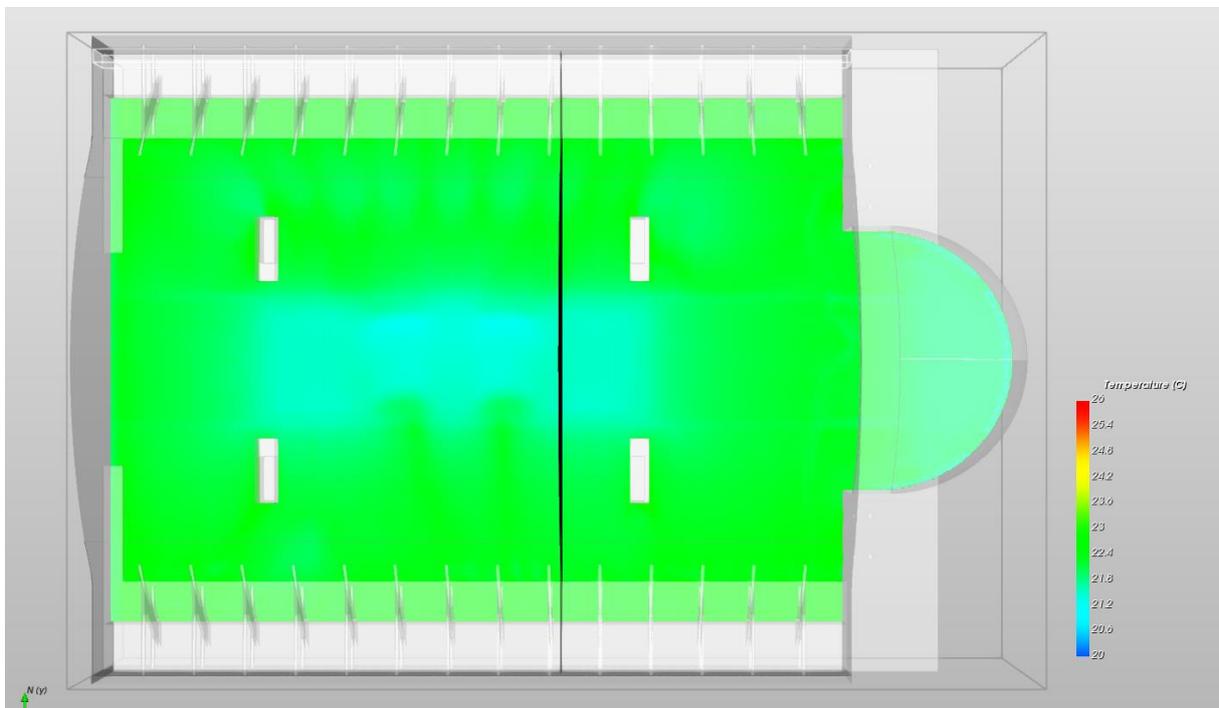


Figura 37 - Ambiente E (navata centrale) – temperatura dell'aria in regime estivo

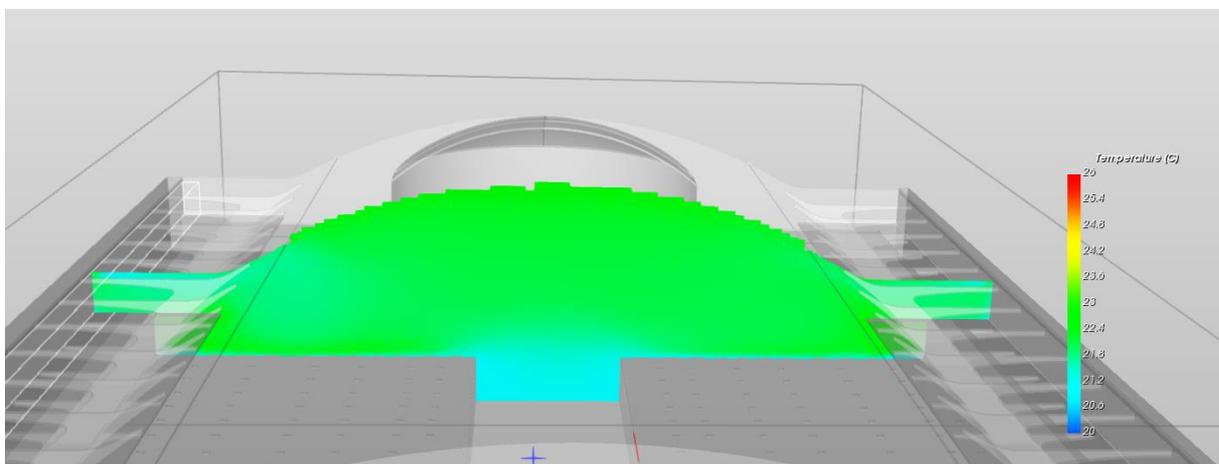


Figura 38 - Ambiente E (navata centrale) – temperatura dell'aria in regime estivo

9.4 Accessibilità

Il progetto garantisce un livello di accessibilità e/o di visibilità degli spazi interni tale da consentire la fruizione dell'edificio sia da parte degli utenti esterni che del personale in servizio, secondo le disposizioni di cui all'art. 3 del decreto del Ministro dei lavori pubblici 14-6-1989, n. 236.

È garantita l'accessibilità a persone con disabilità per tutti i locali in progetto, fatta esclusione per i locali tecnologici.

L'edificio della biblioteca ha tre varchi nel fronte principale, lato corso Massimo D'Azeglio, che portano direttamente alla quota di +0.49 m. alla quale si sviluppa il piano terreno.

Tutti questi ingressi (**A**, **C**, **D**, **E** di figura) sono fruibili da disabili su sedia a ruote, poiché la sistemazione del nuovo marciapiede prevede la realizzazione di rampe di raccordo che con pendenza <5% consentano di superare il dislivello tra la nuova pavimentazione e l'ingresso dell'edificio.

Per l'accesso dal lato del parco il vincolo della conservazione dei caratteri della facciata originale, ovvero la balconata aggettante dall'abside verso il parco, non permette consistenti alterazioni. Viene pertanto aperto un varco **B** nella facciata (v. figura) per realizzare l'ingresso al vano ascensore, che condurrà il disabile su sedia a ruote dalla quota esterna ai diversi livelli interni della biblioteca (unico ingresso differenziato per questa tipologia di utenti); si realizza peraltro un ulteriore accesso per disabili direttamente dal parco attraverso l'accesso **B*** che conduce ad un pianerottolo intermedio posto nell'abside: all'interno una piattaforma elevatrice collega questo pianerottolo a quota -3.40 m., con la quota -5.38 dell'interrato del padiglione **4**, dove sarà consultabile il fondo storico della biblioteca e da lì raggiungere di nuovo l'ascensore in **B** per raggiungere il piano terreno e la balconata.

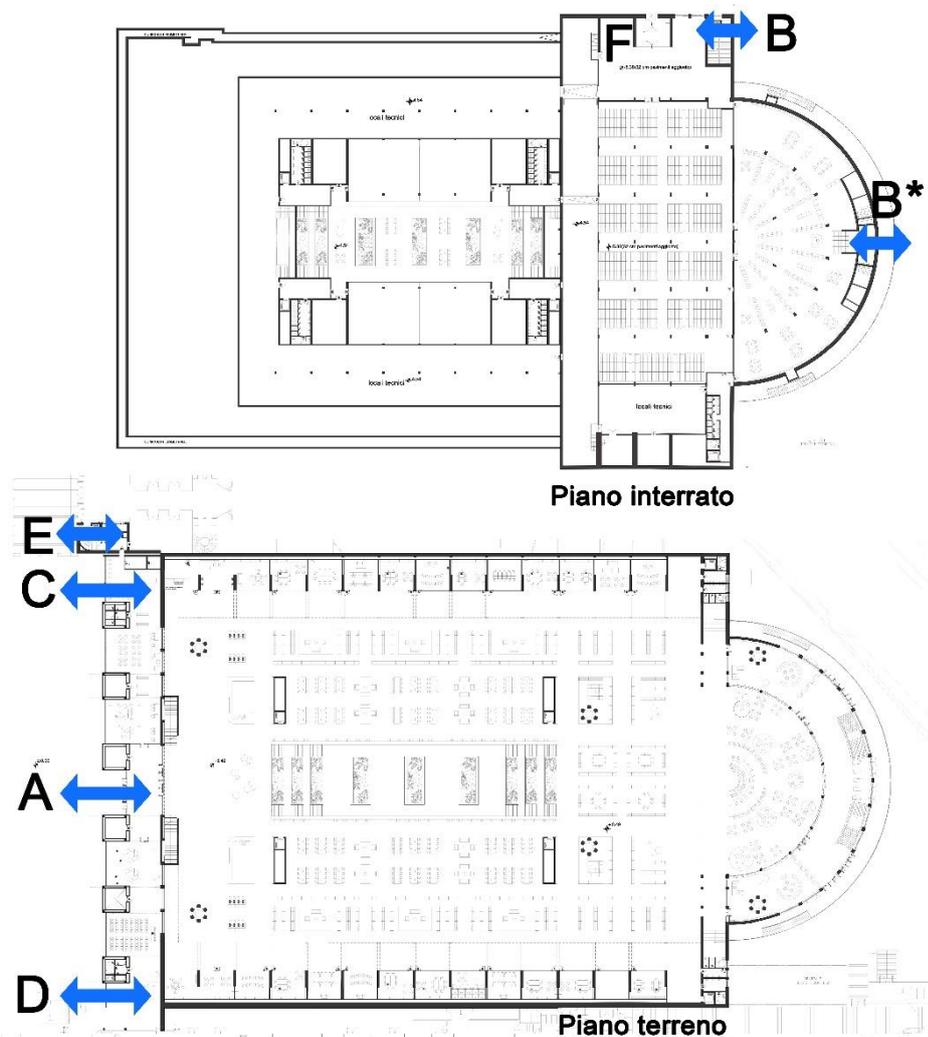


Figura 39 - Indicazione planimetrica degli accessi fruibili da disabili su sedia a ruote

Il cortile verso il parco è pavimentato in pietra e calcestruzzo architettonico, ma sempre con rampe di raccordo di pendenza inferiore al 5%.

L'accesso **E** al vano scala-ascensore condiviso con il Politecnico e situato nel padiglione **1**, è lo stesso per tutti gli utenti autorizzati (dipendenti), che potranno scegliere se utilizzare scale o ascensore: il livello primo del padiglione **2b** è così completamente accessibile da disabili su sedia a ruote.

L'accesso indicato con la lettera **F** è invece riservato a manutentori e addetti alla logistica.

Il piano terra è interamente e liberamente fruibile da disabili su sedia a ruote, trattandosi di spazi posti alla medesima quota +0.49 m. senza ostacolo alcuno. In corrispondenza dei vani scala sono sempre presenti ascensori.

L'accessibilità al patio interrato nel padiglione **2** è garantita attraverso 4 nuovi ascensori.

Per raggiungere l'interrato dall'abside, dove si trova il fondo storico, il disabile potrà utilizzare gli ascensori posti agli estremi del fronte orientale, ove si innesta l'abside o in alternativa, in caso entrasse dal parco, utilizzare la piattaforma elevatrice di collegamento dal piano piazzale al piano ipogeo.

Dal piano terreno, l'utente può raggiungere le balconate utilizzando i 4 ascensori posti alle estremità del grande salone centrale. Anche tutto il piano primo sarà interamente e liberamente fruibile da disabili su sedia a ruote, trattandosi di spazi posti alla medesima quota +4.86 m. senza ostacolo alcuno.

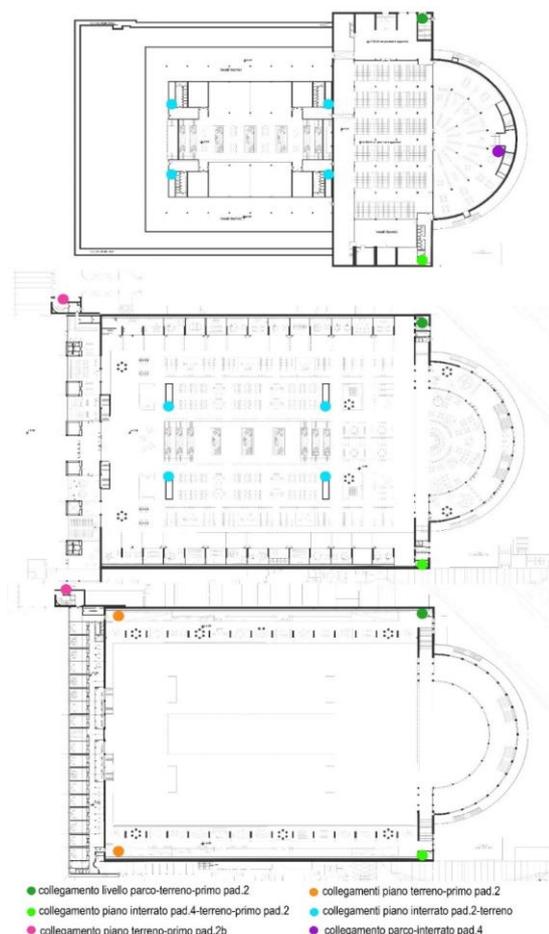


Figura 40 – collegamenti verticali da disabili su sedia a rotelle

Ai fini dell'eliminazione delle barriere architettoniche si sono considerati disabili (anche solo temporaneamente) tutte quelle persone con limitazioni permanenti o temporanee alle capacità fisiche, mentali, sensoriali o motorie. A titolo di esempio possono essere considerati tali non solo le persone su sedia a rotelle ma anche chi ha un arto fratturato, chi è portatore di menomazioni agli organi sensoriali, le donne in stato di gravidanza, gli anziani, i bambini e in generale le persone non autosufficienti.

Il D.M. 10 marzo 1998 infatti fa riferimento a:

- le persone che utilizzano sedie a rotelle e quelle con mobilità ridotta
- le persone con visibilità o udito menomato o limitato.

A garanzia della sicurezza di tali soggetti il gestore della BCC organizzerà opportune procedure gestionali, come per esempio incaricare alcuni addetti che possano, in caso di emergenza, assistere i disabili per metterli in salvo. Ma già il progetto prevede misure edilizie e impiantistiche ai fini della sicurezza dei disabili in caso di evacuazione, come la collocazione degli "spazi calmi" individuabili nelle specifiche planimetrie ai vari piani dei tre paglioni 2, 2b e 4, e secondo le esigenze della normativa antincendio.

Pur tenendo conto che l'oggetto dell'intervento è un edificio esistente e vincolato, nel progetto sono eliminati gli ostacoli di tipo edilizio come la presenza di gradini e la non linearità dei percorsi, gli ostacoli di tipo impiantistico o gestionale come la presenza di porte che richiedono un sforzo eccessivo per l'apertura, l'organizzazione degli arredi e dei macchinari che rendano difficile i movimenti degli utenti, la mancanza di alternative all'utilizzo delle scale per l'esodo autonomo in caso di emergenza.

In conclusione, il progetto adotta le soluzioni necessarie per garantire l'*accessibilità* o la *visitabilità* dell'edificio prevedendo una adeguata distribuzione degli ambienti e specifici accorgimenti tecnici per contenere i rischi anche nei confronti di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale.

10 Sicurezza antincendio

Il progetto antincendio si pone obiettivi precisi in caso d'incendio:

- Conservare le caratteristiche architettoniche originarie evitando, per esempio, intonaci protettivi delle strutture storiche o impianti di rivelazione, allarme o spegnimento a vista nei grandi volumi della navata centrale o dell'abside
- Proteggere dall'incendio le presenze umane e il patrimonio documentale della BCC, evitando mezzi di spegnimento inadeguati (acqua, gas inerti) sia intrinsecamente e sia per i grandi volumi coinvolti
- Provvedere a percorsi di esodo e a sistemi di evacuazione fumi e calore congeniali al disegno delle opere esistenti, evitandone stravolgimenti e limitando il coinvolgimento, con servitù passive, dei padiglioni adiacenti destinati a terzi

La strategia antincendio risultante si condensa nell'uso generalizzato di un sistema di spegnimento ad acqua nebulizzata (comunemente water-mist) concentrato laddove, nei grandi volumi, si concentra il carico d'incendio (negli scaffali) e a soffitto nei locali di altezza normale (uffici, teche, laboratori, deposito compatti). L'analisi prestazionale eseguita, con soluzioni "alternative" e studi fluidodinamici correlati, ne documenta la conformità normativa (v. relazione di prevenzione incendi).

Dalla relazione di prevenzione incendi sono estratte, a titolo meramente illustrativo, le figure a seguire che riportano in successione uno schema di scaffale librario con tettuccio tecnico porta rivelatori e ugelli water-mist e poi piante e sezione del fabbricato con le simbologie indicanti sistemi di allarme e spegnimento, percorsi di esodo, serramenti per l'aerazione e l'evacuazione fumi, gli "spazi calmi" attrezzati per persone con disabilità motorie e sensoriali.

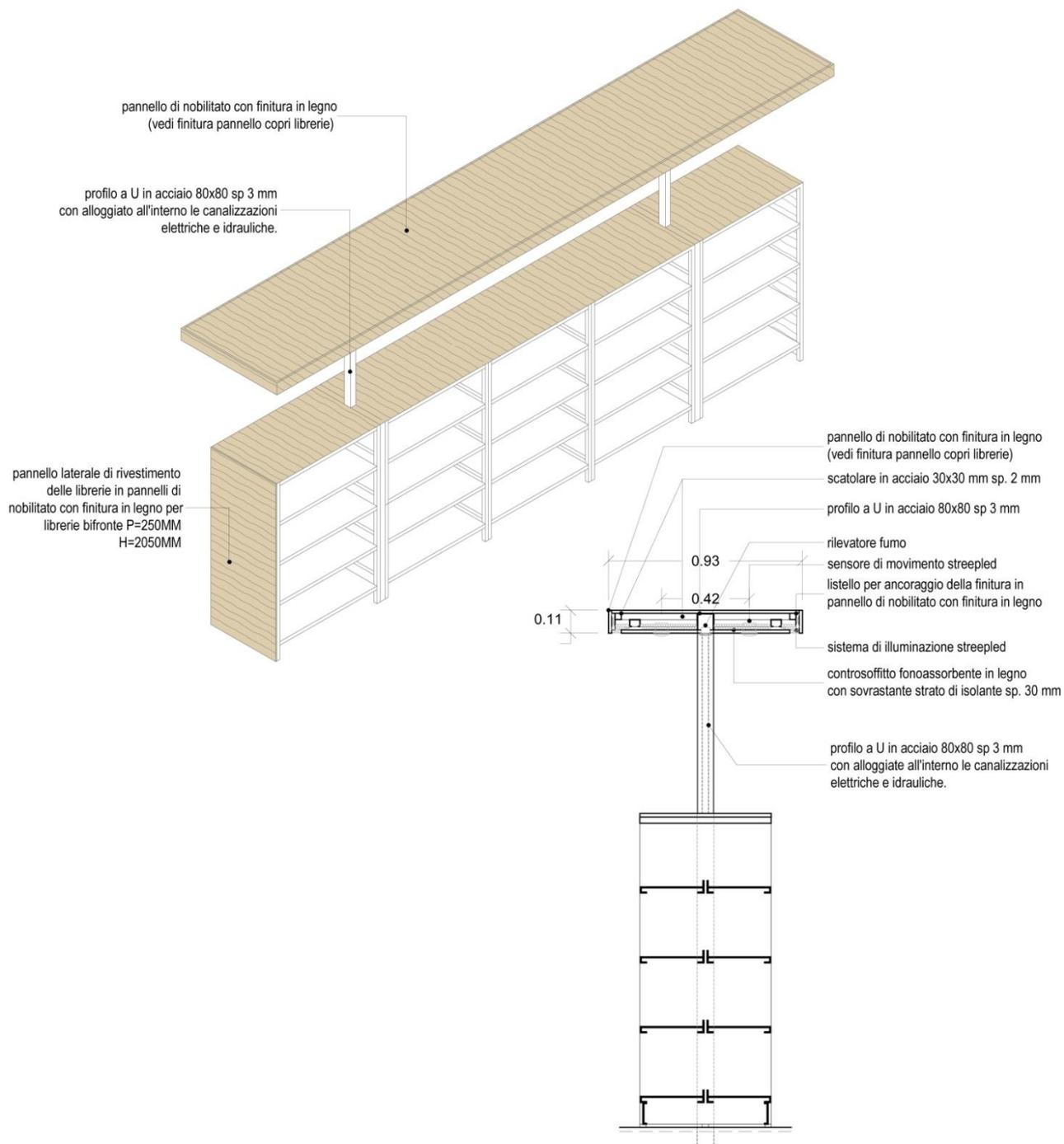


Figura 41 - Scaffale librario

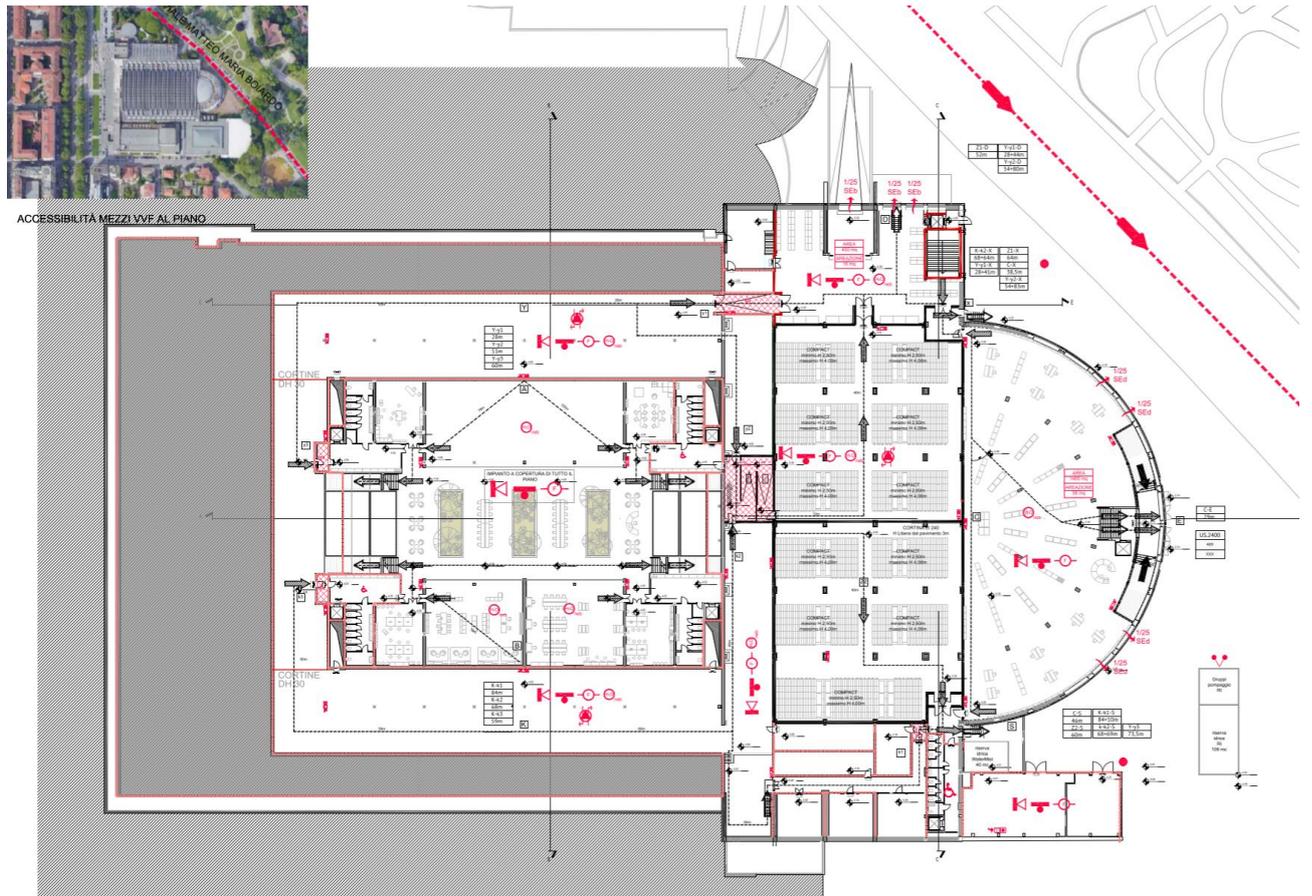


Figura 42 - Progetto di prevenzione incendi - Pianta piano interrato

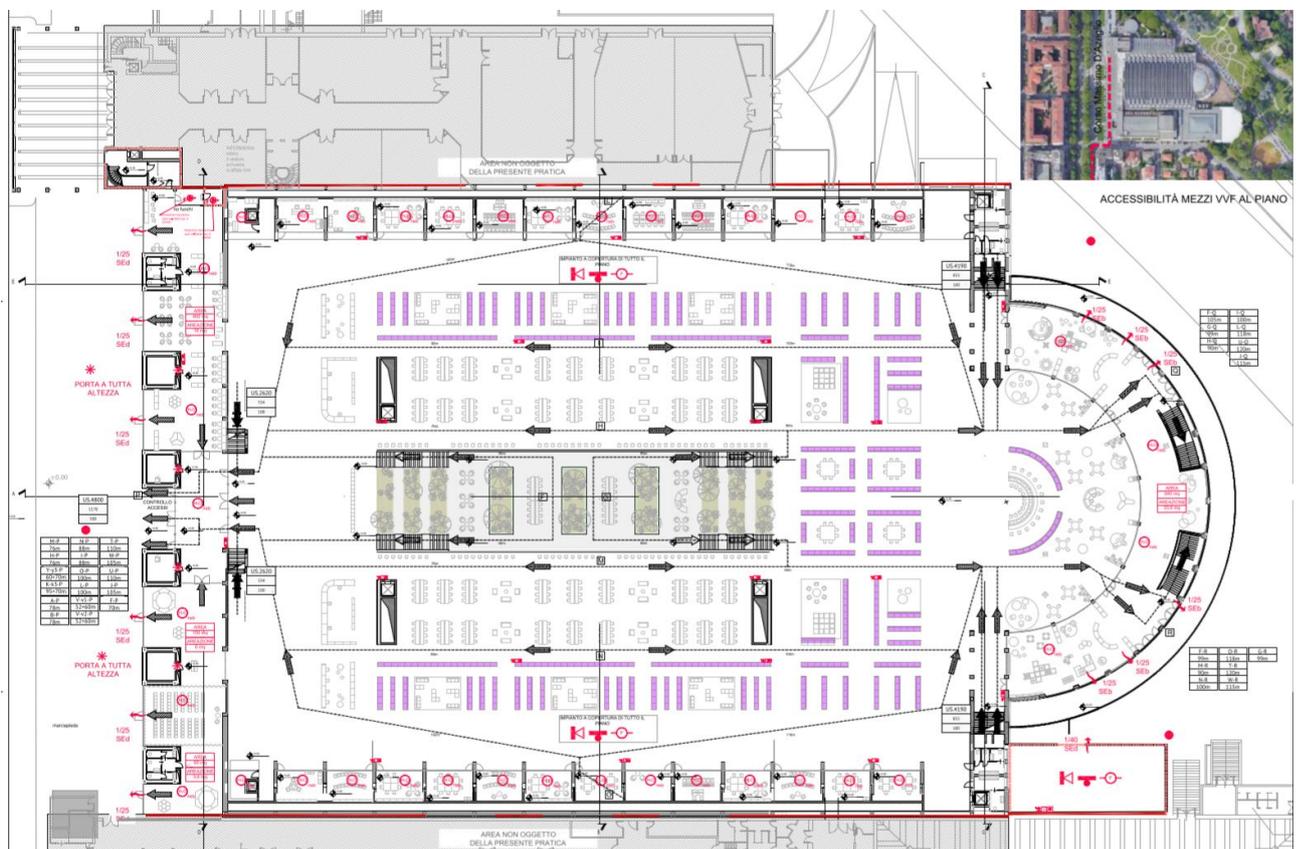


Figura 43 - Progetto di prevenzione incendi - Pianta Piano Terra

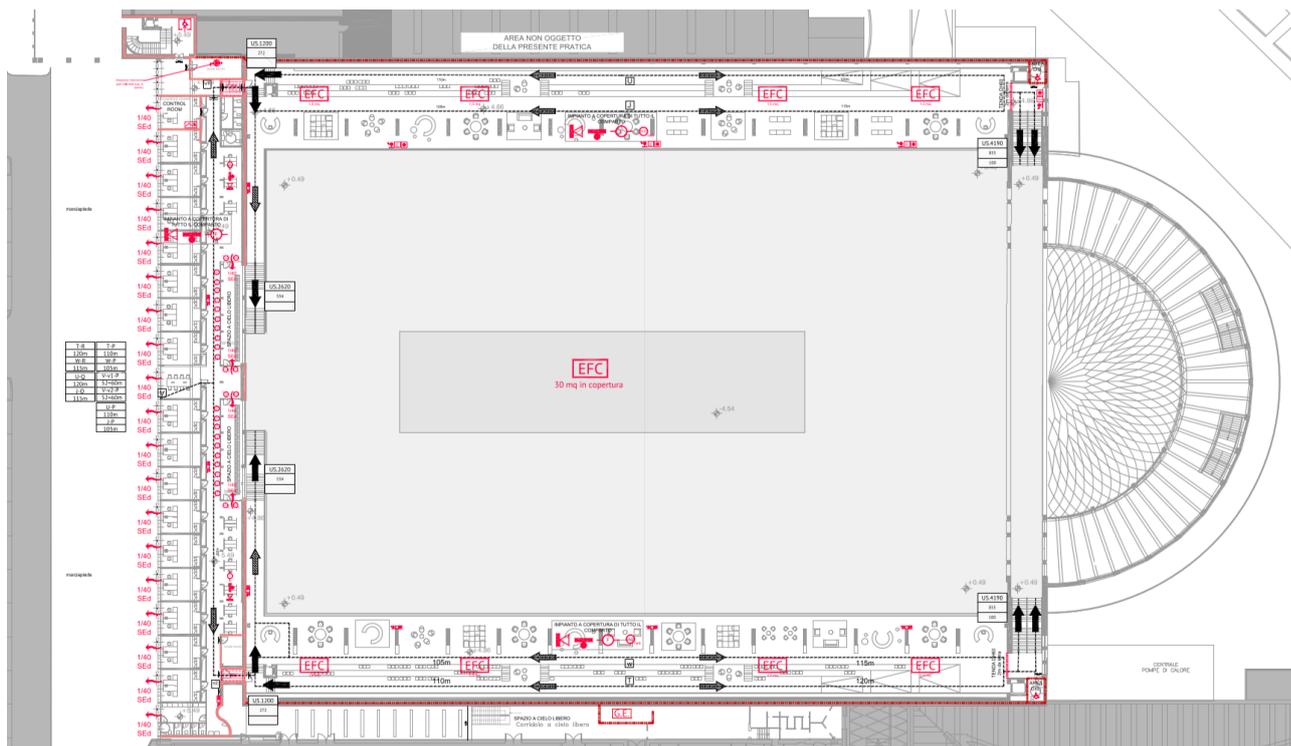


Figura 44 - Progetto di prevenzione incendi - Pianta Piano Primo

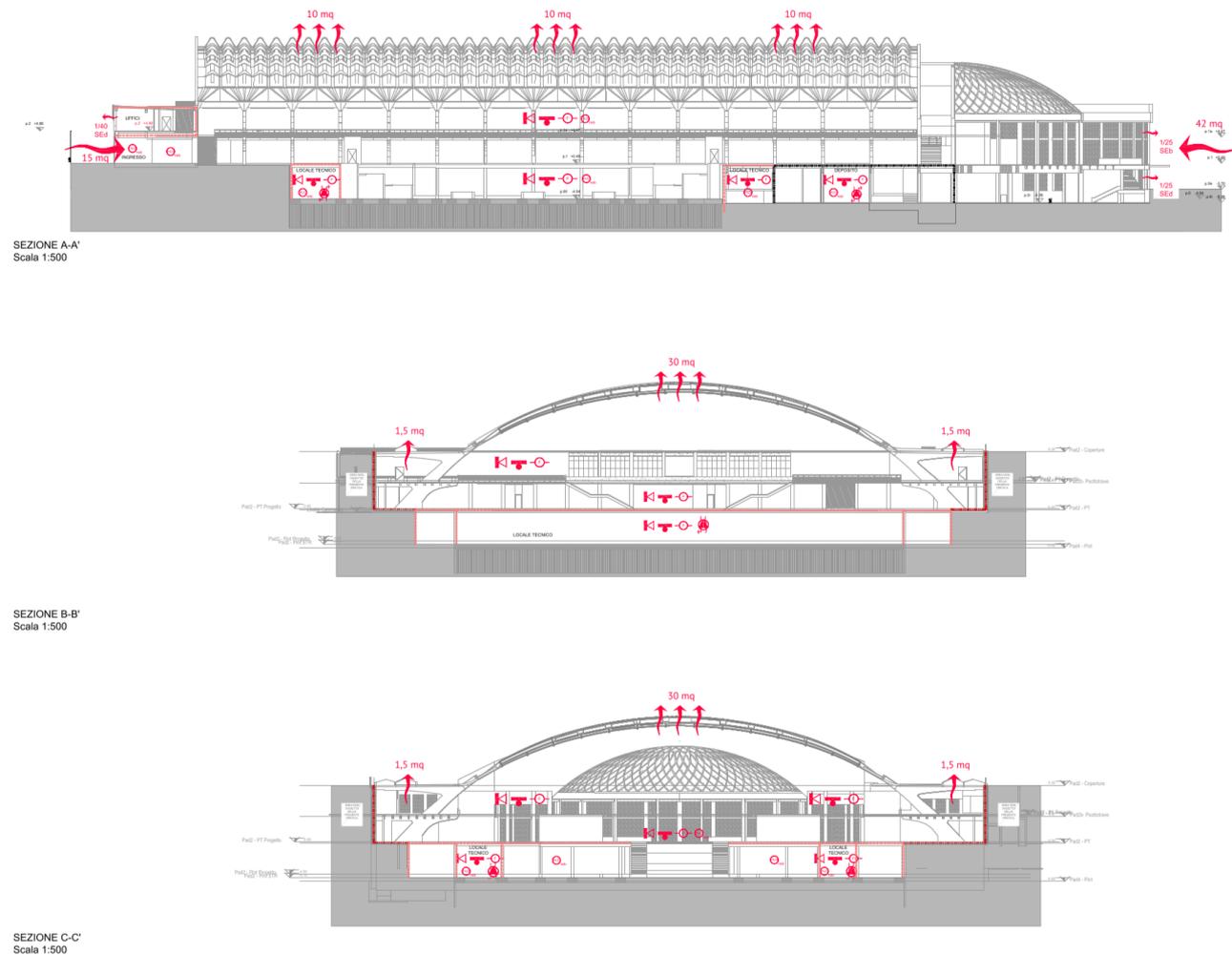


Figura 45 - Progetto di prevenzione incendi - Sezioni

CAPO IV – LA FATTIBILITÀ – Vincoli, rischi, soluzioni

11 La fattibilità tecnica: vincoli, condizioni, caratteristiche progettuali

11.1 Ricognizione in merito alla disponibilità degli immobili oggetto di intervento

Tutti gli immobili oggetto d'intervento sono di proprietà della Città di Torino e liberi da diritti reali di terzi.



