



Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
Dottorato di Ricerca in Composizione Architettonica
Scuola di Dottorato in Ingegneria Civile ed Architettura
XXIV Ciclo di Dottorato

Pier Luigi Nervi architetture voltate
Verso nuove strutture

Presentata da: dott. arch. Pasqualino Solomita

Coordinatore Dottorato: prof. Gianni Braghieri

Relatore: prof. Annalisa Trentin

Correlatore: prof. Giovanni Leoni

Settore scientifico disciplinare di afferenza: ICAR 14

Esame finale anno 2012

Abstract

The engineer Pier Luigi Nervi (1891-1979), designer, building contractor and theorist of the “Costruire Correttamente” (Properly Building) took up a unique career path which led him to a notable critical success over the years up to a substantive oblivion after his death.

This doctorate research aims at studying thoroughly all the issues related to a remarkable structural typology which characterized Pier Luigi Nervi’s professional career: vaulted architectural structures.

Domes, vaults and geodetic roofing are considered by Nervi as an optimal system through which he carried out his personal research focused on the definition of large spans with reduced thickness.

These roofing systems are the best architectural expression for Nervi as perfect synthesis between static functions and economic needs. The keywords to define the field of study can be summed up thus:

Experimentation/variation on the theme/primacy of large spans/new structures.

The thesis is intended to analyse the renewal attempts which, from the 1960s, led Pier Luigi Nervi to test the application of new materials such as the aluminium to completely or partially replace a building system and the ferro-cement which marked most of his works determining his success. Surprisingly, the testimony of this intransigence - mainly related to the ethics of building according to the principles of naturalness and rationality and constantly reaffirmed by Nervi in his several publications - is not considered in the research on new structures.

Although these structures were tested without success because never completed, they revealed elements of uniqueness which are able to challenge the intransigence Nervi declared to faithfully adhere to.

The critical study of the design competition for the Kuwait Sports Centre, developed in 1968, holds the synthesis of all the research keywords.

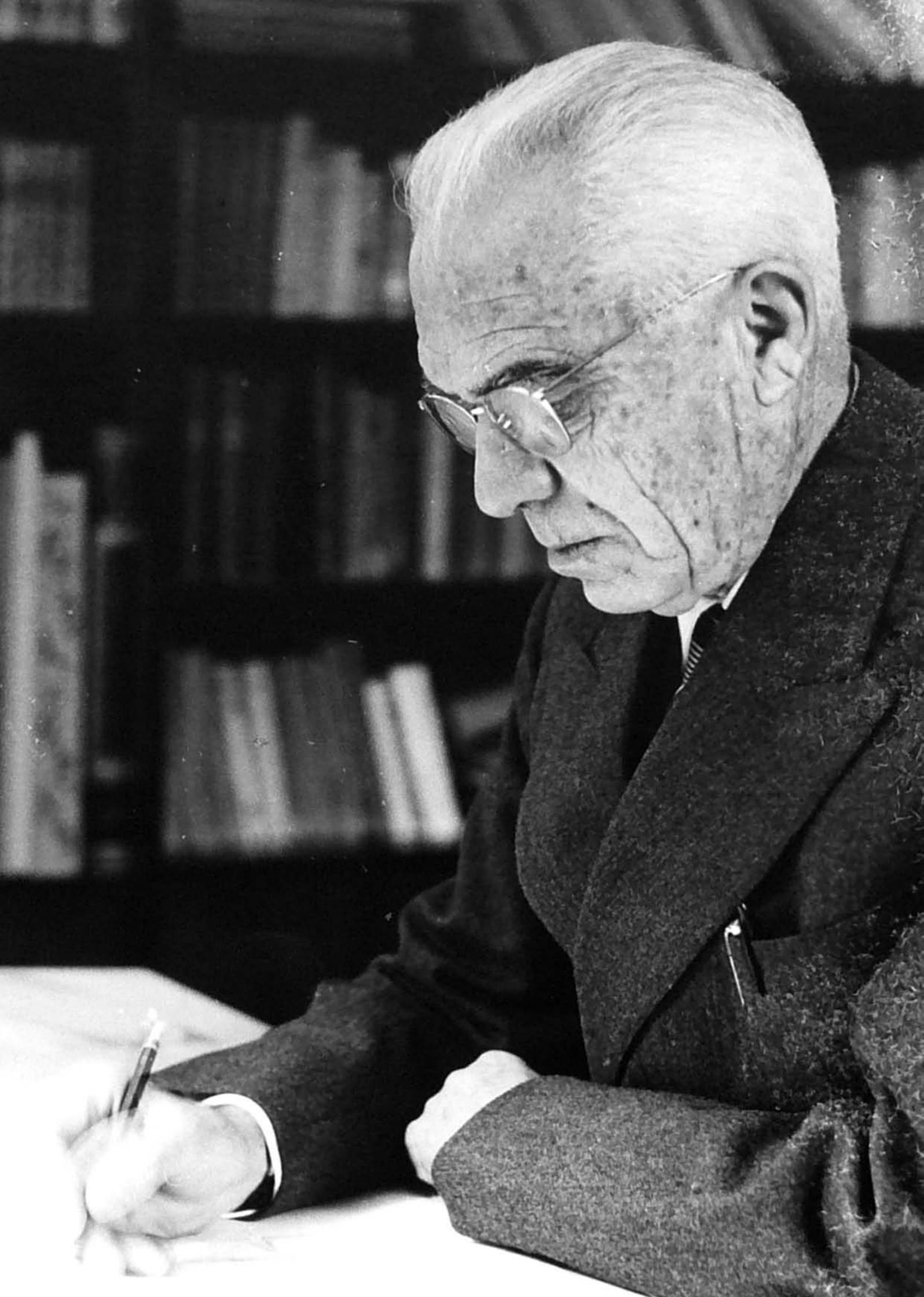
In conclusion, the purpose of this thesis is to examine circumstances, innovations and anomalies which led Pier Luigi Nervi to the definition of new vaulted architectural structures.

Pier Luigi Nervi architetture voltate
Verso nuove strutture

Indice

15	INTRODUZIONE
	PARTE 1. TRADIZIONE E INVENZIONE
21	1.1 Forme archetipe: impianto basilicale, tempio circolare
41	1.2 Armonia e natura: la sincerità costruttiva
	PARTE 2. SPAZIO E SUPERFICIE
65	2.1 Ambiti culturali: un confronto
87	2.2 Dialettica tra interno ed esterno
101	2.3 Analisi della forma
	PARTE 3. SEZIONE E STRUTTURA
125	3.1 Composizione per parti
159	3.2 Volte sottili: gusci e membrane
215	3.3 Kuwait Sports Centre: oltre il cemento armato
287	CONCLUSIONI
	APPARATI
301	Quadro cronologico
307	Regesto critico architetture voltate
355	Bibliografia
	APPENDICE
383	Interviste Teche RAI

Introduzione



Introduzione

La presente ricerca di dottorato intende approfondire le tematiche legate a una tipologia strutturale che ha profondamente contrassegnato il percorso professionale di Pier Luigi Nervi (1891-1979): le architetture voltate.

Cupole, volte e coperture geodetiche rappresentano il sistema ottimale con il quale Nervi ha perseguito una personale ricerca mirata alla definizione di grandi luci di copertura a spessore ridotto.

Questi sistemi di copertura rappresentano per Nervi la miglior espressione architettonica in quanto perfetta sintesi tra funzioni statiche e esigenze economiche.

Le parole chiave per definire l'ambito di studio possono essere così riepilogate: sperimentazione/variazione sul tema/ primato della grande luce/nuove strutture.

La tesi intende indagare i tentativi di rinnovamento che, a partire dagli anni sessanta, spingono Pier Luigi Nervi a sperimentare l'applicazione di nuovi materiali come l'alluminio in sostituzione totale o parziale di un sistema costruttivo, quello del ferrocemento, che ha contraddistinto la maggior parte delle sue opere decretandone il successo. L'approccio verso materiali estranei alla tradizione costruttiva

dello studio Nervi, configurano aspetti inediti che consentono di mettere in luce criticità, che convergono verso vere e proprie anomalie, in riferimento al rigore intellettuale con il quale Nervi era solito affrontare ogni tema progettuale.

La testimonianza di questa intransigenza, legata all'etica del costruire secondo i principi di naturalezza e razionalità, costantemente riaffermata da Nervi nelle sue diverse pubblicazioni, è sorprendentemente disattesa nella ricerca sulle nuove strutture.

Queste strutture, sperimentate senza successo in considerazione della loro mancata concreta attuazione, rivelano un complesso di singolarità capace di porre in discussione quell'intransigenza a cui Nervi ha fedelmente dichiarato di attenersi. La lettura critica del progetto di concorso per il Kuwait Sports Centre, elaborato nel 1968, contiene la sintesi di tutte le parole chiave della ricerca.

La tipologia delle maggiori e più note realizzazioni di Pier Luigi Nervi, come lo stadio olimpico, il palazzetto dello sport, lo stadio del nuoto, il viadotto, sono riproposte nel concorso alla stregua di progetto manifesto.

Le tre parti in cui la ricerca è suddivisa analizzano gli ambiti, i rapporti, le sperimentazioni cui Nervi ricorre nella costruzione del proprio percorso professionale.

Nella prima parte s'intende indagare il rapporto tra la tradizione di forme archetipe come l'impianto basilicale, il tempio circolare e l'invenzione di un nuovo procedimento costruttivo nell'impiego del cemento armato, capace di rievocare le grandi opere murarie del passato.

L'armonia della natura come principio ordinatore di un corretto costruire, secondo l'insegnamento dei costruttori gotici, assume per Nervi il valore di riferimento essenziale nell'approccio al progetto.

Nella seconda parte la ricerca pone a confronto i diversi ambiti culturali, le ricerche e le sperimentazioni sul cemento armato che altri progettisti perseguono parallelamente a Nervi. Ne deriva una serie di correlazioni che inquadra il valore e il limite del contributo offerto dalle ricerche di Nervi nell'ambito dell'ingegneria del XX secolo.

Questo limite, che è evidente nella lettura di alcuni significativi progetti, evidenzia la difficoltà di definire organismi architettonici compiuti, in particolare modo considerando la ricchezza formale e strutturale degli interni

che si contrappone alla labile definizione dell'involucro esterno e al rapporto con il contesto. La lettura della sezione aiuta infine a comprendere il funzionamento delle "macchine strutturali" di Nervi, ne permette il confronto e definisce la questione della variazione sul tema.

Nella terza e ultima parte si entra nel merito di quella che è la composizione per parti, nella prefabbricazione di elementi in ferrocemento resistenti per forma, capaci di generare volte sottili per grandi luci.

Il primato della grande luce, che Nervi tenta ossessivamente di perseguire, riscontra in via del tutto eccezionale il ricorso all'alluminio. Se le dimensioni massime raggiunte con l'impiego del ferrocemento si limitano ai 100 m di diametro del Palazzo dello Sport di Roma o all'omologo della città di Norfolk, con l'alluminio Nervi tenta di portare a compimento la volta di 400 m di luce per l'ippodromo coperto di Richmond e la cupola del diametro di 300 m per lo stadio olimpico del Kuwait Sports Centre.

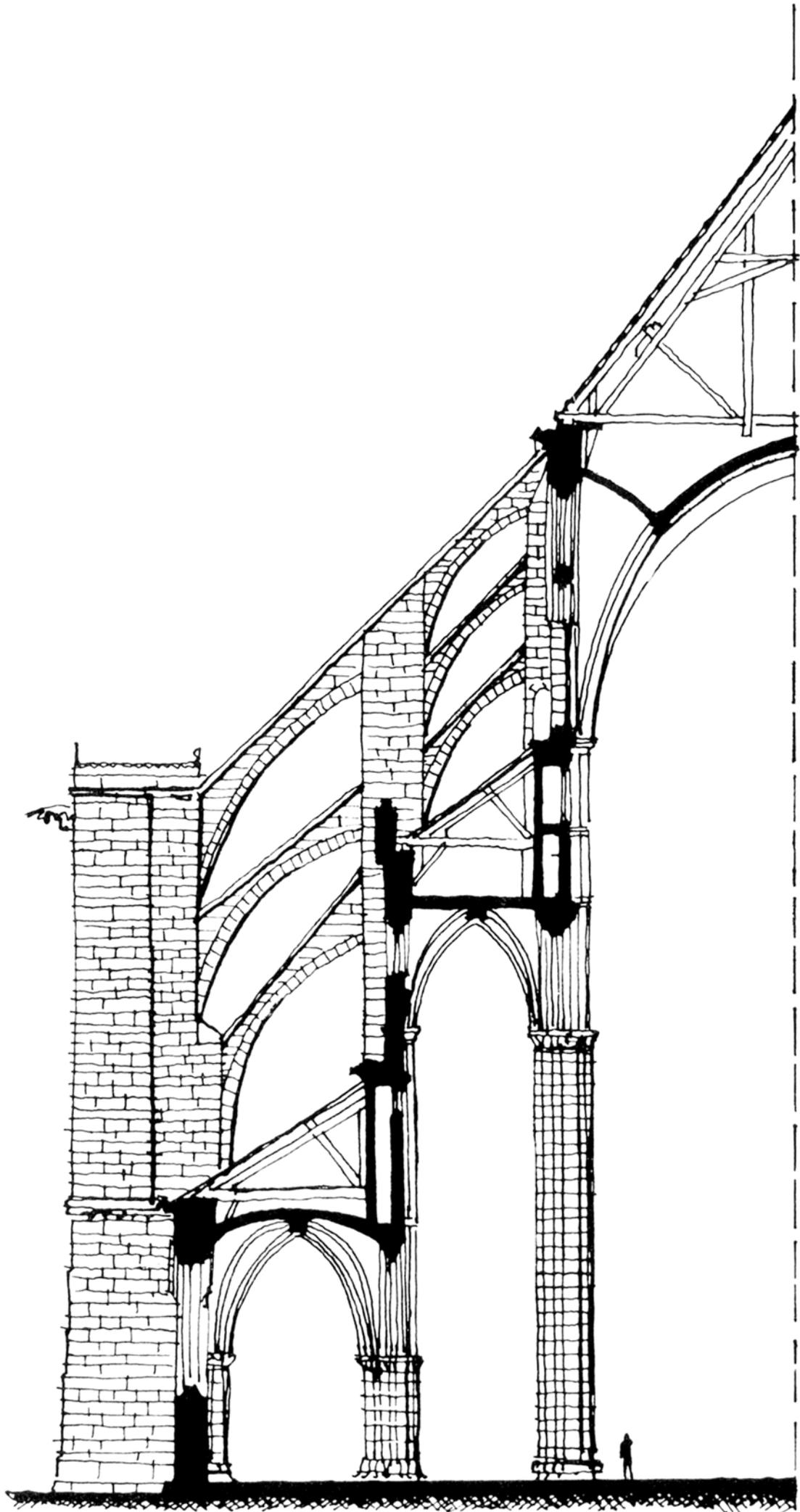
Misure eccezionali che documentano il tentativo di sostituire il ferrocemento con l'alluminio in un definito arco temporale ma che rimarranno circoscritte al solo foglio da disegno.

Il lavoro critico di analisi e ridisegno delle principali architetture voltate del fondo Pier Luigi Nervi, conservati rispettivamente presso il Centro Studi e Archivio della Comunicazione dell'Università di Parma (*CSAC*) e presso il Museo Nazionale delle arti del XXI Secolo di Roma (*MAXXI*), ha consentito il confronto dei diversi riferimenti formali e strutturali e l'inquadramento cronologico delle indagini condotte da Nervi sulle potenzialità espressive e strutturali delle proprie architetture, che dal cemento armato si sono estese al ferrocemento fino ad approdare alle leghe metalliche.

Scopo della presente tesi è documentare circostanze, innovazioni e anomalie che hanno accompagnato Pier Luigi Nervi nella definizione di nuove strutture voltate.

PARTE PRIMA

Tradizione e invenzione



1.1 **Forme archetipe: impianto basilicale, impianto circolare**

Nervi è l'arco

«La Forma prende forma dagli elementi strutturali che le appartengono. Non si concepisce una cupola quando ci si domanda come costruirla. Nervi sorge dall'arco».¹

Così nel 1955 Louis I. Kahn delineava l'operato di uno dei più noti ingegneri del tempo.

Pier Luigi Nervi nelle sue molteplici vesti di teorico, progettista, sperimentatore, tecnico, organizzatore di cantiere, imprenditore, ha costantemente improntato la sua ricerca alla risoluzione del problema della copertura, o comunque alla definizione di un limite fisico allo spazio.

La sua vocazione progettuale l'ha regolarmente orientato, fino al limite dell'ossessione, all'ideazione e realizzazione di grandi luci di copertura. Così la caratteristica conformazione ad arco ricorre frequentemente nelle sue sezioni: cupole, volte paraboliche e coperture geodetiche fanno risaltare la ricerca per la copertura di grandi luci.

La configurazione ad arco assume per Pier Luigi Nervi il valore di atto fondante di ogni approccio progettuale e in merito scrive:

1 L.I. Kahn, *Ordine è*, in M. Bonaiti (a c. di), *Architettura è. Louis I. Kahn, gli scritti*, Electa, Milano 2002, p. 65.

2 P.L. Nervi, *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Edizioni della Bussola, Roma 1945, p. 71.

3 Ivi, p. 67.

4 W.J.R. Curtis, *Modern architecture since 1900*, Phaidon, New York 1982, trad. it. *L'architettura moderna dal 1900*, Phaidon, New York 2006, pp. 75-76. «Il calcestruzzo fu utilizzato dagli architetti romani e da quelli della prima età cristiana ma poi cadde in disuso per quasi tutto il Medioevo e il Rinascimento. Bisognerà aspettare la seconda metà del XIX secolo per vedere nuovamente esplorate le potenzialità di questo materiale, perlopiù impiegato per utilizzi ordinari in virtù della sua economicità, della sua possibilità di ampie gettate e del suo carattere di resistenza al fuoco. L'invenzione del sistema di armatura, costituito da barre di ferro inserite nel cemento per potenziarne la resistenza, appartenne agli anni settanta dell'Ottocento. Ernest Ransome in America e François Hennebique in Francia svilupparono sistemi a telaio che impiegavano tale principio. [...] Il sistema di Hennebique impiegava esili sostegni verticali, sottili travi trasversali su mensole, e solette per i piani. Il risultato ottenuto era qualcosa di simile a un telaio in legno [...]. Ma il cemento, fra tutti i materiali, era uno dei più flessibili e uno dei più versatili per determinare la forma, che scaturiva dalla geometria del cassero e dalla intelligenza nel dare le forme del progettista». Per ulteriori approfondimenti sullo sviluppo del cemento armato e dei suoi principali protagonisti vedi il capitolo 2.1 *Ambiti culturali: un confronto* nel presente volume.

5 G.C. Argan, *Pier Luigi Nervi*, Il Balcone, Milano 1955, p. 22.

[...] qualora il tema costruttivo superi certe dimensioni, qualunque ingegnosità di progettista non riesce a distaccarlo dal binario della più rigorosa ubbidienza alle leggi statiche; un arco di ponte di cento o più metri di luce avrà oggi, domani e sempre un uguale profilo determinato dalla funicolare dei carichi, né alcuna volontà umana potrà da esso allontanarlo.²

La sezione ad arco è l'elemento chiave attraverso cui indagare e cogliere gli aspetti salienti del processo progettuale e dell'atto realizzativo al quale Nervi ha affidato la quasi totalità delle sue opere.

L'architettura verso forme e caratteri immutabili?³

Con questo interrogativo, Pier Luigi Nervi nel 1945, all'interno del suo primo libro *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, poneva la questione tra forma architettonica e possibilità costruttiva alla luce delle evoluzioni in atto nell'impiego del cemento armato.

Dai primi anni del XX secolo, il rapido affermarsi del cemento armato e i nuovi ambiti applicativi consentono di approfondire le possibilità offerte dall'utilizzo di un materiale versatile e assolutamente economico.⁴

Il tentativo di Nervi di recuperare lo spirito delle grandi ere costruttive, facendo spesso ricorso a forme base, va dunque ricondotto a questo contesto storico.

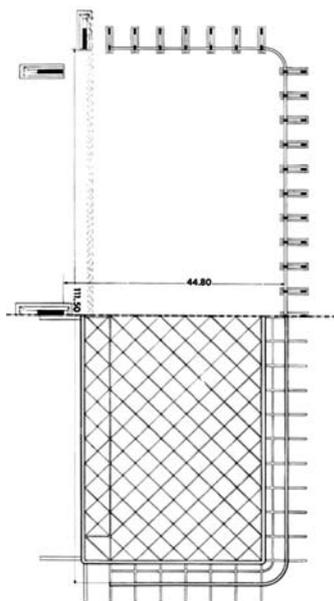
Nella quasi totalità delle sue opere, la tipologia utilizzata rimanda, eloquentemente, alle forme archetipe del foro romano, della basilica, del tempio circolare.

Giulio Carlo Argan scrive in merito:

È infatti quanto mai significativo che gli schemi-base dell'architettura di Nervi siano, quasi sempre, il capannone e la cupola, cioè uno schema a prospettiva longitudinale ed uno schema a prospettiva centrale; anche se poi, quasi a ricercare una possibilità di sintesi o almeno di equivalenza tra i due schemi, i capannoni siano per lo più ricoperti a volta e le cupole tendano ad appiattirsi ed assottigliarsi fino a spianare o addirittura ad invertire la loro curvatura.⁵

Nervi, dunque, non inventa forme nuove, né elabora impianti architettonici complessi, si limita all'applicazione di soluzioni strutturali e formali derivate direttamente dall'assimilazione degli archetipi costruttivi dell'impianto basilicale e del tempio circolare.

Argan, ancora a proposito del procedimento adottato da Nervi, precisa che



P.L. Nervi
Aviorimessa I serie
Orvieto 1935-38

6 Ivi, pp. 12-13.

[...] Avendo constatato l'insufficienza del calcolo matematico, Nervi lo sostituisce e lo integra con la sperimentazione: costruisce il modello di una forma e lo sottopone ad una serie di sollecitazioni fisiche che riproducono con la maggior fedeltà possibile quelle che la struttura dovrà, nella realtà sostenere.

Sulla base di queste prove di carico, procede alle necessarie modifiche e determina la forma finale della sua struttura di cemento.

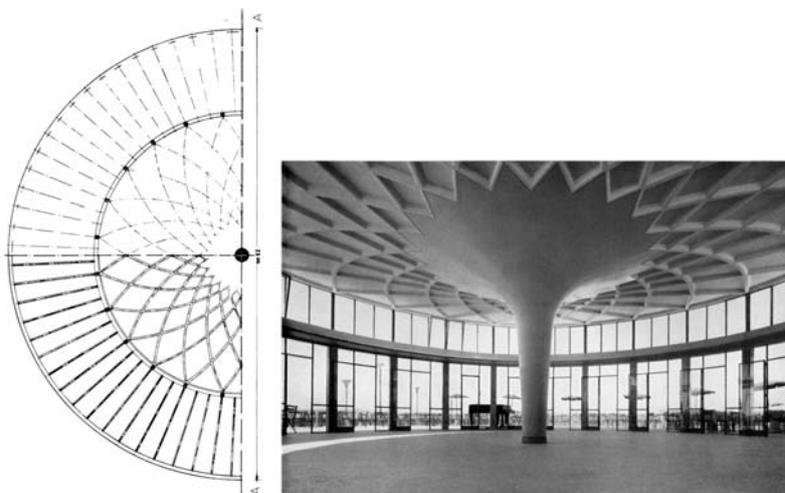
Ma perché una forma possa essere sperimentata, è necessario averla «inventata»; e poiché l'invenzione non mira in questo caso, ad una innovazione stilistica, essa non può certo risultare da quello che, come la storia dimostra, è il processo consueto dell'invenzione artistica: cioè l'elaborazione o la variazione, con intento polemico, di forme già storiche.