Ufficio Provinciale di: **TORINO**
 Comune di: **TORINO**

MODELLO UNICO INFORMATICO DI AGGIORNAMENTO DEGLI ATTI CATASTALI
 ACCERTAMENTO DELLA PROPRIETÀ IMMOBILIARE URBANA

mod. D1

Quadro B Dichiarazione di variazione presentata ai sensi dell'art. 20 del RDL 13 aprile 1939, n. 652							
Tipo Mappale n. 28562 del 14/02/2022	Unita'	a destinazione ordinaria	n.	4	Unita' in soppressione	n.	4
		speciale e particolare	n.	7	in variazione	n.	
		beni comuni non censibili	n.	4	in costituzione	n.	15
Causali:	ampliamento, frazionamento e fusione						
Data in cui la variazione si è verificata (ultimazione dei lavori):	23/05/2022						
Documenti allegati:	Mod. 1N parte I	n.	1	Mod. 2N parte I	n.	5	planimetrie n. 9
	Mod. 1N parte II	n.	4	Mod. 2N parte II	n.	5	pagine elaborato planimetrico n. 5
Preallineamento	Volture	n.		Variazioni	n.		Accatastamenti n.
	Unita' afferenti con intestati	n.		Unita' afferenti	n.		

Quadro U Unita' Immobiliari															
Riferimenti Catastali				Utilita' Comuni Censibili				Dati di Classamento Proposti							
N. Part. spec. Indirizzo	Oper. Sez.	Foglio	Particella Sub.	Op. Sez.	Foglio	Particella Sub.	Z.C.	Cat. Cl.	Cons. Superf. cat.	Rendita	1N/2N	Plan. Edificio			
								Piano	Scala	Interno	Lotto				
1	S	1352	2	1											
2	S	1352	2	4											
3	S	1352	2	5											
4	S	1352	2	9											
5	BCNC	C	1352	2	12										
	corso d' azeglio massimo 15/F			13/A				S1							
	viale boiardo matteo maria			24											
6	BCNC	C	1352	2	13										
	corso d' azeglio massimo 13/A							S1-T							
7	BCNC	C	1352	2	14										
	via petrarca francesco 39/B							T							
8	BCNC	C	1352	2	15										
	corso d' azeglio massimo 15/F			17				T							
9		C	1352	2	16			001	D/1	1701		86,40	SI	SI	
	viale boiardo matteo maria			24				S2							
10		C	1352	2	17			001	D/1	1701		136,80	SI	SI	
	corso d' azeglio massimo 13/A							S1							
11		C	1352	2	18			001	C/2	3	82	97	317,62	SI	SI
	corso d' azeglio massimo 13/A							S1							
12		C	1352	2	19			001	B/4	2	973	230	2.160,80	SI	SI
	corso d' azeglio massimo 13/A							S1-1 2							
13		C	1352	2	20			001	B/5	2	25161	5530	77.967,40	SI	SI
	corso d' azeglio massimo			15 15/A				S1-T 1-2							
	viale boiardo matteo maria			20											
14		C	1352	2	21			001	D/7	0402		30.806,20	SI	SI	
	viale boiardo matteo maria			22				S1							
15		C	1352	2	22			001	D/8	0704		344.976,00	SI	SI	
	corso d' azeglio massimo 15/F							T-1							
	viale boiardo matteo maria			24											
	via petrarca francesco 39/B														

Ufficio Provinciale di: **TORINO**
Comune di: **TORINO**

**MODELLO UNICO INFORMATICO DI AGGIORNAMENTO DEGLI ATTI CATASTALI
ACCERTAMENTO DELLA PROPRIETA' IMMOBILIARE URBANA**

mod. D1

Quadro U Unita' Immobiliari																
Riferimenti Catastali					Utilita' Comuni Sensibili				Dati di Classamento Proposti							
N. Part. spec.	Oper.	Sez.	Foglio	Particella Sub.	Op.	Sez.	Foglio	Particella Sub.	Z.C.	Cat.	Cl.	Cons.	Superf. cat.	Rendita	1N/2N	Plan.
Indirizzo									Piano	Scala	Interno	Lotto	Edificio			
16	C		1352	2	23				001	B/4	2	6708	1502	14.896,86	SI	SI
corso d' azeglio massimo 15/B											T-1					
17	C		1352	2	24				001	D/8	0704			74.272,00	SI	SI
via petrarca francesco 39/B											T					
18	C		1352	2	25					F/4						
via petrarca francesco 39/B											T					
19	C		1352	2	26					F/4						
corso d' azeglio massimo 11/A											S1-T 1					

Quadro D Note Relative al Documento e Relazione Tecnica
<p>si effettua il cambio di destinazione da d3, c1 ed a3 in d8. in vista di una sua utilizzazione per atti traslativi o per altra funzione giuridica. immobile esente dal pagamento dei tributi speciali catastali ai sensi dell'articolo unico di legge 15 maggio 1954 n.228 e circolare n.2 del 2009.</p>

<p>- Dichiaro di non essere nella condizione di sospensione o revoca dell'esercizio della professione. - Dichiaro di effettuare la presentazione del presente atto su incarico di:</p> <p align="center">PETTI MARCO FUNZIONARIO COMUNE DI TORINO</p> <p>quale soggetto obbligato, residente in TORINO (TO) - PIAZZA PALAZZO DI CITTA' n. 00007 c.a.p. 10122</p> <p>- Dichiaro che il presente modello unico informatico di aggiornamento degli atti catastali è conforme ai documenti cartacei in originale sottoscritti da me medesimo e dal soggetto obbligato. Il Tecnico: Geom. ALANO CLAUDIO</p> <p>IN QUALITA' DI GEOMETRA DIPENDENTE DELLA PUBBLICA</p> <p>Codice Fiscale: LNACLD71L25L219Y</p>
--

Riservato all'Ufficio	Data _____	Protocollo _____
Verifica eseguita in data	Eseguita la registrazione	Notifica eseguita in data
_____	_____	_____
_____	_____	_____
l'incaricato	l'incaricato	l'incaricato

11.2 I vincoli esistenti sulle aree e/o sulle opere esistenti

11.2.1 Beni culturali e ambientali

Come indicato nella Tavola 14 degli Allegati Tecnici al PRG “Immobili soggetti a vincolo ai sensi del D.Lgs n. 42/2004 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e s.m.i.”, il complesso di Torino Esposizioni, in quanto all’interno del Parco del Valentino, rientra tra i Beni ambientali vincolati ai sensi dell’art. 134 del Codice beni culturali, in forza della notifica ministeriale ai sensi della L 1497/39 e L 431/85 ovvero art. 134 codice beni culturali (parco del Valentino - decreto di vincolo del 13 maggio 1948).

La dichiarazione di notevole interesse pubblico del Parco del Valentino recita: “... perché il suo insieme costituito da boschi, prati, viali, chalets ed altre costruzioni costituisce un complesso panoramico assai caratteristico”.



Figura 46 - Estratto catastale dell'area di intervento oggetto del decreto della Commissione Regionale per il Patrimonio Culturale del Piemonte

Il P.P.R. (approvato con D.C.R. n. 233-35836 del 3 ottobre 2017) fornisce ulteriori specifiche prescrizioni per gli Edifici di Torino Esposizioni: “non sono ammessi interventi che ne alterino le caratteristiche strutturali e compositive, fatti salvi quelli rivolti alla sua conservazione e valorizzazione. Non è ammesso l’inserimento di apparati tecnologici esterni agli edifici che non rispettino il criterio del minimo impatto visivo e del buon coordinamento con le linee architettoniche della costruzione.”.

Nell’aprile del 2020, la Commissione regionale per il patrimonio culturale del Piemonte, richiamata la seduta della Co.Re.Pa.Cu. del Piemonte n. 02, del 12/03/2020 dichiara che il Complesso Torino Esposizioni, censito al C.F. e al C.T. Foglio 1352, part. 2 del Comune di Torino, “riveste l’interesse culturale di cui agli artt. 10, c. 1 e 12 del Codice dei Beni culturali”.

Si legge nella relazione: “il complesso rappresenta nella pluralità degli interventi sia l’espressione del razionalismo torinese che l’espressionismo strutturale nella tecnologia avanzata con l’impiego del ferro - cemento e del cemento armato, a testimonianza della cultura progettuale del

dopoguerra; per quanto premesso si ritiene che il complesso Torino Esposizioni rivesta l’interesse e sia meritevole di tutela ai sensi dell’art. 10 comma 1 del D.lgs. 42/2004.”

11.2.2 Vincoli e prescrizioni urbanistiche

Il complesso edilizio è stato individuato dal PRGC della Città di Torino tra gli Edifici e manufatti particolare valore documentario – Gruppo 5 (cfr. Tavola normativa n. 2 del P.R.G. “Edifici di interesse storico”).

Il PRG prevede interventi di riqualificazione fisica normati dal comma 17 dell’art. 19 delle NUEA nel quale sono declinate le destinazioni d’uso ammesse e i tipi di intervento da attuarsi nel rispetto dei caratteri formali, storici e strutturali dei manufatti esistenti e compresi in un progetto d’insieme che permette di valutarne il corretto inserimento architettonico e ambientale.

Le destinazioni d’uso ammesse sono: attività ricettive, espositive, congressuali, attrezzature fieristiche, servizi per l’istruzione, attività sportive e culturali.

Il complesso edilizio è stato individuato tra gli Edifici e manufatti particolare valore documentario – Gruppo 5, nella Tavola normativa n. 2 del P.R.G. “Edifici di interesse storico”.



Figura 47 - Estratto PRG - Stralcio tav. I foglio 3A - Azionamento aree normative e destinazioni d'uso

Ai sensi dell'art. 26 comma 18 delle N.U.E.A. "Negli edifici o manufatti appartenenti al gruppo 5 è ammessa la ristrutturazione edilizia, limitatamente ad adeguamenti funzionali. Tali interventi devono essere attuati nel rispetto dei caratteri formali, storici, strutturali del manufatto edilizio ed essere compresi in uno studio d'insieme che permetta di valutare il corretto inserimento dell'intervento rispetto all'ambiente circostante."

Ai sensi del successivo comma 19: "All'interno dei giardini e dei cortili non è consentita la demolizione di edifici o di bassi fabbricati, anche non specificatamente individuati dal piano, coevi e coerenti con l'impianto e con i caratteri dell'edificio principale, se classificato "di particolare interesse storico" o "caratterizzante il tessuto storico". È invece consentita la demolizione di parti limitate di organismi edilizi consistenti in fabbricati o bassi fabbricati recenti o che risultino come superfetazioni incongrue rispetto alla caratterizzazione storico – architettonica dell'ambiente. Il recupero delle parti demolite può avvenire, entro il limite della quantità di S.L.P. esistente, mediante interventi di ristrutturazione edilizia [...]. Tali interventi non devono pregiudicare il carattere storico e architettonico dell'ambiente. [...]"

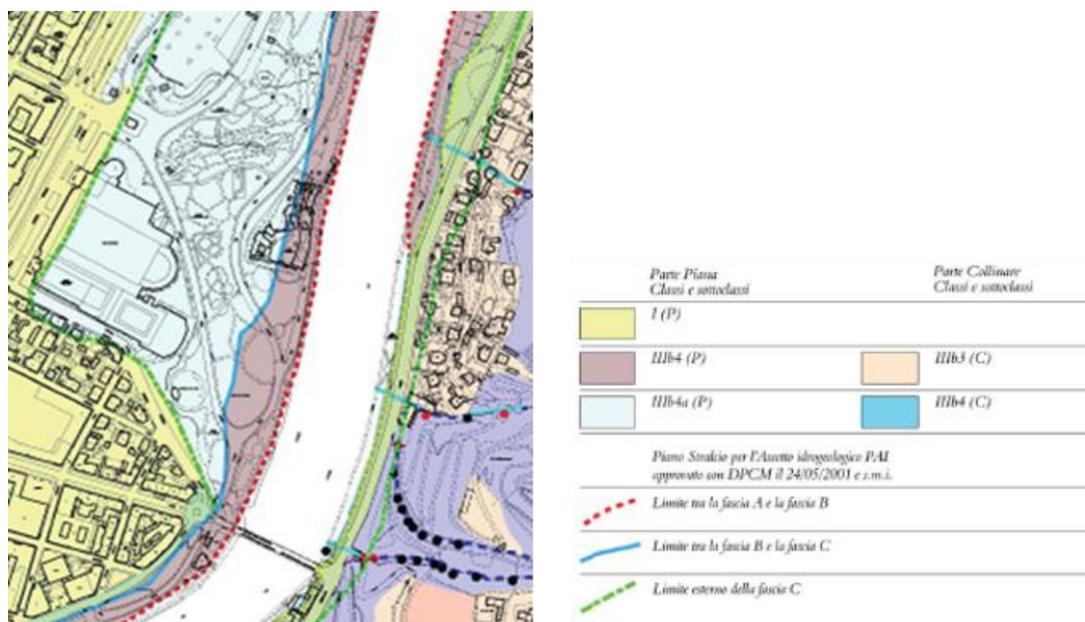


Figura 48 - Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'ideoneità all'utilizzazione urbanistica

Il complesso risulta in area compresa in classe di pericolosità geomorfologica IIIb4a(P), come riportato nella "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'ideoneità all'utilizzazione urbanistica", allegato tecnico dell'Allegato B delle N.U.E.A. (Variante 100 del P.R.G., approvata con D.G.R. n. 21/9903 del 27/10/2008).

Nella sottoclasse IIIb4a(P) sono consentiti tutti gli interventi previsti dal P.R.G. con le ulteriori e prevalenti prescrizioni introdotte dai rispettivi Piani d'Area, con ulteriore precisazione del capitolo 2.1.2 comma 68 bis dell'Allegato B “Per gli edifici pubblici o di interesse pubblico, esistenti alla data della presa d'atto degli studi idrogeomorfologici del 27.5.2003, il cambio di destinazione d'uso è ammesso subordinatamente a specifica verifica idraulica dalla quale risulti che non vi sono criticità tali da impedire il mantenimento degli stessi, evidenziando altresì la quota di sicurezza, gli interventi e le cautele da adottare; deve essere inoltre previsto un piano di emergenza. Le attività comportanti la presenza continuativa di persone dovranno in ogni caso essere collocate al di sopra della quota di sicurezza. Per le opere infrastrutturali pubbliche o di interesse pubblico riferite a servizi essenziali, non altrimenti localizzabili, vale quanto indicato all'art. 38 delle N.d.A. del PAI e all'art. 31 della L.R. 56/77 e s.m.i.”.

In riferimento alla quota di sicurezza si riporta la definizione contenuta all'art. 2, comma 61 punto 41 delle NUEA: Quota della piena di riferimento incrementata di un valore di sicurezza, calcolata secondo il metodo riportato nell'allegato B alle NUEA, al capitolo 4 “Quote di riferimento: metodo di calcolo”.

Nello stesso allegato B alle NUEA nella sottoclasse IIIb4a(P) il livello di pericolosità è “ASSENTE” in quanto l'area è considerata non inondabile.

L'inserimento dell'area di Torino Esposizioni all'interno di una sottoclasse di rischio che presuppone una forte attenzione dal punto di vista urbanistico e ambientale, nonostante sia riconosciuta come “non inondabile”, è dovuto all'elevato interesse naturalistico, ambientale, storico, artistico, culturale, di cui tiene conto il “Metodo di delimitazione delle fasce fluviali” del Piano stralcio delle Fasce Fluviali (Autorità di Bacino del fiume Po – 1997).

La questione è stata affrontata e chiarita dallo SdF del 2018 all'interno di una relazione di approfondimento dell'ing. Virgilio Anselmo e ripresa nella specifica *relazione idrologica* del presente progetto.

Nella relazione viene evidenziato come la norma del PRGC per la sottoclasse IIIb4a(P) rinvii ad una verifica idraulica ed alla definizione di una “quota di sicurezza” per le attività comportanti presenza continuativa di persone. La “quota” in argomento non è la “quota di riferimento” propriamente detta a cui si rimanda per le porzioni di territorio comprese nella Classe IIIb (vedi Allegato 3bis al PRGC), bensì una “quota di sicurezza” individuata dal progettista prendendo in considerazione i pericoli a cui l'area in argomento è esposta.

Nel caso in esame, nella relazione viene calcolata una quota “di sicurezza” tenendo conto delle due fonti di pericolo: la piena del Po e la risalita della falda.

Lo studio, che utilizza un modello idrogeologico, è stato condotto con l'obiettivo di verificare la fattibilità delle ipotesi progettuali più penalizzanti rispetto alla problematica idraulica dell'interferenza con il livello della falda sotterranea, calcolata in situazioni estreme di piena duecentennale (Tr 200) del Po.

Nei limiti dovuti alla indisponibilità di dati diretti, l'approfondimento ha delineato un quadro del rischio favorevole alla realizzabilità degli interventi edilizi ipotizzati, pur prescrivendo come obbligatoria, nella fase di avvio del progetto, l'acquisizione ed elaborazione di dati derivanti dalle indagini dirette.

Si riportano di seguito le conclusioni riportate nella suddetta relazione:

Gli approfondimenti predisposti riguardano le interferenze tra l'intervento, il livello di piena duecentennale del Po e la falda.

A seguito delle indagini effettuate si conclude quanto segue:

1. Le indagini in merito al Po ed ai livelli della piena di riferimento (tr 200 anni), sono state condotte con riferimento ai valori riportati nel PGRA – 2016. Lo studio idraulico evidenzia che il livello del pelo libero del Po non ha influenza diretta sul sito dell'intervento in progetto.
2. Le indagini in merito alla falda sono state condotte con codice di calcolo alle differenze finite, operante in 3D, attivato in condizioni stazionarie (per indagare la condizione ordinaria) e transienti

(per indagare gli effetti del transito della piena con tr 200 anni). Lo studio idrogeologico evidenzia quanto segue:

In condizioni idrogeologiche ordinarie di falda (transito della portata di magra nel Fiume Po q355):

- *la falda converge verso l'asse drenante del Fiume Po in diretta connessione con il livello idrometrico di magra;*
- *non si evidenziano interferenze tra la falda e l'intervento. La superficie della falda si attesta ad una quota pari a circa 215 m, a fronte di una quota delle fondazioni di 217 m e del pavimento in progetto di 218,70 m;*
- *non si evidenziano cambiamenti nella superficie freatica nelle condizioni ante e post intervento.*
- *In condizioni idrogeologiche di falda perturbate (transito in Po della portata di piena Tr 200 anni):*
- *nell'area di studio la falda converge verso l'asse drenante del Fiume Po;*
- *non si evidenziano interferenze tra la falda e l'intervento. La superficie della falda si attesta ad una quota pari a circa 216 m, a fronte di una quota delle fondazioni di 216.5 m e del pavimento in progetto di 218 m;*
- *non si evidenziano cambiamenti nella superficie freatica nelle condizioni ante e post intervento.*

In merito alla modellazione del comportamento delle acque sotterranee, si ribadisce che la modellazione è stata effettuata in assenza di dati diretti. Lo studio è stato condotto sulla base dei dati derivanti da sondaggi e pozzi ad oggi rinvenibili (in particolare si segnala che non sono disponibili letture ai piezometri rilevate in occasione di eventi di piena rilevanti).

Lo strumento urbanistico esecutivo

L'area di Torino Esposizioni è assoggettata a Strumento Urbanistico Esecutivo in virtù del comma 17 dell'art. 19 delle NUEA1, che prescrive il Piano Particolareggiato (ai sensi degli artt. 38, 39 e 40 della LR 56/77 e s.m.i.) oppure il Piano Tecnico Esecutivo delle Opere Pubbliche, affermando la necessità di un approccio progettuale d'insieme che comprenda l'intero complesso e le aree di pertinenza.

Si riportano di seguito le specifiche prescrizioni urbanistiche ed edilizie contenute nell'Art. 8. Delle Norme tecniche urbanistiche ed edilizie del PTE:

Soddisfacimento Standard a parcheggio

La rifunzionalizzazione del complesso con inserimento delle attività culturali di servizio e dell'istruzione universitaria non comporta il reperimento di nuove superfici di standard a parcheggio, fatto salvo dove specificatamente prescritto in relazione al tipo d'intervento.

Interventi edilizi

Nei fabbricati costituenti il complesso e individuati nella Tavola 1 di Azzonamento del P.R.G. come di "particolare interesse storico" con campitura nera, ovvero coevi e coerenti con l'impianto dei fabbricati principali:

- sono ammessi interventi fino alla ristrutturazione edilizia, come definita nell'allegato A - fatto salvo il parere favorevole della competente Soprintendenza e fatte salve le verifiche circa la quota di sicurezza di cui al cap. 2.1.2 comma 68 bis dell'Allegato B - pertanto risulta compatibile anche la creazione di nuove superfici utili, con incremento di Superficie Lorda di Pavimento, mediante la realizzazione di nuovi solai all'interno dei volumi esistenti;
- è ammesso l'incremento della SLP all'interno di volumi e sagome esistenti che non comporti la creazione di nuovi parcheggi a standard, mentre la nuova SLP generata dai nuovi volumi ipogei, giudicata inefficace la compensazione prodotta dai volumi demoliti sul fronte occidentale, comporta una superficie a parcheggio pubblico di ca. 328 mq, da destinare alle biciclette secondo i disposti della Città di Torino;

- deve essere verificato il rispetto dell'indice fondiario di zona in quanto area per servizi e attrezzature di interesse generale, oltre le quantità minime di legge, di cui all'art. 8 comma 64 delle N.U.E.A.. La verifica dovrà essere condotta sulla superficie fondiaria riferita all'intero complesso e il computo della SLP dovrà effettuarsi secondo le modalità definite all'art. 2 punto 11 delle N.U.E.A del P.R.G. per ciascuno dei padiglioni, nella situazione attuale e di progetto.

Nei fabbricati o porzioni di fabbricati compresi nel compendio edilizio, ma costituenti superfetazioni recenti è possibile realizzare interventi di riplasmazione dei volumi nel rispetto dei disposti dell'art. 26 comma 19 e dell'allegata A alle N.U.E.A., al capitolo 5.3 comma 17 e seguenti.

Poiché la norma prescrive che il recupero della SLP deve avvenire a favore della residenza, in caso di attribuzione ad altra destinazione d'uso dei volumi riplasmati, l'intervento risulta realizzabile secondo la procedura prevista all'art. 26 comma 22 delle N.U.E.A. che prescrive: *“Per tutti gli edifici "di particolare interesse storico" o "caratterizzanti il tessuto storico" destinati a funzioni di pubblica utilità sono consentiti, previa deliberazione del C.C., interventi edilizi di adeguamento alle esigenze funzionali, in aggiunta a quelli indicati nella tabella dei tipi di intervento.”*

11.3 Valutazioni sulla compatibilità dell'intervento rispetto al contesto territoriale e ambientale

Gli interventi di restauro e di riqualificazione sono concepiti come iniziative integrate nell'attuale orizzonte spaziale, che riordinano i luoghi senza stravolgerne la percezione consueta. È dunque in questo esercizio di costruire nel costruito, dove l'atmosfera dell'esistente risiede negli involucri, che il progetto si accosta alle architetture esistenti senza distorsione e senza violazione, dando nuova linfa alla vita degli edifici senza sconvolgimenti e senza modificare la loro condizione originaria.

L'*idea guida* del progetto è attenta al rispetto del costruito, non pretende di invaderlo, ma anzi di dotarlo di nuova forza per resistere alle ingiurie del tempo ed esaltandone valore e funzione con una riqualificazione degna della sua straordinaria caratura: strutturale, architettonica, paesaggistica e storica.

11.3.1 L'immagine del complesso nel "paesaggio urbano"



Figura 49 - Fotografia realizzata da drone, dal lato fiume verso sud

Il complesso, considerato nella sua interezza, si percepisce a 360 gradi poiché libero da adiacenze costruite. Allineato lungo corso Massimo d’Azeglio e proteso all’interno del Parco del Valentino, emerge come un unico oggetto edilizio composto da volumi diversi visibile lungo tutto il suo perimetro.

Immaginando gli osservatori che percorrono le strade adiacenti il complesso, e considerando unicamente l’area di intervento, i padiglioni 2-2b-4 sono visibili soltanto per due fronti e parzialmente per la copertura. I restanti fronti sono adiacenti gli altri padiglioni e quindi ciechi.

La fotografia sottostante riporta il punto di vista su c.so Massimo d’Azeglio.



Figura 50 - Fronte di intervento su corso Massimo d'Azeglio.

Percorrendo viale Boiardo oppure viale Petrarca, scendendo verso il fiume, si percepisce invece il “retro” del complesso e risulta visibile l’abside semicircolare e un breve tratto del volume del padiglione 2 sugli angoli. Una porzione della facciata laterale lato Nord Est sarebbe percepibile dall’osservatore all’interno dal parco del Valentino ma attualmente coperta da vegetazione. Parte della copertura è a tratti visibile anche lateralmente, nella sua sommità. Non si possono definire altri prospetti o fronti in quanto dall’esterno si percepiscono unicamente i fronti evidenziati.



Figura 51 - Fronte di intervento da viale Boiardo arrivando dal fiume nel senso della salita



Figura 52 - Fronte di Nord Est da viale Boiardo scendendo verso il fiume



Figura 53 - L'area d'intervento vista da un osservatore posto in adiacenza al borgo medievale

11.3.2 Le facciate

La facciata originaria su c.so Massimo d'Azeglio è caratterizzata, a partire dagli anni '60, da un avancorpo ad un piano, poi riplasmato in occasione dei XX Giochi olimpici invernali quando in complesso di TOESPO ha ospitato le partite di hockey su ghiaccio. La descrizione del PTE recita: *“un nuovo volume provvisorio di un piano, con funzione di hall a chiusura del porticato esistente, facendo perdere completamente la percezione della facciata originale –avancorpo che versa oggi in pessime condizioni”*.

La facciata originaria, oggi visibile al primo piano, è rivestita da lastre in travertino di colore chiaro, suddivisa da una finestratura continua che occupa l'intero prospetto. Attualmente i serramenti appaiono in pessimo stato di conservazione.



Figura 54 - Viste da c.so Massimo d'Azeglio. Avancorpo 2006 e finestratura piano primo

Il fronte verso il parco è caratterizzato dalla presenza dell'abside semicircolare, finestrato, e da una balconata in calcestruzzo che divide in due il volume cilindrico. L'abside si innesta sull'asse planimetrico del padiglione 2 e sporge dal grande volume con una pianta semicircolare e una vetratura ampia a prima vista regolare.

Le facciate sono intonacate, di colore chiaro, ed i serramenti, metallici, appaiono disomogenei tra loro nei diversi livelli. Risale al 2006 il sistema di scale esterne metalliche.



Figura 55 - Viste della facciata del padiglione 2 verso il Parco

L'immagine generale del fronte appare decisamente degradata e deturpata dall'inserimento di numerosi impianti.

11.3.3 Integrazione nel contesto

Il progetto della nuova Biblioteca raccoglie le esigenze della città, riprende, amplia e sviluppa i temi già presenti nelle ipotesi analizzate dallo SdF del 2018, ai quali il DIP ha aggiunto istanze o esigenze.

Non c'è dubbio che la collocazione della Biblioteca in un contesto a "Campus", come previsto dal PTE della Città di Torino approvato (Deliberazione della Giunta Comunale di Torino n. 573 del 30/08/2022), sia perfettamente coerente con l'intento trasformativo ed evolutivo della Città per il campus del Valentino.

Un'impronta sensibile del progetto, sempre presente in ogni particolare, è la coerenza di un disegno d'insieme, forte ed evidente che, malgrado la suddivisione in parti, caratterizza in modo unitario, come centro urbano, l'intero complesso.

Proprio questa visione d'insieme, a scala urbana e paesaggistica, ha permesso di sviluppare anche temi di dettaglio in grado di dialogare armonicamente con le presenze architettoniche e paesaggistiche del contesto (parco con le sue architetture e altre funzioni del campus).

Il rapporto del nuovo complesso di Torino Esposizioni con il contesto prossimo (Parco del Valentino, fiume Po e Castello del Valentino), è analizzato attraverso lo studio e lo sviluppo degli aspetti legati ai fattori urbanistici, alla viabilità, ai parcheggi, ai percorsi della mobilità debole (cicli/pedoni/mezzi elettrici e ad alimentazione pulita), nonché al rapporto degli spazi interni alla biblioteca con le aree esterne pubbliche e con i previsti insediamenti del Politecnico nei padiglioni **1** e **3**.

Per tali obiettivi, la visione d'insieme dei padiglioni e delle sue aree esterne è stata concertata con chi si occupa del riuso e restauro degli edifici adiacenti, e ciò in modo da allineare le scelte e armonizzare l'impatto architettonico dell'intero complesso Sottsass -Nervi restaurato e riqualificato.

11.3.4 *Gli spazi esterni in rapporto al Parco del Valentino - Un leitmotiv progettuale*

Una linea guida del progetto vede l'edificio come un ibrido tra spazio aperto e spazio coperto.

Tra le prime ipotesi progettuali tornava sempre sui fogli un lungo asse verde, che tagliava l'edificio centralmente, collegando il viale dei tigli di corso Massimo con il giardino del Borgo Medievale. Quel disegno in parte viene ripreso dal "vallo" verde presente in pianta e scavato in sezione, segno che dichiara una duplice sensibilità del progetto: da una parte l'apertura verso la città e il parco e dall'altra il tentativo di connettere i due poli.

L'apertura verso la città è realizzata eliminando le superfetazioni olimpiche lungo corso Massimo d'Azeglio, eliminando ogni barriera verso il parco, ampliando l'area verde, riducendo la sezione del viale Boiardo.

Il progetto del verde armonizza quei principi espressi dalle Linee Guida del restauro del parco del Valentino diventando parte integrante di esso. La parte verso fiume diventerà un'ansa verde e minerale del parco, uno spazio riconquistato e pubblico preparato per accogliere studiosi e studenti, espansione esterna di un nuovo modo di concepire una biblioteca.

L'asse interno, memoria del desiderio di connettere città e parco, genera un paesaggio che richiama storicamente a certe esposizioni botaniche del passato che qui hanno avuto origine (Euroflora ecc.): questo paesaggio, composto da grandi vasche verdi, richiama l'attenzione verso la corte ipogea altrimenti quasi invisibile e permette una scansione a stanze verdi per gli spazi di consultazione.

La stessa abside storica diventa con il suo panorama affacciato sul parco a 180 gradi una grande serra naturale dove i ragazzi e gli studiosi potranno lavorare senza interferenze.

11.4 **Valutazioni sulla qualità dell'ambiente interno interessato dall'intervento (ante e post operam)**

Il contesto di partenza è quello di un edificio storico, vincolato, scarsamente o per nulla coibentato e, da un punto di vista impiantistico, dotato di sistemi non più funzionanti e comunque di concezione obsoleta, adatto agli utenti estemporanei delle attività espositive.

L'*edificio di riferimento* è quindi un edificio rispetto al quale un qualunque intervento di isolamento dell'involucro, e di adeguamento del sistema tecnologico, non può che dimostrarne il miglioramento della qualità dell'ambiente sia dal punto di vista del suo impatto sui parametri ambientali che del comfort delle persone che lo occuperanno. Il progetto, nel rispetto dei vincoli architettonici dati dalla natura dell'opera e dalla sua collocazione all'interno del Parco del Valentino (cfr. *Dichiarazione di notevole interesse pubblico del Parco del Valentino sito entro la cinta del Comune di Torino*), presta particolare attenzione a questo tema, affrontando e risolvendo sia gli aspetti cogenti delle norme nazionali ed europee, sia introducendo anche dei sistemi di valutazione di tipo "volontaristico".

La sottoscrizione nel 2015 dell'Agenda per lo Sviluppo Sostenibile ha infatti introdotto un ambizioso (e necessario) programma d'azione al 2030 per le persone, il pianeta e la prosperità attraverso l'introduzione di 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile – Sustainable Development Goals, SDGs. L'Unione europea si impegna nel recepimento e nell'attuazione dei principi dell'agenda attraverso il Green Deal europeo.

Per definire se un'attività sia sostenibile così da orientarne gli investimenti e contribuire all'attuazione del Green Deal, la Commissione europea ha introdotto un sistema di classificazione comune, la *tassonomia*, codificata dai regolamenti UE 2020/852 e il 2021/2139. Il primo stabilisce il quadro generale per determinare se un'attività economica possa considerarsi sostenibile. Il secondo integra il primo e determina a quali condizioni si possa ritenere che un'attività economica contribuisca in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici senza arrecare un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale.

Il progetto, al fine di gestire un approccio coordinato al tema della qualità dell'ambiente, ha adottato i seguenti strumenti:

- rispetto dei vincoli DNSH posti dalla collocazione specifica dell'intervento (*Misura 1: Digitalizzazione, innovazione, competitività e cultura – Componente 3: Turismo e cultura 4.09*) sono state considerate le schede tecniche 2 e 5 applicando sia il regime 1 che 2. Non sono invece state considerate la scheda 6, in quanto afferente ad attività non comprese nel progetto e la scheda 12, in quanto il progetto non prevede pannelli solari;
- rispetto dei CAM, considerando i limiti di applicabilità e le deroghe concesse per edifici sottoposti a vincolo;
- rispetto del protocollo LEED v4 BD+C: NC (New Construction) con l'obiettivo di perseguire il livello di certificazione corrispondente al livello GOLD (da 60 a 79 punti).

Per ottenere la rispondenza dell'opera ai disposti sopra elencati, il progetto adotta necessariamente un approccio rigorosamente olistico, per affrontare in modo integrato tutti gli ambiti che concorrono a rendere l'opera sostenibile: dall'analisi energetica, alla modellazione del comfort interno e dell'impatto ambientale esterno, dall'analisi dell'impronta ambientale dei manufatti (attraverso il calcolo del LCA - life cycle assessment) alle strategie per l'efficienza dei sistemi di produzione energetica.

L'analisi di dettaglio e le risultanze di tali approfondimenti progettuali trovano esplicitazione nelle relazioni specialistiche dedicate.

Il progetto prevede inoltre Capitolati Speciali d'Appalto che trattano nel dettaglio il tema della certificazione LEED e del Commissioning. Tali documenti intendono guidare il processo realizzativo dell'opera in modo da garantire che gli obiettivi definiti in sede di progettazione definitiva trovino attuazione, e se possibile anche miglioramento, nelle successive fasi di progettazione esecutiva e realizzazione delle opere.

11.5 Indicazioni per l'efficientamento dei sistemi di trasporto e logistica

Il Comune di Torino è dotato di un Piano Urbano della mobilità sostenibile (2010) che indica, come strategia principale *“(..) un riequilibrio della domanda di trasporto tra collettivo e individuale, in modo da ridurre la congestione e migliorare l'accessibilità alle diverse funzioni urbane. Il perseguimento di questa strategia comporta una politica incisiva della mobilità, che favorisca l'uso del trasporto collettivo (..)”*

Le linee d'indirizzo che danno attuazione alla strategia sono:

- garantire e migliorare l'accessibilità al territorio
- garantire e migliorare l'accessibilità delle persone
- migliorare la qualità dell'aria
- migliorare la qualità dell'ambiente urbano
- favorire l'uso del trasporto pubblico
- garantire efficienza e sicurezza al sistema della viabilità e dei trasporti
- governare la mobilità attraverso tecnologie innovative e l'infomobilità
- definire il sistema di governo del Piano

Molte delle azioni previste dal piano sono state realizzate e alcune sono in corso di realizzazione, ma ai fini del progetto di riqualificazione del complesso TOESPO è importante il riferimento alla strategia principale del PUMS enunciata nel 2010 e ribadita come un punto di forza all'interno dei documenti di indirizzo per la

pianificazione territoriale e urbanistica, nonché nello strumento esecutivo PTE, approvato con Deliberazione della Giunta Comunale di Torino n. 573 del 30/08/2022.

Inoltre, la riduzione dell'uso dell'auto privata in favore della cosiddetta mobilità dolce e del trasporto pubblico è diventata una strada obbligata per incidere sul miglioramento della qualità dell'aria, uno dei grandi problemi delle città contemporanee. Il progetto della nuova Biblioteca si inserisce in un contesto che affronta il tema dell'accessibilità in modo integrato, con l'obiettivo di ridurre al minimo il ricorso all'auto privata, privilegiando un insieme di azioni tra loro connesse finalizzate ad aumentare l'efficacia e l'efficienza del "sistema della mobilità": trasporto pubblico, mobilità dolce, carsharing ecologico.

11.5.1 I parcheggi pubblici

Premesso che la rifunzionalizzazione del complesso con inserimento di attività culturali di servizio e di istruzione universitaria non comporta il reperimento di nuove superfici a *parcheggio pubblico di standard*, è stata condotta una indagine per dimensionare l'attuale offerta di parcheggio pubblico, all'interno di un'area di pertinenza del complesso di Torino Esposizioni in coerenza con il Progetto di Restauro del Parco del Valentino elaborato nel 2008 dal Settore Gestione del Verde della Città di Torino.

All'interno dell'area così individuata sono attualmente presenti 524 posti auto a pagamento e 8 stalli per autobus; dei 524 posti auto, 60 sono in concessione alla Facoltà di

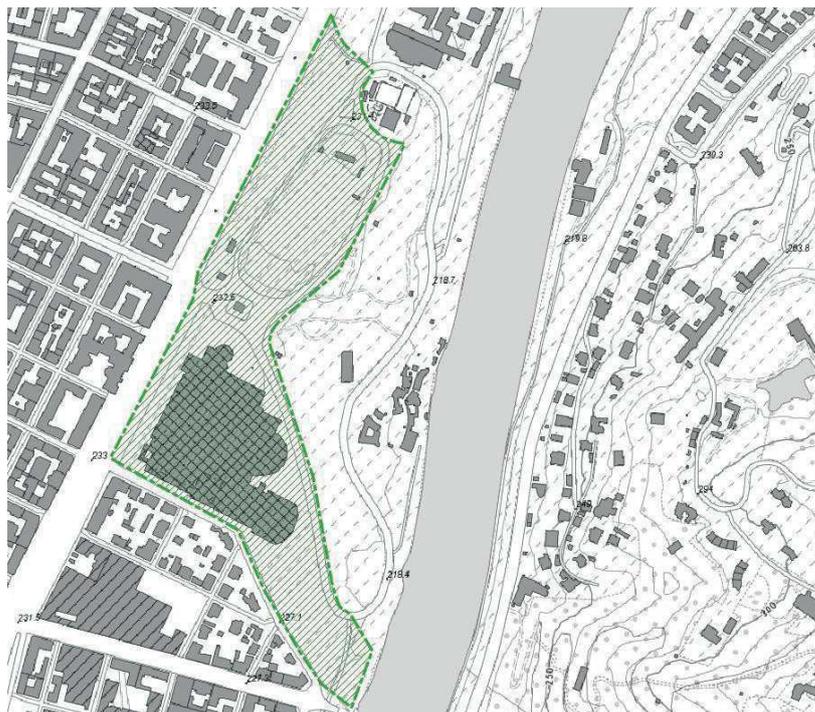


Figura 56 – Area di riferimento comprensorio ToEspresso

Architettura del Politecnico di Torino (Castello del Valentino) dal lunedì al venerdì dalle 8,00 alle 16,30 e il sabato mattina, per un canone annuo complessivo di 90.000,00 euro.

Inoltre, l'intero padiglione Morandi è attualmente utilizzato come parcheggio a pagamento (con l'esclusione di un periodo pre-natalizio quando è occupato da Natale in Giostra o in occasione delle tornate elettorali quando funge da deposito schede), con una capienza di 327 posti auto.

Da un'indagine condotta presso GTT prima della pandemia risultava nell'intera superficie scoperta un "tasso di occupazione prossimo alla saturazione durante la mattinata che poi decresce fino al 50% di stalli occupati nel pomeriggio"; il tasso di occupazione del parcheggio interno al Morandi era invece tendente a zero.

11.5.2 I parcheggi pertinenziali

Il PRGC prevede la dotazione minima di parcheggi corrispondente almeno al fabbisogno espresso ai sensi della L. 24/3/89 n. 122 (Tognoli - un metro quadrato per ogni dieci metri cubi di costruzione) che viene conteggiato dal Comune di Torino sui nuovi volumi, compresi quelli oggetto di riplasmazione.

Il PTE, considerato il particolare pregio architettonico e ambientale del contesto e verificata la necessità di incentivare forme di mobilità sostenibile, auspica "che la dotazione delle aree richieste [venga] soddisfatta mediante la creazione di spazi adibiti a parcheggio di biciclette da individuarsi nell'ambito dell'intero

complesso, anche nelle aree di cortile esterne ai fabbricati.” Gli stalli per le biciclette sono collocati dal PTE all’interno delle aree individuate in modo indicativo e dimensionate a tale scopo.

11.5.3 Lo studio del 2018

Lo SdF del 2018 aveva svolto diverse indagini sullo stato di fatto relativamente a:

- Viabilità
- Parcheggi
- Mobilità collettiva
- Mobilità pedonale e ciclabile.

Era stata condotta anche l’analisi dei livelli di servizio della rete stradale e delle intersezioni, utilizzando le procedure di calcolo Highway Capacity Software 2000. I risultati delle analisi di capacità effettuate sulle strade comprese nell’area di studio, restituivano condizioni buone di circolazione nell’ora di punta della mattina, in condizioni di flusso ininterrotto.

L’area di Torino Esposizioni è servita anche dalla mobilità alternativa all’automobile e segnatamente da servizi di trasporto pubblico e percorsi per la mobilità ciclo - pedonale.

Nelle figure che seguono sono illustrati percorsi e fermate delle linee urbane ed extraurbane del servizio di trasporto pubblico: l’area risulta servita da diverse linee urbane ed extraurbane di GTT su gomma e su ferro, nonché dalla linea 1 della Metropolitana e da percorsi ciclo-pedonali in prossimità.

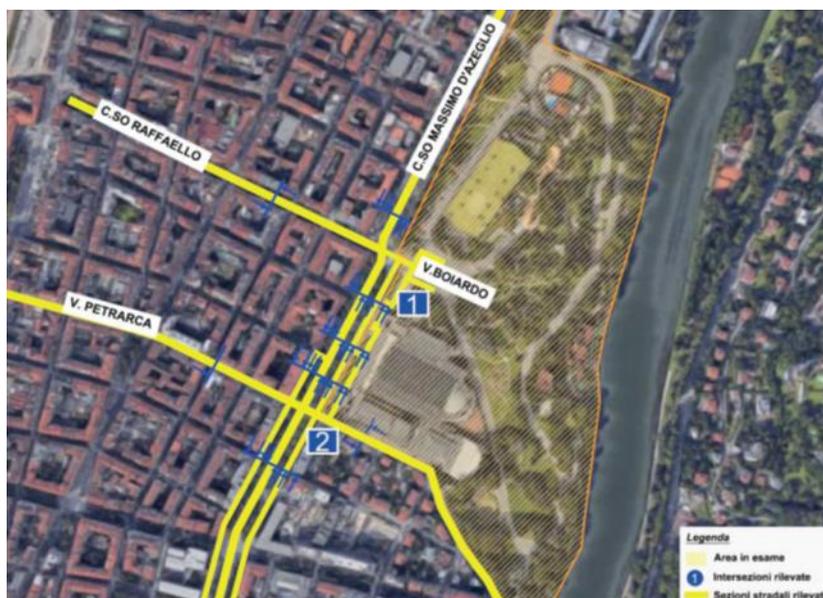


Figura 57 - Assi viari circostanti



Figura 58 - Raggio di 600m dalle fermate della metro



Figura 59 - linee urbane GTT

Nel dettaglio le linee urbane su gomma GTT con fermate esistenti prossime all'area del complesso di Torino Esposizioni, su Corso Massimo d'Azeglio, Corso Dante, Corso Raffaello, Via Madama Cristina e Via Nizza sono:

- Linea 1 – Via Artom-Piazza Carducci
- Linea 18 – Piazza Sofia-Piazzale Caio Mario
- Linea 42 – Via Marsiglia – Via Ventimiglia

- Linea 1 – Via Artom-Piazza Carducci
- Linea 18 – Piazza Sofia-Piazzale Caio Mario
- Linea 42 – Via Marsiglia – Via Ventimiglia

Le linee urbane su ferro GTT, con le fermate su Corso Massimo d'Azeglio, Via Valperga di Caluso, Via Madama Cristina risultano:

- Linea 9 – Piazza Stampalia-Corso Massimo d'Azeglio
- Linea 16 – Piazza Sabotino-Piazza della Repubblica

La linea 1 della Metropolitana transita su via Nizza e le stazioni Marconi e Nizza risultano ubicate ad una distanza di circa 600 metri dall'area del complesso di Torino Esposizioni e del Castello del Valentino, distanza da considerare quale "limite non superabile" per la relativa accessibilità pedonale. Nel caso specifico la distanza di 600 metri viene compensata, almeno parzialmente, dalla forte attrattività offerta dalla linea di trasporto collettivo, conseguenza dell'elevata frequenza di passaggi, dalla elevata velocità commerciale garantita, dal comfort di viaggio e dall'integrazione tariffaria con gli altri sistemi di trasporto collettivo.

L'unica linea suburbana su gomma GTT d'interesse, con fermate su Corso Massimo d'Azeglio, Corso Raffaello, Via Madama Cristina è la Linea 67 – Piazza Marconi (Moncalieri)-Piazza Arbarello

Le linee extraurbane su gomma con fermate esistenti prossime all'area in oggetto su Corso Massimo d'Azeglio, Corso Dante, Corso Raffaello, Via Madama Cristina, Via Nizza e sul Piazzale antistante Torino Esposizioni, suddivise per azienda, sono:

Azienda GTT

- Linea 3902 – Collegamento Poli Universitari

Azienda SADEM

- Linea 267 – Corso Massimo (Torino Esposizioni) -Carignano

Azienda BUS COMPANY

- linea 91T - Saluzzo-Torino (via Carignano)
- linea 108 - Alba-Carmagnola-Torino
- linea 259 - Torino-La Loggia-Carignano-Carmagnola
- linea 260 - Pancalieri-Torino
- linea 299 - Torino-Volvera-Cardè-Saluzzo

L'area del complesso di Torino Esposizioni è interessata direttamente da tre direttrici principali della *rete ciclabile* della città (cfr. nel Piano della Mobilità Ciclabile -BICIANPLAN- 2013):

- la direttrice D2b - Corso Vittorio Emanuele II (porta 6) – Molinette su corso Massimo D'Azeglio)
- la direttrice D4 - Corso Vittorio Emanuele II (porta 5) – piazza Bengasi (Nichelino)
- il percorso circolare C2.

La città di Torino ha inaugurato TOBike, il proprio servizio di bike sharing, nel giugno 2010. Il progetto complessivo prevede sul territorio comunale circa 4.000 biciclette e 390 stazioni, dove gli utenti abbonati possono prelevare e depositare la bicicletta tutti i giorni 24 ore su 24.

Sono inoltre disponibili anche modalità di bike sharing senza stazioni, ovvero versioni *free floating* del servizio che permettono di depositare la bici al termine del proprio spostamento in qualsiasi luogo pubblico adibito a parcheggio

per biciclette, senza cercare una specifica stazione per il deposito. Le biciclette vengono localizzate attraverso un'applicazione per smartphone e sbloccate attraverso un QR code.



Figura 60 - Rete ciclabile della città - principali direttrici

11.6 Il progetto strutturale

11.6.1 Le strutture storiche: criteri e metodi di conservazione

Il progetto di restauro, conservazione e riuso delle strutture storiche (v. par. 4.1.6 *La caratura storica dell'architettura strutturale di Pier Luigi Nervi*) fa riferimento sia alla evoluzione delle conoscenze e dei riferimenti normativi elaborati negli anni recenti per le strutture in calcestruzzo armato ordinario, sia alle linee guida più specifiche elaborate a livello internazionale per le opere in ferrocemento.

Le opere in esame non sono mai state oggetto di un piano sistematico di interventi ispettivi e manutentivi nel corso della loro vita, con la sola eccezione della campagna di indagini (Orza e Napoli 2003) condotta limitatamente in occasione del riutilizzo temporaneo dei padiglioni 2 e 3 per le Olimpiadi del 2006. *Tali indagini non hanno peraltro riguardato le strutture nella loro globalità agli effetti statici e nel loro comportamento dinamico agli effetti sismici.*

Soprattutto va tenuto conto che le opere in ferrocemento “di cui Nervi è stato il riconosciuto re-inventore negli anni Quaranta del Novecento dopo le limitate applicazioni da parte di Lambot nell'Ottocento (Pemberton 1998, Greco 2008, Chiorino C. 2010)” erano allora agli albori in termini di criteri e regole di progetto ed esecuzione: si tratta di “opere che sfruttano, con una concezione geniale ed audace, tutte le potenzialità di una nuova tecnica costruttiva, rappresentandone la prima utilizzazione a grande scala da parte di Nervi stesso, e nello scenario internazionale” (R. Ceravolo 2022).

Il percorso di conoscenza del padiglione 2, propedeutico agli attuali interventi conservativi e di miglioramento antisismico, si è svolto nel quadro più generale di un progetto internazionale e interdisciplinare promosso dalla Getty Foundation, in perfetta coerenza con gli standard deontologici internazionali. Infatti, la Getty Foundation di Los Angeles in data 3/6/2019 ha assegnato a un gruppo di partner internazionali, guidati dal Politecnico di Torino e con il coordinamento del prof. Rosario Ceravolo, un premio nell'ambito dell'iniziativa "Keeping It Modern" per un progetto di ricerca ("progetto Getty") finalizzato a ricerche innovative per la protezione antisismica, il monitoraggio e la conservazione dei due padiglioni di Pier Luigi Nervi di Torino Esposizioni. Il team comprendeva diverse università e laboratori di ricerca specializzati, partner industriali, istituzioni locali, fra cui il Comune di Torino e la Pier Luigi Nervi (PLN) Project Association.

In occasione degli studi iniziati nel 2018 (DISEG e GEOMATICA del Politecnico di Torino), grazie alla cortese disponibilità della PLN Pier Luigi Nervi Project Association, è stata acquisita una documentazione particolarmente ampia:

- i documenti di progetto originali e relative note di calcolo dello Studio Nervi depositati presso gli archivi del Centro Studi e Archivio della Comunicazione (CSAC) dell'Università di Parma.
- un'ampia gamma dei rendiconti e descrizioni pubblicate da Nervi stesso o da altri autori su libri e riviste.

I disegni di progetto e note di calcolo originali identificano con adeguata precisione le caratteristiche fondamentali della costruzione in termini di carpenterie e armature, e di criteri adottati per le verifiche, riferibili alle prassi progettuali ed ai criteri di sicurezza di normale impiego all'epoca.

Per quanto riguarda gli elementi in ferrocemento, presenti in entrambi i padiglioni 2 e 4, le indagini in-situ potevano essere solo di tipo non distruttivo o parzialmente distruttivo e riguardare non tanto la caratterizzazione meccanica del materiale, quanto la verifica dei dettagli costruttivi. A causa delle dimensioni degli elementi prefabbricati in ferrocemento, di spessore estremamente ridotto, per testarne le proprietà meccaniche sarebbe stato necessario rimuovere delle porzioni consistenti degli stessi. Prove distruttive sui ferrocementi sono state concepite nell'ambito del "progetto Getty" mediante mock-up di conci reali costruiti in laboratorio e sottoposti a test di durabilità e corrosione.

Più in generale, nell'ambito del *progetto Getty* sono state svolte attività complementari: un'approfondita analisi storico-documentativa, test dinamici utili alla caratterizzazione del comportamento dinamico e sismico globale delle strutture, calibrazione di modelli numerici mediante i risultati delle prove sperimentali, esecuzione di mock-up degli elementi in ferrocemento da sottoporre a test di durabilità e corrosione, rilievo del degrado, oltre ad analisi innovative di Geomatica mirate a ottenere il riferimento di tutte le misurazioni e degli elaborati di rilievo ad un unico sistema cartesiano e il controllo della propagazione degli errori al fine di garantire le tolleranze.

Mentre per informazioni più specialistiche si rimanda al report finale del *progetto Getty*, si riporta di seguito l'elenco dei principali archivi consultati.

- Centro Studi e Archivio della Comunicazione (CSAC), Parma (IT)
- Centro Archivi del MAXXI Architettura, Roma
- Archivio Maire Tecnimont, Milano. Già archivio del gruppo FIAT.
- Archivi di Buzzi Unicem Archives, Trino.
- Archivio del Laboratorio di Materiali e Strutture del Politecnico di Torino.

La durabilità è un tema generale che riguarda le strutture in calcestruzzo armato esistenti, caratterizzate da calcestruzzi più o meno porosi ma soprattutto con scarsi copriferro, caratteristica derivante dalle modalità di costruzione dell'epoca e dalle modalità di realizzazione degli elementi in ferrocemento.

La maggior parte dei calcestruzzi è protetta in esterno da pacchetti di finitura o si trova in zone caratterizzate da umidità sostanzialmente costante. Nelle zone di applicazione dei compositi previsti in progetto, la struttura

compatta del rinforzo ed il preventivo ripristino locale di zone ammalorate, è condizione sufficiente a garantire le condizioni per un'adeguata durabilità.

Ai fini della riparazione e rinforzo degli elementi di calcestruzzo esistenti, e per garantirne la durabilità, il progetto adotta i requisiti della serie UNI EN 1504 per la sicurezza e la valutazione della conformità dei prodotti e sistemi da impiegare per la protezione della superficie di calcestruzzo, per aumentarne la durabilità e per opere di manutenzione e di riparazione.

I metodi di protezione sono concepiti secondo la UNI EN 1504-9 e prevedono sistemi di impregnazione al fine di ridurre le porosità superficiali e sistemi di rivestimento con l'obiettivo di ottenere uno strato protettivo continuo della superficie del calcestruzzo, per esempio con sistemi FRCM. applicati ad integrazione di armature sovrasollecitate e quindi, a maggior ragione, da proteggere dalla corrosione.

Su elementi con facce esposte a mutevoli condizioni di umidità, o individuabili come superfici bagnate/asciutte, si interviene con applicazioni di film protettivi impermeabilizzanti. In particolare, sugli elementi in ferrocemento della volta si prevede un trattamento con impregnanti per ridurre la porosità cosa che, ostacolando la reazione di carbonatazione, protegge le armature dall'ossidazione.

11.6.2 Esiti degli studi e delle indagini sulle strutture esistenti



Figura 61 - Vista aerea del complesso di Torino Esposizioni in una cartolina storica. (Archivio privato Ravelli).

La serie di indagini strutturali e prove non distruttive sono state eseguite nei mesi di luglio e settembre 2021, nell'ambito del *progetto Getty*, dal Laboratorio di Dinamica e Sismica e dal Laboratorio MASTRLAB del Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica del Politecnico di Torino.

La valutazione della tipologia e del numero delle prove necessarie ad una esaustiva caratterizzazione dei materiali e delle strutture, ha preso le mosse da un'analisi delle fasi costruttive dell'opera, dell'impegno statico delle diverse membrature, del loro ruolo riguardo alla sicurezza globale, e del grado di omogeneità dei risultati di eventuali prove preliminari, come raccomandato dalla Circolare e dalle Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera, del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Visto il valore monumentale dell'opera lo studio ha inoltre deciso di limitare il numero di test distruttivi, per quanto possibile, e di concentrarli negli elementi strutturali più massicci.

Considerando la sequenza costruttiva del salone, partita dall'abside nel settembre del 1947 e proseguita verso il fronte su corso Massimo d'Azeglio, le prove hanno indagato la progressione costruttiva per rilevare eventuali differenze nei materiali adottati. Nella stessa logica, le prove sono state ripetute ai diversi livelli (piano interrato, piano terra, piano primo e, infine le coperture) per indagare eventuali anomalie dovute alle fasi di

getto eseguite in momenti diversi, e/o con eventuali conglomerati differenti, considerando che all'epoca il calcestruzzo veniva confezionato in opera e quindi poteva soffrire di differenze dovute alle stagioni e all'artigianalità della fabbricazione.

Inoltre, è stato indagato l'ampliamento del salone avvenuto nel 1953-54, ripetendo le varie prove per effettuare un confronto tra le due parti ed individuare eventuali anomalie o differenze.

I risultati

Sulla base dei test eseguiti in situ e le successive elaborazioni in laboratorio lo studio compiuto consente le seguenti considerazioni.

Dai risultati delle prove SONREB è possibile affermare l'esistenza di un cluster di esiti che testimonia di una discreta uniformità nella tipologia dei materiali confezionati in opera. Infatti, il range in termini di indice di rimbalzo (ricavato dalle prove sclerometriche) e di velocità di trasmissione (prove ultrasoniche), è chiaramente individuabile. Dai risultati delle SONREB, sembrerebbe che gli elementi strutturali del piano terra presentino delle caratteristiche inferiori, in termini di resistenza, rispetto agli elementi del primo piano.

Ciò trova parzialmente riscontro anche nei risultati delle prove di resistenza a compressione dei campioni estratti: gli elementi strutturali del piano terra presentano un cluster nel range tra 20-30 Mpa, con l'eccezione di entrambi i campioni estratti dai pilastri P8n e P8s, che presentano valori di resistenza di molto maggiori. Tuttavia, è stata peraltro riscontrata una certa dispersione dei valori di resistenza dei campioni provenienti dal piano primo.

Considerazioni analoghe possono farsi in merito ai moduli elastici deducibili dai SONREB e dalle prove sui campioni estratti. Ai fini comparativi, i moduli elastici dinamici ricavati dalle prove ultrasoniche sono stati convertiti mediante fattore moltiplicativo (pari a 1.1), per poter essere comparati con i moduli elastici secanti ottenuti dalle carote estratte. Questa relazione semplificata è coerente con le leggi statistiche riportate in letteratura (CSLB decreto 361/2017 2017; UNI 9771:1990 1990; UNI EN 12390-13:2013 2013).

I risultati ottenuti, confrontati con i valori riportati dai certificati dell'epoca su prelievi di miscela, confermano l'atteso incremento delle resistenze nel tempo.

Il confronto viene poi proposto, in termini di valori medi di resistenza a compressione, indagando le due fasi costruttive del salone (la prima compresa tra il 1947 e il 1948, la seconda avvenuta con l'ampliamento del 1953). Dal confronto emerge come i valori delle carote e delle miscele, relativi all'ampliamento del 1953, siano raffrontabili. Tuttavia, i corrispondenti valori relativi alla porzione del 1947-48 differiscono in maniera sostanziale. La causa potrebbe essere attribuita alla modalità di fabbricazione dei provini per l'accettazione del calcestruzzo per la porzione del 1947-48; infatti il calcestruzzo in situ risulta essere di qualità analoga a quello rilevato nell'ampliamento del 1953, come anche evidenziato dai risultati delle altre indagini.

Gli esiti delle prove effettuate sui diversi elementi strutturali sono riportati nella Relazione Tecnica.

Sono attualmente in corso un monitoraggio ambientale e un monitoraggio strutturale i cui risultati ad oggi acquisiti sono riportati nelle tabelle seguenti:

Monitoraggio Ambientale	Risultati
N.3 sensori di umidità-temperatura sono stati installati in altrettante aree della struttura: nel primo piano lato sud, nella parte superiore della volta a sap e nel piano interrato.	Al piano interrato si registra un'umidità media più alta (63.28%) rispetto al valore registrato dai sensori situati ai piani più alti. (50.87% - 48.62%). Mentre si registrano temperature più basse nel sensore al piano interrato rispetto ai sensori situati ai livelli più alti.
Monitoraggio interno del calcestruzzo	Risultati
N. 3 sensori sono stati installati all'interno di due pilastri, PT_P12N, P1_P7S e nella CI-3 al piano interrato.	I dati di temperatura e umidità raccolti nella colonna CI-3 confermano la presenza di un livello di umidità ottimale per i fenomeni di corrosione [65%-75%]. Mentre i dati raccolti dal pilastro P12 rappresentano una condizione bagnata, confermata dalla presenza di una perdita del sistema antincendio in prossimità del pilastro. Al primo piano, i dati raccolti dal sensore installato nel P7 riportano una condizione asciutta con valori di umidità <65%.

Monitoraggio Strutturale	Risultati
<p>Il monitoraggio si è concentrato nell'arco contiguo alla parte terminale dell'abside, dove si presentavano alcune fessure la cui causa risultava di difficile interpretazione. Sono stati quindi installati alcuni deformometri a misura centesimale di tipo Wifi con lettura ogni ora e termometri digitali anch'essi di tipo Wifi.</p> <p>È stato installato anche un accelerometro digitale Wifi per il controllo delle vibrazioni della struttura.</p> <p>Il nuovo sistema di monitoraggio, tuttora funzionante dal 30 settembre 2021, è composto come segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sensori di spostamento sulle fessure dell'arco in cemento armato, sensibilità 1/100 mm • Accelerometro per le vibrazioni nel senso ortogonale all'arco (con soglia di attivazione a 1 mg). • Sensori di temperatura e di umidità • Microcamera per foto di ambiente 2Mp • N.2 batterie al piombo da 12V e 12Ah 	<p>Nel periodo analizzato nell'ambito del <i>progetto Getty</i>, le fessure monitorate in uno degli archi della volta SAP presentavano cicli sostanzialmente stabili. Anche i dati accelerometrici non mostravano anomalie evidenti. I dati sono ancora in fase di acquisizione. Risultati più significativi si otterranno con un monitoraggio permanente di lungo periodo, auspicabilmente con sistemi e strumentazioni più completi e accurati, anche in modo da rimuovere gli effetti delle componenti stagionali.</p>

11.6.3 Interventi di riqualificazione statica e antisismica delle strutture esistenti

A parte gli interventi locali di rinforzo dei singoli elementi critici, la misura di sicurezza più importante prevista è la protezione sistematica di tutti i nodi deboli, soprattutto quelli non confinati all'intersezione fra elementi verticali e orizzontali. L'intervento sui nodi consente un beneficio in misura ammessa dalle norme in termini di duttilità e riduzione dell'accelerazione spettrale: beneficio necessario poiché gli effetti di un eventuale cedimento sismico di un nodo potrebbero causare cedimenti differenziali importanti e la conseguente necessità di demolizioni sia pur localizzate.

Si riportano di seguito gli interventi previsti per gli elementi strutturali più importanti.

Pilastroni inclinati	Rinforzo a taglio con tessuti di acciaio o basalto in matrice cementizia inorganica (FRCM). Rinforzo a pressoflessione con tiranti esterni in acciaio ad alta resistenza all'estradosso dei pilastri centrali più sollecitati (limitatamente al piano terra). Protezione lato estradosso della testa della colonna fino alla giunzione con l'elemento a ventaglio (con compositi fibrorinforzati FRCM).
-----------------------------	---

Ventagli	Rinforzo diffuso estradossale a taglio e flessione con rete di fibre naturali di basalto.
Volta SAP	Rinforzo a taglio e flessione con rete biassiale in fibra di basalto naturale e barre elicoidali in acciaio ancorate negli archi in cemento armato (da rinforzare a loro volta con FRCM per taglio e flessione), in modo tale da assorbire le sollecitazioni di trazione.
Volta ondulata in ferro cemento	Rinforzo e miglioramento strutturale della volta ondulata in ferro cemento con realizzazione di rinforzo estradossale diffuso con rete in fibra naturale di basalto.
Timpani, muri di tamponamento laterali e pilastri cavi in muratura.	Ripristino antiribaltamento delle tamponature con composito fibrorinforzato (FRCM) in matrice a base calce rete biassiale in fibra di basalto e barre elicoidali in acciaio per i collegamenti trasversali.
Travi e colonne	Rinforzo con placcaggio di confinamento con FRCM a matrice inorganica a basso spessore per migliorare la resistenza a flessione e/o a taglio.
Travi e colonne con alte sollecitazioni (travi anulari esterne e alcuni pilastri)	Rinforzo con placcaggio in composito fibrorinforzato (FRCM) in matrice a base di malta cementizia, per migliorare la resistenza a flessione e/o a taglio.

Le verifiche strutturali condotte sul padiglione assoggettato agli interventi di *miglioramento* sismico mostrano come l'indice di sicurezza sismica, IS a SLU, superi il valore di 0.60 di una misura non molto inferiore a quanto si richieda per un intervento di *adeguamento* sismico, con incrementi ben superiori a quelli minimi prescritti dalle NTC 2018.

In definitiva, i risultati delle verifiche dimostrano la fattibilità dell'intervento sul padiglione 2 dal punto di vista della sicurezza statica e sismica. Infatti, i livelli di miglioramento strutturale calcolati soddisfano i requisiti di sicurezza richiesti per il miglioramento di edifici esistenti dalle NTC 2018, più restrittivi di quelli richiesti dalla norma di riferimento per edifici tutelati come è il complesso TOESPO.

11.6.4 Interventi di nuova realizzazione

Nuove strutture sono previste per la creazione dei nuovi volumi interrati per la sostituzione dei parapetti delle balconate interne ed esterna, per la realizzazione di gradonate sulle balconate interne e nella corte sul parco, per cunicoli, vasche, basamenti al servizio dell'impiantistica.

11.6.4.1 Nuovi volumi interrati

I nuovi volumi interrati realizzano grandi locali isolati acusticamente per utenze speciali e un grande locale tecnico a pianta anulare per i locali tecnici a servizio di tutto il fabbricato. Vengono "scavati" con un ingombro in pianta di circa 67,0x70 m nel centro del padiglione 2 e in adiacenza al padiglione 4, avendo cura di mantenere una distanza di sicurezza dal piede delle *pilastroni* esistenti pari almeno alla profondità del nuovo interrato. Per procedere allo scavo in sicurezza lungo il perimetro è prevista una berlinese di contenimento provvisorio contro la quale viene gettato il muro perimetrale a protezione di tutti i nuovi volumi ipogei.

La porzione dell'esistente cunicolo tecnico trasversale del padiglione 4 che confina con il nuovo interrato viene anch'essa abbassata, di circa 1,50 m, per creare un *anello tecnico* continuo attorno ai nuovi volumi in grado di servire tutto il fabbricato.

La quota di fondo scavo è limitata dalla presenza di un collettore di acque bianche esistente (ovoidale H 2,0 m), per proteggere il quale è prevista una fascia di jet-grouting atta a consentire lo scavo senza detensionare l'ovoidale stessa.

La struttura ipogea è costituita dai citati muri perimetrali di contenimento terra e da una serie di pilastri con scansione a 7,5m in asse alle campate della volta e variabile trasversalmente in ragione delle dimensioni dei nuovi locali. Il nuovo solaio di calpestio di piano terra è progettato a piastra bidirezionale con casseri di alleggerimento in polipropilene riciclato e zone piene in corrispondenza della testa dei pilastri e dei setti.

11.6.4.2 Balconata esterna

La nuova balconata esterna è realizzata con mensole in acciaio a sezione variabile disposte in corrispondenza dei pilastri della corona esterna dell'abside, in continuità con le travi interne, fatta eccezione per la porzione in corrispondenza delle scale esistenti. Tra le travi a mensola viene disposta un'orditura secondaria sulla quale poggia un solaio in lamiera grecata con getto integrativo alleggerito, reso solidale mediante piolatura sulle travi di appoggio. Alle estremità della balconata vengono realizzate due scale in carpenteria metallica, lamiera grecata e getto integrativo, a due rampe con pianerottolo intermedio, per contenere la deformabilità della scala e mantenere il campo di frequenze della sua vibrazione nella "zona di comfort".

11.6.4.3 Parapetti

I parapetti esistenti non risultano a norma e vengono comunque smantellati per le esigenze di rifunzionalizzazione degli spazi. I nuovi parapetti, pur richiamando quelli esistenti, presentano sezioni idonee a rispettare i limiti di portanza orizzontale della normativa vigente.

11.6.4.4 Balconate interne

In appoggio sulle balconate interne è previsto un sistema gradonato per spazi di seduta/lettura e di scaffalatura lungo le pareti. Le gradonate sono progettate in modo da sfruttare le capacità delle strutture esistenti senza dover procedere al loro rinforzo, anche per non alterare in misura significativa i carichi statici in fondazione e quelli derivanti dalle azioni simiche: la loro struttura è costituita da una serie di reticolari con profili scatolari per montanti e correnti e coppie di profili per le controventature. I piani sono realizzati con lamiera grecata e getto integrativo in calcestruzzo alleggerito. La scelta di una struttura metallica è dettata da un lato per mantenere il sistema il più leggero possibile, dall'altro per agevolare la progettazione antincendio utilizzando materiale incombustibile.

11.6.4.5 Gradonate esterne

Nella corte sul parco, in aderenza al padiglione 3 destinato ad Architettura, viene realizzata una seconda gradonata per sedute informali, questa volta mediante conci prefabbricati in calcestruzzo poggianti su setti gettati in opera.

11.7 **Produzione dell'energia termica e progetto impiantistico**

L'intervento prevede il recupero architettonico degli edifici conservandone e valorizzandone le caratteristiche originarie: obiettivo che ha indirizzato in modo stringente anche le scelte del sistema tecnologico, riguardo sia agli impianti meccanici sia agli impianti elettrici e speciali.

11.7.1 *Strategie di produzione dell'energia termica*

In relazione ai vincoli architettonici ed agli inevitabili compromessi fra esigenze architettoniche/urbanistiche e di sostenibilità ambientale, il progetto ha individuato tre criteri guida per la concezione del sistema edificio-impianto:

- a) limitare gli interventi che possano stravolgere la concezione architettonica e il disegno delle membrature;
- b) limitare la produzione concentrata e localizzata di inquinanti;
- c) massimizzare l'efficienza energetica dei sistemi di conversione.