Più propriamente che di «invenzione» potrebbe dunque parlarsi di «ipotesi» formale: tenendo presente che l'ipotesi è sempre un'intuizione fondata su un insieme di esperienze e rivolta a sintetizzarle e superarle.⁶

Il suo interesse per la storia va dunque ricercato nella rielaborazione di forme archetipe e nella loro conformazione strutturale. Il procedimento costruttivo del sistema trilitico colonna-architrave dei Greci, dell'arco romano e delle cattedrali gotiche, è continuamente richiamato da Pier Luigi Nervi nelle sue diverse pubblicazioni.

Nel primo capitolo *From the Past to the Present* del volume *Aesthetics and Technology in Building: The Charles Eliot Norton Lectures* (1965) relative al ciclo di autorevoli lezioni condotte presso la Harvard University (Cambridge, Massachusetts) nell'anno accademico 1961-62, Nervi esemplifica attraverso una serie di immagini la ricerca di una costante che sintetizzi il valore di tali costruzioni.

A. Lapadula e P.L. Nervi
*Stabilimento balneare Kursaal,
 Lido di Castelfusano 1950*



7 P.L. Nervi, *Aesthetics and Technology in Building: The Charles Eliot Norton Lectures (1961-1962)*, traduzione dall'italiano di R. Einaudi, Harvard University Press, Cambridge 1965, pp.1-21.

8 P.L. Nervi, *Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate*, Hoepli, Milano 1955 (II ed. rivista e ampliata, Milano 1965, p. 46).

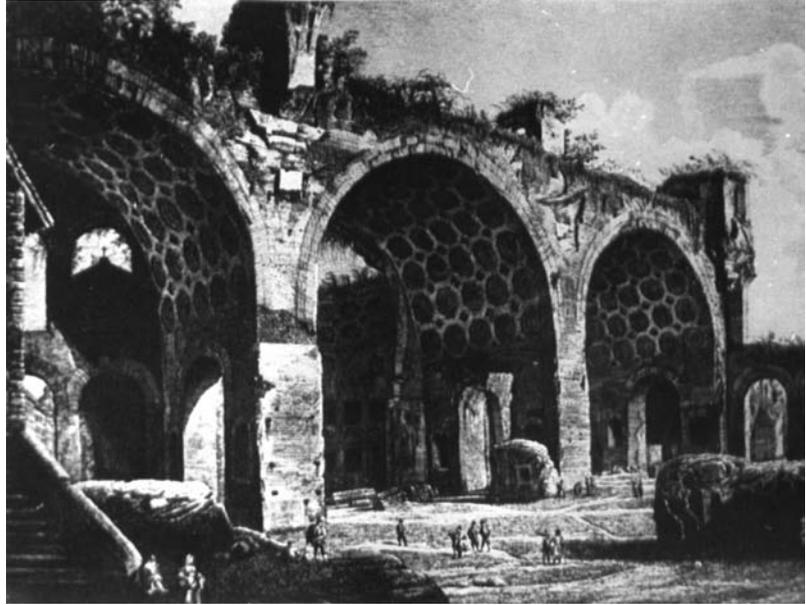
9 *Ibid.*

10 *Ivi*, p. 47.

Tale costante è da ricercarsi nella tecnica capace di generare una struttura stabile, duratura e con il minimo impiego di mezzi e materiali, riassunta nel celebre motto “costruire correttamente”.⁷ Nelle grandi architetture del passato convivono in maniera perfetta tre fattori fondamentali: estetico, statico e costruttivo. Se si analizzano sotto questi tre fattori le disposizioni planimetriche e strutturali delle Terme Romane, le grandi cattedrali gotiche, le chiese e i palazzi rinascimentali, risulta alquanto evidente ritrovare per ogni elemento o particolare la corretta giustificazione.⁸ Nervi afferma che è sufficiente addentrarsi nell’“intimo” di tali costruzioni con lo sguardo tecnico del costruttore per cogliere lo strettissimo legame che unisce l’espressività estetica alla sostanza strutturale:⁹

Più volte entrando in una grande chiesa antica, od osservando i magnifici saloni coperti a volta dei palazzi rinascimentali, ho cercato di pormi nello stato d’animo di colui che aveva definito lo schema strutturale e le dimensioni delle sue varie parti, e non ho potuto fare a meno di confrontare il calore, la profondità di pensiero necessari a trasformare in intuizione umana, l’analisi mentale di così imponenti equilibri, con la freddezza e la impersonale obiettività del formulario matematico, che oggi ci permette tanta ricchezza di soluzioni costruttive.¹⁰

Per Nervi è dunque fondamentale riferirsi ai principi architettonici del passato, scardinando i limiti della tecnica tradizionale delle strutture murarie con l’uso innovativo del cemento armato e in seguito del ferrocemento.



Basilica di Massenzio Roma
III secolo d.C.

11 *Ritratti contemporanei: Pier Luigi Nervi*, dalla trasmissione televisiva *Ritratti contemporanei*, Archivio Teche Rai, data trasmissione 23.08.1960.

Stile di verità

La questione della forma in riferimento al concetto di forma-tipo è trattazione che ritorna con frequente continuità nella ricerca di Nervi.

Quando, ripeto, si arriva alla grande opera, alla grande volta, alla grande cupola, al grande ponte, il problema dove il fatto statico, le leggi naturali predominano, la libertà dell'uomo, del progettista, diventa ogni giorno più piccola in quello che può essere il carattere generale dell'opera stessa.

Quindi io direi che l'umanità si avvia verso uno stile, verso opere vere, verso uno stile di verità. Effettivamente si può pensare che se si raggiungerà più o meno rapidamente sarà un qualcosa che non potrà cambiare più.

Non cambierà più da noi, ma non cambierà più nell'universo starei per dire, che le leggi fisiche sono, da quello che ci risulta e da quello che possiamo accettare come fatto vero, sono uguali per tutti gli alti astri, in modo che se arrivassimo, per modo di dire su Marte e trovassimo un grande ponte sospeso, ci accorgeremo direi senza meraviglia, che la catenaria di questo ponte è identica alla nostra, se trovassimo un ponte ad arco di grandissime dimensioni, troveremmo una forma analoga che potrebbe avere degli spessori differenti, qualora avessero trovato dei materiali più resistenti dei nostri, ma lo stile, la forma, la semplicità strutturale fatalmente sarebbero uguali alle nostre, quindi effettivamente, si può pensare, si può immaginare che l'umanità si avvii verso dei capisaldi delle sue opere che resteranno immutabili probabilmente per sempre.¹¹

Quello che Nervi chiama stile deve riferirsi in realtà al concetto di "stile di verità". Esso rappresenta l'assunto principale della sua ricerca progettuale ovvero la naturale espressività estetica di una buona soluzione costruttiva. La bellezza delle strutture si offre come verità delle leggi naturali.

12 «La bellezza è verità, la verità è bellezza. Questo è tutto ciò che sappiamo sulla terra e tutto ciò che abbiamo bisogno di sapere». J. Keats, *Ode su un'urna greca*, 1819.

13 Una preziosa testimonianza sul carattere delle lezioni tenute dal professor Nervi, presso la facoltà di Architettura di Valle Giulia in Roma durante l'anno accademico 1959-60, trascritte dall'allora studente Roberto Einaudi, è riscontrabile in R. Einaudi, *Pier Luigi Nervi: lezioni romane. Lectures Notes, Roma 1959-60*, in A. Trentin, T. Trombetti (a c. di), *La lezione di Pier Luigi Nervi*, Bruno Mondadori, Milano-Torino 2010.

14 Ivi, p. 139.

15 P.L. Nervi, *Tecnica costruttiva ed espressività architettonica*, in Quaderni di S. Giorgio "Arte e Cultura Contemporanea", n. 23, 1964, p. 601.

16 Ivi, p. 603.

17 P.L. Nervi, *Le proporzioni della tecnica*, in "Domus", nn. 264-265, dicembre 1951, p. 46.

Nervi usava spesso citare il poeta John Keats: «La bellezza è verità, la verità è bellezza...».¹² Nel rivolgersi agli studenti della facoltà di Architettura¹³ Nervi si poneva con questo interrogativo: «Che cos'è la bellezza in architettura? Non comincia con la relazione tra pieni e vuoti. Inizia con una fondamentale verità: la struttura è la verità. Un'architettura fatta di pieni e vuoti non ha significato senza una struttura veritiera».¹⁴ Parlare di verità è dunque la volontà di riferirsi allo stile formato dalle leggi naturali e conseguentemente definirlo immutabile. Quando Nervi richiama nei suoi scritti lo "stile di verità", si riferisce a quello che lui chiama stile di correttezza tecnica dove la stabilità, la funzionalità, la durevolezza nel tempo e l'economia ne sono i principi ordinatori. La stessa correttezza tecnica che Nervi ritrova nelle grandi architetture del passato dove sostanza tecnica e aspetto estetico ne sono viva espressione.

[...] la correttezza tecnica è condizione necessaria, raramente insufficiente, di soddisfazione estetica.¹⁵ Questa correttezza che, [...] era spontanea e necessaria in tutto il costruire del passato, e che oggi le indagini di calcolo, l'eccellenza dei materiali e di alcuni metodi di costruzione permette di violare, se non ai limiti che appaiono in alcuni progetti, certamente in misura tale da sostituire, ai naturali schemi strutturali (quelli che riportano per la via più spontanea i carichi alle fondazioni), schemi artificiosi difficilmente comprensibili e che sono ben lungi dal soddisfare quell'intuitivo senso che costituisce la base della soddisfazione estetica.¹⁶

Per Nervi la continua evoluzione della tecnica sta smarrendo la sua libertà creativa per avvicinarsi inesorabilmente a «forme e soluzioni-tipo», ed in questa direzione che va ricercata una ragionevole risposta all'interrogativo dell'architettura verso forme e caratteri immutabili.

La libertà inventiva di un progettista, che studi un ponte di grandissima luce, è strettamente limitata da questa ferrea legge, e la soluzione raggiunta sarà tanto migliore quanto più, in modestia rinuncia a personalismi inventivi, egli cercherà di ubbidirla. Se il complesso dei carichi sarà uniformemente ripartito la «soluzione-tipo», sarà un arco a profilo parabolico né, per variare di tempo, di luoghi o di volontà, potrà assumere altra forma.¹⁷

Il dominio delle forze e delle leggi naturali è conseguibile solo attraverso un'attenta e scrupolosa applicazione delle sue stesse leggi. Per Nervi dunque, una eventuale rinuncia, è da considerarsi assolutamente inaccettabile.

Nell'analisi dei suoi diversi progetti, la parabola assume spesso il connotato di forma assoluta attraverso cui convogliare



Aereo supersonico

18 L'argomento sul quale Nervi tornerà regolarmente nei diversi contributi scritti è affrontato per la prima volta all'interno del capitolo *Della progettazione*, in *Scienza o arte del costruire?*, cit., p. 51. L'atto creativo sotteso alla progettazione è definito «[...] come la invenzione e lo studio dei mezzi necessari a raggiungere un determinato scopo con la massima convenienza».

19 Diversi sono i contributi di Nervi sulle questioni legate all'evoluzione della tecnica con particolare riferimento allo sviluppo dei mezzi di trasporto. Vedi al riguardo *E' già iniziato l'immutabile stile del futuro?* Numero monografico di "Atti della Accademia Nazionale di San Luca", vol. VII, fasc. 1, 1963-1964; inoltre *Forme estetiche e leggi fisiche*, dibattito tra Gillo Dorfles, Bruno De Finetti e Pier Luigi Nervi, in "Civiltà delle macchine", n. 3, 1966, pp. 16-30. Le argomentazioni sono raccolte ed esemplificate anche nel volume *Aesthetics and Technology in Building*, cit.