Questi tre criteri hanno determinato una serie di scelte chiave circa l'architettura dei sistemi energetici, a monte della fase di analisi.

Volendo limitare l'impatto delle tecnologie per l'efficienza energetica e rispettare i vincoli posti dagli enti di tutela (punto a) si è esclusa una produzione in sito di energia elettrica (mediante sistemi fotovoltaici e/o micro-eolici) e termica (solare termico).

Uno studio attento e rispettoso dell'architettura dell'edificio è stato allora condotto sul tema dell'isolamento termico, individuando soluzioni rispettose dell'architettura sia sull'involucro che sui serramenti, in modo da ridurre il fabbisogno dell'edificio. Si segnala in particolare l'isolamento della grande volta della navata centrale che, nella configurazione originale si presenta come una grande superficie disperdente; al fine di preservare il

grande valore estetico, l'isolamento è stato realizzato operando dall'esterno. Ciò ha indirizzato ad una soluzione comprendente anche una protezione dagli agenti atmosferici e conferente alla finitura esterna una colorazione in grado di limitare l'effetto isola di calore (oggi accentuata dal colore nero delle attuali guaine impermeabilizzanti).

La riduzione della domanda energetica è stata inoltre perseguita mediante soluzioni impiantistiche capaci di limitare la climatizzazione della navata centrale alla sola zona occupata (impianti a dislocazione associati a pannelli radianti a pavimento), di utilizzare il free-cooling ogni qual volta le condizioni ambientali lo consentissero e localizzando in ambienti confinati i terminali impiantistici favorendo così un trattamento più preciso e costante delle condizioni termo-igrometriche.

L'impianto a dislocazione in associazione con pannelli radianti a pavimento presenta diversi vantaggi:

- limita l'azione di climatizzazione alla zona occupata;
- immette l'aria ad una temperatura più prossima a quella del comfort e a velocità molto ridotta migliorando le condizioni di comfort;
- sfrutta al meglio il free-cooling;
- limita i fabbisogni energetici in fase di raffrescamento.

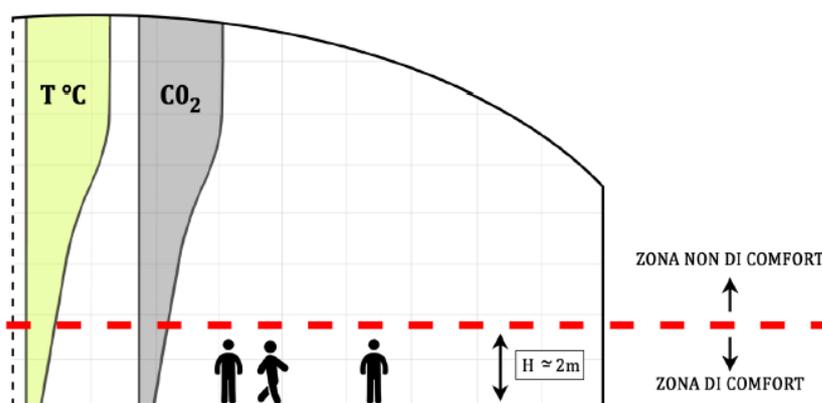


Figura 62- Schema di funzionamento impianto di dislocazione a pannelli radianti

La collocazione del complesso nel parco fluviale del Valentino consente di beneficiare di un microclima favorevole che, unitamente alla disponibilità della sorgente geotermica per produrre energia con pompe di calore (v. seguito), permette di implementare tecniche, per esempio, di ventilazione naturale notturna associata all'attivazione della massa termica dell'edificio per smaltire il carico termico generato durante la fase di occupazione.

Il secondo punto (b), indirizza poi ad evitare schemi impiantistici di conversione in loco tramite combustibili fossili. Dunque, l'opzione di utilizzare gas naturale come vettore energetico (adottando, ad esempio, caldaie a condensazione per la produzione di acqua calda sanitaria e per coprire il carico termico di riscaldamento o di immaginare sistemi di cogenerazione a servizio del complesso) è stata considerata come non ottimale e non ulteriormente approfondita nell'analisi del ventaglio delle possibili architetture del sistema energetico.

Stante questo quadro, la linea di sviluppo per ottimizzare la sostenibilità energetico-ambientale del complesso e massimizzare l'efficienza energetica dei sistemi di conversione (punto c) è quella di una elettrificazione diffusa degli usi finali di energia. Tale strategia, oltre che essere coerente con i concetti ed i vincoli sopra illustrati, è anche una fra le linee di indirizzo raccomandate dalle politiche di transizione energetica nazionale ed Europea (l'elettrificazione spinta degli usi finali sarà, ad esempio, uno dei topics dello Spoke 8 "Final Use Optimization, Sustainability & Resilience In Energy Supply Chain" del Partenariato Esteso 2 "Scenari energetici del futuro" - PNRR).

Alla luce di quanto sopra le scelte del concept del sistema tecnologico sono:

- un sistema di climatizzazione che sfrutta pompe di calore per la produzione dell'energia termica e frigorifera in modo da garantire la completa elettrificazione degli usi finali termici (nessuna emissione localizzata di inquinanti, massimizzazione delle opportunità di sfruttare energia prelevata dalla rete e prodotta – non on site – da RES) e allo stesso tempo permettere un recupero termico all'interno dello stesso edificio servito;
- l'adozione di macchine condensate ad acqua di falda (sistema geotermico open-loop), al fine di utilizzare sistemi di conversione energetica ad alta efficienza (COP ed EER significativamente più elevati rispetto ad analoghe macchine condensate ad aria).

L'impianto geotermico permette inoltre di utilizzare sistemi di generazione (pompe di calore) la cui collocazione è prevista in locali chiusi, consentendo quindi di gestire l'impatto acustico del nuovo insediamento impiantistico in conformità ai limiti del contesto urbano.

11.7.2 Impianti fluido-meccanici

Le tecnologie per la produzione energetica sono dunque basate su:

- utilizzo geotermico con acqua di falda per riscaldamento invernale e condizionamento estivo con gruppo frigorifero /pompa di calore polivalente;
- produzione di acqua calda sanitaria mediante boiler ad accumulo di piccola dimensione installati in prossimità dei blocchi servizi, riscaldati con serpentina alimentata da acqua tecnica prodotta dal gruppo pompa di calore polivalente.

Per il riscaldamento e raffrescamento degli ambienti è privilegiato l'utilizzo di sistemi con pannelli radianti a pavimento in modo da sfruttare acqua a bassa temperatura e contenere il consumo di energia elettrica per il pompaggio dei fluidi.

Il ricambio dell'aria utilizza unità trattamento con recuperatori di calore ad alta efficienza e sistemi a portata variabile, sempre nell'ottica del risparmio di energia elettrica. In estate si farà ricorso al free cooling e, per quanto possibile, alla ventilazione naturale.

L'obbligo di attingere a fonti rinnovabili è ottemperato con l'installazione di pompa di calore geotermica poiché, a causa dei vincoli monumentali e paesaggistici, non si è ritenuto di installare pannelli fotovoltaici né collettori solari.

Le condizioni termo-igrometriche ambientali assunte a base di progetto sono:

- nel periodo invernale temperatura dell'aria di 20-22°C negli uffici e nei saloni biblioteca;
- nel periodo estivo temperatura massima di 27 °C negli uffici e nei saloni biblioteca;
- umidità relativa dell'aria controllata solo nel periodo estivo, nell'intervallo 50-60 %.

Al piano interrato, nella zona degli scaffali compattevoli, i valori di temperatura e umidità da mantenere durante tutto l'anno e per 24 ore al giorno sono pari a 20°C con il 50% di umidità relativa; nella zona del fondo storico si devono garantire per tutta la durata dell'anno e per le 24 ore al giorno 23°C con il 50% di umidità relativa.

Le temperature medie radianti dovranno risultare comunque non inferiori a 18°C nel periodo invernale e non superiori a 28°C nel periodo estivo; per il raggiungimento di questi obiettivi viene adottato un buon isolamento termico dell'involucro edilizio nel suo insieme ed una buona schermatura solare delle superfici vetrate, senza penalizzare l'illuminazione naturale.

Al fine di adattare le condizioni ambientali alle percezioni soggettive è poi consentito di controllare direttamente la temperatura dell'aria negli intervalli su indicati; pertanto, l'impianto di climatizzazione è posto in grado di soddisfare tale esigenza mediante valvole di regolazione dei circuiti dei pannelli radianti.

11.7.3 Sistema di monitoraggio e controllo BMS

Si prevede un sistema di supervisione sul quale sono caricate tutte le pagine grafiche degli impianti fluidomeccanici, elettrici e speciali:

- Impianto rivelazione fumi;
- Impianto EVAC;
- Impianto TVCC;
- Impianto antintrusione;
- Impianto illuminazione normale e di emergenza;
- Stati degli interruttori dei principali quadri elettrici;
- Stato di tutti gli UPS, registri modbus UPS;
- Stati del Gruppo Elettrogeno, registri modbus GE;
- CTA;
- Pompe di calore;
- Estrattori;
- Gli inverter di comando motori;
- Strumenti contacalorie e misuratori di portata;
- Multimetri di tutti i quadri con uscita Modbus;
- Stati dei quadri degli interruttori dei sistemi di sicurezza (luce ed antincendio);
- Gestione luci normale ed emergenza;

Le principali funzioni dell'impianto di supervisione sono:

- Monitoraggio e controllo a distanza dei dispositivi che compongono i vari impianti tecnologici
- Comando remoto delle variabili di regolazione degli impianti tecnologici
- Elaborazione di sintesi dei dati raccolti ai fini della redazione di un piano energetico atto alla riduzione dei consumi medi e di picco di energia elettrica e termica
- Redazione in tempo reale di resoconti sullo stato degli impianti per la rapida individuazione di anomalie nel sistema;
- Supporto alla manutenzione preventiva di apparecchiature ed impianti al fine di ridurre al minimo il fermo impianto
- Monitoraggio degli allarmi incendio ed intrusione e dell'attivazione dei relativi sistemi di allarme, inclusa la diffusione sonora

Il sistema di supervisione e controllo esegue tutte le applicazioni di Automazione d'Edificio (Building Automation) ed è fortemente integrato col sistema operativo per fornire un ambiente operativo grafico strutturato, compatibile con le moderne tecnologie Web ed in grado di esporre le proprie funzionalità attraverso molteplici interfacce standard.

11.7.4 Impianti elettrici e speciali

La fornitura di energia elettrica avviene in media tensione dalla cabina di consegna dell'ente fornitore alla cabina di trasformazione, localizzata nel blocco tecnico ipogeo esistente, posto in fregio a viale Boiardo all'interno della corte orientale della biblioteca. In detto volume interrato è attualmente presente l'originaria cabina di trasformazione.

L'alimentazione normale viene sdoppiata in due alimentazioni indipendenti:

- Servizi tecnologici ed impianti meccanici;
- Servizi generali di edificio, quali luce/FM e impianti terminali.

Al fine di alimentare i servizi preferenziali in assenza di rete elettrica ordinaria, viene installato un gruppo elettrogeno, posizionato all'aperto nell'area tecnica del cortile di confine col Teatro Nuovo, dotato di cofanatura ed insonorizzazione, della potenza nominale di 500 kVA PRP. Il gruppo elettrogeno alimenta tutti i servizi antincendio, oltre agli UPS di sicurezza antincendio ed agli UPS di sicurezza luce.

Gli impianti di sicurezza sono suddivisi in due categorie in funzione del servizio:

1. Servizi di sicurezza antincendio;
2. Illuminazione di sicurezza.

Per i servizi di sicurezza antincendio, che hanno necessità di continuità assoluta, è stato previsto un UPS EN50171 di potenza pari a 120 kVA, con autonomia 15 minuti. Per l'illuminazione di sicurezza sono stati previsti due UPS, uno a servizio del lato sinistro e l'altro a servizio del lato destro della biblioteca.

Per l'alimentazione dei sistemi IT del locale "centro stella di edificio" e Control Room (situato all'ingresso della zona uffici al primo piano del padiglione **2b**) e per le varie postazioni di lavoro degli uffici, è previsto un UPS dedicato no-break per sopperire all'eventuale mancanza della rete ordinaria..

L'alimentazione delle utenze meccaniche è del tipo radiale punto-punto, cioè ciascuna utenza è alimentata con linea dedicata avente origine dal proprio interruttore di protezione sui relativi sottosquadri.

L'alimentazione delle utenze meccaniche a servizio dell'antincendio avviene dai vari quadri dedicati. Le utenze sono tutte sottese o direttamente a gruppo elettrogeno o ad UPS di sicurezza antincendio.

L'impianto di illuminazione prevede sia apparecchi illuminanti dimmerabili sia apparecchi illuminanti a flusso costante. Le accensioni sono normalmente dei seguenti tipi:

- Con rivelatori di flusso luminoso e presenza;
- Con rivelatori di presenza;
- Con comandi manuali.

La maggior parte degli apparecchi illuminanti sono del tipo a sospensione o a plafone, ad esclusione delle aree in cui è previsto un controsoffitto, nel qual caso gli apparecchi sono da incasso. Tutti gli apparecchi illuminanti sono previsti con cablaggio elettronico.

Sulle aree esterne sono collocati proiettori ad accensione automatica da programmazione oraria e consenso crepuscolare, gestita da impianto di supervisione.

L'impianto FM e TD si appoggia ad una distribuzione realizzata dal piano interrato che alimenta i vari quadretti prese posati all'interno dei pozzetti incassati nel pavimento. Alcuni tavoli sono equipaggiati con prese FM alimentate tramite delle prolunghe attestate su prese presenti nei pozzetti.

Negli uffici ipogei del padiglione **4** la distribuzione FM e TD è realizzata nel pavimento galleggiante, e le torrette sono del tipo a scomparsa da 16/20 moduli.

Per gli uffici del piano primo del padiglione **2**, la distribuzione è realizzata con canaline a parete in alluminio attrezzate per l'alloggiamento delle prese FM e TD.

Con distribuzione regolare sono predisposti degli acces point, al fine di permettere una connessione wifi a tutti gli utenti della biblioteca.

Tutte le aree del fabbricato sono servite da impianto di diffusione sonora, con basi microfoniche per le stazioni di chiamata. Tutti i diffusori acustici sono dotati di trasformatore di linea per la regolazione della potenza. Sono previste due console microfoniche, una da tavolo posizionata nella Control Room, ed una da parete in versione da VVF, in posizione da definire, con microfono push-to-talk. Gli altoparlanti sono collegati in parallelo distribuendoli su più montanti, separati per le diverse zone ed è garantita la ridondanza dei circuiti (due linee per ogni ambiente).

Il rilevamento dei principi di incendio viene gestito da un sistema automatico digitale; i rivelatori di fumo o calore in campo inviano ciclicamente alla centrale, alla quale sono collegati mediante loop, un segnale sullo stato della rispettiva camera di analisi. Tutti i segnali vengono analizzati dalla centrale che identifica l'ampiezza dei valori di segnale discriminando tra i seguenti eventi: rivelatore sporco che necessita di pulizia, rivelatore guasto, rivelatore in allarme, loop interrotto.

Ci sono due tipologie di rivelazione fumi, uno ad aspirazione per le aree del padiglione principale e per quelle nascoste nei controsoffitti, ed uno tramite rivelatori indirizzati nei restanti ambienti. Inoltre, sono previsti rivelatori di fumo dedicati sugli scaffali dei libri: al fine di un rilevamento precoce di eventuali incendi, questi rivelatori, tramite appositi moduli di comando, attivano direttamente l'impianto di spegnimento water mist dello scaffale.

È previsto un impianto antintrusione sicuro ed affidabile: i sistemi di sicurezza sono concepiti per fornire un elevato livello di sicurezza intrinseca che, oltre ad un alto livello di protezione, prevede che i componenti siano completi di funzionalità antisabotaggio.

Al fine di massimizzare la sicurezza sono controllate tutte le porte di accesso alla biblioteca con dei contatti magnetici in alluminio di grado 2; sempre sugli accessi sono installati dei sensori inerziali a vibrazione in plastica, ed infine subito dopo le porte di accesso sono installati dei rivelatori volumetrici a doppia tecnologia. Sono previste tre centrali, una per la biblioteca, una per l'area bar, ed una per il foyer/sala incontri.

Un impianto di telecamere a circuito chiuso riprende tutte le aree esterne in prossimità agli accessi alla biblioteca e le aree interne più sensibili, per rivelare furti e atti di vandalismo o violenza.

È previsto un impianto antitaccheggio con antenne posizionate in prossimità degli ingressi lato corso Massimo D'Azeglio e lato parco del Valentino. Per ognuno dei varchi, sono previsti 2 gruppi di tre antenne ciascuno. Ognuno dei varchi antitaccheggio lavorerà in maniera autonoma, anche senza collegamento al gestionale della biblioteca.

Al fine di permettere una migliore e più ordinata fruizione della biblioteca è previsto un sistema di contabilizzazione dei flussi, sia ai fini della sicurezza antincendio e sia a scopi statistici. Il sistema contabilizza le persone che entrano ed escono tramite sensori video 3D su ogni varco di accesso; posizionato in altezza, rileva tutte le persone che si trovano nella zona al di sotto del suo punto di attacco. I dati vengono poi rimandati ai server di gestione attraverso la rete della biblioteca; il software gestionale permette sia le prenotazioni degli ingressi, sia le analisi statistiche. Il sensore video è un sistema di conteggio molto preciso, anche in caso di passaggi ampi o di forte affluenza.

11.8 La Valutazione previsionale di clima e impatto acustico

La Valutazione previsionale di clima e impatto acustico è fatta con riferimento alla Classificazione Acustica del Comune di Torino.

I risultati dei rilievi fonometrici in situ evidenziano come la rumorosità della zona sia influenzata principalmente dal traffico stradale e, in seconda istanza, da altre attività antropiche.

Ai sensi del comma 3 articolo 8 della L 447/95 e del Titolo V art. 24 del Regolamento Comunale per la Tutela dall'Inquinamento Acustico della Città di Torino, il presente intervento non è stato considerato incluso tra quelli per i quali è necessaria la valutazione previsionale di clima acustico.

La valutazione di impatto acustico consegue alla presenza dei nuovi impianti tecnologici. Per tutte le sorgenti sono stati indicati dei valori massimi ammissibili di potenza sonora con l'obiettivo di limitare la propagazione del rumore verso i ricettori sensibili più prossimi, nel rispetto dei limiti di emissione ed immissione sonora e differenziali di legge.

Dai risultati delle simulazioni emerge che i livelli sonori simulati nella configurazione post operam sono conformi ai limiti assoluti di immissione, relativi al periodo diurno e notturno, nella maggior parte dei punti di ricezione considerati. I valori in corrispondenza dei ricettori posti sugli edifici che si affacciano su corso Massimo d'Azeglio o che gli sono più vicini, risultano superiori ai limiti assoluti di immissione sia nella condizione ante operam sia in quella post operam esclusivamente a causa del rumore dell'intenso traffico stradale sul corso.

Emerge inoltre che solo alcuni dei ricettori considerati risentono dell'installazione di quanto in progetto e che, per tutti i punti, è possibile affermare che gli interventi previsti non comportano impatto acustico, nel rispetto del criterio differenziale.

11.9 Sostenibilità ambientale e tassonomia europea - Le verifiche di conformità - (CAM, LEED e DNSH)

Alla base dell'approccio al tema della sostenibilità, il progetto ha assunto come riferimento le "Linee guida per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica del PNRR e del PNC" (Art. 48, comma 7, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108).

Il progetto è stato contestualmente verificato per la conformità ai Criteri Ambientali Minimi - CAM ai sensi del Decreto Ministeriale 11 ottobre 2017 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici." (G.U. n. 259 del 6 novembre 2017).

Infine, è stato sottoposto a una verifica valida per la certificazione secondo il protocollo di sostenibilità energetico-ambientale (rating systems) di livello internazionale LEED. Come previsto dal decreto, la conformità ai CAM può essere infatti dimostrata se nella certificazione risultano soddisfatti tutti i requisiti riferibili alle prestazioni ambientali richiamate da ciascun criterio. In tali casi il progettista è esonerato dalla presentazione della documentazione relativa all'applicazione del D.M. 11/10/2017, ma è richiesta la presentazione degli elaborati e/o dei documenti previsti dallo specifico protocollo di certificazione di edilizia sostenibile perseguita. Il protocollo LEED costituisce inoltre un valido supporto per la verifica della tassonomia Europea DNSH. Essa è stata redatta ai sensi del REGOLAMENTO (UE) 2021/241 - che istituisce il dispositivo per la ripresa e la resilienza, stabilisce gli obiettivi del dispositivo, il suo finanziamento, e le regole di erogazione di tale finanziamento - nel rispetto di quanto previsto Articolo 5 "Principi orizzontali", comma 2 che riporta "Il dispositivo finanzia unicamente le misure che rispettano il principio «non arrecare un danno significativo»".

Il progetto sviluppa una serie di relazioni specifiche per delineare un quadro completo della sostenibilità dell'opera, un'analisi dei diversi aspetti ambientali e sociali correlati alla fase di riqualificazione del complesso e più in generale dell'intero ciclo di vita dell'opera, inclusi elementi atti a fornire un contributo all'economia circolare e alla limitazione della Carbon Footprint dell'intervento.

Per quanto attiene i CAM, trattandosi di una "ristrutturazione importante di primo livello" di edificio vincolato ai sensi del D.lgs. 42/2004, le verifiche sono state condotte, a livello di singolo edificio, per tutti i criteri pertinenti alla tipologia di intervento, tenendo conto dei limiti di applicabilità e delle deroghe concesse per edifici sottoposti a vincolo.

Nell'ambito della relazione specialistica di riferimento sono individuati i criteri minimi applicabili di competenza del gruppo di progettazione, che dovranno essere rispettati anche nella fase di progettazione

esecutiva. I criteri attinenti a specifiche tecniche del cantiere e/o dei materiali da costruzione riportati nella relazione specialistica sono da considerare quali integrazioni dei Capitolati speciali d'Appalto.

Sul tema LEED viene dimostrata la possibilità di ottenere la certificazione Silver dell'opera ma con la possibilità, in fase di progettazione esecutiva e di realizzazione dell'opera, di raggiungere il livello Gold.

Per quanto attiene i DNSH, sono stati presi come riferimento per la tassonomia il regolamento (UE) 2020/852 e il 2021/2139. Il primo stabilisce il quadro generale per determinare se un'attività economica possa considerarsi sostenibile. Il secondo integra il primo e determina a quali condizioni si possa considerare che un'attività economica contribuisca in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici senza arrecare un danno significativo a nessun altro obiettivo ambientale.

Con riferimento a quanto sopra, è stato declinato il principio Do No Significant Harm (DNSH) allo specifico progetto fornendo gli elementi atti a dimostrare che il Progetto contribuisce in modo sostanziale alla mitigazione dei cambiamenti climatici e "non arreca un danno significativo" a nessuno degli altri obiettivi ambientali definiti nel Regolamento UE 2020/852 "Tassonomia" all'art.9 (Obiettivi ambientali):

- a) la mitigazione dei cambiamenti climatici;
- b) l'adattamento ai cambiamenti climatici;
- c) l'uso sostenibile e la protezione delle acque e delle risorse marine;
- d) la transizione verso un'economia circolare;
- e) la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento;
- f) la protezione e il ripristino della biodiversità e degli ecosistemi

Al fine di supportare l'attuazione del principio DNSH, il Ministero dell'Economia e delle Finanze - Dipartimento della Ragioneria Generale dello Stato, con circolare del 30.12.2021, n. 32, ha diramato la Guida Operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente¹, ove - per ogni misura - sono stilate schede tecniche per area di intervento, con relativi regimi applicabili (Regime 1 – Regime 2), nelle quali vengono richiamati i riferimenti normativi, i vincoli DNSH e i possibili elementi di verifica, così da offrire un supporto di tipo operativo che faciliti il rispetto del principio.

Il rispetto dei vincoli DNSH è asseverato con riferimento alla collocazione specifica dell'intervento, ovvero:

- Misura 1: Digitalizzazione, innovazione, competitività e cultura
 - o Componente 3: Turismo e cultura 4.0.

Con riferimento a tale collocazione, sono state considerate le schede tecniche 2 e 5 applicando sia il regime 1 che 2. Non sono invece state considerate la scheda 6 (in quanto afferente ad attività non comprese nell'incarico di progetto) e la scheda 12 (in quanto non sono presenti pannelli solari in progetto).

11.10 Accertamento in ordine alle interferenze con opere/reti preesistenti e proposta di risoluzione

Sono stati rilevati, da cartografia SMAT, 2 collettori fognari in attraversamento all'edificio principale.

Fognatura nera – profonda.

Si tratta di un collettore nero in c.a. abbastanza datato costruito in galleria con una sezione di 1200x2100 mm il cui scorrevole corre mediamente ad una quota prossima ai 222 m s.l.m., quindi a oltre 10 m dall'esistente piano campagna. Il collettore, benchè sgravato da quello consortile esistente e dal nuovo collettore consortile in corso di realizzazione, risulta in funzione. Dalle quote rilevate, il collettore comunque non interferisce con

gli scavi e le opere in progetto. Dato che il piano di scavi arriverà a circa 1,40 dall'estradosso, è comunque prevista una attività di consolidamento e protezione dello stesso, per i tratti interferenti. I pozzi di ispezione esistenti, interni all'edificio, rimarranno nell'attuale posizione ma saranno portati alla quota del pavimento finito al piano interrato.

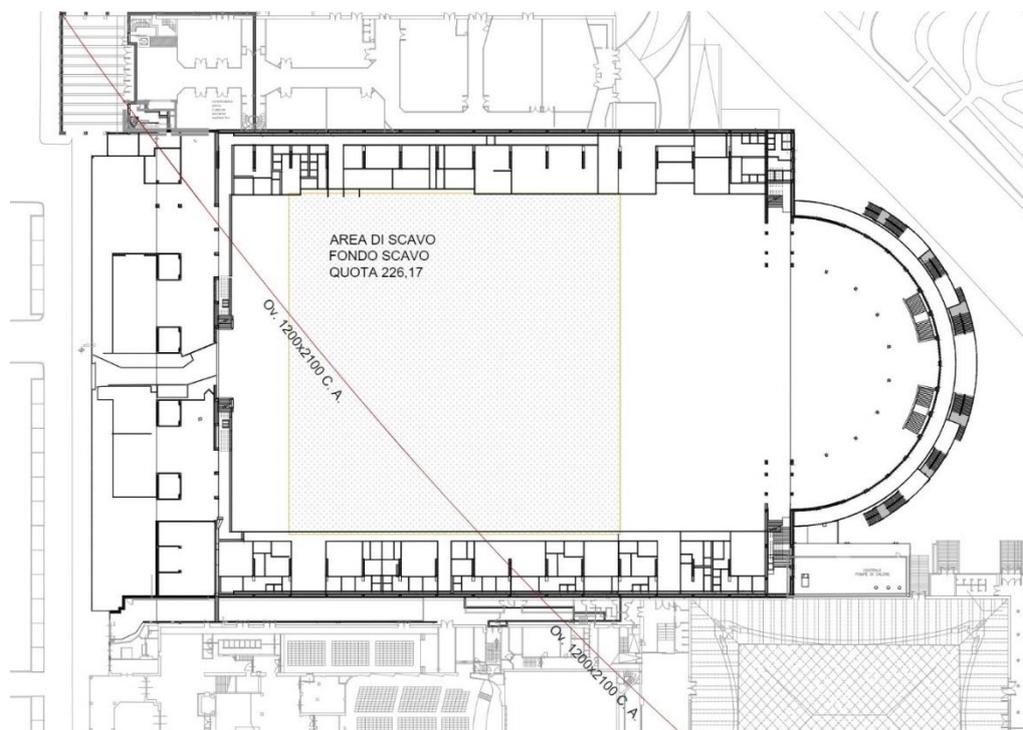


Figura 63 - Planimetria rete fognaria – nera profonda

Fognatura bianca- profonda.

Si tratta di un collettore bianco in c.a. con sezione di 2000 mm di diametro il cui scorrevole corre mediamente ad una quota prossima ai 223 m s.l.m., quindi a oltre 9 m dall'esistente piano campagna. Il collettore risulta in funzione. Dalle quote rilevate, il collettore comunque non interferisce con gli scavi e le opere in progetto. Dato che il piano di scavi arriverà a circa 1,00 dall'estradosso, è comunque prevista una attività di consolidamento e protezione dello stesso, per i tratti interferenti. I pozzi di ispezione esistenti, interni all'edificio, rimarranno nella stessa posizione ma saranno portati alla quota del pavimento finito al piano interrato.

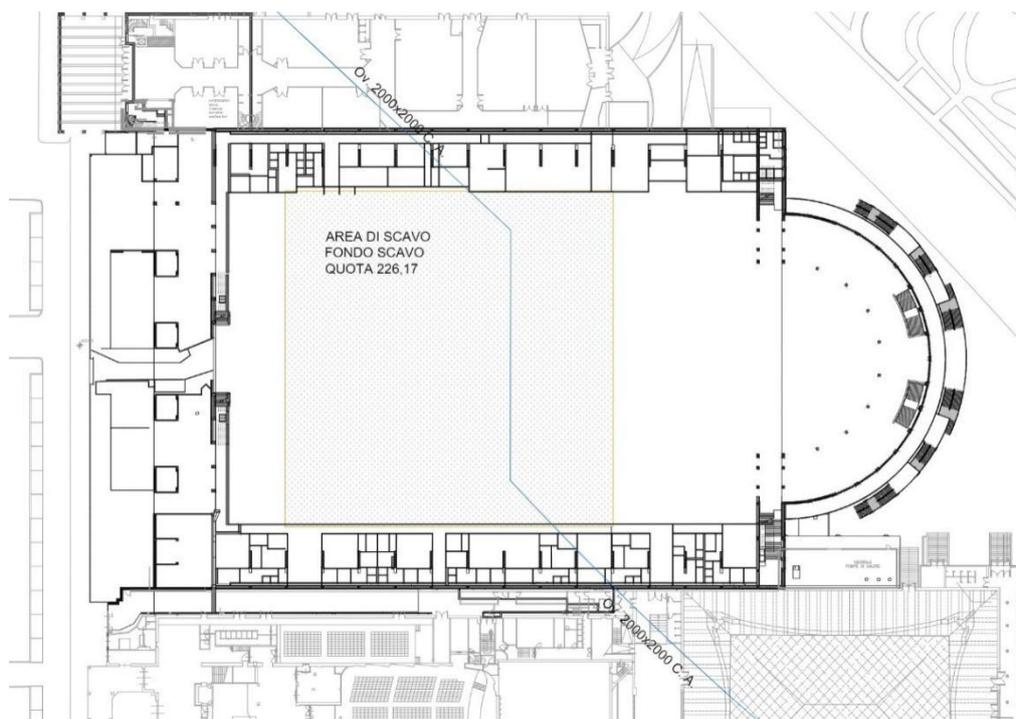


Figura 64 - Planimetria rete fognaria – bianca profonda

Fognatura nera – interferente.

Risulta interferente il collettore proveniente da C.so Massimo che si innesta in corrispondenza dell'area di intervento sulla fognatura nera profonda. Questo collettore (di dimensioni non indicate) risulta avere lo scorrere posato a circa 228 m, quindi circa 4 m dall'esistente piano campagna. Valutato che lo scavo interno all'edificio arriverà a circa -6,0 m (226m), il collettore è completamente interferente.

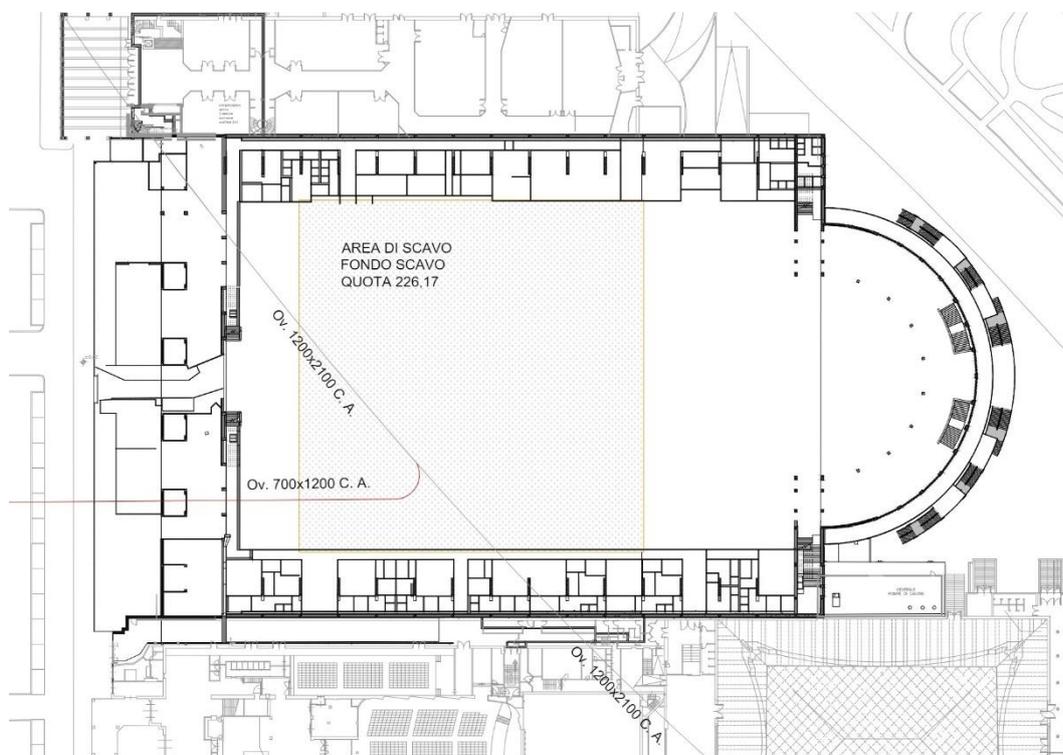


Figura 65 - Planimetria rete fognaria – nera interferente

Per risolvere l'interferenza s'intercetta il collettore su c.so Massimo sull'ultimo pozzo esistente abbassandone il profilo di circa 2 m sotto il piano di fondo scavo in modo da non interferire con le nuove fondazioni. Si prevede dunque di posare un collettore in PRFV del diametro di 1000 mm per una lunghezza di circa 50 m.