20 P.L. Nervi, *Struttura e forma in architettura*, in "Domus", n. 374, gennaio 1961, p. 6.

nel modo più "naturale" le forze a terra. Il valore formale coincide con la soluzione strutturale: l'economia di una soluzione razionale coincide con i criteri di armonia della natura. Allora ne consegue che:

L'ideazione di un sistema resistente è atto creativo che solo in parte, si basa su dati scientifici; la sensibilità statica che lo determina, se pure necessaria conseguenza dello studio dell'equilibrio e resistenza dei materiali, resta come la sensibilità estetica, una capacità puramente personale o per meglio dire il frutto della comprensione ed assimilazione, compiutasi nello spirito del progettista, delle leggi del mondo fisico.¹⁸

La «soluzione-tipo» è il risultato di una continua approssimazione della resistenza per forma, ovvero della configurazione formale derivata dalla determinante delle forze.

Nervi richiama frequentemente, a dimostrazione delle sue idee, l'evoluzione delle automobili, degli aeroplani e delle navi che hanno visto modificarsi la loro forma per ottimizzare la resistenza all'aria e all'acqua.¹⁹ Così la ricerca della massima economia, intesa in questo caso come massima efficienza, conduce a definire la «soluzione-tipo»: purezza delle linee, assenza delle decorazioni, chiarezza strutturale.

Gli aerei subsonici si avvicineranno sempre più, in una specie di accostamento asintonico, alla forma-tipo di massimo rendimento, quelli ultrasonici tenderanno analogamente a un'altra forma-tipo, e così le navi, le automobili, i grandi archi di ponti, i ponti sospesi, le coperture di grandissimi locali pubblici, gli altissimi edifici, le grandi strutture portanti si avvicineranno sempre più a soluzioni-tipo di ottimo rendimento.²⁰



21 Pier Luigi Nervi: *la poetica della struttura*, dalla trasmissione televisiva *Incontri*, a cura di Gastone Favero, Archivio Teche Rai, data trasmissione 11.01.1969.

22 S. Poretti, *Considerazioni sull'opera di Pier Luigi Nervi*, in L. Ramazzotti (a c. di), *Nervi oggi: scritti dalle mostre e dai convegni*, Kappa, Roma 1983, pp. 108-109.

23 F.W. Schelling, *Textes esthétiques*, 1805.

24 G.C. Argan, *Pier Luigi Nervi*, cit., pp. 20-23.

Nervi e la cupola

Il pensiero costante di Pier Luigi Nervi è rivolto alla copertura a cupola. La cupola, infatti, rappresenta per Nervi la soluzione ideale per la definizione di grandi luci di copertura. In una trasmissione televisiva l'ingegnere si permetteva la seguente affermazione:

[...] quasi per mio divertimento, perché poi il problema basta che mi entri nella testa, che mi si affaccia nella mente perché mi appassioni, ad esempio mi sentirei non solo di progettare, perché lo studio di massima l'ho già fatto, anche in modo astratto, ma mi sentirei, mi impegnerei, per costruire una cupola di 300 m di diametro e anche forse di 400, fra i 300 e 400 m di diametro, [per una copertura più grande di piazza S. Pietro].²¹

Perché questa continua attenzione a tale sistema resistente spaziale? Secondo l'analisi di Sergio Poretti in Nervi

[...] il concetto di cupola deve essere inteso in senso relazionale: cupola è la localizzazione del centro dell'immagine all'interno e «al di sotto»; cupola è autonomia assoluta dell'interno; cupola è distanza dell'oggetto dal fruitore: coincidenza tra spazio e scenario.²²

Essa è un tetto perfettamente centrato: la posizione concentrica è la più perfetta, nel modo in cui le parti isolate si supportano e si sostengono reciprocamente, si manifesta la perfezione, un'immagine dell'organismo universale, della volta celeste che supporta tutte le cose.²³ Il tema della copertura, inteso come forma spaziale autonoma, può essere accostato alle ricerche di Brunelleschi per l'autonomia costruttiva della cupola di S. Maria del Fiore o alle articolate elaborazioni strutturali del Guarini per la cupola di San Lorenzo a Torino. Le intuizioni di Brunelleschi relative alla tecnica costruttiva come strumento capace di portare a compimento l'ideazione architettonica o le ardite costruzioni spaziali di Guarini, che sfruttando i limiti estremi delle responsabilità costruttive dell'epoca, sfida la gravità servendosi esclusivamente di mezzi architettonici, precedono quelle che saranno, da parte di Nervi, la "razionale" interpretazione della classica forma architettonica attraverso l'uso innovativo del cemento armato.²⁴ Negli scritti di Nervi esiste un richiamo continuo alla figura di Brunelleschi e alla cupola di S. Maria del Fiore. Quest'opera lo entusiasmava, non solo per il coraggio con il quale Brunelleschi ha affrontato il cantiere e la genesi della sua costruzione, ma anche e soprattutto per la concezione strutturale della cupola stessa. Nervi ne esaltava lo schema

F. Brunelleschi
cupola di S. Maria del Fiore
Firenze 1420-36



25 C. Cestelli Guidi, *La figura del progettista*, in Pier Luigi Nervi e la sua opera, incontro di studio organizzato dal Comitato del Premio Ingersoll Rand Italia, Boroni, Milano 1980, p. 17.

26 P.L. Nervi, *Costruire correttamente*, cit., p. 46.

27 Cfr. R. Einaudi, *Pier Luigi Nervi: lezioni romane*, cit., pp. 63-159.

28 *Considerazioni sull'estetica del costruire*, in Accademia Nazionale dei Lincei-Fondo Antonio Feltrinelli, *Adunanze straordinarie per il conferimento dei Premi A. Feltrinelli*, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma 1969, vol. I, fasc. 6, pp. 115-119, p. 118.

29 Il lavoro d'indagine della commissione è riportato in *Considerazioni sulle lesioni della cupola di Santa Maria del Fiore e sulle probabili cause di esse*, in Opera di Santa Maria del Fiore, *Rilievi e studi sulla cupola del Brunelleschi eseguiti dalla commissione nominata il 12 gennaio 1934 - XII*, Tipografia Ettore Rinaldi, Firenze 1939, p. 29. «Della Commissione, presieduta dal prof. [Rodolfo] Sabatini, furono invitati a farne parte il Prof. Giovanni Poggi Soprintendente ai monumenti per la Toscana, l'ing. Alessandro Giuntoli, direttore dell'Edilizia del Comune di Firenze, l'ing. Pier Luigi Nervi e l'arch. Brunetto Chiaramonti. I quesiti sottoposti allo studio della Commissione furono tre e cioè: 1° Se dopo gli spostamenti dovuti al seguito delle lesioni si sia ristabilito un nuovo equilibrio stabile in sé stesso, o se le cause prime che li hanno provocati persistono e ne aggravano sempre più le condizioni statiche; 2° se, e in quale misura, le altre cause (vibrazioni del suolo e deformazioni elastiche giornaliere e stagionali dovute ai cambiamenti di temperatura) influiscono sulla principale per aggravarla e se possono eventualmente essere rimosse e neutralizzate; 3° quali possono essere i suggerimenti del caso quando fosse riscontrato che le condizioni statiche della Cupola richiedano provvedimenti di consolidamento per la conservazione del monumento».

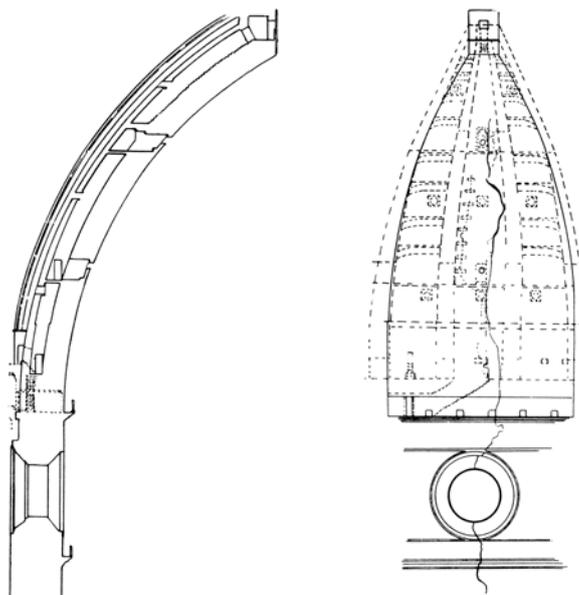
statico della doppia parete concentrica collegata da nervature e lo confrontava con le moderne strutture scatolari,²⁵ al punto da definirlo

Il più eloquente esempio di perfetta fusione tra obiettive istanze tecniche e soggettiva sensibilità estetica si può trovare nella descrizione dei pensieri, delle lunghissime, tormentose meditazioni, nella raggiunta certezza sull'efficienza delle proprie intuizioni, che permisero al Brunelleschi di vincere la lunga battaglia contro le terrificanti difficoltà costruttive, e la incomprendimento dei contemporanei, per la realizzazione della cupola di S. Maria del Fiore a Firenze. [...] Dalle intuizioni statiche e costruttive che lo guidarono, e che il Vasari riporta, si vede chiaramente che esse furono i dati determinanti nella definizione del profilo della cupola, della massa del lanternino e del rapporto volumetrico di questi due elementi che costituiscono la base della meravigliosa armonia che, a tanti secoli di distanza, ci commuove così profondamente».²⁶

Nel rivolgersi agli studenti,²⁷ Nervi non mancava mai di sottolineare il trasporto verso questo capolavoro:

Come non entusiasinarsi di fronte alla perfetta forma e alla superiore audacia costruttiva della Cupola di Santa Maria del Fiore? [...] forse è la sua profonda verità statica e organica che, compresa e tradotta in perfetta tecnica, attraverso l'elaborazione di una superiore intelligenza, è diventata eloquente per tutti e parla al nostro spirito con un messaggio che, in mancanza di più precisi vocaboli, viene racchiuso nel vasto e indefinito campo della bellezza²⁸

Questa profonda conoscenza è da riferirsi all'esperienza maturata nella commissione di studio, istituita per valutare le condizioni statiche della cupola di S. Maria del Fiore.²⁹ In *Scienza o arte del costruire?* le considerazioni sulle qualità



Lesioni della cupola
di S. Maria del Fiore

30 P.L. Nervi, *Scienza o arte del costruire?*, cit., pp. 12-17.

31 C. Cestelli Guidi, *La figura del progettista*, cit., p. 17.

32 R. Einaudi, *Pier Luigi Nervi: lezioni romane*, cit., pp. 123-125.

33 Ivi, p. 151.

statiche e la vitalità della struttura muraria, maturate durante i lavori della commissione, saranno fedelmente riportate.³⁰ Nervi attribuisce il progressivo lesionamento della cupola ad una sorta di vitalità stessa dei muri e delle pietre, rapportandola alla vitalità stessa delle piante e degli animali.

Questa concezione dell'architettura come organismo vivente, in riferimento alla natura e vitalità dei materiali, porta Nervi alla considerazione che: «Le fessure che si sono prodotte lungo i meridiani della cupola sono un diritto della cupola stessa a respirare sotto le variazioni termiche».³¹

E' dunque evidente questa costante attenzione per le architetture del passato che hanno sicuramente influenzato il lavoro di Nervi. Anche se in merito al rapporto con la storia, il professore era solito ripetere ai suoi studenti che

Bisogna dimenticare il passato; il problema è progettare un edificio per il presente, non per il passato. [...] Perché c'è questa mania di unire il passato con il presente? Sono due cose separate. Il presente è nato oggi.