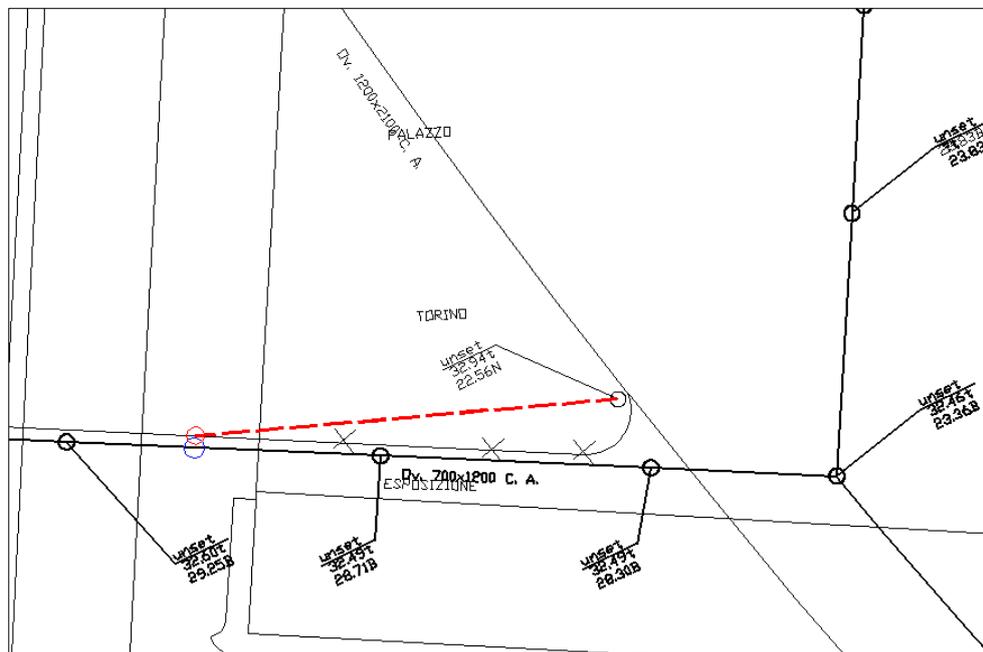


Figura 66 - Planimetria rete fognaria – nera interferente: proposta di risoluzione

Fognatura bianca – interferente

Risulta interferente il collettore proveniente da C.so Massimo che si innesta in corrispondenza dell'area di intervento sulla fognatura nera profonda. Questo collettore (ov. 70x120cm in c.a.) risulta avere lo scorrivole posato a circa 229 m, quindi circa 3 m dall'esistente piano campagna. Valutato che lo scavo interno all'edificio arriverà a circa -6,0 m (226m), il collettore è completamente interferente.

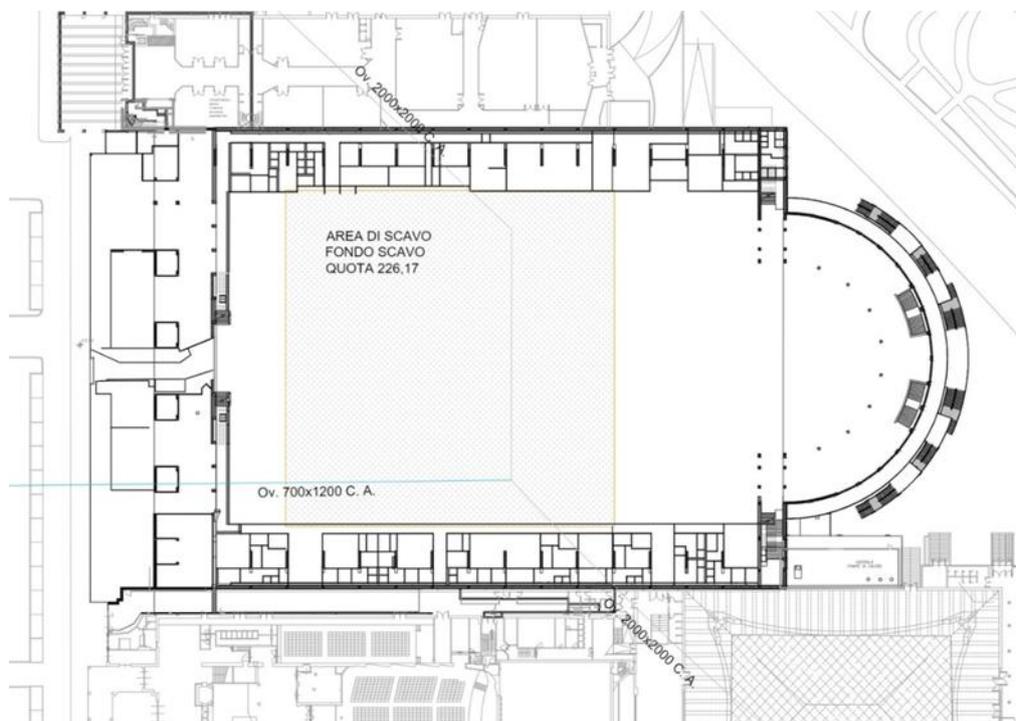


Figura 67 - Planimetria rete fognaria – bianca interferente

Per risolvere l'interferenza s'intercetta il collettore all'interno dell'area di cavo sull'ultimo pozzo esistente abbassandone il profilo di circa 1,5m rispetto al piano di fondo scavo in modo da eliminare l'interferenza con le nuove fondazioni. Si prevede dunque di posare un collettore in PRFV del diametro di 1000 mm per una lunghezza di circa 70 m .

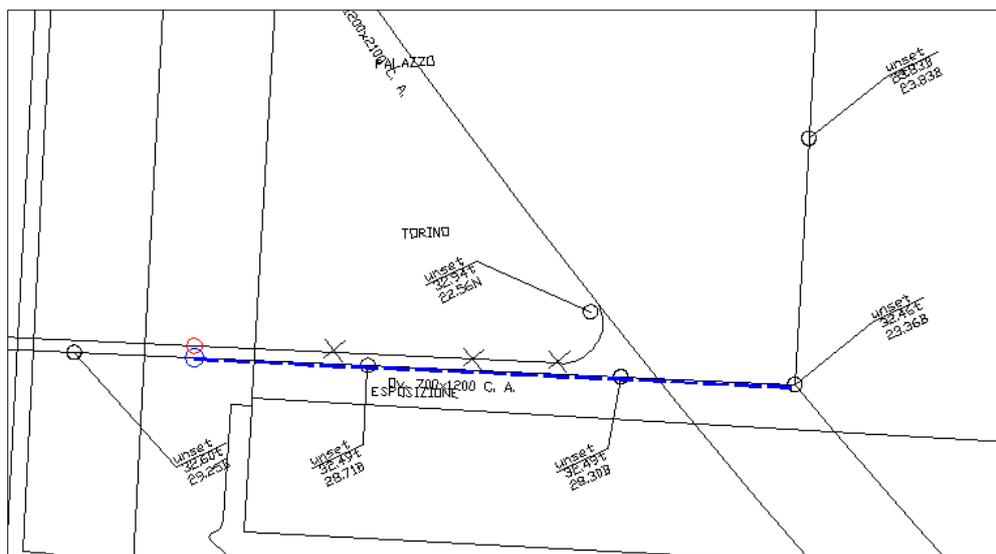


Figura 68 - Planimetria rete fognaria – bianca interferente: proposta di risoluzione

11.11 Indicazioni sulla fase di dismissione del cantiere

Le aree esterne di cantiere sono collocate in corrispondenza dell'avancorpo adiacente al padiglione **2b** (area di cantiere 01) e nel cortile adiacente al padiglione **4** (area di cantiere 02). Questa dislocazione consente di minimizzare le interferenze con le viabilità ordinaria e di conservare la gran parte dei parcheggi a raso e le limitrofe fermate degli autobus con tratta extraurbana (linea 267 – Piazza Sofia-Piazzale Caio Mario; linea 91T - Saluzzo-Torino; linea 108 - Alba-Carmagnola-Torino).

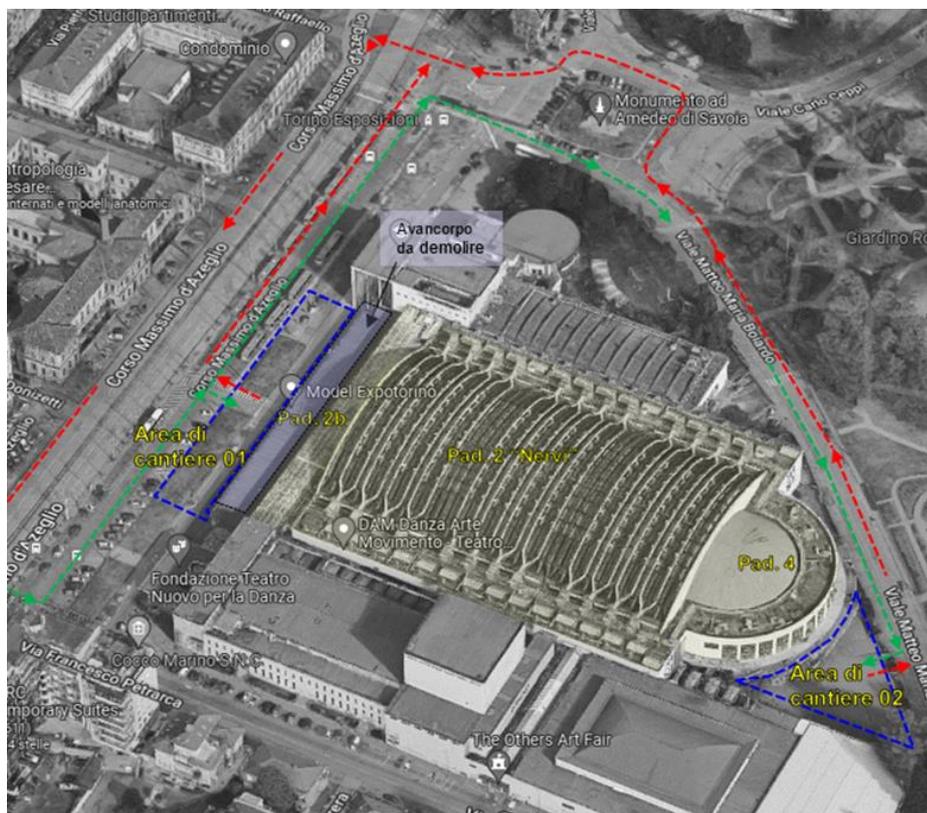


Figura 69 - Cantiere - Movimentazioni su aree esterne

Le aree esterne interessate dal cantiere si trovano in parte all'interno del lotto fondiario e in parte sulle aree urbanizzate sul fronte del corso Massimo d'Azeglio.

Il ripristino dell'area di cantiere 02 sarà coerente con il progetto di sistemazione dell'area, interpretata come luogo di connessione tra la biblioteca e il parco.

L'area di cantiere 01 sarà ripristinata secondo le indicazioni della Città, coerentemente con il progetto di riqualificazione del Parco del Valentino.

12 Bibliografia sintetica

Per il Parco del Valentino e le Esposizioni: P. L. BASSIGNANA (a cura di), Il Valentino, un luogo di progresso. Ciclo di conferenze 14 gennaio – 11 febbraio 2004, Torino, Centro Congressi Torino Incontra, 2004.

<http://www.italyworldsfairs.org>.

VALERIA GARUZZO, Torino 1928: l'architettura all'Esposizione Nazionale Italiana, Torino, Testo & Immagine, 2002.

VALERIA GARUZZO, Il Palazzo torinese della moda al Valentino, in «Studi Piemontesi», vol. 31, fasc. 1, pp. 53-65

«La Stampa», 21 ottobre 1936.

Delibera del Podestà, 3 novembre 1936, verb. n° 45, par. 49.

<http://www.museotorino.it/view/s/5a69a46c16c041eeb8a24bd2c0dc4b10>; Bombe e mezzi incendiari lanciati 1:5000, 1942-1945. Zona 1: Municipio - Vanchiglia - Porta Susa - Porta Nuova - Borgo Nuovo. ASCT, Tipi e disegni, cart. 68, fasc. 1 disegno 1. © Archivio Storico della Città di Torino

<http://www.museotorino.it/view/s/78d55387d3fe43e5b4f18095d3ea7288>; Danni arrecati agli stabili 1:5000, 1942-1945. Zona 2: Borgo San Salvario, Parco del Valentino, Vecchia Barriera di Nizza, Borgo San Secondo, Crocetta. ASCT, Tipi e disegni, cart. 68, fasc. 2 disegno 2. © Archivio Storico della Città di Torino

<http://www.museotorino.it/view/s/aced8aa949a465782bb715e8b583ba2>; Bombardamenti aerei. Censimento edifici danneggiati o distrutti. ASCT Fondo danni di guerra inv. 362 cart. 6 fasc. 1. © Archivio Storico della Città di Torino

Archivio Storico del Comune di Torino, Società Torino Esposizioni, Parco del Valentino, Ricostruzione 1952 (918)

FRÉDÉRIC BARBIER, *Storia delle biblioteche: dall'antichità ad oggi*, Milano, Editrice Bibliografica, 2016.

NAOMI S. BARON, *Come leggere: carta, schermo o audio?*, Milano, Raffaello Cortina, 2022.

ZIGMUNT BAUMAN, *Modernità liquida*, Roma-Bari, Laterza, 2011.

ANNA BILOTTA, *La biblioteca pubblica contemporanea e il suo futuro: modelli e buone pratiche tra comparazione e valutazione*, Milano, Editrice Bibliografica, 2021.

ITALO CALVINO, *Lezioni americane: sei lezioni per il prossimo millennio*, Milano, Mondadori, 2016.

LUGI CROCETTI, *Pubblica*, in: *Il nuovo in biblioteca e altri scritti*, raccolti dall'Associazione italiana biblioteche, Roma, Associazione italiana biblioteche, 1994, p. 49-57.

CHIARA FAGGIOLANI, *Le biblioteche nel sistema del benessere*, Milano, Editrice Bibliografica, 2022.

MAURIZIO FERRARIS, *Documanità: filosofia del mondo nuovo*, Roma-Bari, Laterza, 2021.

LUCA FERRIERI, *La biblioteca che verrà: pubblica, aperta, sociale*, Milano, Editrice Bibliografica, 2020

LUCIANO FLORIDI, *La quarta rivoluzione: come l'infosfera sta trasformando il mondo*, Milano, Raffaello Cortina, 2017.

ERIC GARBBERSON, *Libraries, memories and the space of knowledge*, in: *La Grande Galleria: spazio del sapere e rappresentazione del mondo nell'età di Carlo Emanuele I di Savoia*, p. 15-64.

La Grande Galleria: spazio del sapere e rappresentazione del mondo nell'età di Carlo Emanuele I di Savoia, a cura di Franca Varallo e Maurizio Vivarelli, Roma, Carocci, 2019.

HENRY JENKINS, *Transmedia Storytelling*, “MIT Technology Review”, January 15, 2003, <https://www.technologyreview.com/2003/01/15/234540/transmedia-storytelling/>.

Il paradigma della biblioteca sostenibile, a cura di Giovanni Di Domenico, Milano, Ledizioni, 2021.

SHIYALI RAMAMRITA RANGANATHAN, *The Five Laws of Library Science*, Chennai, Madras Library Association, 1931.

PAUL RICOEUR, *Leggere la città: quattro testi di Paul Ricoeur*, Troina (En), Città Aperta Edizioni, 2008.

Lo spazio della biblioteca: culture e pratiche del progetto tra architettura e biblioteconomia, a cura di Maurizio Vivarelli, Milano, Editrice Bibliografica, 2013.

PAOLO TRANIELLO, *La biblioteca pubblica: storia di un istituto nell'Europa contemporanea*, Bologna, Il Mulino, 1997.

PAOLO TRANIELLO, *Biblioteche e società*, Bologna, Il Mulino, 2005.

MAURIZIO VIVARELLI, *La scelta di lettura nella biblioteca pubblica: fisionomia, spazi e contesti del progetto Reading(&)Machine*, “AIB studi”, 62 (2022), n. 1, p. 27–55, <https://doi.org/10.2426/aibstudi-13384>.

MAURIZIO VIVARELLI, *Utopie, biblioteche, nuove utopie: lo spazio della biblioteca in una prospettiva circolare*, “Biblioteche oggi Trends”, 7 (2021), n. 2, p. 7-18, DOI: 10.3302/2421-3810-202102-007-1.

WILLIAM H. WISNER, *Whither the postmodern library? Libraries, technology, and education in the information age*, Jefferson, McFarland, 2000

13 Indice delle figure

Figura 1 - Mappa dei "fulcri urbani" prossimi alle aree di intervento.....	6
Figura 2 – Nomenclatura Edifici Complesso Torino Esposizioni.....	7
Figura 3 - Il palazzo del Giornale, fronte verso corso Massimo d’Azeglio.....	8
Figura 4 - Progetto per il Palazzo della Moda, vincitore al concorso e firmato Ettore Sottsass.....	9
Figura 5 - Progetto di Nervi per il nuovo centro espositivo.....	10
Figura 6 - Foto delle fasi di cantiere della copertura del padiglione di Nervi.....	11
Figura 7 – Progetto di Nervi per l’ampliamento del 1954.....	12
Figura 8 - Fotografia del Padiglione 2 in occasione di un salone dell’Automobile durante gli anni '60.....	13
Figura 9 - Fotografia realizzata da drone, dal lato nord-orientale.....	15
Figura 10 - Viste da c.so Massimo d’Azeglio. Avancorpo (1963/2006) e finestratura piano primo.....	15
Figura 11 - Vista della facciata del Padiglione 2 verso il Parco.....	16
Figura 12 – Padiglione 2 - Stato di fatto delle coperture.....	16
Figura 13 – Padiglione 2b ed avancorpo – Vista dall’alto della copertura.....	17
Figura 14 – Stato di fatto – viste interne del padiglione 2, rispettivamente zona Abside, copertura voltata, vista verso balconata e ventagli di copertura, allestimenti mostre temporanee anni 2010 (rimossi).....	18
Figura 15 – Stato di fatto - viste interne del padiglione 2, rispettivamente frontone interno lato corso Massimo da balconata sud, locali piano terra sotto balconata, vano tecnico al piano terra sotto balconata	18
Figura 16 – Stato di fatto – Padiglione 4 piano interrato, rispettivamente sala abside e locale bar su fronte viale Boiardo.....	19
Figura 17 – Stato di fatto - Padiglione 2, vista del salone dall’ingresso principale su c.so Massimo d’Azeglio.....	19
Figura 18 – Nomenclatura aree.....	20
Figura 19 - Planimetria Teatro Nuovo.....	21
Figura 20 - Nomenclatura padiglioni.....	26
Figura 21 – Punti di contatto con aree adiacenti.....	32
Figura 22 - Schema delle funzioni spazializzate della Seattle Central Library (progetto OMA -2004).....	35
Figura 23 - Piano terreno padiglione 2b: interni della caffetteria-bookshop – Rendering di progetto.....	36
Figura 24 – Planimetria tematica di progetto – Piano terra.....	37
Figura 25 - Piano primo-livello balconate padiglione 2 – rendering di progetto.....	38
Figura 26 - Planimetria tematica di progetto - Piano primo.....	38
Figura 27 – Planimetria tematica di progetto – Piano ipogeo.....	39
Figura 28 - Fattore medio di luce diurna (PIANO TERRENO).....	42
Figura 29 - Confronto tra fotografia storica e render di progetto.....	43
Figura 30- Balconata interna - Confronto tra fotografia storica e render di progetto.....	44
Figura 31 - Abside - Confronto tra fotografia storica e render di progetto.....	45
Figura 32 - Navata centrale - velocità dell’aria in regime invernale.....	47
Figura 33 - Navata centrale – velocità dell’aria in regime estivo.....	48
Figura 34 - Navata centrale – temperatura dell’aria in regime invernale.....	48
Figura 35 -Navata centrale – temperatura dell’aria in regime invernale.....	48
Figura 36 -Navata centrale – temperatura dell’aria in regime invernale.....	49
Figura 37 - Ambiente E (navata centrale) – temperatura dell’aria in regime estivo.....	49
Figura 38 - Ambiente E (navata centrale) – temperatura dell’aria in regime estivo.....	49
Figura 39 - Indicazione planimetrica degli accessi fruibili da disabili su sedia a ruote.....	51
Figura 40 – collegamenti verticali da disabili su sedia a ruote.....	52
Figura 41 - Scaffale librario.....	54
Figura 42 - Progetto di prevenzione incendi - Pianta piano interrato.....	55
Figura 43 - Progetto di prevenzione incendi - Pianta Piano Terra.....	55

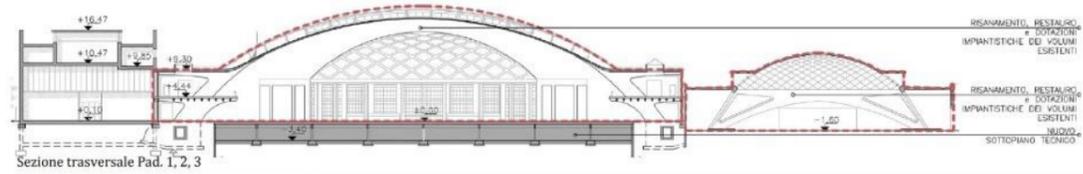
Figura 44 - Progetto di prevenzione incendi - Pianta Piano Primo	56
Figura 45 - Progetto di prevenzione incendi - Sezioni	56
Figura 46 - Estratto catastale dell'area di intervento oggetto del decreto della Commissione Regionale per il Patrimonio Culturale del Piemonte	59
Figura 47 - Estratto PRG - Stralcio tav.1 foglio 3A -Azzonamento aree normative e destinazioni d'uso.....	60
Figura 48 - Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica....	60
Figura 49 - Fotografia realizzata da drone, dal lato fiume verso sud	63
Figura 50 - Fronte di intervento su corso Massimo d'Azeglio.	64
Figura 51 - Fronte di intervento da viale Boiardo arrivando dal fiume nel senso della salita.....	64
Figura 52 - Fronte di Nord Est da viale Boiardo scendendo verso il fiume	65
Figura 53 - L'area d'intervento vista da un osservatore posto in adiacenza al borgo medievale.....	65
Figura 54 - Viste da c.so Massimo d'Azeglio. Avancorpo 2006 e finestratura piano primo.....	65
Figura 55 - Viste della facciata del padiglione 2 verso il Parco	66
Figura 56 – Area di riferimento comprensorio ToEspo	69
Figura 57 - Assi viari circostanti	70
Figura 58 - Raggio di 600m dalle fermate della metro	70
Figura 59 - linee urbane GTT	71
Figura 60 - Rete ciclabile della città - principali direttrici	72
Figura 61 - Vista aerea del complesso di Torino Esposizioni in una cartolina storica. (Archivio privato Ravelli).....	74
Figura 62- Schema di funzionamento impianto di dislocazione a pannelli radianti.....	79
Figura 63 - Planimetria rete fognaria – nera profonda	86
Figura 64 - Planimetria rete fognaria – bianca profonda.....	87
Figura 65 - Planimetria rete fognaria – nera interferente	87
Figura 66 - Planimetria rete fognaria – nera interferente: proposta di risoluzione.....	88
Figura 67 - Planimetria rete fognaria – bianca interferente.....	88
Figura 68 - Planimetria rete fognaria – bianca interferente: proposta di risoluzione	89
Figura 69 - Cantiere - Movimentazioni su aree esterne	90

COMPLESSO SOTTASS-NERVI - SCENARI A CONFRONTO

SCENARIO A



LIVELLO ±0,00



Sezione trasversale Pad. 1, 2, 3

SCENARIO A - FUNZIONI ESPOSITIVE

DESCRIZIONE	PUNTI DI FORZA & OPPORTUNITA'	PUNTI DI DEBOLEZZA & RISCHI
<p>Padiglioni 2, 2b, 4, 3: riqualificazione edilizia ed impiantistica finalizzata al recupero della funzione espositiva originaria</p> <p>Padiglione 2: realizzazione di sottopiano tecnico con predisposizioni impiantistiche modulari idonee alle attività espositive. La Biblioteca Civica non si trasferisce</p> <p>Demolizione della superfaccata in facciata sul fronte esterno del Padiglione 2b e, se non attribuito al Politecnico, del Padiglione 3b</p> <p>Il Padiglione 1 è messo a reddito (attualmente in locazione a UNITO - contratto in prorogatio)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Recupero del complesso Sottsass-Nervi alla vocazione originaria per "esposizioni ed eventi" a spazio aperto Costi totali commisurati alle disponibilità finanziarie della Città Grande flessibilità d'uso degli spazi espositivi e dei depositi grazie al nuovo innervamento impiantistico ipogeo Sistema tecnologico ad elevata flessibilità ed efficienza con conseguente valorizzazione del complesso Il Padiglione 1 resta destinato a UNITO fino a nuove scadenze Contrattuali, successivamente può continuare a produrre reddito 	<ul style="list-style-type: none"> Rinuncia al trasferimento della BCC: restano i problemi funzionali, dimensionali, di accessibilità e sicurezza della sede di via Cittadella, con i correlati costi e tempi di adeguamento L'uso saltuario del compendio mal si concilia con l'obiettivo della rivitalizzazione continuativa del Comprensorio e del Parco Elevati costi di riqualificazione, gestione e presidio del complesso in rapporto alla sua presumibile redditività

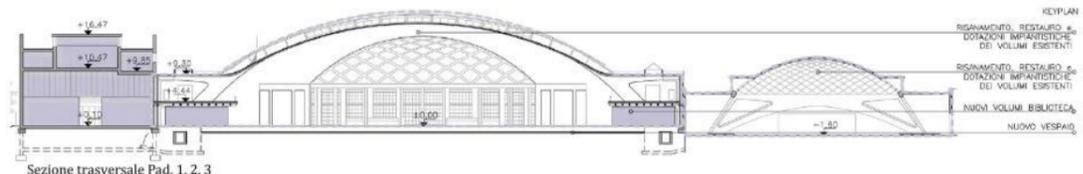
Superfici e Costi dei lavori

Superficie (m ²)	34.134 m ²
Costo di costruzione (arrotondato)	33.700.000€
Indice di costo (€/m ²)	987 €/m ²

SCENARIO B



LIVELLO ±0,00



Sezione trasversale Pad. 1, 2, 3

SCENARIO B - BIBLIOTECA CIVICA CENTRALE A RASO (in fase unica)

DESCRIZIONE	PUNTI DI FORZA & OPPORTUNITA'	PUNTI DI DEBOLEZZA & RISCHI
<ul style="list-style-type: none"> Tutti i padiglioni sono riqualificati e attrezzati La Biblioteca si trasferisce nei Padiglioni 1, 2, 2b, 3, 4 Servizi generali, sale convegni e magazzini librari sono allocati nel Padiglione 1 completamente ristrutturato e potenziato con torri librerie Vengono demolite le superfaccate sul fronte esterno del Padiglione 2b e, se non attribuito al Politecnico, del Padiglione 3b 	<ul style="list-style-type: none"> Valorizzazione delle architetture strutturali del Nervi, grazie al mantenimento del piano terra a "spazio aperto" Organizzazione compatta ed efficiente di tutte le funzioni bibliotecarie Valorizzazione immobiliare dell'attuale sede della BCC e risparmio sulla locazione degli attuali depositi librari fuori sede Minori costi rispetto allo scenario C Sinergie immediate tra il nuovo Polo Bibliotecario ed i limitrofi insediamenti di Architettura 	<ul style="list-style-type: none"> E' richiesto l'utilizzo del Padiglione 1 e quindi la risoluzione del contratto con UNITO Difficoltà di finanziamento per un intervento in fase unica Utilizzo di spazi "pregiati" per funzioni "secondarie" quali i magazzini librari Minore superficie disponibile per la Biblioteca e minore superficie totale utile rispetto allo scenario C quindi minore valorizzazione del compendio Minore qualità funzionale ed impiantistica rispetto allo scenario C

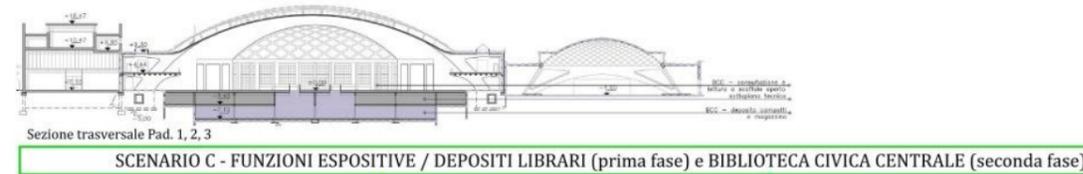
Superfici e Costi dei lavori

Superficie (m ²)	34.016 m ²
Costo di costruzione (arrotondato)	35.700.000 €
Indice di costo (€/m ²)	1.049 €/m ²

SCENARIO C



LIVELLO ±0,00



Sezione trasversale Pad. 1, 2, 3

SCENARIO C - FUNZIONI ESPOSITIVE / DEPOSITI LIBRARI (prima fase) e BIBLIOTECA CIVICA CENTRALE (seconda fase)

DESCRIZIONE	PUNTI DI FORZA & OPPORTUNITA'	PUNTI DI DEBOLEZZA & RISCHI
<p>In una prima fase, realizzati il piano tecnico e il magazzino ipogeo, la BCC vi trasferisce i volumi presenti nei depositi esterni mentre il piano terreno, con le balconate e gli uffici, è progressivamente attrezzato per "esposizioni" temporanee</p> <p>In una seconda fase viene riqualificato, anche impiantisticamente, tutto il compendio e la BCC può trasferirsi completamente nella nuova sede</p> <p>Demolizione del Padiglione 3b e della superfaccata sul fronte esterno del Padiglione 2b</p> <p>Realizzazione di un'area verde a servizio della biblioteca sul sedime del padiglione 3b</p> <p>Il Padiglione 1 è messo a reddito (attualmente in locazione a UNITO)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Valorizzazione delle architetture strutturali del Nervi, grazie al mantenimento del piano terra a "spazio aperto" Possibilità di procedere per fasi commisurate alle disponibilità finanziarie della Città Rilevante valorizzazione economica del compendio del Nervi e immediato risparmio delle locazioni per gli attuali depositi librari fuori sede Valorizzazione immobiliare dell'edificio dell'attuale BCC in via della Cittadella Realizzazione di un giardino di pertinenza della Biblioteca sul sedime del Padiglione 3b Fruibilità del Padiglione 1 per UNITO fino a nuove scadenze contrattuali 	<ul style="list-style-type: none"> Maggiori costi totali di realizzazione di prima e seconda fase rispetto agli scenari A e B Difficoltà di reperimento delle risorse finanziarie per la fase successiva alla prima Maggiori tempi di realizzazione rispetto agli scenari A e B

Superfici e Costi dei lavori

PRIMA FASE	
Superficie (m ²)	33.744 m ²
Costo di costruzione arrotondato	16.600.000 €
SECONDA FASE	
Superficie (m ²)	4.455 m ²
Costo di costruzione arrotondato	37.000.000 €
Superficie complessiva (m ²)	38.199 m ²
Costo di costruzione complessivo arrotondato	53.600.000 €
Indice di costo complessivo (€/m ²)	1.403 €/m ²

ALLEGATO 1

alla Relazione Generale

Padiglioni 2 e 3 di Torino Esposizioni di Pier Luigi Nervi conservazione, riuso e valorizzazione di un'opera iconica dell'architettura strutturale del Novecento

Criteri metodologici e linee guida per il progetto

PROF. ING. MARIO ALBERTO CHIORINO, POLITECNICO DI TORINO
DOTT. ARCH. CRISTIANA CHIORINO, PLN PIER LUIGI NERVI PROJECT
ASSOCIATION E COMUNICARCH ASSOCIATES

NB: Questo scritto è stato estratto dalla Studio di Fattibilità redatto nel 2018 e pertanto non contempla le indagini e le analisi compiute nell'ambito del "progetto Getty", ma rappresenta una base culturale importante dell'attuale PFTE

Sommario: Lo studio si propone di fornire criteri metodologici e linee guida relative agli aspetti della conservazione strutturale per il progetto di riuso e valorizzazione di un'architettura strutturale storica di fama internazionale.

In particolare viene delineato un programma di indagini conoscitive e diagnostiche finalizzate alla identificazione delle cause di degradi, danni e inadeguatezze strutturali, e vengono forniti criteri e linee guida per gli eventuali interventi correttivi necessari per garantire sicurezza e durabilità nel lungo periodo nel rispetto delle caratteristiche intrinseche delle opere e del loro valore culturale e storico.

Infine viene delineato un programma di controlli e monitoraggi nel tempo del comportamento strutturale generale e della efficacia e durabilità degli interventi correttivi nel quadro del più ampio programma di gestione e controllo degli edifici nella loro nuova utilizzazione.

1. PREMESSA

La presente relazione si propone di fornire criteri metodologici e linee guida con riferimento alle tematiche della conservazione strutturale, per il progetto di riuso e valorizzazione dei Padiglioni 2 e 3 di Pier Luigi Nervi, nel quadro del progetto complessivo di recupero e rifunzionalizzazione del Complesso di Torino Esposizioni.

Tali criteri e linee guida tengono conto da un lato della straordinaria rilevanza e fama internazionale di queste opere iconiche dell'architettura strutturale del Novecento e della necessità di una loro valorizzazione, e, dall'altro, delle scelte metaprogettuali dello studio di fattibilità per il loro riuso. Al tempo stesso essi si propongono di raccordarsi con lo stadio più avanzato a livello internazionale del dibattito e delle conoscenze sui temi dell'analisi e restauro delle strutture del patrimonio architettonico contemporaneo.

Sotto questo aspetto, un riferimento fondamentale sono i criteri e linee guida definiti su tali temi, a valle di un lungo percorso storico di progressivo approfondimento, in particolare in sede ICOMOS-ISCARSAH¹ nel 2003 (Chiorino M. A. 2014). Essi stabiliscono che:

il percorso di conservazione, restauro e riabilitazione strutturale di opere del patrimonio architettonico richiede un approccio multidisciplinare,

tale percorso deve essere organizzato per passi successivi (simili a quelli dell'anamnesi, diagnosi, terapia e controlli, adottati nella medicina), e consistenti rispettivamente in:

programma di indagini conoscitive e diagnostiche,

identificazione delle cause di degradi, danni e/o inadeguatezza strutturale,

scelta di interventi correttivi idonei per garantire sicurezza e durabilità nel rispetto delle caratteristiche intrinseche delle opere e del loro valore culturale e storico,

definizione dei programmi di controllo della efficacia e durabilità di tali interventi per garantire una conservazione nel lungo periodo.

La presente relazione si attiene a tale schema concettuale.

Pertanto, dopo avere dedicato uno spazio alla messa in evidenza della rilevanza culturale di queste straordinarie opere di architettura strutturale con riferimento alla loro fortuna critica e fama internazionale, e avere indicato alcune possibili azioni dirette a documentare e comunicare tali eccezionali caratteristiche nel quadro del progetto per Torino Esposizioni mirato alla valorizzazione culturale del suo eccezionale patrimonio costruito (Chiorino C. 2006), la relazione definisce i criteri ai quali dovranno attenersi gli interventi progettuali ed esecutivi diretti alla conservazione e riuso di queste stesse opere, nel quadro di un percorso virtuoso organizzato secondo i passi sopra delineati.