Godiamoci il passato, ma rendiamoci conto che non esiste più. [...] Per me è un grande piacere osservare un bellissimo capitello scolpito, o una meravigliosa volta gotica. Forse inconsciamente il passato può influenzarmi in questo modo.³²

La considerazione più attinente che però mira a inquadrare il lavoro di Pier Luigi Nervi, in merito alla ricerca della grande luce a struttura voltata, va riscontrata in quest'affermazione: «La cupola è staticamente ed economicamente la forma perfetta».³³

³⁴ La formazione di Pier Luigi Nervi è ampiamente documentata in M. Antonucci, *Pier Luigi Nervi studente e docente: la formazione dell'ingegnere-architetto*, in A. Trentin, T. Trombetti (a c. di), *La lezione di Pier Luigi Nervi*, cit. Inoltre le prime esperienze professionali presso la SACC sono esaurientemente documentate in C. Greco, *Pier Luigi Nervi. Dai primi brevetti al Palazzo delle Esposizioni di Torino 1917-1948*, Quart Verlag, Lucerna 2008, pp. 21-59.

³⁵ Ivi, p. 61.

³⁶ Ivi, pp. 63-64.

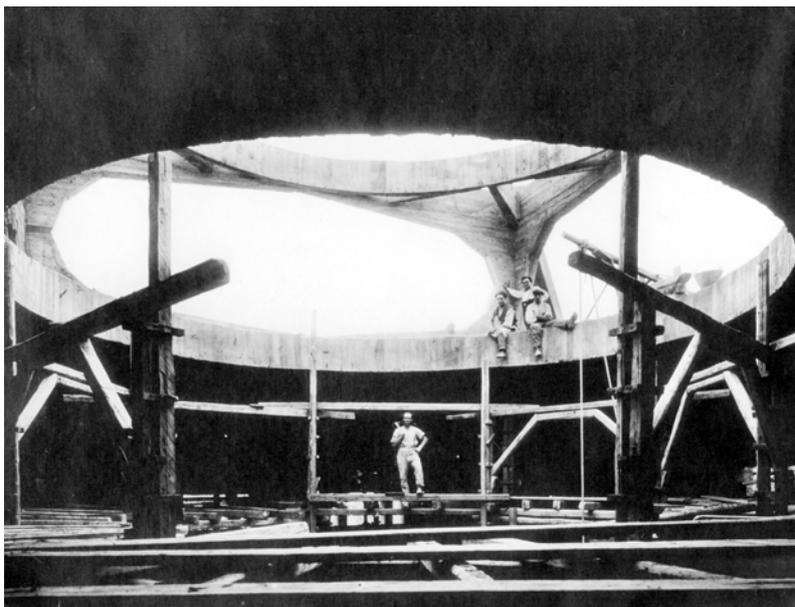
³⁷ A.L. Huxtable, *Pier Luigi Nervi*, George Braziller Inc., New York 1960, trad. it. *Pier Luigi Nervi*, Il Saggiatore, Milano 1960, p. 21.

Le prime coperture

Laureatosi in ingegneria civile nel 1913 presso la Regia Scuola di applicazione per ingegneri e architetti dell'Università di Bologna, le prime significative esperienze professionali del giovane Nervi saranno condotte presso lo studio del suo professore universitario Attilio Muggia.³⁴ In particolare gli anni di formazione presso la sede fiorentina della Società Anonima per Costruzioni Cementizie (SACC), dal 1919 al 1923, consentiranno a Nervi di maturare una considerevole esperienza sia dal punto di vista progettuale che costruttivo. In quegli anni Nervi partecipa alla realizzazione della copertura di una sala per il gioco della Pelota a Firenze (1919-21) nonché alla costruzione di due ponti: uno sul fiume Cecina a Pomarance (1920-23) e l'altro sopra il torrente Pescia (1922-23). L'opportunità di sperimentare in prima persona tutte le potenzialità offerte da un materiale nuovo come il cemento armato, induce Nervi a cessare l'attività di collaborazione col suo maestro Attilio Muggia e a instaurare un nuovo sodalizio professionale con Rodolfo Nebbiosi: nel 1923 nasce la società di costruzioni Ingg. Nervi & Nebbiosi.³⁵ La costituzione della società permette all'ancora giovane Nervi di sperimentare lo studio e la costruzione di coperture di grandi spazi. L'occasione è data dall'incarico di realizzare la copertura della sala e delle gradinate in cemento armato del cinema-teatro Bruno Banchini di Prato (1924-33). Il progetto di copertura della sala è ambizioso: la chiusura di uno spazio di 23x24 m è gravato oltre modo dalla presenza di un lucernaio e da un complesso meccanismo di chiusura automatica. La soluzione strutturale prevista richiede competenza e professionalità, ed è dunque il nome dell'ingegner Nervi, già noto nel settore, ad essere coinvolto per la sua competenza tecnica e la capacità di elaborare soluzioni strutturali su progetti architettonici elaborati da altri progettisti.³⁶ In merito a quel determinato periodo storico Nervi dice di sé:

Quando cominciai la mia attività di costruttore, i problemi tecnici connessi con l'architettura erano molto modesti: arcate aperte di dieci o quindici metri erano, infatti, eccezionali, coperture di quindici o venti, veramente eccezionali...³⁷

Per la costruzione della copertura Nervi elabora un sistema di travi a raggiera, leggermente inclinate e incastrate a un



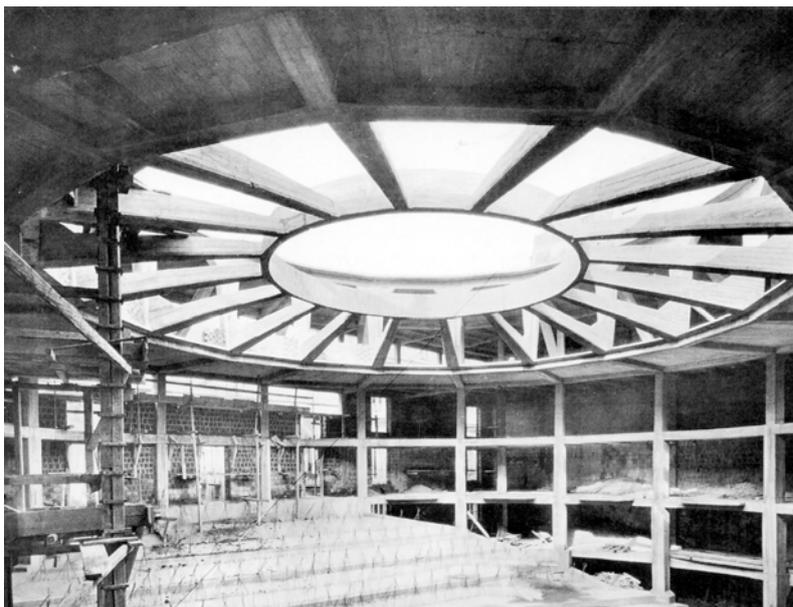
A. Ignesti e P.L. Nervi
teatro Bruno Banchini
Prato 1924-33

38 Il tema della copertura di grandi spazi pubblici affascina sicuramente il giovane Nervi, tant'è che si ritrova ad affrontare anche l'esperienza della copertura del Teatro Vittorio Emanuele di Montecatini (1925-26). G. Guanci, *Costruzioni e Sperimentazione. L'attività del giovane Pier Luigi Nervi a Prato*, Centro Grafico Editoriale, Firenze 2008, pp. 65-79.

cordolo periferico che al centro si collega ad un sistema di travi su base quadrata nella quale è inscritta una trave circolare. Il medesimo sistema quadrato-cerchio viene ripetuto ad un livello superiore e collegato a questo da elementi angolari, così da comporre un sistema tridimensionale estradossato composto da puntoni e tiranti. La struttura della raggiera, una volta completata, è completamente nascosta alla vista da una soletta nella parte inferiore e da un rivestimento all'esterno. Dall'interno del teatro rimane visibile esclusivamente il foro circolare dell'apertura al centro della copertura.³⁸ In questo lavoro, alla capacità di risolvere complessi problemi statici, si manifesta una concreta impostazione espressiva dettata dalla simmetria e dalla spiccata sensibilità strutturale. La nuda struttura esprime già il suo potenziale espressivo. I brillanti risultati della società Ingg. Nervi & Nebbiosi consentono a Nervi di confrontarsi con la nuova copertura del cinema-teatro Augusteo a Napoli (1924-29).

La capacità e l'esperienza di Nervi permettono alla società di aggiudicarsi l'esecuzione dell'opera in virtù della presentazione, in sede di gara, della migliore offerta economica accompagnata dalla proposta di una valida soluzione strutturale. Il progetto architettonico del cinema-teatro, a cura dell'architetto Arnaldo Foschini, è ricavato all'interno di un isolato del centro storico di Napoli.

*A. Foschini e P.L. Nervi
cinema-teatro Augusteo
Napoli 1924-29*



39 C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit. pp. 64-72.

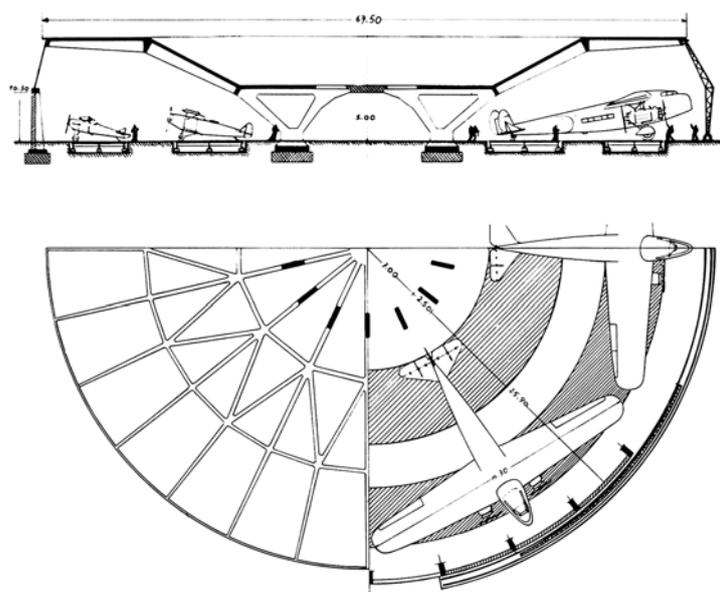
40 Per un'ampia trattazione sull'attività della società Ingg. Nervi & Bartoli vedi C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit. pp. 149-175.

41 Nel 1932 Nervi elabora lo studio di un'aviorimessa circolare del diametro di 67,5 m proponendo due soluzioni alternative: la prima in cemento armato con struttura a sbalzo sostenuta da un nucleo centrale di sostegni a "V" e formata da travi disposte a raggiera. La soluzione alternativa prevede il ricorso a una struttura reticolare metallica per le 32 travi a sbalzo. Il nucleo centrale, che sorregge l'intera struttura, è in cemento armato.

Il programma funzionale prevedeva la creazione di una grande sala, posta sopra una nuova stazione della funicolare in collegamento con la collina del Vomero.

La sala di forma circolare, ha un diametro di circa 30 m, e si connota per il sistema di copertura e per la presenza di un ampio vuoto circolare con tanto di lucernaio apribile, tipico delle sale d'inizio novecento. La copertura è composta di un sistema radiale di 18 travi reticolari terminanti nell'intradosso con delle mensole rastremate, a loro volta collegate in punta da un anello che delimita il vuoto circolare. Nervi affina con questo progetto la sua capacità di elaborare sistemi resistenti spaziali, verificando contemporaneamente lo stretto legame tra invenzione formale e invenzione strutturale. Quest'occasione professionale diviene per l'ingegnere un punto di svolta in quelle che saranno le sue successive elaborazioni progettuali, al punto tale da ricordarlo in privato come una delle esperienze più significative.³⁹

Pier Luigi Nervi, nel 1932, forte delle precedenti esperienze professionali condotte con Nebbiosi che gli hanno consentito di indagare le potenzialità del cemento armato, fonda con il cugino Giovanni Bartoli la nuova società Ingg. Nervi & Bartoli con sede a Roma.⁴⁰ Le prime esperienze della nuova società si hanno con lo studio di un'aviorimessa a pianta circolare e con sistema costruttivo in cemento e acciaio.⁴¹



P.L. Nervi
Aviorimessa in cemento armato
1932

42 Il 1 marzo 1916 Nervi viene assegnato al battaglione dei dirigibili risvegliando in lui l'antica passione per gli aeromobili. Quel periodo lo vedrà impegnato in ricerche sui gas di alimentazione e il deposito di una serie di brevetti relativi a questo ambito. Vedi al riguardo C. Pourtois, *Biografia*, in C. Chiorino, C. Olmo (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Architettura come sfida*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo 2010, p. 201.

43 Sulle vicende legate allo sviluppo delle aviorimesse vedi E. Piccoli, M. Sassone, *Otto aviorimesse in cemento armato*, in C. Chiorino, C. Olmo (a c. di), *Pier Luigi Nervi*, cit., pp. 146-151.

44 I primi anni quaranta vedono la progettazione di una tettoia per una stazione di 200 m di luce e il brevetto per un procedimento costruttivo in grado di realizzare una copertura di 300 m di luce.». Vedi il capitolo 3.1 *La composizione per parti* nel presente volume.

Aviorimessa che non troverà alcuna applicazione concreta ma che rivela i primi tentativi di Pier Luigi Nervi di ricorrere a forme base come l'impianto circolare.

La profonda conoscenza dell'aeronautica, sviluppata durante l'esperienza militare come sottotenente presso la 69^a compagnia del Genio Militare nel battaglione dei dirigibili, influirà notevolmente nelle occasioni professionali che si manifestano a partire dai concorsi della Regia Aeronautica Militare per la progettazione e costruzione di alcune aviorimesse.⁴²

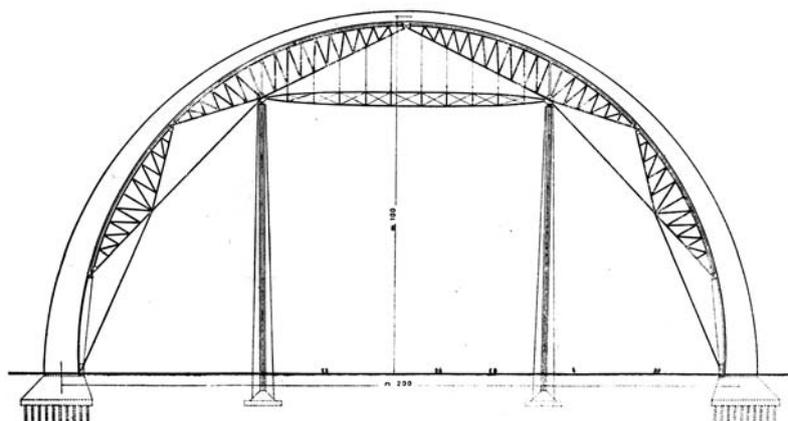
Facendo ricorso all'impianto basilicale Nervi progetta e realizza una serie di aviorimesse a struttura geodetica, caratterizzata da elementi a nervature incrociate. Così dalla prima aviorimessa realizzata per Orvieto (1935-38) faranno seguito altre aviorimesse sparse tra Orvieto, Orbetello e Torre del Lago (1939-42).⁴³ Le aviorimesse, pur con differenti variazioni legate alle successive evoluzioni dei processi costruttivi, si contraddistinguono per un'impostazione planimetrica a pianta rettangolare di circa 40x100 m e con copertura a padiglione ad elementi nervati. Nervi presenterà sempre queste aviorimesse, nelle diverse pubblicazioni, come la dimostrazione pratica delle enormi potenzialità offerte dal cemento armato per la costruzione di coperture di grandi luci. Quegli anni saranno cruciali per gli studi e le sperimentazioni di Nervi, al punto da convergere verso la progettazione di una serie di coperture a volta di grandi dimensioni.⁴⁴

ARON



ROMA 1942 XX
ESPOSIZIONE UNIVERSALE

Manifesto per l'Esposizione
Universale di Roma 1942



A. Libera e P.L. Nervi
Arco dell'Impero (1938)
studio della centinatura

Studio della centinatura per l'arco monumentale della E. 42 progettato dall'arch. Libera.
(TAVOLA XIII)

45 La prima ipotesi di un arco monumentale si deve agli architetti Dagoberto Ortensi e Cesare Pascoletti, con la collaborazione degli ingegneri Cirella e Covre, che nel marzo 1937 propongono un arco metallico. Il progetto viene scartato per il mancato rispetto delle esigenze autarchiche. Nervi è coinvolto nello studio di fattibilità del progetto di Libera a partire dalla fine del 1938. Cfr. C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit. pp. 141-143.

46 G.C. Argan, *Pier Luigi Nervi*, cit., p. 17.

47 *Un arco monumentale in conglomerato non armato*, in "Casabella-Costruzioni", n. 176, agosto 1942, pp. 23-25.

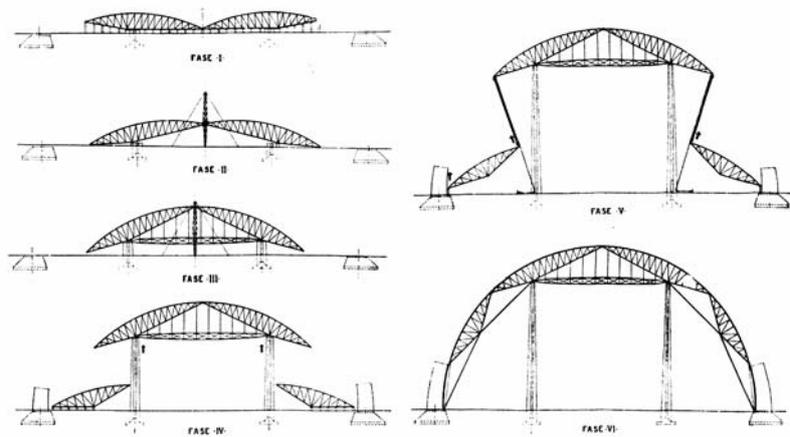
Nel 1938, in concomitanza della preparazione dei progetti per l'Esposizione universale di Roma E42, Pier Luigi Nervi è coinvolto nello studio di fattibilità per l'Arco dell'Impero, simbolo dell'Esposizione. Il progetto, a cura dell'architetto Adalberto Libera con l'ingegnere Vittorio di Bernardino, prevedeva la realizzazione di un arco a tutto sesto in calcestruzzo con una luce libera di 200 m. La proposta di progetto di Libera e Bernardino prevale su quella di un altro gruppo di lavoro in merito al forte valore simbolico, per il carattere «romano» e per la rispondenza alle esigenze autarchiche del regime fascista.⁴⁵

Per Nervi lo studio del procedimento costruttivo dell'arco monumentale si rivelerà come momento fondamentale nell'elaborazione di soluzioni in grado di rispondere alla necessità di realizzare sistemi così complessi.

Come rivela Argan

[...] quando Nervi costruisce un arco immenso, libero nel vuoto, con trecento metri di luce, il problema non è tanto nella stabilità dell'arco, che sarà assoluta non appena il sistema delle forze verrà chiuso e si realizzerà una condizione di equilibrio, quanto nel modo di sostenere quell'arco fino al momento in cui si chiuderà il sistema.⁴⁶

L'esperienza acquisita con lo studio di fattibilità del procedimento costruttivo è debitamente illustrata e descritta dallo stesso Nervi in un articolo per *Casabella-Costruzioni*⁴⁷ nel 1942 e in seguito ripreso e ampliato all'interno di *Scienza o*



Fasi di montaggio della centina della Tav. XIII. - La parte centrale della centina viene alzata contemporaneamente alla costruzione dei due piloni in cemento armato; le due parti estreme vengono sollevate appoggiandosi alla parte centrale già a posto.
(TAVOLA XIV)

38

A. Libera e P.L. Nervi
Arco dell'Impero (1938)
fasi di montaggio

48 P.L. Nervi, *Scienza o arte del costruire?*, cit., pp. 117-118. «Più di una volta ho potuto, all'atto pratico, constatare quanto sia fondamentale, per la realizzazione di strutture architettonicamente interessanti la soluzione di problemi puramente costruttivi e quanto, in questo campo, sia indispensabile la padronanza del fatto esecutivo, anche in sede di progetto, onde non correre il rischio di definire sulla carta, strutture non traducibili nella realtà. Un esempio di audace ideazione perfettamente consentita dalle proprietà statiche del materiale e che ciò nonostante non avrebbe potuto realizzarsi senza la soluzione di serie difficoltà pratiche ed esecutive, è data dall'arco di duecento metri di luce ideato dall'arch. Libera per la E 42. Dal punto di vista statico l'arco in sé non presentava difficoltà molto gravi [...]. Le difficoltà diventavano però veramente serie per quanto riguardava la centina, i relativi sostegni e le modalità di esecuzione. Per valutarle basta osservare che qualora ne fossero ancora aumentate le dimensioni portando la luce a m 300 e l'altezza in chiave a m 150, l'arco in sé, sarebbe ancora stato staticamente stabile, mentre le difficoltà costruttive sarebbero diventate quasi insuperabili. Questa particolare importanza del fatto esecutivo non si riscontra, salvo casi eccezionali, né per le costruzioni murarie né per quelle in ferro. Infatti le prime non permettono grandi luci o eccezionali altezze, né quindi danno luogo, di solito, a gravi problemi esecutivi; per il ferro, la leggerezza intrinseca delle ossature e le possibilità di montaggio mediante chiodature o saldature di elementi già preparati, rendono particolarmente agevole la costruzione di strutture di qualsiasi tipo e dimensioni».

49 C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit. pp. 141-143.

*arte del costruire?*⁴⁸ La questione delle forme archetipe, accuratamente esaminate da Nervi, è funzionale a quello che è il vero intendimento: la comprensione e la rielaborazione del procedimento costruttivo.

L'ingegnere è ben consapevole che i problemi principali per la realizzazione di una struttura così grande riguardano le modalità costruttive e non il suo calcolo; le difficoltà sono principalmente due:

la realizzazione della centina dell'altissimo arco e il fenomeno delle deformazioni della centina durante i getti del conglomerato. Nervi si impegna nella soluzione dei due aspetti al punto da sintetizzare i risultati in due originali brevetti, che depositerà all'inizio del 1939.

Il primo, in ordine di presentazione, è quello di un «Procedimento e sollevamento graduale di elementi costruttivi o di parti di costruzioni, e di realizzazione contemporanea dei sostegni destinati a sopportare tali elementi o parti», il secondo è quello per un «Procedimento di costruzione di centine di grandi dimensioni, e centina ottenuta con tale procedimento».

I due brevetti sono strettamente collegati tra loro e la complessità del loro contenuto e dei meccanismi escogitati sono una riprova dello sforzo intellettuale di Nervi, che colloca così le sue invenzioni nella tradizione dei grandi apparecchi di cantiere, utilizzati nel passato per innalzare templi, monumenti e fortificazioni. Scorrendo le complesse istruzioni dei brevetti troviamo infatti funi, tiranti, carrucole, martinetti idraulici, tralici preparati a piè d'opera, geniali sostegni provvisori, che verranno poi demoliti; tutti congegni che rimandano con la fantasia alle descrizioni delle fabbriche cinquecentesche o barocche e, più lontano ancora, agli scenari di quei cantieri romani, che proprio la costruzione dell'Arco dell'Impero voleva riportare d'attualità.⁴⁹

L'arco monumentale non sarà realizzato ma consentirà a Nervi di definire le basi di quelli che saranno gli elementi

⁵⁰ Vedi il capitolo 3.1 *La composizione per parti* nel presente volume.

⁵¹ R. Einaudi, *Pier Luigi Nervi: lezioni romane*, cit., p. 72. Negli appunti della cartolina relative alle lezioni di Nervi si trova questa affermazione: «La correttezza costruttiva era una necessità per gli antichi. Con i mattoni, con la pietra, con il legname, con la calce, non si può non essere dei costruttori corretti perché sono dei materiali che non permettono acrobazie. Oggi non è più così. Oggi la correttezza costruttiva deve essere una convinzione del progettista, perché se un progettista vuole fare delle stravaganze le può fare».

costituivi del proprio, esclusivo, processo realizzativo: la composizione per parti e la prefabbricazione.⁵⁰

Le grandi ere costruttive del passato, l'impianto planimetrico, i meccanismi realizzativi, sono parte fondante dell'approccio progettuale di Pier Luigi Nervi.