2. FORTUNA CRITICA E FAMA INTERNAZIONALE DEI PADIGLIONI NERVI

I Padiglioni 2 e 3 di Torino Esposizioni, progettati e costruiti da Pier Luigi Nervi (1891 – 1979) tra il 1948 e 1953, rappresentano una delle opere di architettura strutturale del Novecento più celebri al mondo, all'incrocio fra arte e scienza del costruire.

In queste opere Nervi utilizza per la prima volta in un progetto su grande scala di strutture spaziali la sua personalissima tecnica del ferrocemento (maglia metallica e armature di piccolo diametro conglobate in un sottile strato di malta di cemento), tecnica di cui è internazionalmente considerato il reinventore, dopo gli esperimenti iniziali di Lambot a metà Ottocento (Chiorino C. 2010, 2014).

¹ ICOMOS International Council of Monuments and Sites - Conseil International des Monuments et des Sites.

ISCARSAH International Scientific Committee on the Analysis and Restoration of Structures of Architectural Heritage.

Il ferrocemento, il cui impiego è qui abbinato ad un ampio ricorso alla prefabbricazione, viene adottato per la sua leggerezza, resistenza e plasmabilità al fine di realizzare elementi strutturali resistenti per forma, con risultati straordinari dal punto di vista estetico. Nervi stesso sottolinea queste grandi possibilità espressive offerte dall'uso di queste tecniche, affermando ad esempio nella presentazione delle strutture del Padiglione 3, che esse consentono "di svincolare il cemento armato dalla schiavitù della cassaforma in legname e di aprire nuovi e illimitati campi alla fantasia progettistica e statico-architettonica" (Nervi 1950).

Lo stesso sistema costruttivo sarà adottato da Nervi negli anni successivi in altre celebri opere, dal Palazzetto e Palazzo dello Sport a Roma, alla cattedrale di St. Mary a San Francisco e all'Aula delle udienze pontificie in Vaticano.

All'inaugurazione nel 1948 il Padiglione 2 viene definito "il più bel palazzo che l'Italia abbia mai costruito".

I Padiglioni 2 e 3 di Torino esposizioni vengono illustrati sin dall'inizio, e ancora oggi, sulle principali riviste italiane e internazionali (Levi e Chiorino M.A. 2004, Abel et al. 2013), citati in monografie dedicate a Nervi (basti ricordare fra le tante quella dell'Architectural Press di Londra del 1957 o quella pubblicata a Mosca nel 1968 da E. K. Ivanova e R. A. Kacnelson), così come nei più autorevoli libri sull'arte e scienza del costruire come *Razón y Ser de los Tipos Estructurales* di Eduardo Torroja e il terzo volume di *Scienza delle Costruzioni* di Gustavo Colonnetti (1957) dedicato alle pareti sottili. Essi ben giustificano la definizione di Nervi, da parte di Nikolaus Pevsner, come "il più brillante artista del cemento armato dei nostri giorni" (Pevsner 1966; Chiorino C. 2006-2016, Chiorino M.A. 2010-2013).

Il progetto di fattibilità tecnico economica dovrà quindi fornire le linee guida per ripristinare la leggibilità delle strutture del padiglione 2 e in particolare l'attacco a terra dei pilastri e la spazialità originaria, l'aspetto originario della copertura a volta corrugata e i colori originari.

3. RIFERIMENTO A CASI STUDIO INTERNAZIONALI

Nel definire il percorso virtuoso di riuso e valorizzazione delineato in Premessa potranno essere presi come riferimento a livello internazionale alcuni casi di studio di interventi di recupero di eccellenza, come ad esempio quelli documentati (assieme all'analisi di alcune delle opere più iconiche di Nervi attualmente invece in impellente necessità di recupero, tra le quali quelle cui qui trattasi), nel volume dedicato a questi temi edito da Franz Graf e Yvan Delemontey "*La Sauvegarde des Grandes Oeuvres de l'Ingénierie de XX^e Siècle*" (Graf e Delemontey 2016).

Un riferimento particolarmente significativo fra questi casi studio è rappresentato dalla Centennial Hall di Wroclaw - la celebre opera di architettura strutturale Max Berg del 1913 che ebbe certamente un'influenza sulla concezione strutturale propria di Nervi - inserita nel 2006 nella World Heritage List dell'UNESCO e beneficiaria nel 2014 del "Keeping It Modern" Award della Getty Foundation, la quale è stata oggetto di un intervento di restauro e

riabilitazione strutturale nel periodo 2006-2011² (Cervinková e Ilkosz 2016, Ilkosz et a. 2016).

Un altro riferimento fra i medesimi casi studio è quello delle Halles Boulingrin realizzate nel 1927 da Eugène Freyssinet a Reims e assoggettate a un intervento di salvaguardia e restauro nel 2010 (Chatillon 2016).

Fra gli altri possibili riferimenti internazionali citeremo ancora l'Ippodromo della Zarzuela a Madrid progettato da Eduardo Torroja nel 1937 e assoggettato ad un intervento di restauro strutturale e architettonico nel 2009, e la Sydney Opera House (1958-1973), progettata da Jørn Utzon e Arup, e caratterizzata dalla presenza di tegoli di ferroceamento che realizzano la superficie estradossale dei suoi iconici gusci a vela, la quale è stata assoggettata a un Conservation Management Plan a partire dal 1993 (Burke 2012) (si veda il Paragrafo 6).

4. VALORIZZAZIONE DELLE OPERE E RECUPERO DELLA MEMORIA STORICA

Con riferimento all'obiettivo generale indicato in Premessa relativo alla definizione di un percorso virtuoso per il progetto di recupero e rifunzionalizzazione del Complesso di Torino Esposizioni, il presente Studio di Fattibilità si propone di prestare un'attenzione particolare agli aspetti della valorizzazione culturale dello straordinario patrimonio di architetture strutturali del Complesso, e del recupero della loro memoria storica.

Le scelte progettuali sono state fatte con particolare attenzione a questi aspetti. In particolare, fra gli altri obiettivi esse si pongono anche quello di restituire la leggibilità originaria di queste straordinarie strutture spaziali, e in particolare la percezione globale dei loro volumi. Volumi che ad esempio nel Padiglione 2 si ispirano chiaramente agli spazi aulici delle cattedrali, con la grande volta e della navata e la connessa abside a semicupola. Pertanto, per non citare che una fra queste scelte, l'organizzazione degli spazi interni consentirà nuovamente di percepire la configurazione scultorea dell'attacco a terra dei pilastri inclinati di sostegno della volta della navata del Padiglione 2, attualmente celati dalle paratie in muratura realizzati nel corso del progetto di riuso temporaneo per le attività olimpiche del 2006.

La destinazione del complesso "NERVI" alla Biblioteca Civica Centrale suggerisce anche una corona di destinazioni "ancillari" funzionali a quella principale, di cui alcune con finalità spiccatamente culturali e dirette a tramandare la memoria storica di queste straordinarie opere di architettura strutturale e la loro collocazione nel contesto della storia dell'architettura e dell'ingegneria contemporanee.

Fra queste una menzione speciale merita la possibile e opportuna collocazione di un Centro di Documentazione ed Esposizione delle Architetture Strutturali del Novecento Torinese (dai

² Il percorso diretto all'inserimento dei Padiglioni Nervi di Torino Esposizioni in seno alla World Heritage List dell'UNESCO è attualmente in fase di avvio, in parallelo alla candidatura per il Getty Award per il 2018.

Padiglioni Nervi e Morandi di Torino Esposizioni, al Palazzo del Lavoro di Nervi, al Palavela di Levi e Esquillan), architetture la cui presenza Torino può vantare nel mondo, ma che mancano attualmente di un adeguato e meritato centro studi, archivi e informazioni per studiosi e turisti.

Per quanto attiene allo specifico dei Padiglioni Nervi nell'ambito di tale Centro dovrà anche essere rievocata la vicenda progettuale complessiva a partire dall'iniziale progetto di Ettore Sottsass per il Palazzo della Moda per pervenire in passi successivi dal 1947 al 1952 alla edificazione da parte di Nervi della prima parte del Padiglione 2, e poi in successiva il Padiglione 3 e il prolungamento nel 1952 della navata del Padiglione 2. La vita del complesso di Torino esposizioni negli anni successivi risulterà parte integrante dello studio monografico.

Con riferimento ai casi di studio del Paragrafo 2, tale tipo di destinazione culturale ancillare è stata messa in atto ad esempio, nel recupero della Centennial Hall di Wroclaw che alloggia anche un Centro Espositivo dedicato alle architetture di Max Berg (1870 - 1947) e al Modernismo in genere (oltre che alla presentazione di altri edifici Modernisti inseriti nella UNESCO World Heritage List)³, e nel restauro dell'Ippodromo della Zarzuela a Madrid che alloggia il Museo Torroja⁴, dedicato alle straordinarie opere di architettura strutturale dell'eminente ingegnere spagnolo (1899 - 1961), legato tra l'altro da stretti legami culturali e personali a Pier Luigi Nervi.

5. PERCORSO DI CONSERVAZIONE, RESTAURO E RIABILITAZIONE STRUTTURALE

Come accennato in Premessa, questa parte dello Studio di progetto di Fattibilità si propone di definire un percorso virtuoso per il progetto di riuso e valorizzazione dei Padiglioni Nervi con riguardo in particolare alle problematiche di conservazione e riabilitazione strutturale di queste importanti opere di architettura strutturale.

Con un riferimento alle tappe individuate dai criteri e linee guida definiti in sede ICOMOS-ISCARSAH, tale percorso deve tenere conto che nello specifico dei Padiglioni 2 e 3 di Pier Luigi Nervi del Complesso di Torino Esposizioni trattasi di costruzioni in calcestruzzo armato realizzate tra 65 e 70 anni addietro, le quali presentano anche la speciale caratteristica di essere state realizzate per una larga parte con l'impiego della tecnica del ferrocemento.

Pertanto il percorso delineato nel seguito, al quale le varie fasi del Progetto Esecutivo dovranno attenersi, deve necessariamente fare riferimento sia alla evoluzione delle conoscenze e dei corrispondenti riferimenti normativi elaborati negli anni recenti nelle sedi di precodifica e codifica a livello internazionale per le strutture in calcestruzzo armato ordinario,

³ Si veda <http://halastulecia.pl/en/sightseeing/discovery-center/>

⁴ Si veda <http://www.hipodromodelazarzuela.es/visita-la-zarzuela-entradas#museo-torroja>

che anche alle linee guida più specifiche elaborate nelle sedi a ciò dedicate per le opere in ferroceamento.

Soprattutto per queste ultime va tenuto conto che la relativa tecnologia – di cui Nervi è stato il riconosciuto re-inventore negli anni Quaranta del Novecento dopo le limitate applicazioni da parte di Lambot nell'Ottocento (Pemberton 1998, Greco 2008, Chiorino C. 2010) – era appena agli albori in termini di criteri e regole di progetto ed esecuzione ai tempi della realizzazione di opere dell'importanza dei Padiglioni 2 e 3 di Torino Esposizioni, opere che sfruttano, con una concezione geniale ed audace, tutte le potenzialità di questa nuova tecnica costruttiva, rappresentandone la prima utilizzazione a grande scala da parte di Nervi stesso, e nello scenario internazionale.

Un'attenzione particolare dovrà essere riservata in ogni caso alle azioni necessarie per gli accertamenti della *residual service life* (vita utile di progetto residua) degli edifici nel loro complesso, e agli interventi per un prolungamento sostanziale della *service life* stessa nel tempo.

Il tutto tenendo conto del fatto anche che, come evidenziato nel seguito, trattasi di opere che sono state sostanzialmente prive di un piano sistematico di interventi ispettivi e manutentivi nel corso della loro vita, con la sola eccezione della campagna di indagini (Orza e Napoli 2003) condotta limitatamente al Padiglione 2 in occasione della riutilizzazione temporanea dei due padiglioni per le Olimpiadi del 2006 (si vedano i Paragrafi 5.2 e 5.3).

Come meglio specificato nei Paragrafi seguenti, nel definire (con riferimento ad esempio alle prescrizioni degli Eurocodici per le strutture) la durata della nuova *service life* e i livelli di affidabilità e requisiti prestazionali per le verifiche strutturali sia nei riguardi delle azioni di carattere prevalentemente statico, che nei riguardi delle azioni sismiche, dovranno essere tenuti in debito conto, da un lato, l'importanza storica e monumentale degli edifici in termini di *architectural heritage*, e, dall'altro la classe di conseguenze di un collasso o di un malfunzionamento delle strutture, con riferimento alla tipologia della loro nuova utilizzazione (nello specifico come spazi per biblioteca pubblica suscettibile di grande affollamento).

5.1. LINEE GUIDA E RIFERIMENTI NORMATIVI

Nel seguito si elencano i principali documenti specifici di riferimento in argomento, sia per le strutture in calcestruzzo armato ordinario che per quelle in ferroceamento, editi dalle diverse organizzazioni internazionali di riferimento in tali settori, documenti ai quali occorrerà fare riferimento nelle fasi attuative del Progetto Esecutivo.

Ambiente internazionale pre-standard

fib International Federation for Structural Concrete

fib Model Code for Concrete Structures 2010, con particolare riguardo ai Capitolo 7 Design per la parte 7.8 Verification of limit states associated with durability, e al Capitolo 9 Conservation

fib Model Code for Service Life Design, *fib* Bulletin No. 34, 2006

Specifica attenzione dovrà essere dedicata anche ai documenti e linee guida (che verranno pubblicati nella serie dei *fib* Bulletins) in corso di predisposizione, in vista della prossima edizione del *fib* Model Code for Concrete Structures 2020, da parte delle seguenti Commissioni *fib*:

Commission 3 *Existing concrete structures*, con particolare riguardo ai gruppi di lavoro seguenti:

T3.1 Reliability and safety evaluation,

T3.2 Modeling of structural performance of existing structures,

T3.3 Assessment/evaluation procedures for existing structures ,

T3.4 Selection and implementation of interventions

Commission 8 *Durability*, con particolare riguardo ai gruppi di lavoro seguenti:

T8.1 Model technical specification for repairs and interventions

T8.2 Birth and re-birth certificates and through-life management aspects

T8.3 Operational document to support Service Life Design

T8.4 Life cycle cost (LCC) - Design life and/or replacement cycle

T8.6 Calibration of code deemed to satisfy provisions for durability

IFS International Ferrocement Society

Ferrocement Model Code, Building Code Recommendations for Ferrocement (IFS 10-01)

RILEM International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures

Varie raccomandazioni, fra le quali si segnala in particolare:

Recommendation of RILEM TC 246-TDC: Test methods to determine durability of concrete under combined environmental actions and mechanical load, March 2017

Update of the recommendation of RILEM TC 189-NEC 'Non-destructive evaluation of the concrete cover' "Comparative test—Part I—Comparative test of penetrability methods", 2005.

Ambiente internazionale standard

ISO International Organization for Standardization

ISO 2394 General principles on reliability for structures

ISO 13822 Bases for design of structures – Assessment of existing structures

ISO/TC 71/SC 7 Maintenance and repair of concrete structures

ISO 16311-1:2014 Maintenance and repair of concrete structures -- Part 1: General principles

ISO 16311-2:2014 Maintenance and repair of concrete structures -- Part 2: Assessment of existing concrete structures

ISO 16311-3:2014 Maintenance and repair of concrete structures -- Part 3: Design of repairs and prevention

ISO 16311-4:2014 Maintenance and repair of concrete structures -- Part 4: Execution of repairs and prevention

CEN European Committee for Standardization (si vedano le traduzioni disponibili in sede UNI)

La serie complessiva dei 10 Eurocodici strutturali CEN/TC 250 (EN 1990 – EN 1999) per quanto di competenza, con particolare riguardo a:

CEN/TC 250 EN 1990 Basis of structural design

CEN/TC 250 EN 1991 Actions on structures

CEN/TC 250 EN 1992 Design of concrete structures

CEN/TC 250 EN 1997 Geotechnical design

CEN/TC 250 EN 1998 Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings – Part 3: Assessment and retrofitting of buildings

La serie complessiva di norme sui prodotti e sistemi per la protezione e riparazione delle strutture in calcestruzzo:

CEN/TC 104 EN 1504-1:2005 Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 1: Definitions

CEN/TC 104 EN 1504-2:2004 Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 2: Surface protection systems for concrete

CEN/TC 104 EN 1504-3:2005 Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 3: Structural and non-structural repair

CEN/TC 104 EN 1504-4:2004 Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 4: Structural bonding

CEN/TC 104 EN 1504-5:2013 Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 5: Concrete injection

CEN/TC 104 EN 1504-6:2006 Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 6: Anchoring of reinforcing steel bar

CEN/TC 104 EN 1504-7:2006 Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 7: Reinforcement corrosion protection

CEN/TC 104 EN 1504-8:2016 Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 8: Quality control and Assessment and verification of the constancy of performance (AVCP)

CEN/TC 104 EN 1504-9:2008 Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 9: General principles for the use of products and systems

CEN/TC 104 EN 1504-10:2017 Products and systems for the protection and repair of concrete structures - Definitions, requirements, quality control and evaluation of conformity - Part 10: Site application of products and systems and quality control of the works.

ACI American Concrete Institute e ICRI The International Concrete Repair Institute

ACI 201.1R-08: Guide for Conducting a Visual Inspection of Concrete in Service, 2008

ACI 201.2R-16 Guide to Durable Concrete, 2016

ACI 214.4R-10 Guide for Obtaining Cores and Interpreting Compressive Strength Results (Reapproved 2016)

ACI 228.2R-13 Report on Nondestructive Test Methods for Evaluation of Concrete in Structures, 2013

ACI 562-16, Code for Assessment, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures, 2016

ACI-ICRI Manual, Guide to the ACI Code for Assessment, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures, 2016

ACI 546R-14, Guide to Concrete Repairs, 2014

ACI 546.3R-14, Guide to Materials Selection for Concrete Repair

ACI 549R-97: Report on Ferrocement (Reapproved 2009), edizione 2017 in corso di preparazione

ACI 549.1R-93: Guide for the Design, Construction & Repair of Ferrocement (Reapproved 2009)

Ambiente nazionale standard

NTC 2008 Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 e relativa circolare esplicativa, o in prospettiva NTC 2017, nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2017 di prossima approvazione.

MIBACT, Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale allineate alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.

Linee guida e normative specifiche sulle prove non distruttive e distruttive sui materiali

Riferimenti principali sono la serie di norme UNI-EN 12504, versione italiana delle corrispondenti norme europee EN, e in ambiente internazionale americano le norme ASTM. I singoli riferimenti specifici sono indicati alle varie voci del Paragrafo 5.2.4.

5.2. PROGRAMMA DI INDAGINI CONOSCITIVE E DIAGNOSTICHE

5.2.1 Premessa

In premessa va sottolineato che per le strutture dei Padiglioni 2 e 3 non si dispone allo stato attuale di una documentazione relativa ad un Conservation Plan sistematico quale quello che sarebbe in oggi richiesto dalle linee guida e codici modello per strutture di pari importanza e durata in esercizio (nel caso specifico di circa sette decenni). Si veda in merito quanto specificato ad esempio alla Sezione 9.3.2 "Conservation Plan" del *fib* Model Code 2010.

Tale Conservation Plan per le strutture dovrà essere istituito immediatamente a valle del presente Studio di Fattibilità, in concomitanza con le campagne di ispezioni ed indagini iniziali che verranno promosse per fornire un adeguato livello di conoscenza preliminare per le successive fasi del Progetto Esecutivo di conservazione e riuso. Esso dovrà anche raccordarsi con il Conservation Management Plan generale degli edifici in questione, che dovrà pure essere avviato in concomitanza con le fasi di Progetto Esecutivo, o a monte di esse. Si veda in merito quanto delineato al Paragrafo 6.

Allo stato attuale, come anticipato nella introduzione al presente Paragrafo, la sola documentazione di cui si dispone relativamente allo stato di conservazione strutturale degli edifici dei Padiglioni 2 e 3 concerne le ispezioni visive, indagini conoscitive e diagnostiche effettuate nel 2003 in occasione del riuso temporaneo del Padiglione 2 per le Olimpiadi del 2006. Si veda in merito la Relazione Tecnica Strutturale del Dott. Ing. Consuelo Orza e del Prof. Ing. Paolo Napoli del 2003 (Orza e Napoli 2003).

Il Padiglione 3, pur essendo stato oggetto di descrizione delle proprie caratteristiche nella relazione stessa, non è stato oggetto di indagini in quella sede. Esso è stato invece oggetto di una ispezione visiva nel 2011, a cura dello stesso Prof. Napoli, quando tale Padiglione ha ospitato l'edizione torinese della Mostra internazionale su Pier Luigi Nervi.

Le indagini sul Padiglione 2 non hanno peraltro riguardato le strutture nella loro globalità. Per non fare che qualche esempio, l'ispezione visiva dell'intradosso della grande volta ad arco della navata è stata effettuata solamente dal basso e non mediante esami ravvicinati in altezza, e le indagini mirate alla valutazione della carbonatazione mediante fenoftaleina sono state limitate a 3 nervature della volta stessa a due livelli, per un totale di sole 6 zone, e non sono state eseguite all'estradosso delle volte di copertura a causa della presenza al momento delle prove della guaina di impermeabilizzazione (la quale venne sostituita successivamente, prima delle Olimpiadi, come da informazione verbale ottenuta cortesemente dal Prof. Napoli).

Nel definire il programma di indagini conoscitive e diagnostiche dovrà essere fatto riferimento oltre che alle linee guida indicate al Paragrafo 5.1 e nel seguito per le singole indagini specifiche, anche alla vasta letteratura in argomento (si veda ad es. fra gli altri Breyse 2013, Coppola 2015).

5.2.2. Documentazione

Il primo passo di un percorso della conoscenza, base fondamentale di qualsiasi intervento di salvaguardia, deve essere la raccolta della documentazione originaria relativa al progetto e

alla costruzione dell'opera, in termini di disegni, note di calcolo, fotografie, ed altre fonti scritte, quali rendiconti e descrizioni pubblicate da Nervi stesso o da altri autori su libri e riviste.

Grazie alla cortese disponibilità di PLN Pier Luigi Nervi Project Association, in questa fase di Studio di Fattibilità è già avvenuto l'accesso alle fonti documentali principali ed è stata acquisita una documentazione particolarmente ampia, che è stata inserita all'interno del sito web *toexpo.it* specificatamente istituito a tale scopo.

In particolare sono stati acquisiti:

i documenti di progetto originali e relative note di calcolo dello Studio Nervi depositati presso gli archivi del Centro Studi e Archivio della Comunicazione (CSAC) dell'Università di Parma.

un'ampia gamma dei rendiconti e descrizioni pubblicate da Nervi stesso o da altri autori su libri e riviste.

I disegni di progetto e note di calcolo originali consentono di identificare con adeguata precisione le caratteristiche fondamentali della costruzione in termini di disegni di carpenteria e di armatura, e di criteri adottati per le verifiche con riferimento alle prassi progettuali e criteri di sicurezza di normale impiego all'epoca.

Nelle fasi preliminari del Progetto Esecutivo relativo all'intervento di recupero dei Padiglioni ulteriori ricerche di documentazione potranno essere opportunamente avviate nelle seguenti sedi:

archivi Maire Tecnimont ove sono confluiti i fondi del Servizio Costruzioni e Impianti FIAT che svolse la direzione dei lavori (ed eventualmente anche Archivio Storico Fiat e Archivio Società Torino Esposizioni), al fine di verificare la eventuale presenza in tali archivi di edizioni del Progetto Esecutivo relative alla fase di costruzione, per un confronto e una verifica rispetto ai disegni originali di progetto dello Studio Nervi ricavati dagli archivi CSAC;

archivi del Comune di Torino per quanto attiene agli interventi effettuati, con controllo e coordinamento da parte della Soprintendenza ai Beni Architettonici, da Comune di Torino e Comitato Olimpico TOROC, e finalizzati all'uso temporaneo per attività olimpiche come stadio del ghiaccio, ed anche per verificare se la pratica relativa alla sostituzione in tale occasione della guaina impermeabile del Padiglione 2 fornisce qualche informazione relativamente alla data della prima posa di una guaina impermeabile in estradosso, e se esistono informazioni sulla protezione rispetto agli agenti atmosferici della volta del Padiglione 3 (si veda il Paragrafo successivo).

La Relazione Tecnica Strutturale Orza Napoli del 2003 dovrà in ogni caso essere esaminata con attenzione.

Come indicato nel seguito, nelle fasi preliminari del Progetto Esecutivo relativo all'intervento di recupero dei Padiglioni, alcune indagini specifiche da eseguirsi in opera sulla costruzione

esistente potranno rendersi necessarie per verificare, in particolare per quanto riguarda le armature e con una speciale attenzione agli elementi sottili in ferrocemento delle volte dei due Padiglioni e di altre parti del complesso, la corrispondenza fra quanto indicato nei disegni di progetto e la reale disposizione delle armature riscontrabile in opera.

5.2.3 Ispezioni visive

La prima fase delle indagini conoscitive e diagnostiche riguarderà un'accurata ispezione visiva delle costruzioni dei Padiglioni, attraverso un esame ravvicinato di tutte le loro parti.

L'importanza di una campagna particolarmente accurata e molto dettagliata di ispezioni visive è sottolineata dalla manualistica e da tutte le linee guida e codici modello internazionali (si vedano ad es. *fib* Model Code 2010 e in particolare la Guide ACI 201.1R-08).

La campagna dovrà includere una raccolta sistematica di documentazione fotografica estremamente dettagliata, la quale dovrà costituire la base di un archivio fondamentale da istituirsi per il successivo controllo e monitoraggio degli edifici sia nelle fasi dell'intervento di riabilitazione, che poi anche nelle fasi successive della vita di esercizio nell'ambito del Conservation Plan per le strutture e del più articolato Conservation Management Plan per gli edifici, da istituirsi sulla base delle indicazioni di cui al Paragrafo 6.

Le parti da ispezionare saranno sia quelle di facile accesso ai vari piani, sia quelle in elevazione delle volte, sia anche, ove possibile, le parti relative alle fondazioni (utilizzando ad es. il cunicolo perimetrale sotterraneo esistente in una larga parte del Padiglione 2), ecc.

Per le parti in elevazione, e in particolare per le superfici intradossali della grande volta del Padiglione 2 e relativa abside, e della volta del Padiglione 3, occorrerà provvedere l'impiego di idonee attrezzature (cestelli o ponteggi) per un esame ravvicinato. L'utilizzazione di droni dotati di telecamere di alta precisione è una delle possibilità di cui oggi si dibatte nello scenario internazionale (si veda ad es. Ilkosz et al. 2016).

Per le parti estradossali delle volte le ispezioni verranno condotte nella eventuale probabile fase di sostituzione della guaina di impermeabilizzazione sulla base delle scelte che verranno effettuate in sede di Progetto Esecutivo. Peraltro alcune ispezioni visive iniziali potranno essere opportunamente effettuate, in concomitanza con alcune delle indagini diagnostiche indicate nel seguito, almeno su alcune localizzazioni puntuali dell'estradosso, previa temporanea asportazione in tali localizzazioni della guaina e sua successiva riapplicazione a regola d'arte.

A questo proposito occorre sottolineare che dalla documentazione esistente risulta che nella concezione originaria di Nervi la volta, in particolare del Padiglione 2, venne concepita senza la necessità di essere protetta da una guaina impermeabilizzante. Nervi stesso afferma infatti: "La volta non ha alcun rivestimento idrofuco e la sua impermeabilità è affidata alla struttura cementizia e particolarmente a quella degli elementi prefabbricati" (Nervi 1948). Ne deriva che per un arco di tempo, che allo stato attuale delle conoscenze non si è in grado di definire, la parte estradossale del Padiglione 2 è stata soggetta alle intemperie, con evidenti problemi

di ingresso dell'umidità negli elementi estremamente sottili di ferroceemento, con spessori in alcuni punti dell'ordine solo dei 3.5 ÷ 4 cm.

Allo stato attuale non si dispone di informazioni specifiche sulla storia delle protezioni impermeabilizzanti all'estradosso della volta del Padiglione 3. Tali informazioni dovranno essere possibilmente recuperate nelle fasi iniziali del Progetto Esecutivo.

Per quanto attiene all'ispezione delle strutture orizzontali ai vari piani, per il piano terra dai disegni di progetto risultano presenti strutture per la sola parte di copertura del piano interrato, mentre per la zona restante sembra trattarsi di semplice pavimentazione.

Nel corso delle ispezioni visive delle varie parti delle strutture dovranno essere identificate tutte le possibili patologie, gli stati di alterazione e di degrado dei materiali, dei singoli elementi oltre che dell'opera nel suo complesso, tenendo conto peraltro che non tutte le patologie e alterazioni possono risultare visibili all'occhio, e che altre potranno venire identificate attraverso le ispezioni e indagini diagnostiche di cui al Paragrafo seguente.

Fra gli stati di alterazione e di degrado, per non elencarne che alcuni, occorrerà rilevare le zone che presentano eventuali difetti visibili di qualità e caratteristiche di getto del calcestruzzo, quelle ove l'acciaio è interessato dalla corrosione e quelle interessate dalla espulsione del copri ferro, gli stati di fessurazione, eventuali stati deformazionali quali imbarcamenti, fuori piombo ecc. che risultino percepibili alla vista.

Allo stato attuale, occorre già tenere presente che, per quel che riguarda le strutture orizzontali dei solai dei piani superiori, le ispezioni effettuate nel 2003 (Orza e Napoli 2003) indicano la presenza di stati fessurativi all'intradosso (con ampiezza delle fessure pari a circa 0,4 mm), Per i solai del piano terra l'esame visivo delle strutture di intradosso, effettuato nella medesima occasione limitatamente alla parte esplorabile dal piano interrato, ha rivelato la presenza di fessurazioni sistematiche in mezzeria delle solette e anche alcune sbrecciature dei travetti.

Per tali situazioni, e per tutti gli eventuali altri difetti che saranno rilevati nella campagna di ispezioni visive di cui qui trattasi, occorrerà avviare gli opportuni approfondimenti di ispezioni e indagini diagnostiche (si vedano i paragrafi successivi), e la messa in conto delle relative risultanze nella effettuazione, nelle sedi del Progetto Esecutivo di riabilitazione strutturale, delle verifiche strutturali dirette alla definizione della vita di servizio residua e degli interventi diretti al prolungamento della stessa.

Un'attenzione specifica nelle ispezioni visive e successive indagini diagnostiche dovrà essere dedicata a quelle parti delle strutture dei Padiglioni 2 e 3, le quali (in modo atipico rispetto alle tecnologie costruttive di Nervi, che normalmente prevedono unicamente l'impiego di elementi strutturali in calcestruzzo armato e ferroceemento e loro mutua coniugazione) sono state realizzate con elementi in lateroceemento armati.

Trattasi in particolare di:

arcane di collegamento fra navata ed abside del Padiglione 2, realizzato con elementi SAP,

solette superiori alleggerite con tavelloni in laterizio in laterizio armato dei solai orizzontali a elementi ondulati in ferrocemento del Padiglione 3.

Tali ispezioni dovranno rilevare la presenza di stati corrosivi nelle armature dei travetti in calcestruzzo collocati fra gli elementi di alleggerimento in laterizio, spesso evidenziati in questa tipologia di elementi strutturali (si veda ad es. il caso del Padiglione Morandi) dal fenomeno di rottura e caduta dell'elemento di intradosso in laterizio (fondello) che sottende il travetto in calcestruzzo, a causa di un inadeguato posizionamento delle armature che non risultano protette da copriferro in calcestruzzo sufficiente essendo state posizionate a contatto o in prossimità dell'elemento in laterizio.

Nello specifico occorre osservare che nell'elemento *a)* tale fenomeno risulta chiaramente presente, per quanto osservabile dal basso, in due punti dell'arcone per i quali l'espulsione del fondello è avvenuta con caduta dei pezzi a terra (creando problemi di sicurezza che rendono attualmente inagibile tale zona per usi pubblici). Per quanto osservabile dal basso le armature che sono conseguentemente risultate esposte a vista appaiono affette da un fenomeno macroscopico di corrosione.

Per quanto attiene all'elemento voltato in SAP, occorre in aggiunta osservare che tale elemento funge da transizione architettonica e strutturale, unitamente al timpano arcuato, tra i due macroelementi rispettivamente della semi-cupola dell'abside e della volta a botte ondulata della navata. Dalle risultanze delle prime modellazioni virtuali in campo dinamico-sismico (Caldera et al. 2017) effettuate per la struttura complessiva del Padiglione 2 (si veda in merito il Paragrafo 5.2.5) risulta che tali due macroelementi, presentando una differente concezione geometrica e spaziale, sono caratterizzati da frequenze proprie di oscillazione differenti, che causano movimenti quasi totalmente indipendenti tra di loro e comportano un'intrinseca vulnerabilità alle azioni orizzontali che si ripercuote sugli elementi di unione (la volta in SAP e il timpano).

Ne deriva che nel progetto di riabilitazione strutturale un'attenzione particolare dovrà essere riservata all'elemento dell'arcone *a)* ripristinandone a regola d'arte la funzionalità e la durabilità, ma al tempo stesso accertando la possibilità di una eventuale interazione fra i fenomeni di degrado per corrosione delle armature e l'effetto di sollecitazioni conseguenti alla risposta agli eventi sismici, anche se non di particolare rilevanza, intervenuti nel corso della vita dell'edificio negli ultimi 70 anni.

Per quanto attiene invece agli elementi delle solette *b)*, stante la loro conformazione, occorre invece verificare l'effettiva possibilità di effettuare ispezioni visive dirette, o l'eventuale necessità di provvedere in modo indiretto mediante telecamere.

La campagna di ispezioni visive sistematiche delineata nel presente Paragrafo potrà, almeno in parte, essere avviata, assieme anche ad alcune delle altre ispezioni e indagini diagnostiche delineate ai paragrafi successivi, prima delle fasi di Progetto Esecutivo, immediatamente a valle del presente Studio di Fattibilità e in sintonia con esso.

Ciò consentirà di affrontare il Progetto Esecutivo sulla base di uno scenario di maggiori informazioni sullo stato di conservazione delle strutture dei Padiglioni.

5.2.4 Ispezioni e indagini diagnostiche sui materiali e gli elementi strutturali

A valle della campagna sistematica di ispezioni visive di cui al paragrafo precedente, verrà avviata una estesa campagna di ispezioni ed indagini diagnostiche ricorrendo agli strumenti attualmente più avanzati.

I risultati della campagna di ispezioni visive risulteranno utili peraltro per individuare una serie di parti della struttura e di elementi strutturali per i quali risulteranno indispensabili approfondimenti specifici.

Nel seguito vengono indicate le diverse tipologie di indagine mirate alla definizione delle caratteristiche dei materiali e degli elementi strutturali, delle condizioni di conservazione e degli stati di degrado.

Tali conoscenze risultano essenziali nella fase di Progetto Esecutivo sia per effettuare le verifiche di sicurezza e affidabilità delle strutture con riferimento alle attuali normative prescrittive e alle azioni in esse specificate, che possono differire dalle azioni messe in conto nel progetto originario (si pensi ad esempio ai carichi di neve i cui valori di calcolo sono stati incrementati negli anni recenti, o alla necessità di effettuare le verifiche sismiche che non erano specificate all'epoca del progetto originario), ed inoltre, per quanto attiene alla durabilità, alle effettuazione delle valutazioni relative alla residual service life, e alle azioni da mettere in atto per una estensione della stessa.

5.2.4.1 Determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo

5.2.4.1.1 Indagini non distruttive

Il programma di ispezioni ed indagini diagnostiche dovrà prevedere in prima istanza una campagna di indagini non distruttive mirate alla determinazione della valutazione della resistenza del calcestruzzo estese a tutte le parti delle strutture dei Padiglioni.

Tali indagini non distruttive potranno essere dei seguenti tipi:

Indagini sclerometriche (riferimenti: UNI EN12504-2, UNI EN 13791, ASTM C 805)

Indagini ultrasoniche con gamma di frequenze normalmente comprese tra 20 e 200 KHz (riferimenti UNI EN12504-4, UNI EN 13791)

Indagini SONREB (SONic REBound), consistenti in un metodo d'indagine combinata non distruttivo tra ultrasuoni e sclerometro, il quale consente di compensare in parte gli errori commessi usando singolarmente le due metodologie; si é infatti notato che il contenuto di umidità fa sottostimare l'indice sclerometrico e sovrastimare la velocità ultrasonica, e che all'aumentare dell'età del calcestruzzo, l'indice sclerometrico aumenta mentre la velocità ultrasonica diminuisce (riferimenti: UNI EN12504-2, UNI EN12504-4, RILEM 43-CND).

Le stime risultanti dalle prove non distruttive di cui sopra sono basate su leggi di correlazione esistenti in letteratura (Breysse 2012) , le quali richiedono in ogni caso una calibrazione mediante valori di resistenza ottenibili dalle prove di compressione su carote estratte.

5.2.4.1.2 Indagini parzialmente distruttive: Pull Out

In aggiunta e a complemento delle prove non distruttive di cui al Paragrafo precedente potranno essere programmate le prove parzialmente distruttive del tipo Pull-Out.

Tali prove consistono nella misura della forza di estrazione di un tassello inserito nell'elemento in calcestruzzo armato.

La prova richiede in via preliminare l'accertamento tramite pacometro (si veda il punto 5.2.4.2) di una zona della struttura che sia libera da ferri di armatura.

La resistenza a compressione viene anche in questo caso stimata sulla base di leggi di correlazione esistenti in letteratura (Breysse 2012), le quali richiedono comunque una calibrazione mediante valori di resistenza ottenibili dalle prove di compressione su carote estratte.

Riferimenti : UNI EN12504-3, UNI EN 13791.

5.2.4.1.3. Indagini distruttive: estrazione di carote

Il prelievo di carote è finalizzato in prima istanza a potere disporre di provini da potere sottoporre a prova di compressione in laboratorio, al fine di un accertamento diretto dei valori di resistenza e, in seconda istanza, ai fini di una calibrazione delle prove di determinazione indiretta della resistenza a compressione mediante le indagini sclerometriche, ultrasoniche, SONREB e Pull Out sopra elencate.

Le carote potranno essere utilizzate anche per eseguire, prima della prova di compressione ed immediatamente dopo l'estrazione, le indagini colorimetriche indicate nel seguito dirette alla determinazione della profondità della carbonatazione da utilizzarsi nelle verifiche di durabilità delle strutture dei Padiglioni, con particolare riguardo alla definizione della residual service life.

Le zone interessate dalla estrazione di carote, il diametro e il numero di carote da estrarre dovranno essere valutate tenendo conto da un lato la necessità di arrecare il minimo danno, e dall'altro di disporre di dati certi per le verifiche di resistenza e di durabilità in sede di Progetto Esecutivo. Indicazioni in merito sono fornite dalla letteratura tecnica e dalla normativa specifica in argomento, che fornisce anche le indicazioni per la determinazione dei valori caratteristici della resistenza a compressione del calcestruzzo sulla base dei risultati delle prove

Riferimenti : UNI EN12504-1, UNI EN 13791.

5.2.4.2 Determinazione delle caratteristiche geometriche e posizionamento delle armature

Ai fini delle verifiche di resistenza delle strutture da svolgersi nel Progetto Esecutivo di riabilitazione strutturale si dovrà disporre della esatta configurazione delle armature in termini di posizionamento e diametri delle barre, e dei valori geometrici degli strati di

copriferro delle armature stesse. Per le parti in ferroceamento occorrerà conoscere con esattezza consistenza e posizionamento delle reti di armature.

5.2.4.2.1 Esame della documentazione di archivio

Un esame preventivo accurato verrà prima predisposto sulle tavole di progetto esistenti nella documentazione di archivio.

Nel caso dei Padiglioni Nervi, stante l'ampia disponibilità di tavole del progetto originario nella documentazione di archivio, in larga misura già resa disponibile nelle fasi dello Studio di Fattibilità, risulta possibile pervenire a una definizione da ritenersi attendibile delle suddette caratteristiche.

5.2.4.2.2 Indagini in situ

Tuttavia appare utile suggerire di procedere comunque agli opportuni controlli in situ con indagini finalizzate allo scopo.

Ciò sia per gli elementi strutturali in calcestruzzo armato ordinario, sia anche, e in particolare, per gli elementi sottili in ferroceamento, per i quali la esatta identificazione dei tessuti di armatura e dei valori estremamente ridotti degli strati di copriferro, dell'ordine di 1-2 mm come dichiarato da Nervi stesso (Nervi 1948), risulterà utile in associazione alle indagini in situ di cui ai punti successivi, ai fini delle valutazioni relative all'ingresso del fronte di carbonatazione e alla residual service life.

Sarà quindi opportuno prevedere una campagna di indagini magnetometriche da eseguirsi con le strumentazioni in oggi più idonee elencate nel seguito, specificatamente dirette alla determinazione dei diametri e delle posizioni delle armature e degli spessori degli strati di copriferro.

A questo proposito va osservato che una conoscenza precisa della localizzazione delle armature e dei valori del copriferro (così come degli stati di avanzamento del fronte di carbonatazione e degli altri possibili stati di degrado accertabili con le ispezioni diagnostiche indicate ai Paragrafi seguenti) deve essere ottenuta anche, e in particolare, per le superfici estradossali delle volte dei Padiglioni, le quali, come accennato in precedenza, sono attualmente ricoperte da guaine impermeabilizzanti, ma sono state in precedenza (almeno sicuramente Per il Padiglione 2 e per un arco di tempo da identificare) esposte alle intemperie (pioggia e neve e relative acidità, particolarmente elevate nei primi anni del dopoguerra nei quali l'impiego di combustibili fossili produceva in area torinese atmosfere ad alto tasso di smog).

Pertanto, con riferimento alla possibilità delineata al Paragrafo 5.2.3 di anticipare una parte delle campagne di ispezioni visive indagini diagnostiche immediatamente a valle dello Studio di Fattibilità, anche per le indagini di cui al presente Paragrafo alcune indagini a campione dovranno essere svolte, già in tale fase anticipata, sulle superfici estradossali dei Padiglioni 2 e 3.

Fra le varie tecniche possibili si elencano:

indagini magnetometriche da eseguirsi con lo strumento magnetometro (definito anche pacometro); nelle versioni più recenti il magnetometro consente di individuare non solo la presenza di armature e la loro localizzazione, ma anche di stimarne il diametro e lo spessore del copriferro in calcestruzzo

Riferimenti ACI 228.2R-13

indagini radiografiche con Raggi X o Raggi Gamma

Riferimenti: letteratura specialistica

indagini Radar (Ground Penetration Radar)

Riferimenti: letteratura specialistica

5.2.4.3 Determinazione delle caratteristiche meccaniche degli acciai di armatura

Ai fini delle verifiche di resistenza delle strutture da svolgersi nel Progetto Esecutivo di riabilitazione strutturale si dovrà disporre anche dei dati relativi alle caratteristiche meccaniche degli acciai di armatura.

Una indagine preliminare verrà svolta sulla documentazione di archivio in termini di note di calcolo e di relazioni tecniche.

Nel caso non si addivenisse alla individuazione di dati sufficientemente certi, si potrà eventualmente prendere in esame la possibilità di prelievi di campioni di armatura tali da sottoporre a prove di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche meccaniche. Gli eventuali prelievi non dovranno arrecare alcun danno alle condizioni di resistenza e di comportamento in esercizio degli elementi strutturali interessati.

5.2.4.4 Determinazione dell'avanzamento del fronte di carbonatazione

Per delle strutture quali quelle dei Padiglioni 2 e 3 di cui qui ci occupiamo, che stanno raggiungendo i 70 anni di vita in esercizio, un esame dello stato generale delle stesse strutture e dei loro singoli elementi rispetto all'avanzamento del fronte di carbonatazione rappresenta un passo fondamentale del percorso di accertamento della vita residua e delle successive scelte progettuali in ordine al problema del prolungamento della vita di esercizio.

Come noto, il fronte di carbonatazione avanza progressivamente nel calcestruzzo nel corso della vita di esercizio della struttura. Fra gli elementi che condizionano la velocità di avanzamento, oltre alla quantità di cemento nei getti, un ruolo particolare è svolto dalla porosità del calcestruzzo (si veda il Paragrafo successivo). Quando il fronte raggiunge la posizione delle armature in acciaio viene meno la protezione delle armature stesse da parte dell'ambiente passivante alcalino (pH elevato) del conglomerato cementizio, e si instaura un ambiente con pH basso (inferiore a 11) favorevole alla corrosione delle armature (fenomeno di depassivazione). In presenza di umidità e di ossigeno, inizia la loro corrosione con formazione di ruggine espansiva, e conseguenti riduzione della sezione resistente delle armature e azione disgregante del calcestruzzo circostante le armature stesse a causa della azione espansiva della ruggine, e conseguenti fenomeni di spalling dei copriferri.

Nel caso in esame dei Padiglioni 2 e 3, caratterizzati da un impiego estensivo del ferrocemento, la determinazione del fronte di avanzamento della carbonatazione è di particolare interesse stante, come sopra rimarcato, i valori estremamente ridotti in tali elementi dello spessore del copriferro (di 1 – 2 mm).

Allo stato attuale si dispone dei risultati di tre prove eseguite sugli elementi ondulati in ferrocemento del Padiglione 2 nel corso dei controlli del 2003 (Orza e Napoli 2003). Tali risultati mostrano una sorprendente favorevole situazione di assenza di carbonatazione. Appare quindi necessario verificare in modo maggiormente sistematico, e a distanza di ulteriore 15 anni, tale situazione, che risulta con ogni probabilità ascrivibile sia all'elevato dosaggio di cemento pari, a seconda delle fonti, a 1000 – 1100 kg per m³ di sabbia (Nervi 1948) o a 800 kg per m³ (Carpanelli1955), alla particolare granulometria dell'inerte costituito da sabbia abbastanza granita, e certamente anche all'accurata lavorazione nella stesura della malta sulle reti di armatura.

La identificazione delle zone non carbonatate (pH elevato) può avvenire mediante l'impiego di soluzioni di fenoftaleina, la quale assume un colore violetto in presenza di forte alcalinità (valori di pH superiore a 12.5 rappresentativi di calcestruzzi non interessati dal fronte di avanzamento della CO₂) e diviene invece incolore per valori di pH inferiori a 11 (in particolare collocati nel range 8.5 – 9), permettendo così di individuare le zone interessate dal fronte di avanzamento della CO₂ che costituiscono un potenziale ambiente per la corrosione dei ferri di armatura.

In alternativa può essere utilizzato il Rainbow testing method che si basa sull'impiego di una soluzione di reagenti chimici opportunamente selezionati in grado di identificare con colorazioni diverse pH compresi fra 5 e 13. In questo tipo di prova le zone a pH elevato si colorano di blu (pH 13), porpora (pH 11), verde (pH 9), giallo (pH 7), arancione (pH = 5).

Per quanto attiene alle zone in cui effettuare le prove colorimetriche, anche in questo caso al fine di arrecare il minimo danno, le prove potranno essere effettuate secondo le seguenti modalità:

sulle carote prelevate per le prove di compressione, immediatamente dopo la loro estrazione, nei fori conseguenti alle prove di Pull Out

in altre zone scelte per ragioni specifiche, cercando anche in tal caso di arrecare il minimo danno alle strutture

Occorre segnalare la necessità che le prove colorimetriche vengano effettuate anche sulle superfici estradossali delle volte dei Padiglioni 2 e 3, con particolare riguardo al Padiglione 2, per il quale, come segnalato in precedenza, vi è stato un periodo in cui tali superfici non erano protette da guaina di impermeabilizzazione, per la citata scelta progettuale specifica da parte di Nervi. A tali indagini all'estradosso si procederà attenendosi ai criteri discussi al Paragrafo 5.2.3.

Riferimenti : UNI EN14630.

5.2.4.5 Porosità

La valutazione della porosità concorre alla stima della durabilità del calcestruzzo, intesa come resistenza agli attacchi aggressivi degli agenti esterni quali CO₂ e ioni Cl⁻, in quanto quest'ultima è strettamente dipendente dalla permeabilità in particolare degli strati di copriferro.

Nel caso dei Padiglioni 2 e 3, la prova di porosità, oltre ad essere effettuata sulle parti delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, dovrà essere effettuata in modo esteso sulle elementi strutturali in ferrocemento, al fine di valutare se l'elevato dosaggio di cemento e l'elevata qualità della stesura della malta di impregnazione e ricoprimento delle maglie di rete, sopra evidenziati, hanno avuto, come appare probabile una influenza positiva nel ridurre la porosità.

Le prove verranno svolte sia in situ che in laboratorio su campioni prelevati in zone scelte accuratamente per evitare danni alle strutture.

5.2.4.5.1 Indagini in situ

L'attrezzatura è costituita dal Tubo di Karsten contenete una colonna di acqua di 200 mm.

5.2.4.5.2 Indagini in laboratorio

Analisi al microscopio ottico (si veda il Paragrafo 5.2.4.8)

Immersione in acqua di campione preventivamente essiccato e misurazione della differenza di peso.

5.2.4.6 Misura dell'umidità

Poiché il fenomeno di corrosione delle armature si innesca solo in presenza di ossigeno e di umidità, la valutazione del livello di umidità nel calcestruzzo circostante le armature è di particolare interesse nel caso in esame, in quanto, come accennato in precedenza, in relazione da un lato alla elevata età dei Padiglioni, e dall'altro alla presenza di valori geometrici del copriferro estremamente ridotti (dell'ordine dei 2 mm) negli elementi in ferrocemento, è probabile che si riscontreranno, attraverso le indagini colorimetriche, situazioni in cui il fronte di carbonatazione ha raggiunto le armature.

Inoltre l'umidità può favorire la carbonatazione stessa.

Le prove saranno di interesse in particolare sulle superfici di estradosso che possono essere state, in contatto con gli agenti atmosferici (pioggia e neve) e avere acquisito umidità prima della posa delle guaine impermeabili o in conseguenza di eventuali difetti di tenuta delle stesse.

La determinazione dell'umidità potrà essere effettuata sia in situ che in laboratorio. Di particolare interesse ai fini sopraindicati è la determinazione in situ.

Nella fase delle scelte progettuali la misura dell'umidità sarà utile anche per valutare l'idoneità del substrato in calcestruzzo prima che su di esso venga applicato qualsiasi tipo di rivestimento.

Metodi di misura: Igrometri al carburo o elettrico; Termografia ad infrarossi.

Riferimenti : UNI 11121 UNI EN ISO 12570

5.2.4.7 Analisi chimica elementare

L'analisi chimica dei campioni prelevati in situ potrà essere sia di tipo qualitativo, limitandosi al riconoscimento dei componenti presenti, sia quantitativa quando ne determina le rispettive quantità.

Lo scopo di queste analisi sarà quello di identificare i vari componenti del materiale calcestruzzo o, nel caso degli elementi in ferrocemento, malta di cemento.

5.2.4.8 Microscopia ottica

Gli esami microscopici condotti in laboratorio con luce naturale avranno lo scopo di indagare le caratteristiche dei campioni di calcestruzzo e di malta prelevati in situ al fine di determinare le caratteristiche degli inerti (dimensioni, forma e natura mineralogica), valutare il grado di porosità capillare e la dimensione e forma dei pori, verificare la eventuale presenza di reazioni alcali-aggregati o di cristallizzazioni di Sali entro i pori, effettuare una stima di massima dello stato di conservazione.

5.2.4.9 Microscopia elettronica

La microscopia elettronica a scansione permette di ottenere immagini dei campioni di materiale con risoluzioni superiori di due ordini di grandezza rispetto alla microscopia ottica. Fra gli scopi principali vi è quello di acquisire informazioni sulla natura dei prodotti di idratazione sia del cemento portland che dei cementi speciali.

5.2.4.10 Atomic Force Acoustic Microscopy

La Atomic Force Acoustic Microscopy (AFAM) consente risoluzioni mille volte superiori alla microscopia ottica, permettendo la caratterizzazione dei materiali alla nanoscala. Questa tecnica innovativa potrà essere utilizzata per un esame più approfondito in particolare delle malte utilizzate da Nervi per la realizzazione degli elementi in ferrocemento. Ciò al fine di formulare valutazioni sulla durabilità residua e sugli eventuali interventi per il prolungamento della durabilità stessa su basi scientificamente avanzate.

Si veda in merito il Paragrafo 5.3.5.2

5.2.4.11 Misura del potenziale di corrosione libera, mappatura di potenziale

La misura del potenziale di corrosione libera è finalizzata alla valutazione della probabilità di corrosione delle armature in acciaio al carbonio. Essa fornisce utili indicazioni per definire la probabilità che l'acciaio si trovi in condizioni di passività, con velocità di corrosione trascurabili, o che si trovi invece in stato di corrosione attiva. La misura non fornisce peraltro indicazioni sulla velocità di corrosione.

Attraverso una estesa mappatura del potenziale sulla struttura si può definire lo stato generale del fenomeno corrosivo nella struttura stessa in termini estensione ed entità.

Nel caso specifico dei Padiglioni 2 e 3 una mappatura di potenziale degli elementi sottili in ferrocemento – per i quali come si è accennato in precedenza, possono sussistere preoccupazioni sull'inizio di fenomeni corrosivi nelle armature in relazione alla particolare

esiguità dei copriferri – potrebbe risultare utile per ridurre il numero di ispezioni con indagini colorimetriche, le quali sono comunque parzialmente distruttive.

Riferimenti : UNI 10174 ASTM C876

5.2.4.12 Indagini e monitoraggi in campo dinamico mirati a Model Updating, Structural Health Monitoring (SHM), e verifica sismica

Le fasi sono le seguenti:

Modellazione virtuale numerica agli elementi finiti delle strutture del Padiglione 2 e del Padiglione 3 e analisi delle risposte in campo dinamico, nella duplice condizione di strutture integre e di presenza di danneggiamenti negli elementi murari di tamponamento, prime valutazioni sui fattori di vulnerabilità sismica,

Valutazioni conseguenti relative al posizionamento ottimale dei sensori (OSP Optimal Sensor Placement),

Installazione di un sistema di monitoraggio in campo dinamico finalizzato in prima istanza all'acquisizione di dati utili per la successiva fase di model updating utile per le verifiche sia in campo statico che dinamico-sismico, e in una prospettiva temporale più ampia per il monitoraggio nel tempo dell'eventuale degrado strutturale (SHM) e della risposta agli eventi sismici che potranno intercorrere durante la vita futura della costruzione,

Calibrazione del modello virtuale numerico (Model updating) delle strutture sulla base della risposta dinamica rilevata sulle strutture reali attraverso il sistema di monitoraggio.

Per i Padiglioni 2 e 3 le fasi 1) e 2) sono state avviate in seno al Dipartimento DISEG del Politecnico di Torino, con il coordinamento del Responsabile del Laboratorio di Dinamica e Sismica Prof. Rosario Ceravolo e degli Autori, al fine di pervenire a delle stime preliminari dei fattori di vulnerabilità e di OSP per queste importanti opere del patrimonio dell'architettura contemporanea (Lenticchia et al. 2016, 2017, Antonucci et al. 2017, Caldera et al. 2017). Si veda in merito il Paragrafo 5.3.1.2.

Per quanto attiene alla fase 3), con riferimento ai risultati della fase 2 relativa alle valutazioni in termini di OSP, è stato attualmente redatto un programma di indagini dinamiche da svolgersi da parte dello stesso Laboratorio di Dinamica e Sismica immediatamente a valle del presente Studio di Fattibilità e in sintonia con esso (v. Paragrafo. 5.3.1.2.2), nel quadro del programma complessivo di ispezioni e indagini che verranno effettuate prima della fase di progettazione esecutiva (v. Paragrafo 5.2.3). Tale programma potrà essere poi eventualmente ampliato per i monitoraggi a lungo termine nel corso della vita futura della costruzione.

In considerazione della grande importanza di questi edifici e della loro elevata Classe di uso, cui si accenna in tale Paragrafo, fra i sistemi di monitoraggio da prevedersi in sede di Progetto Esecutivo e dei successivi interventi di riuso e riabilitazione strutturale, pare opportuno suggerire l'installazione, in accordo con la Protezione Civile, di un monitoraggio finalizzato a definire la risposta di questo particolare tipo di strutture monumentali spaziali ad elevata deformabilità in campo dinamico e caratterizzate da elevata vulnerabilità sismica.

A tal proposito si segnala che una installazione di questo tipo è stata recentemente realizzata in collaborazione fra Protezione Civile e Laboratorio di Dinamica e Sismica del Politecnico di Torino per l'edificio monumentale del Santuario di Vicoforte dotato della grandiosa cupola ellittica (la più grande di questo tipo al mondo), in considerazione anche in questo caso della elevata vulnerabilità sismica di questo tipo di grandiosa struttura spaziale.

5.3 LINEE GUIDA PER LA CONSERVAZIONE, RESTAURO E RIABILITAZIONE STRUTTURALE

Con riferimento allo schema concettuale ed al percorso indicati in premessa per un approccio virtuoso al problema complessivo del progetto di recupero e rifunzionalizzazione del Complesso di Torino Esposizioni, alle fasi iniziali di indagini conoscitive e diagnostiche e connesse identificazioni delle cause dei danni delineate nel Paragrafo 5.2 precedente, in sede di Progetto Esecutivo dovranno seguire le fasi di:

valutazione della adeguatezza strutturale rispetto alle verifiche di sicurezza agli stati limiti ultimi e di esercizio con riferimento alle normative prescrittive attualmente vigenti, con riguardo sia alle azioni prevalentemente statiche che alle azioni sismiche, con riferimento allo specifico quadro normativo sia a livello Europeo (CEN/TC 250 EN 1990-1999, che nazionale (NTC 2008 attualmente vigenti o NTC 2017 di prossima approvazione).

valutazione della adeguatezza strutturale rispetto alle verifiche di durabilità, con identificazione della durabilità residua (*residual service life*) e delle esigenze derivanti dal previsto prolungamento della vita di esercizio (*extended service life*) rispetto alle medesime normative prescrittive attualmente vigenti,

definizione degli interventi di adeguamento e riabilitazione strutturale eventualmente necessari per rispondere alle esigenze derivanti dai risultati di tali valutazioni, nel rispetto dei valori culturali e canoni architettonici di queste celebri opere del patrimonio dell'architettura moderna.

A questo proposito occorre osservare che le scelte metaprogettuali relative ai Padiglioni 2 e 3 non prevedono interventi tali da incidere in modo sensibile sulla configurazione strutturale originaria e sulla risposta statica connessa.

Ad esempio, per quanto attiene al Padiglione 2 l'intervento di maggiore entità riguarda la estensione del piano interrato a tutta la superficie del Padiglione. In proposito si può osservare che tale svuotamento risulta compatibile con lo schema generale della struttura, trattandosi solamente di uno sviluppo nella direzione longitudinale della navata dello svuotamento già attualmente esistente per una parte delle campate in prossimità dell'abside.

In definitiva, le strutture dei Padiglioni 2 e 3 progettati da Nervi negli anni 1948-1952 con riferimento ai criteri e regolamenti di calcolo vigenti all'epoca, dovranno essere assoggettate, nei loro attuali schemi strutturali, a un procedimento di verifica per controllare la rispondenza ai riferimenti prescrittivi delle normative attualmente vigenti.

5.3.1 Verifiche di sicurezza strutturale agli stati limiti ultimi e di esercizio con riferimento alle normative prescrittive attualmente vigenti.

5.3.1.1 Verifiche di sicurezza rispetto alle azioni prevalentemente statiche

Da un controllo preliminare della Relazione di calcolo originaria di Nervi condotto a titolo esplorativo limitatamente ai soli valori dei sovraccarichi adottati nelle verifiche risulta quanto segue.

Per quanto attiene alla volta ad arco della navata del Padiglione 2 risulta che essa fu verificata per un sovraccarico di 150 kg/mq, in assenza all'origine di guaina impermeabilizzante.

La relazione Orza Napoli 2003 stima un carico di progetto di 170 kg/mq per i controlli da effettuare a quella data, e pari al valore attuale di norma del carico della neve per Torino di 140 kg/mq, cui si sommano 10 kg/mq per la guaina e 20 kg/mq per gli impianti di climatizzazione aggiunti in quella sede.

Poiché le scelte progettuali prevedono lo smantellamento di quegli impianti, e loro sostituzione con altri non gravanti sull'estradosso della volta, per quanto attiene la sola considerazione relativa al sovraccarico adottato nei calcoli originari di Nervi, tale sovraccarico appare quindi adeguato rispetto ai requisiti normativi attuali.

Per quanto attiene ai sovraccarichi relativi ai solai occorrerà in sede di Progetto Esecutivo fare riferimento a quelli specificati nel Capitolato Prestazionale per l'affidamento della redazione dello Studio di Fattibilità, che prevede un valore minimo di 600 kg/mq incrementato di 70 kg/mq per ogni 30 cm di altezza oltre i 2,7 m da pavimento a soffitto. Da un primo confronto con i valori di progetto desumibili dalle relazioni di calcolo di Nervi (si veda Orza Napoli 2003), i valori adottati da Nervi risultano essere di 1000 kg/mq per il solaio a piano terra (700 kg/mq per le travi), e di 700 kg/mq inclusivi del peso dei pavimenti e sottofondi.

Pertanto ne potrebbero derivare delle insufficienze e relative necessità di interventi di rinforzo strutturale in particolare per i solai delle balconate. Per i solai a piano terra occorrerà definire con la committenza quale è l'eventuale limite superiore della formula incrementale.

Naturalmente nelle fasi del Progetto Esecutivo di riuso e riabilitazione strutturale tutte le parti delle strutture dei Padiglioni 2 e 3 dovranno essere assoggettate a un procedimento di verifica secondo i criteri attuali di modellazione e analisi strutturale con riferimento alle prescrizioni in termini di affidabilità e sicurezza delle normative vigenti sopra richiamate. Ci limitiamo qui a segnalare che per quanto attiene alla definizione della vita utile di progetto [*Specified (design) service life*, con riferimento alla terminologia di ISO 2394, o *Design working life*, con riferimento alla terminologia di CEN/TC 250 EN 1990, o *Vita nominale* con riferimento alle NTC 2008] la Categoria di vita utile di progetto dovrà essere la più elevata (Strutture di maggiore importanza, strutture di edifici monumentali, ecc.) con un valore indicativo della vita utile di progetto in sede di Progetto Esecutivo di riuso di 100 anni. Per quanto attiene invece alla definizione della Classe di Conseguenze rispetto al collasso o al malfunzionamento della struttura, la Classe di riferimento, con riferimento a EN 1990 dovrà

essere parimenti la più alta (CC3, Elevate conseguenze per perdita di vite umane, o conseguenze molto gravi in termini economici, sociali o ambientali).

Per quanto attiene al Padiglione 2, particolare attenzione dovrà essere dedicata alla modellazione della volta principale cilindrica (ad es. con modellazione FEM agli elementi finiti) e alle sue condizioni di vincolo.

Parimenti particolare attenzione dovrà essere riservata alla struttura dell'abside a cupola e relativo anello di cintura, provvedendo analogamente ad una modellazione numerica FEM adeguata e alle relative verifiche. Dalle note di calcolo di Nervi risulta che per tale struttura egli eseguì una verifica analitica sia sulla base della teoria membranale secondo le impostazioni di Dischinger, che sulla base di un'analisi statica semplificata suddividendo la cupola in elementi strutturali separati.

Per quanto attiene al Padiglione 3, una verifica strutturale basata sui i moderni orientamenti di modellazione e di calcolo dovrà essere effettuata per la sua complessa e ardita struttura spaziale, caratterizzata dalla volta a padiglioni e dagli archi di supporto inclinati.

Modellazioni e verifiche adeguate dovranno analogamente essere effettuate effettuato per tutti gli altri elementi strutturali principali e secondari dei Padiglioni 2 e 3.

5.3.1.2 Verifiche di sicurezza rispetto alle azioni sismiche

La verifica di sicurezza rispetto alle azioni sismiche non era richiesta ai tempi della progettazione e costruzione da parte di Nervi dei Padiglioni 2 e 3.

Nelle fasi del Progetto Esecutivo di conservazione e riuso le verifiche sismiche dovranno essere condotte con riferimento alle normative attualmente vigenti in Italia all'atto del Progetto Esecutivo (NTC 2008 attualmente vigenti o NTC 2017 di prossima approvazione), tenendo presente l'intensità della azione sismica prevista per Torino e la Classe d'Uso (e relativo Periodo di Riferimento per l'Azione Sismica), che, con riguardo alla tipologia di utilizzazione come Biblioteca e connesse attività caratterizzate da affollamenti significativi, sarà Classe III, o eventualmente, concordando con la Proprietà e Protezione Civile, Classe IV nel caso vengano attribuite ai Padiglioni 2 e 3 funzioni pubbliche o strategiche importanti con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità).

Un'attenzione dovrà essere riservata anche ai vincoli posti dalla necessità di salvaguardare per quanto possibile i canoni e le caratteristiche architettoniche di opere rilevanti del patrimonio dell'architettura contemporanea., con riferimento alle Linee Guida MIBACT aggiornate al momento del progetto.

Un interessante caso di studio di riferimento di verifica sismica di un'opera facente parte del patrimonio di architettura moderna è quello della Torre delle Nazioni alla Mostra d'Oltremare a Napoli (Verderame et al. 2015).

Come accennato al Paragrafo 5.2.4.12, in concomitanza con la attuale fase di Studio di Fattibilità si è ritenuto opportuno avviare una prima fase di indagini sulla risposta dinamica e

vulnerabilità sismica dei Padiglioni 2 e 3, e sui criteri per il posizionamento ottimale dei sensori (OSP).

Le indagini sono consistite nella realizzazione di una accurata modellazione agli elementi finiti del Padiglione 2 e del Padiglione 3. Successivamente, sulla base di tali modellazioni è stata eseguita una serie di indagini dinamiche, nella doppia versione di integrità degli elementi accessori (le murature di tamponamento dei timpani del Padiglione 2 e le murature laterali nel Padiglione 3) e di avvenuto danneggiamento delle stesse, e quindi in assenza di tali elementi accessori nel modello agli elementi finiti analizzato in campo dinamico.

Da tali indagini sono state dedotte alcune considerazioni preliminari sui fattori di vulnerabilità sismica, cui si accenna brevemente nel seguito, e altre sui criteri OSP (Lenticchia et al. 2016, 2017, Antonucci et al. 2017, Caldera et al. 2017).

5.3.1.2.1 Fattori di vulnerabilità sismica

In linea generale occorre osservare che i due Padiglioni rappresentano delle strutture spaziali a guscio di grandi dimensioni a copertura di aree libere molto estese. Trattasi pertanto di tipologie strutturali tendenzialmente vulnerabili sul piano sismico, che necessitano della dovute attenzioni nel progetto di riuso.

Come noto, nelle costruzioni monumentali analoga vulnerabilità si riscontra nelle costruzioni caratterizzate da grandi spazi liberi interni come ad esempio le chiese. A tal proposito si può osservare che l'impianto spaziale del Padiglione B ricorda quello delle grandi basiliche con l'ampia navata coperta dalla volta ad arco e l'abside coperta dalla semicupola sferica.

L'esame delle risposte dinamiche dei modelli agli elementi finiti ha consentito di evidenziare che per entrambi i Padiglioni alcuni dei modi principali di vibrare sono caratterizzati da frequenze collocate nel range delle frequenze di massima amplificazione dello spettro sismico.

Inoltre i seguenti elementi specifici di vulnerabilità sismica sono stati evidenziati per i due Padiglioni.

Padiglione 2

I due macroelementi della navata e dell'abside presentano una differente configurazione geometrica e spaziale e sono quindi caratterizzati da frequenze proprie di oscillazione differenti. Ciò comporta un'intrinseca vulnerabilità alle azioni orizzontali, che si ripercuote sugli elementi di collegamento fra tali macroelementi (l'arco di volta in elementi in laterizio SAP e il timpano verticale ad arco). Il meccanismo risulta fortemente influenzato dalla presenza dei muri di tamponamento del timpano che conferiscono rigidità nel piano. Un eventuale loro danneggiamento comporterebbe un'accentuazione delle deformazioni della volta in SAP. A tal proposito si osserva che, come indicato al Paragrafo 5.2.3, la volta ad arco presenta attualmente due meccanismi di danneggiamento locale consistenti in due lesioni con caduta dei copriferri. Tali meccanismi, che dovranno essere indagati, potrebbero essere il risultato di interazioni fra deterioramento per carbonatazione e azioni dinamiche eventualmente intervenute in presenza di microsismi

Un altro elemento critico è costituito dagli esili pilastri a sostegno dell'abside, gravati dall'ingente massa dell'abside stessa e del solaio circolare perimetrale che la cinge la semicupola alla base raccogliendone le spinte orizzontali. Per tale configurazione strutturale si riconosce la possibilità di accostamento con un meccanismo di collasso locale del tipo di quello piano debole, che si verifica quando sono presenti differenze significative tra la rigidità e la resistenza di uno dei piani dell'edificio e la restante parte.

Uno dei maggiori fattori di vulnerabilità riguarda in ogni caso il comportamento dei due timpani anteriore e posteriore in calcestruzzo armato e dei loro tamponamenti in laterizio, in relazione al loro movimento fuori dal piano (ribaltamento), influenzati dalla volta di copertura del salone e per quello posteriore dal macroelemento complessivo dell'abside.

Padiglione 3

La principale problematica è rappresentata dai movimenti fuori dal piano degli arconi in cemento armato, come è sottolineato dall'alto fattore di partecipazione dei modi a essi associati. Inoltre al movimento fuori dal piano degli archi sono associate scarse capacità di dissipazione e dunque amplificazioni sismiche potenzialmente importanti.