Fedele all'idea del «Costruire Correttamente», le coperture voltate e ancor di più quelle a cupola, perseguiranno, almeno nelle intenzioni di Nervi, il valore di massima espressione tecnica e architettonica nella definizione di ogni nuova struttura.⁵¹



1.2 Armonia e natura: la sincerità costruttiva

Architettura strutturale

I grandi sistemi formali del passato, che sono alla base delle impostazioni progettuali di Pier Luigi Nervi, attentamente vagliati sotto il profilo della correttezza tecnica, dell'espressività formale ed estetica, trovano, sempre secondo la sua personale visione del corretto costruire, la migliore sintesi nell'architettura tecnica del periodo gotico.¹

Sul valore del sistema strutturale nell'architettura gotica Nervi afferma:

Io penso che si possa definire architettura strutturale quella particolare struttura che resta evidente e parlante all'interno e all'esterno dell'opera costruita. Una condizione. Seconda condizione: che parte da uno schema statico corretto, uno schema statico intuitivamente pensato e intuitivamente comprensibile, anche dal profano. Terzo: che denunci chiaramente il materiale con cui è eseguito. Ora queste tre condizioni, se si guarda nel passato, si trovano unite molto raramente, anzi starei per dire che si trovano unite, riunite, e soddisfatte solo nel periodo gotico, e non sembri strani quello che voglio dire: che i Romani, che hanno fatto delle cose fenomenali, non hanno mai fatto da questo punto di vista, l'architettura strutturale. Se lei osserva il Pantheon, o dall'esterno o dall'interno, niente le dice come sia fatta la struttura.

Non ha un'idea dello spessore dei muri, che potrebbe essere di 5 m, di 10 m, di 2 m. Non ho un'idea di com'è fatta la cupola, che potrebbe essere di uno spessore gigantesco o di uno spessore piccolo. Non c'è nessun fatto decorativo

1 Sull'insegnamento delle architetture del passato Nervi si pone come «[...] sempre più profondamente meravigliato [per] la constatazione della più perfetta comprensione qualitativa e quantitativa del modo di comportarsi dei materiali e della esatta valutazione degli equilibri tra le murature di sostegno e le grandi masse spingenti (archi, volte e cupole) cui gli antichi sono pervenuti e che testimoniano una completa assimilazione dei complessi problemi statico-costruttivi». P.L. Nervi, *Struttura e forma in architettura*, in "Domus", n. 374, gennaio 1961, p. 3.

2 La trascrizione dell'intervista è tratta da *Pier Luigi Nervi e l'architettura strutturale*, dalla trasmissione televisiva *Arti e scienze - Cronache di attualità*, Archivio Teche Rai, data trasmissione 12.04.1961.

3 E sempre a proposito delle cattedrali gotiche Nervi sottolinea come: «Si è molto scritto sull'espressività spirituale degli schemi gotici, sulle aspirazioni verso l'alto delle navate centrali delle grandi cattedrali, o delle guglie che sovrastano l'estremità degli archi rampanti, ma, da costruttore, si può anche osservare, che con materiali (pietre e mattoni) resistenti a sola compressione, non si sarebbe potuta raggiungere la stabilità della volta della navata centrale se non deviandone le spinte orizzontali fino al terreno attraverso una gradualità di contropinte, date dalle arcate laterali, di altezza minore, e senza l'invenzione dell'arco rampante sovraccaricato, alla base, con guglie e piloni. E se dallo schema generale si passa ai particolari, alla lavorazione delle pietre, alla disposizione delle nervature delle volte, ai capitelli, alle basi dei pilastri, alla stessa spaziatura e dimensione delle aperture, sempre si ritrova il pensiero e la sensibilità del costruttore, se non quella dell'artigiano che lavora con le proprie mani e conosce a fondo le caratteristiche della materia con la quale è stato in contatto per tutta la vita». P.L. Nervi, *Costruire correttamente*, cit., p. 46.

4 *Considerazioni sull'estetica del costruire*, cit., pp. 115-119, p. 116. Su questo tema per ulteriori approfondimenti vedi *Espressività dell'architettura strutturale dal gotico ad oggi*, in "Le conferenze dell'associazione culturale italiana", fascicolo quinto, 1960-61, pp. 7-16.

che denunci il sistema di forze, e il complesso, il giuoco interno della struttura per raggiungere la stabilità. E ripeto: è una struttura meravigliosa! Un fatto tecnico che forse non valutiamo mai a sufficienza.

Quindi i primi esempi di vera architettura strutturale, a mio modo di vedere, sono esclusivamente quelle strutture gotiche.

Le costruzioni gotiche sono di una bellezza tecnica, che starei per dire insuperabile. I costruttori, i predecessori, hanno avuto un intuito, una capacità, una comprensione, un coraggio che non si finirà mai di valutare abbastanza.

Ma soprattutto hanno lasciato in vista la struttura. Entrando in una chiesa gotica, la si legge completamente all'interno, la si legge completamente dall'esterno. Si ha anche la sensazione degli spessori, si vede che le masse fondamentali statiche sono portate addirittura all'esterno. Sono quei grandi piloni, all'esterno, contro i quali vanno a finire gli archi rampanti che sostengono poi le volte. Quindi sono esempi di una chiarezza, di un'eloquenza straordinaria, e anche da un punto di vista estetico, di una tale bellezza da potersi veramente chiamare architettura con la A maiuscola, autentiche architetture.²

Nervi è letteralmente condizionato dall'architettura gotica. La coincidenza tra forma strutturale e forma architettonica, in un corretto schema statico, rappresenta la migliore impostazione da riformulare nei suoi progetti.

L'intenzione di applicare semplici schemi costruttivi lo affascina al punto da considerare superfluo tentare l'invenzione di forme nuove. Fa proprio l'insegnamento del "costruttore" gotico, razionalizzando l'opera costruita in un processo teso alla miglior rispondenza forma-funzione e al corretto impiego del materiale secondo la propria natura.³

Nel gotico, la profonda conoscenza delle strutture ha consentito il corretto impiego della pietra in un sistema statico fatto di sola compressione.

Armonia e natura. Armonia delle parti e corretta impostazione secondo le leggi della natura.

Il periodo architettonico nel quale la sintesi costruttivo-formale ha raggiunto la sua più alta espressione, in una duplice, insuperabile perfezione è, a mio modo di vedere, quello gotico, e le sue più alte e irripetibili manifestazioni, le grandi cattedrali. Di solito viene illustrato il carattere ascendente dell'arco acuto, l'altezza della grande navata centrale e il degradare di quelle laterali, i contrafforti e le soprastanti guglie e statue, come manifestazioni di una mistica aspirazione verso l'alto; ma potrebbero anche interpretarsi, in modo più freddo ed obiettivo, come le sole soluzioni costruttive capaci di risolvere, con parsimonioso impiego di murature di alta qualità, disposte con perfetta e preveggenza sensibilità statica, il problema di creare larghi spazi, liberi da appoggi interni (le navate centrali), dello stesso ordine dimensionale di quelle che i Romani, nella loro ricchezza di mezzi e mano d'opera, avevano grossolanamente ottenuto nelle grandi terme con le massicce volte a crociera e le colossali murature disposte planimetricamente in modo da assorbire le spinte orizzontali delle grandi coperture.⁴



Cattedrale di Exeter
Inghilterra 1303-77

5 P.L. Nervi, *Struttura e forma in architettura*, cit., p. 2.

6 P.L. Nervi, *Tecnica costruttiva ed espressività architettonica*, cit., p. 594.

7 La didascalia che accompagna lo schema della sezione descrive come «I costruttori gotici sono stati i veri precursori della moderna tecnologia, eliminando le pesanti masse murarie utilizzate dai romani e sostituendole con l'equilibrio delle forze generate dalla spinta e controspinta delle nervature sottili». P.L. Nervi, *Aesthetics and Technology in Building*, cit., p. 15.

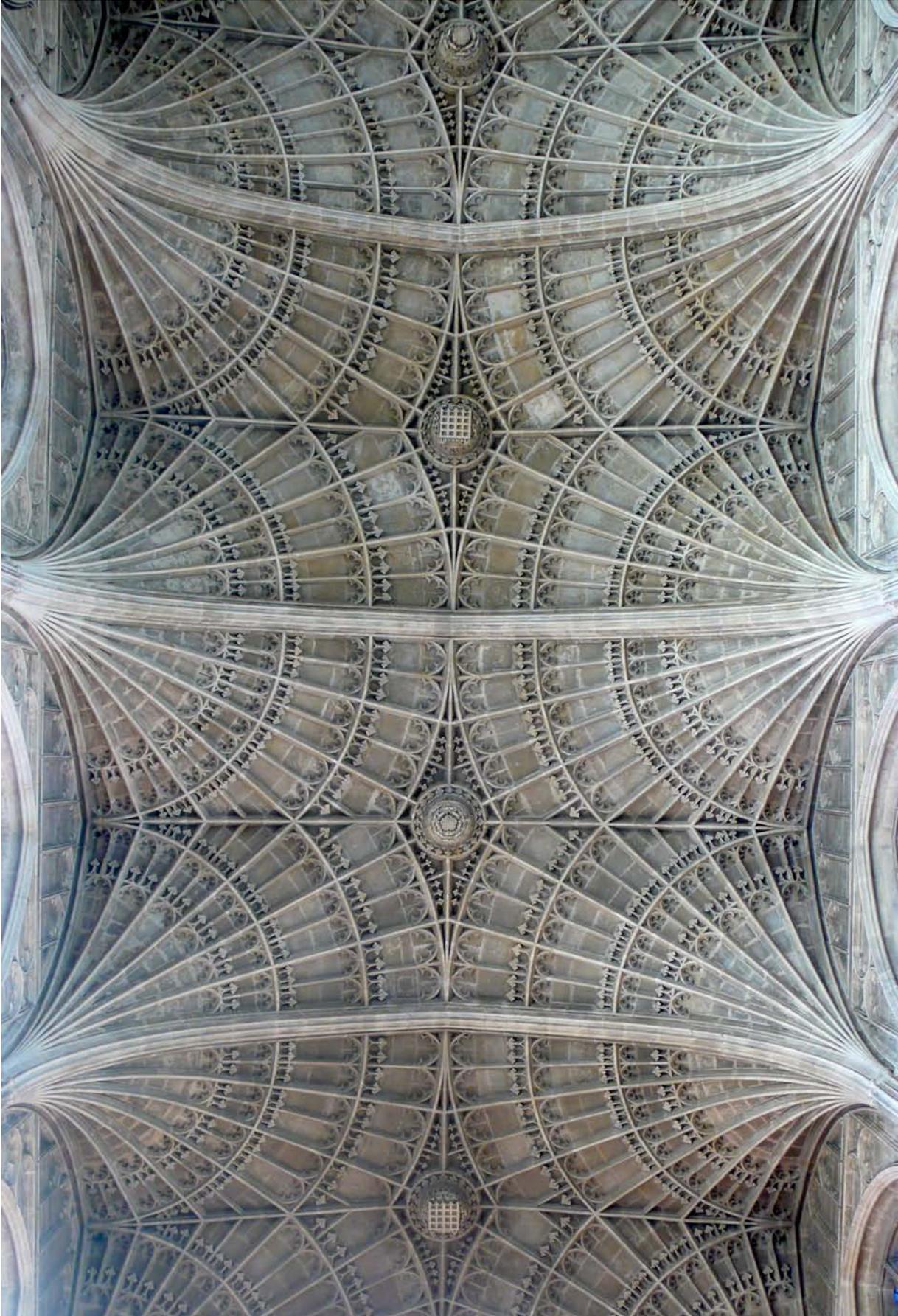
Sulla correttezza dello schema statico delle cattedrali gotiche, due sono le questioni sulle quali Nervi pone particolare attenzione: la possibilità di creare grandi luci con l'impiego minimo di materiale. È l'anima del costruttore che prevale sulla visione del progettista: «[...] quale valore architettonico potrebbe avere qualsiasi pur superiore bellezza della sua forma se non fosse eseguibile?».⁵

L'architettura strutturale, nella lettura critica delle sue elaborazioni, diviene strumento cui affidarsi per il soddisfacimento di quella "correttezza tecnica" che ha nella stabilità, funzionalità, durevolezza nel tempo ed economia di materiali i principi ordinatori.⁶

Il tema delle cattedrali gotiche è ampiamente documentato negli scritti di Nervi. Nel volume *Aesthetics and Technology in Building* l'apparato iconografico illustra lo schema di una cattedrale gotica riportandone la sezione, così come la riproduzione degli interni di alcune delle più celebri cattedrali: Notre Dame a Parigi (1163-1250), la cattedrale di Bristol (1298), la cattedrale di Exeter (1307-77) e la cappella del King's College di Cambridge (1441).⁷

Le immagini, spesso utilizzate anche durante la didattica, pongono in risalto il sistema di nervature delle volte, la ricchezza e articolazione delle diverse interpretazioni del concetto statico di strutturalismo.