Un altro aspetto critico è legato al modo di vibrare traslazionale della calotta rigida della volta dotata dei tegoli romboidali in ferrocemento inseriti fra le nervature, rispetto alle più deformabili nervature libere della parte inferiore della volta stessa, dove i tegoli non sono presenti per consentire l'ingresso della luce.

5.3.1.2.2 Optimal sensor placement

Le modellazioni ed analisi preliminari in campo dinamico hanno consentito anche di definire una opportuna strategia di localizzazione dei sensori.

A tale strategia è stato fatto riferimento per redigere il programma di prove dinamiche da svolgersi da parte del Laboratorio di Dinamica e Sismica immediatamente a valle del presente Studio di Fattibilità e in sintonia con esso cui si è accennato al Paragrafo 5.2.4.12.

5.3.2 Verifiche di sicurezza strutturale rispetto agli stati limite associati alla durabilità con riferimento alle normative prescrittive attualmente vigenti

Le verifiche rispetto agli stati limite associati alla durabilità dovranno essere svolte con riferimento alle normative prescrittive vigenti (NTC 2008 o NTC 2017).

Un riferimento utile a livello pre-normativo è rappresentato dal *fib Model Code 2010* che dedica ampia attenzione a questi aspetti, fornendo le linee guida per le verifiche da condurre sulla base di uno dei seguenti formati: probabilistic safety format, partial safety factor format, deemed-to-satisfy approach, avoidance-of-deterioration approach.

Sulla base di queste valutazioni, in sede di Progetto Esecutivo si perverrà alla definizione della vita residua di servizio (residual service life) per le strutture in esame, e alla definizione degli

interventi eventualmente necessari per ripristinare la vita di servizio richiesta con riferimento alle nuove utilizzazioni.

Si sottolinea la particolare importanza di queste verifiche e valutazioni in relazione a quanto già evidenziato in precedenza in merito alla età attualmente avanzata delle strutture in questione, alla assenza sostanziale di un piano di conservazione sistematico nel corso della loro vita, e alle nuove impegnative destinazioni alle quali deve essere associata una vita utile estesa su un arco ampio di tempo.

5.3.3 Verifiche di resistenza al fuoco

Le verifiche di resistenza al fuoco dovranno essere svolte con riferimento alle normative prescrittive vigenti al momento del Progetto Esecutivo.

Stante la particolarità delle strutture dei Padiglioni 2 e 3 in larga misura realizzate con elementi in ferrocemento di spessori molto piccoli e con ricoprimenti di 1- 2 mm, è facile prevedere che tali verifiche non potranno essere soddisfatte.

Pertanto, come risulta delle scelte metaprogettuali, avuto riguardo anche alla particolare utilizzazione dei Padiglioni come Biblioteca con elevato carico di incendio, la sicurezza al fuoco dovrà essere ottenuta attraverso impianti antincendio atti a garantire le necessarie sicurezze.

5.3.4 Definizione degli interventi di adeguamento e riabilitazione strutturale

A valle delle verifiche di cui ai paragrafi precedenti, in sede di Progetto Esecutivo dovranno essere definiti gli interventi eventualmente necessari di riabilitazione e adeguamento strutturale, nonché in termini di riduzione del rischio sismico, nel quadro di un bilancio globale fra le esigenze di sicurezza e quelle di conservazione dell'edificio.

In tale quadro verrà fatto ricorso alle tecniche più avanzate e meno invasive oggi disponibili, con particolare attenzione ai materiali innovativi attualmente utilizzati in questi tipi di interventi, previa attenta verifica delle loro caratteristiche di durabilità.

Per fare fronte alle esigenze di sicurezza per azioni di tipo prevalentemente statico o sismico, che richiedano un incremento delle armature, potranno essere inseriti elementi di armatura ausiliari in termini di barre o reti in acciaio, o in alternativa di carbonio o polimeri fibrorinforzati (FRP), immersi in opportune matrici di malte adesive.

L'utilizzazione di tali tipi di rinforzi non potrà prescindere dalle connesse valutazioni di resistenza al fuoco.

Se si utilizzano composti al carbonio è indispensabile evitare il contatto con il sistema dei ferri di armatura in quanto l'accoppiamento condurrebbe a fenomeni di corrosione per contatto galvanico.

Per quanto attiene agli aspetti relativi alla durabilità e prolungamento della vita di esercizio, il Progetto Esecutivo dovrà fornire specifiche indicazioni sugli interventi da effettuare per porre

riparo a situazioni di degrado e di ammaloramento identificate nei calcestruzzi ed eventualmente nelle armature sulla base delle campagne diagnostiche di cui al Paragrafo 5.2.

Per non citare che alcuni casi tipici da affrontare, in tutti i casi in cui si riscontri un innesco del fenomeno di corrosione dei ferri di armatura, prima del ripristino del ricoprimento in calcestruzzo i ferri stessi, previa spazzolatura secondo le specifiche tecniche vigenti, dovranno essere trattati con prodotti per la loro protezione consistenti in malte tissotropiche monocomponente (polvere) o bi componenti (polvere e liquido) conformi alla norma EN 1504-7.

Per i difetti che verranno riscontrati nelle parti che comprendono elementi in laterizio, si procederà agli interventi di ripristino secondo le tecniche oggi consolidate reperibili nella manualistica con ricostruzione dei travetti in calcestruzzo, fissaggio delle reti protettive per contrastare la caduta delle pignatte in laterizio ecc..

Per il dibattuto problema degli interventi diretti alla riduzione della velocità di avanzamento del fronte di carbonatazione, o alla rialcalinizzazione dell'ambiente circostante i ferri di armatura quando essi siano stati raggiunti dal fronte di carbonatazione, quand'anche in assenza di fenomeni macroscopici di corrosione, potranno essere prese in esame diverse soluzioni possibili, previa presa di visione dei risultati delle specifiche campagne diagnostiche indicate al medesimo Paragrafo n 5.2.

5.3.5 Il problema della conservazione degli elementi in ferrocemento: indagini, proposte operative e percorso di ricerca

L'argomento della conservazione e del prolungamento della vita di esercizio risulta particolarmente delicato per gli elementi sottili in ferrocemento, caratterizzati, come si sottolineato in precedenza, da spessori estremamente ridotti e da copriferri dell'ordine di 1-2 mm.

5.3.5.1 Indagini e indicazioni operative preliminari

Solo un'estesa campagna di indagini diagnostiche quale quella delineata nei Paragrafi precedenti potrà definire i termini e dimensione del problema, consentendo di verificare se le favorevoli condizioni, cui si è accennato in precedenza, di quasi assenza di carbonatazione individuate nei pochi saggi effettuati nel 2003 su alcune localizzazioni circoscritte della superficie di intradosso troveranno o meno una conferma per l'intera superficie e, in particolare, anche per la superficie di estradosso che non è stata ispezionata..

Quando la situazione sarà ben chiarita, allo stato attuale delle conoscenze le seguenti opzioni possibili potranno essere considerate per le superfici di intradosso:

nessun intervento nel caso in cui la carbonatazione risulti assente o presente in misura limitata, tenendo conto, almeno per le superfici di intradosso, della favorevole condizione di ambiente privo di umidità significativa, in grado di evitare il processo di corrosione dei ferri quand'anche essi venissero raggiunti dal fronte di carbonatazione; in tale caso potrà eventualmente essere mantenuto lo strato di pittura a fini solo decorativi applicato nel 2003;

oppure, dopo avere provveduto alla rimozione dello strato di pittura decorativa:

applicazione sulla superficie di inibitori di corrosione migranti (MFP monofluorofosfati di sodio); tale soluzione è stata usata ad esempio nel citato caso delle Halles Boulingrin realizzate di Freyssinet; la validità di questo procedimento è tutt'ora oggetto di dibattito; nel caso specifico la elevata densità delle malte e la elevata quantità di cemento potrebbe ritardare la velocità di avanzamento degli inibitori;

stesura di uno strato protettivo filmogeno a base di resine in dispersione acrilica in grado di contrastare la diffusione della CO₂ (tale intervento è stato ad esempio recentemente effettuato sulle volte sottili della copertura della tribuna dell'Ippodromo della Zarzuela di Torroja);

stesura di uno strato di maggiore spessore (2-3 mm) di materiale polimero-cemento, assimilabile a una rasatura, tecnica peraltro maggiormente utilizzata quando l'elemento strutturale è a contatto con l'acqua; fra i materiali di questo tipo rientrano anche gli speciali rivestimenti in geopolimeri e materiali intelligenti comprendenti nano fibre e fibre ottiche distribuite al loro interno in grado di trasmettere segnali su stati di cambiamento di parametri locali, quali temperature e deformazioni, utili in fase di monitoraggio.

Per le superfici di estradosso le scelte saranno legate sia alle risultanze delle indagini da effettuare, che alle conseguenti decisioni in merito alla conservazione o sostituzione delle guaine di impermeabilizzazione attualmente presenti.

5.3.5.2 Un percorso di ricerca

In considerazione della rilevanza dell'argomento, stante il fatto che ci si trova a dovere affrontare il problema di garantire un'estensione della durata di vita su un arco temporale molto ampio – in relazione alle speciali destinazioni di uso pubblico come Biblioteca – per i Padiglioni Nervi che risultano costituiti da due grandiose strutture spaziali realizzate per la quasi totalità in elementi sottili in ferrocemento, è parso opportuno affiancare il percorso progettuale, sin dalla attuale fase di Studio di Fattibilità, con un percorso di ricerca sul tema specifico della conservazione e prolungamento della durata di vita del ferrocemento.

Pertanto in seno al Dipartimento DISEG del Politecnico di Torino è attualmente in fase di avviamento, con il coordinamento del primo Autore e del Prof. Rosario Ceravolo, in contatto con la Northwestern University di Evanston, USA e il gruppo di ricerca guidato da Surendra Shah, docente emerito della stessa Northwestern che fu molto attivo nelle ricerche sul ferrocemento negli ultimi decenni del Novecento (Shah et al. 1978, 1998) quando questa tecnica venne abbandonata in Italia dopo la scomparsa di Nervi, ma si diffuse in misura consistente nel mondo, ed è ora all'avanguardia nella caratterizzazione e analisi dei materiali cementizi e degli elementi sottili in calcestruzzo alla nanoscala (Shah et al. 2008-2010, Sobolev e Shah 2007).

Tale percorso è mirato da un lato alla formulazione di criteri relativi ai riflessi che la caratterizzazione alla nanoscala dei materiali cementizi utilizzati in origine per la realizzazione degli elementi in ferrocemento dei Padiglioni 2 e 3, può avere sulle valutazioni

in termini di durabilità residua di tali elementi, e dall'altro alla valutazione della influenza e efficacia controllata a livello di nanoscala degli eventuali interventi con i trattamenti e materiali addizionali elencati in precedenza finalizzati al prolungamento di tale durabilità.

Nell'ambito di tale programma è stato anche programmato presso il Politecnico di Torino un Corso di Eccellenza sul Ferrocemento, coordinato dall'originario collaboratore di Shah, Antoine Naaman, docente emerito della University of Michigan, il quale è attualmente il più autorevole studioso del ferrocemento (Naaman 1979-2006), ed è stato il fondatore e Presidente per molti anni della IFS International Ferrocement Society, e coordinatore del Ferrocement Model Code (Naaman 2001). Il Corso si svolgerà Aprile 2018 all'interno del Dottorato in Beni Culturali (recentemente ridenominato Dottorato in Beni Architettonici e Paesaggistici) del Politecnico di Torino, del quale il primo Autore fu uno dei fondatori promuovendo l'integrazione dell'area della conservazione e restauro con l'area strutturale, attualmente rappresentata in seno allo stesso Dottorato da Rosario Ceravolo.

Al Corso, che si svolgerà ad Aprile 2018, contribuiranno anche i Professori Francesco Romeo della Università della Sapienza di Roma, coordinatore del programma di ricerca patrocinato dalla Getty Foundation per il recupero e restauro dello Stadio Flaminio di Nervi, caratterizzato dalla grande pensilina in ferrocemento, e Gianluca Ranzi della University of Sydney, responsabile della parte strutturale del Conservation Management Plan della Sydney Opera House (che ha beneficiato del premio della Getty Foundation nel 2014), con particolare attenzione ai problemi di conservazione dei tegoli in ferrocemento di copertura degli iconici gusci a vela dell'edificio progettato da Jørn Utzon e Arup.

Uno degli scopi del Corso è proprio quello di promuovere un dibattito di frontiera sulle tecniche di salvaguardia delle maggiori e più iconiche opere in ferrocemento dell'architettura contemporanea a livello internazionale, attraverso un confronto con le esperienze acquisite o con i programmi di indagini e ricerca avviati o in fase di avvio per la conservazione di tali capolavori. Non a caso, come sopra ricordato, la Sydney Opera House e lo Stadio Flaminio sono già state beneficiarie del premio "Keeping It Modern" della Getty Foundation (rispettivamente nel 2004 e 2017), mentre per i Padiglioni Nervi di Torino Esposizioni la relativa application verrà presentata per il 2018 dal Politecnico di Torino in associazione con PLN Pier Luigi Nervi Project Association.

6. CONSERVATION MANAGEMENT PLAN

Gli approcci in oggi più avanzati in tema di concezione e progettazione strutturale stabiliscono che le moderne strutture in calcestruzzo armato, e in particolar modo quelle di maggiore importanza, devono essere accompagnate, successivamente alla loro costruzione, da un Conservation Plan, il quale deve specificare tipo e frequenza delle attività mirate alla conservazione da svolgersi nel corso della vita di servizio delle strutture per rispondere ai requisiti prestazionali attesi durante tutta la vita di servizio stessa. Le relative specifiche e linee guida per la istituzione del Conservation Plan sono fornite con ampio dettaglio ad esempio nel *fib Model Code 2010* nel suo Capitolo 9 *Conservation*.

Per quanto attiene alle strutture in calcestruzzo esistenti per le quali sia previsto un piano di recupero e riuso lo stesso Capitolo 9 specifica “For existing structures without a conservation plan in place, a conservation plan must be developed during the re-design stage on the basis of the current condition evaluation and consideration of the current performance requirements”.

Per un progetto di ampio respiro quale quello di cui qui trattasi diretto alla conservazione, riuso e valorizzazione di opere iconiche dell’architettura strutturale del Novecento come i Padiglioni Nervi, privi sin ad oggi di attività sistematiche di controllo, e in totale assenza di esse negli anni recenti di dismissione delle stesse opere, la necessità di stabilire un accurato Conservation Plan relativo alla parte strutturale (CPS) in concomitanza con tali operazioni di recupero appare dunque fondamentale.

Il CPS dovrà rientrare nel più ampio Conservation Management Plan (CMP) che si suppone qui che verrà istituito per tutta la nuova durata di vita prevista per tali opere nelle loro nuove funzioni, nel caso specifico come sede della Biblioteca Civica Centrale. L’istituzione deputata alla messa in atto di tale CMP generale sarà la Città di Torino come istituzione proprietaria, la quale dovrà opportunamente operare in contatto con la Soprintendenza ai Beni Architettonici che fornirà le linee guida per la conservazione di queste opere monumentali secondo i canoni correnti della protezione e salvaguardia del patrimonio culturale, e con PLN Pier Luigi Nervi Project Association, l’istituzione che si occupa della salvaguardia del patrimonio culturale delle opere di Nervi.

Se viene fatto riferimento ad alcuni dei casi di studio evidenziati nella presente relazione, si può osservare infatti ad esempio che nel recente intervento di restauro della Centennial Hall di Max Berg (1913) a Wroclaw un Conservation Management Plan, comprensivo del CPS, è stato istituito immediatamente a valle degli interventi di restauro svolti nel periodo 2006-2011 . Tale piano è stato redatto nel quadro del “Keeping It Modern” Award della Getty Foundation del 2014 (Ilkocz et al. 2016).

Per quanto attiene alla Sydney Opera House di Jørn Utzon e Arup (1973), un Conservation Management Plan venne stabilito circa venti anni dopo l’inaugurazione dell’edificio (Burke 2012), e sviluppato in una serie di edizioni successive negli anni seguenti⁵. Anche in questo caso il CMP è stato ulteriormente sviluppato in occasione della attribuzione nel 2014 del “Keeping It Modern” Award della Getty Foundation del 2014 (come da informazioni verbali cortesemente ricevute dal Prof. Gianluca Ranzi, della University of Sydney, responsabile della parte strutturale CPS di tale piano).

Con riferimento a tali esperienze, nel caso dei Padiglioni Nervi appare utile suggerire che CPS e CMP vengano in modo virtuoso avviati immediatamente a valle dello Studio di Fattibilità (ed

⁵ <https://www.sydneyoperahouse.com/our-story.html>
<https://www.sydneyoperahouse.com/our-story/conservation-management.html>
<https://www.sydneyoperahouse.com/our-story/conservation-management/conservation-management-plan.html>

a monte quindi delle operazioni di recupero e restauro), in concomitanza in particolare con l'avvio delle prime campagne di ispezioni ed indagini diagnostiche cui si è fatto cenno in precedenza. Ciò consentirebbe infatti di potere già registrare il decorso e gli esiti di tali campagne di indagine all'interno del CPS e del CMP.

Merita qui dedicare attenzione a quella che potrà essere la struttura ed organizzazione del CPS, il Conservation plan per la parte strutturale.

In linea generale gli scopi del CPS dovranno essere quelli di definire il tipo e la frequenza delle attività di conservazione da porre in atto sull'arco della nuova estesa vita di servizio prevista per le strutture in questione.

Il CPS dovrà includere fra le altre le specifiche relative a:

- attività di ispezione, controllo e monitoraggio,
- metodi per stimare il livello e la progressione dei fenomeni di deterioramento,
- criteri per valutare la risposta delle strutture rispetto ai requisiti prestazionali richiesti,
- tipi di interventi che potranno risultare necessari nel corso della nuova vita delle opere in conseguenza di accertate non conformità rispetto ai requisiti prestazionali (reactive measures), o che potranno essere messi in atto per prevenire fenomeni di degrado (proactive measures),
- metodi di documentazione dei controlli effettuati.

Per quanto attiene ai monitoraggi potrà essere fatto riferimento per una parte all'elenco delle ispezioni visive e indagini diagnostiche preliminari di cui ai Paragrafi 5.2.3 e 5.2.4, definendo da un lato quali fra queste quali potranno avere carattere permanente (ad es. i monitoraggi in campo dinamico definendo un piano di posizionamento di sensori permanenti), e, dall'altro, gli intervalli di ripetizione nel tempo per le altre campagne di indagini puntuali, dalle ispezioni visive a quelle mirate al controllo dei parametri di deterioramento.

In aggiunta potrà essere opportunamente definito anche un piano di rilevamenti e controlli permanenti dell'assetto strutturale dei due Padiglioni in termini di stati deformazionali globali e locali attraverso l'installazione di opportuni sensori e sistemi di misura di spostamenti ed estensimetrici. Tra le informazioni acquisibili ai fini del monitoraggio nel tempo vi potranno essere anche quelle fornite dagli eventuali materiali intelligenti cui si è fatto cenno in precedenza.

Il tutto dovrà essere finalizzato a un obiettivo e piano globale di Structural Health Monitoring (SHM) delle opere.

In un quadro più ampio dovrà essere discusso e programmato anche il supporto informatico globale di tale CPS in termini di istituzione di un opportuno data base in grado di registrare nel tempo la evoluzione di tutti il fenomeni osservati e misurati, così come tutti gli interventi effettuati ai fini della conservazione strutturale.

Parimenti dovrà essere discusso e programmato, in un confronto con la Committenza e la Proprietà degli edifici, l'eventuale raccordo di tale data base con il supporto informatico

previsto per il Conservation Management Plan CMP generale, individuando tutte le possibili sinergie ed interazioni, come ad esempio l'inserimento del data base all'interno del procedimento di Building Information Modeling (BIM) che si ritiene verrà opportunamente istituito da parte delle suddette istituzioni già a partire dalle fasi di indagini preliminari alle quali si è accennato in precedenza, precedenti alle successive fasi del Progetto Esecutivo e degli interventi di recupero e restauro strutturale ed architettonico.

7. CONCLUSIONI

La presente relazione si è proposta di fornire criteri metodologici e linee guida relative agli aspetti della conservazione strutturale per il progetto di riuso e valorizzazione degli edifici dei Padiglioni 2 e 3 di Pier Luigi Nervi, nel quadro del progetto complessivo di recupero e rifunzionalizzazione del Complesso di Torino Esposizioni.

In particolare è stato delineato un programma di indagini conoscitive e diagnostiche finalizzate alla identificazione delle cause di degradi, danni e inadeguatezze strutturali, e sono stati forniti criteri e linee guida per gli eventuali interventi correttivi necessari per garantire sicurezza e durabilità nel lungo periodo nel rispetto delle caratteristiche intrinseche delle opere e del loro valore culturale e storico.

Si è evidenziato come una parte del programma di indagini conoscitive e diagnostiche potrà utilmente essere anticipata rispetto alle fasi del Progetto Esecutivo e svolta immediatamente a valle dello Studio di Fattibilità e in sintonia con esso.

Infine è stato delineato un programma di controlli e monitoraggio nel tempo del comportamento strutturale generale delle opere e della efficacia e durabilità degli interventi correttivi di adeguamento e riabilitazione strutturale che verranno messi in atto, nel quadro del più ampio programma di gestione e controllo degli edifici nella loro nuova utilizzazione da svolgersi attraverso un Conservation Management Plan, con riferimento a quanto viene fatto per opere di pari rilevanza strutturale e di architectural heritage a livello internazionale.

BIBLIOGRAFIA

Abel John, Arun Gorun e Chiorino Mario Alberto (Guest Editors), *Pier Luigi Nervi: Art and Technology in Building*, Special Double Issue, Journal of the IASS, Vol. 54 Nos. 2 & 3, September 2013

Antonucci Francesco, Ceravolo Rosario, Lenticchia Erica, Ranaldo Beatrice, *Sensor placement strategies with application to the Hall B of Torino Esposizioni by Pier Luigi Nervi* in: IASS Annual Symposium 2017 "Interfaces: architecture, engineering, science", Hamburg, Germany, 25-28 September, 2017

Breyse Denis (Editor), *Non-Destructive Assessment of Concrete Structures: Reliability and Limits of Single and Combined Techniques*, State-of-the-Art Report of the RILEM Technical Committee 207-INR, Springer 2012

Burke Sheridan, *Beloved Modern: Re-engaging with Original Designers*, in Maristella Casciato and Émilie D'Orgex, *Modern Architectures – The Rise of a Heritage*, Mardaga,, Wavre, Belgium, 2008

Caldera Carlo, Ceravolo Rosario, Chiorino Cristiana, Lenticchia Erica, Ostorero Carlo, *Fattori di vulnerabilità sismica nelle architetture voltate di Torino Esposizioni*, in: Colloqui AT 2017 *Demolition or reconstruction?*, Ancona, 28-29 settembre 2017. pp. 738-748.

Carpanelli, Franco, *Saloni del"Palazzo-Esposizioni", Torino* in: *Come si Costruisce Oggi nel Mondo*, Hoepli, Milano 1955

Cervinková Hana e Ilkosz Jerzy , *Re-learning Early-Modernist Concrete for the 21st Century. Construction and restoration of Centennial Hall in Wroclaw (1913-2013)*, in : Franz Graf e Yvan Delemontey , *La sauvegarde des grandes œuvres de l'ingénierie du XXe siècle* , Cahiers du TSAM N.1, Presses polytechniques et universitaires romandes, EPFL, Lausanne 2016

Chatillon François, *La Restauration des Halles Boulingrin à Reims: sauvetage d'une Prouesse Technique des Années 1930*, in : Franz Graf e Yvan Delemontey , *La sauvegarde des grandes œuvres de l'ingénierie du XXe siècle* , Cahiers du TSAM N.1, Presses polytechniques et universitaires romandes, EPFL, Lausanne 2016

Chiorino Cristiana, *Structural concrete architectural heritage, problems and strategies for documentation and conservation. The case study of Turin*, in: *Proceedings of the 2nd International fib Congress*, Naples, 5-8 June 2006

Chiorino Cristiana, *Eminent Structural Engineer: Pier Luigi Nervi (1891–1979)*, *Art and Science of Building*, Structural Engineering International, Vol. 20, No. 1, February 2010

Chiorino Cristiana, *Problems and Strategies for Conservation of Pier Luigi Nervi's Heritage*, *Journal of the IASS*, Vol. 54 Nos. 2 & 3, September 2013

Chiorino Cristiana, *Art and Science of Building in Concrete: The reinvention of Ferrocement by Pier Luigi Nervi* in: Regine Leibinger, Christoph Gengnagel (Editors), *Das Prinzip Nervi*, epubli.de, 2014

Chiorino Cristiana, *La sauvegarde des oeuvres de Pier Luigi Nervi. Campagnes et projets en cours*, in: Franz Graf e Yvan Delemontey , *La sauvegarde des grandes œuvres de l'ingénierie du XXe siècle* , Cahiers du TSAM N.1, Presses polytechniques et universitaires romandes, EPFL, Lausanne 2016

Chiorino Mario Alberto, *Voci per il Dizionario dell'Architettura del XX Secolo*, (a cura di C. Olmo), *Mangiarotti Angelo, Morandi Riccardo, Nervi Pier Luigi*, U. Allemandi, Torino, 2000.

Chiorino Mario Alberto, *Reduced scale mechanical models in 20th century structural architecture. The case study of Pier Luigi Nervi*, in: Santiago Huerta (Editor), *Geometría y proporción en las estructuras, Geometry and proportion in structural design*, Simposio en homenaje a Ricardo Aroca, Madrid 2010

Chiorino Mario Alberto e Neri Gabriele, *I legami tra Pier Luigi Nervi e la cultura politecnica milanese e torinese: una stagione d'oro dell'ingegneria e architettura italiana del Novecento*, in: Pier Luigi Nervi: Torino, la committenza industriale, le culture architettoniche e politecniche italiane, Sergio.Pace (Editor), Silvana Editoriale, 2011

Chiorino Mario Alberto, *Experimentation in the work of Pier Luigi Nervi*, in: Carlo Olmo e Cristiana Chiorino (Editors), Pier Luigi Nervi, Architecture as challenge, Silvana Editoriale, 2010/2011,

Chiorino Mario Alberto, *Art and Science of Building in Concrete: The Work of Pier Luigi Nervi*, Concrete International, March 2012, Vol. 34 No. 3, pp. 32-40.

Chiorino Mario Alberto, *Pier Luigi Nervi: The Grand Master of Concrete Structures*, The Indian Concrete Journal, Vol. 86, No. 6, June 2012

Chiorino Mario Alberto e Chiorino Cristiana, *Pier Luigi Nervi: Architecture as Challenge*, Keynote lecture, ICSA 2013, Second international Conference Structures and Architecture, University of Minho, 24- 26 July 2013.

Chiorino Mario Alberto, *The role of structural engineering and geotechnics in the conservation of historical monuments*, in Proceedings of the 150th Anniversary of the Foundation of School of Applied Civil Architecture at the Politecnico di Milano, 2014 (in press)

Colonnetti Gustavo, *Scienza delle costruzioni*, vol. terzo: *La tecnica delle costruzioni: le pareti sottili, Realizzazioni di P. L. Nervi, E. Torroja e G. Oberti*, Einaudi, Torino 1957

CONTECVET, *A validated Users Manual for assessing the residual service life of concrete structures*, GEOCISA and Instituto Eduardo Torroja, 2000

Coppola Luigi, *Il Restauro dell'Architettura Moderna in Cemento Armato*, Hoepli, Milano, 2015

Desideri Paolo, Nervi Pier Luigi jr, Positano Giuseppe, *Pier Luigi Nervi*, Zanichelli editore, Bologna, 1979

Di Biase Carolina, *Il degrado del calcestruzzo nell'architettura del Novecento*, Maggioli 2009

Di Biase Carolina, *Durability and conservation of twentieth century concrete*, in: Chiorino Mario Alberto et al. (Editors), Durability and Sustainability of Concrete Structures, ACI SP 305, 2015.

Graf Franz e Delemontey Yvan, *La sauvegarde des grandes œuvres de l'ingénierie du XXe siècle*, Cahiers du TSAM N.1, Presses polytechniques et universitaires romandes, EPFL, Lausanne 2016

Greco Claudio, *Pier Luigi Nervi: Dai primi brevetti al Palazzo delle Esposizioni di Torino, 1917-1948*, Quart Edizioni, Lucerna 2008

ICOMOS-ISCARSAH, *Recommendations for the Analysis and Restoration of Historical Structures – Principles and Guidelines*, 2003

Ilkosc Jerzy et al. (Editors), *Centennial Hall in Wroclaw Conservation Management Plan*, Museum of Architecture in Wroclaw, Wroclaw 2016

- Ivanova Elena K. e Kacnelson Rausa A., *Pier Luigi Nervi*, Mosca 1968
- Lenticchia Erica, Ceravolo Rosario, Chiorino Cristiana, *Optimal sensor placement for modern heritage spatial structures*, in: 10th SAHC International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, Leuven, 2016
- Lenticchia Erica, Ceravolo Rosario, Chiorino Cristiana, *Seismic behaviour of modern heritage spatial structures: the Hall B of Turin Exhibition Centre by Pier Luigi Nervi*, in: IASS Annual Symposium 2016 "Spatial Structures in the 21st Century", Tokyo, Japan, 26–30 September, 2016
- Lenticchia Erica, Ceravolo Rosario e Chiorino Cristiana, *Damage scenario-driven strategies for the seismic monitoring of XX century spatial structures with application to Pier Luigi Nervi's Turin Exhibition Centre*, Engineering Structures, vol. 137, 2017.
- Levi Franco e Chiorino Mario Alberto, *Concrete in Italy. A review of a century of concrete progress in Italy, Part 1: Technique and architecture*. Concrete International, Vol. 26 No 9, September 2004
- Naaman Antoine E., *Performance Criteria for Ferrocement*, Journal of Ferrocement, Vol. 9, No. 2, April 1979
- Naaman Antoine E., *Ferrocement: An Extension of Reinforced Concrete Technology*, Concrete International, Vol. 5, No. 11, Nov. 1983
- Naaman Antoine E., *Ferrocement: a High Performance Cementitious Composite Laminate*, Proceedings of the Third International Conference on Analytical Models and New Concepts in Mechanics of Concrete Structures, Wroclaw, Poland, June 1999
- Naaman Antoine E., *Ferrocement and Laminated Cementitious Composites*, Techno Press 3000, Ann Arbor, Michigan, 2000
- Naaman Antoine E. (Chair of IFS Committee 10), *Ferrocement Model Code, Building Code Recommendation for Ferrocement (IFS 10-01)*, International Ferrocement Society, Asian Institute of Technology, 2001
- Naaman Antoine E., *Ferrocement: Four Decades of Progress*, Journal of Ferrocement, Vol. 36, No. 1, January 2006
- Orza Consuelo e Napoli Paolo, *Relazione Tecnica Strutturale*, Comitato per l'Organizzazione dei XX Giochi Olimpici Invernali –Torino 2006, 21.01.2003, Aggiornamento 19.02.2003
- Nervi Pier Luigi, *Il ferro cementato e le sue possibilità costruttive*, Atti e Rassegna Tecnica della Soc. Ingegneri e Architetti in Torino N. 3-4, 1948
- Nervi Pier Luigi, *Le strutture portanti per il Palazzo per le Esposizioni al Valentino*, Atti e Rassegna Tecnica della Soc. Ingegneri e Architetti in Torino N. 7, 1948
- Nervi Pier Luigi, *La struttura portante del nuovo Salone di Torino Esposizioni*, Atti e Rassegna Tecnica della Soc. Ingegneri e Architetti in Torino N. 14, 1950

Nervi Pier Luigi, *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Introduzione di Aldo Rossi, Ed. della Bussola, Roma 1945; nuova edizione Città Studi Edizioni, Milano 1997, e 2014 (a cura di Gabriele Neri con Saggio introduttivo di Mario Alberto Chiorino)

Nervi Pier Luigi, *Costruire correttamente, Caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate* – Hoepli editore, Milano, 1955, 1965

Nervi Pier Luigi, *Structures*, New York, F. W. Dodge, 1956.

Nervi Pier Luigi, *Nervi, P.L., Aesthetics and Technology in Buildings, The Charles Eliot Norton Lectures*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1965, Nuova edizione a cura Thomas Leslie e Cristiana Chiorino, University of Illinois Press, 2018.

Olmo Carlo e Chiorino Cristiana, *PierLuigi Nervi: Architecture as Challenge*, Catalogo della Mostra Internazionale su Pier Luigi Nervi, Silvana Editoriale, 2010

Pemberton J. M., *Ferro Cement - An Insight and Review - So What is new?* Ferrocement 6: Lambot Symposium, Proceedings of the Sixth International Symposium on Ferrocement, A. E. Naaman, (Editor), University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA, June, 1998

Pevsner Nikolaus N., *A Master Builder*, The New York Review of Books, March 3, 1966.

Shah Surendra P. with K. Wang and A. Naaman, *Crack Control in Ferrocement and Its Comparison with Reinforced Concrete*, Journal, ACI, November 1978

Shah Surendra P. with A. Peled, *Advances in the Science and Technology of Ferrocement*, Sixth International Symposium on Ferrocement - Lambot Symposium, University of Michigan, June 1998

Shah Surendra P. with P. Mondal and L.D. Marks, *Nanoscale Characterization of Cementitious Materials*, ACI Materials Journal, Vol. 105, No. 2, March/April 2008

Shah Surendra P. with M.S. Konsta Gdoutos and Z.S. Metaxa, *Nanoscale Modification of Cementitious Materials*, Proceedings for the Third International Symposium on Nanotechnology in Construction (NICOM3), Z. Bittnar, PJM Bartos, J. Nemecek, V. Smilauer, J. Zeman (Editors), 2009

Shah Surendra P. with J. H. Kim and P. Mondal, *Cement-Based Materials Characterization at Nanoscale: Nanoindentation and Ultrasonic Atomic Force Microscopy*, ACI Committee 267 Special Publication: Advances in the Material Science of Concrete SP-270, J. H. Ideker and A. Radlinska (Editors) ed., March 2010

Shah Surendra P. with J. H. Kim and O. Balogun, *Atomic Force Acoustic Microscopy to Measure Nanoscale Mechanical Properties of Cement Pastes*, Transportation Research Record, Vol. 2141, May 2010,

Sobolev Konstantin e Shah Surendra P., *Nanotechnology of Concrete: Recent Developments and Future Perspectives*, ACI SP-254, 2007

Torroja Eduardo, *Razón y Ser de los Tipos Estructurales*, Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento, Madrid, 1957 (ed. Italiana: *La concezione strutturale*, a cura di Franco Levi, UTET 1966

Verderame Gerardo M., De Luca Flavia, Gaetano Manfredi, Gaetano, *Seismic Assessment via EC8 of Modern Heritage Structures: Knowledge of the Structure and Analysis Methodologies*, in P. G. Asteris e V. Plevris Eds. *Handbook of Research on Seismic Assessment and Rehabilitation of Historic Structures*, 2015.