L'annotazione che accompagna l'immagine chiarisce come per questo tipo di struttura



8 Ivi, p. 16.

9 Presso il MAXXI, Roma, Archivio Pier Luigi Nervi, in una cartellina con l'intestazione «Chiese» sono conservate le riproduzioni di chiese e cattedrali, con particolare riferimento agli interni delle cattedrali gotiche. Numerose immagini riproducono in dettaglio le volte nervate. Le immagini, spesso riprodotte in foto schede e diapositive, venivano utilizzate sia per le lezioni che per le conferenze. In altre cartelline sono schedate ad esempio «Edilizia in generale» e «Ponti». Cfr. anche R. Einaudi, *Pier Luigi Nervi: lezioni romane*, cit., pp. 63-159.

10 Di notevole interesse il volume *The Students Publication of the School of Design*, North Carolina State College, vol. 11, n. 2, 1963, per l'accostamento tra la varietà di forme delle volte nelle cattedrali gotiche con le principali sperimentazioni di Nervi sulle coperture voltate a nervature sottili, all'interno del saggio *Static intuition and formal imagination in the space lattices of Ribbed Gothic Vaults*, a cura di Augusto Cavallari-Murat. A completare la pubblicazione un saggio di Pier Luigi Nervi *Some considerations about structural architecture*.

11 C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit., p. 64.

Gli elementi più caratteristici ed espressivi della grande volta che copre la navata centrale sono i costoloni che chiaramente mostrano l'intersezione delle volte che formano la crociera. Questi costoloni non sono staticamente essenziali, ma seguono le linee di massima concentrazione degli sforzi interni. Essi proseguono nei grandi pilastri portanti. In questo caso, si è passati dallo strutturalismo alla pura decorazione, benché essa sia ispirata da una raffinata intuizione statica.⁸

Le foto pubblicate nel volume sono solo alcune delle consistenti immagini raccolte e scrupolosamente ordinate da Nervi secondo una rigida classificazione tipologica. La questione della correttezza statica delle cattedrali gotiche e la ricchezza e varietà delle nervature è un passaggio cruciale nelle diverse lezioni fornite agli studenti.⁹

Comprova inoltre l'interesse di Nervi verso l'architettura strutturale e la capacità di elaborare soluzioni staticamente corrette e al contempo esteticamente articolate. Nervature che ritrovano un'assoluta assonanza con le superfici nervate dei solai di copertura delle principali opere di Nervi.¹⁰

45

La nuda struttura

La nuda struttura rappresenta per Nervi l'occasione di connotare le sue costruzioni attraverso il ritmo dell'impianto strutturale, definendo così geometricamente ed armonicamente lo spazio. Pier Luigi Nervi inizia a cogliere le potenzialità espressive delle nuove strutture in cemento armato, già dalle prime esperienze legate alla costruzione del teatro Banchini a Prato.

In questa prima fabbrica importante Nervi comincia ad affinare non solo la sensibilità strutturale ma anche altre consapevolezza.

Il momento della costruzione e del cantiere è il momento della struttura nuda ed essenziale: Nervi può vedere, a ogni disarmo di getto, l'effetto formale delle sue invenzioni; comincia a cogliere le qualità dei reticoli di travi e pilastri che strutturano lo spazio, che offrono prospettive e immagini suggestive e convincenti, ne può calibrare le dimensioni non solo per la sicurezza statica ma anche per il risultato estetico che si bilancia tra leggerezza e solidità.

La preziosa documentazione fotografica dell'epoca fissa il momento fuggente che intercorre tra la liberazione del cemento dall'incastellatura lignea delle carpenterie e la sua scomparsa sotto la sovrastruttura muraria e decorativa.¹¹

A questo punto per l'ingegnere è indispensabile liberare le strutture portanti di un edificio dalle decorazioni e dagli ornamenti. In Pier Luigi Nervi va prendendo forza la convinzione di elaborare un "organismo" architettonico dove la struttura

*Chiesa di Santa Croce
Schwäbisch Gmünd Germania
XIV secolo*



¹² P.L. Nervi, *Costruire correttamente*, cit., p. 42.

¹³ Un più ampio inquadramento sul lavoro di Maillart e Freyssinet è consultabile nel capitolo 2.1 *Ambiti culturali: un confronto* nel presente volume.

¹⁴ W.J.R. Curtis, *Modern architecture since 1900*, cit., p. 81.

coincide con l'involucro. Curvature e corrugamenti delle superfici, nonostante il loro esiguo spessore, grazie all'intrinseca qualità di resistenza per forma, gli offrono l'occasione di sperimentare la realizzazione di grandi strutture.¹²

Non a caso Robert Maillart (1872-1940) e Eugène Freyssinet (1879-1962),¹³ ricorrono all'arco e alla volta senza alcuna pretesa di richiami stilistici, ma solo quale migliore strumento per il conseguimento di opere strettamente funzionali: ponti, viadotti, aviorimesse.

Le forme ortogonali non sono le uniche a trovare applicazione nel campo del cemento armato. Così gli hangar per dirigibili di Freyssinet a Orly (1916) avevano sezione parabolica formata da elementi compressi e i ponti di Maillart, che si sorreggevano su esili sezioni curve, divengono espressione della nuda struttura capace di generare un organismo compiuto ed esteticamente espressivo. Gli sforzi strutturali sono concentrati direttamente sul materiale utilizzato elevando in tale maniera la coerenza formale con l'architettura strutturale.¹⁴ In analogia Nervi, fin dai primi lavori, sembra affascinato dalle forme curve e dalle geometrie elicoidali. Così la pensilina dello stadio Berta di Firenze (1930-32), si configura come organismo armonico dove predomina la chiarezza strutturale. La pensilina con uno sbalzo di circa 22 m è sostenuta da un sistema di travi a mensola ricurva.

La sezione assume una variazione in stretta correlazione con la variazione dei momenti; ne deriva un'immagine



P.L. Nervi
Aviorimesse I serie
Orvieto 1935-38
foto Vasari Roma

15 La perfetta comprensione delle leggi della natura rivela come in Nervi «il progetto accoglie l'intelligenza e la dispiega nell'organizzazione del proprio oggetto: è dimostrazione, in verità, di quell'unico ordine che governa il mondo. Allora costruire è veramente "edificante", in quanto indica che l'opera ha raggiunto e colto le leggi eterne e necessarie della natura dispiegandosi ad esse. [...] Nervi vede in profondità il dualismo tra sapere artistico e sapere scientifico. Intuisce che l'atto creativo puro contiene una sua autentica razionalità quando mostra di essere in accordo con le leggi che reggono il regno fisico». L. Ramazzotti, *Costruire, disegnare, pensare*, in L. Ramazzotti (a c. di), *Nervi oggi*, cit., pp. 96-97.

fortemente plastica ed architettonicamente espressiva. Anche per l'elaborazione della serie di aviorimesse, dove l'elemento di "copertura" assume il ruolo fondante dell'intero processo costruttivo, la struttura non è ancora messa "a nudo", ma una serie di scatti fotografici a cura dello studio Vasari, fissano il valore formale e strutturale della nuova costruzione.

La nuda struttura, tamponata al completamento dei lavori, non rivelerà appieno le sue peculiarità, se non attraverso le sue viste interne.

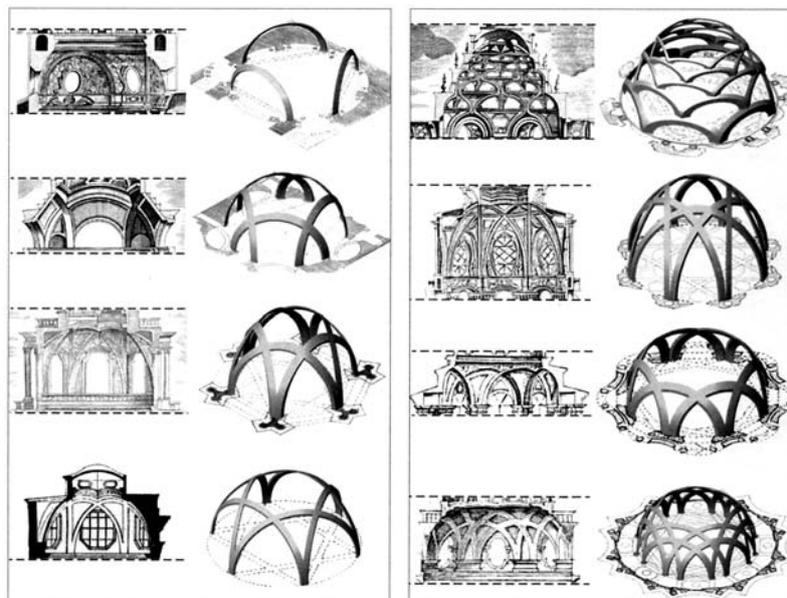
E in una "forzata" analogia il sistema resistente delle coperture voltate delle aviorimesse si approssima a quello delle nervature delle cattedrali gotiche.

La sperimentazione delle nervature

La sincerità costruttiva e il ricorrere alla nuda struttura, connotano gran parte dell'opera matura di Nervi il quale, grazie alla spiccata sensibilità estetica, conduce le innovative soluzioni strutturali a valore di forma architettonica.

I suoi edifici rendono indivisibile il valore della forma dalla struttura, ma i capisaldi veri e propri delle ricerche di Nervi vanno ricondotti alla sensibilità statica legata ad una corretta interpretazione delle leggi naturali.¹⁵ L'architettura strutturale, la nuda struttura, l'andamento delle forze sono le chiavi di lettura per avvicinarsi alle opere di Nervi.

G. Guarini
Schemi delle strutture
voltate delle principali chiese



16 G.C. Argan, *Pier Luigi Nervi*, cit., p. 21.
17 Il progetto è ampiamente descritto nel capitolo 3.1 *La composizione per parti* nel presente volume.

L'ideazione delle coperture a cupola, così come della maggior parte degli altri sistemi di coperture voltate, ha nelle nervature un sottile filo rosso che si dipana dalle prime operazioni di prefabbricazione sulle aviorimesse fino alle estreme sperimentazioni legate ai brevetti del ferrocemento.

Il principio della nervatura [...] e delle sue possibilità dinamiche di tensione e articolazione, [...] evoca la regolarità dei cristalli di neve o la condizione di equilibrio statico per tensioni contrapposte dei favi delle api, cioè di quelle forme naturali che meglio sembrano indicare la presenza di profonde leggi matematiche nelle cose della natura. E volendo poi assolutamente ricorrere ad esempi storici, l'architettura di Nervi può in un qualche modo ricollegarsi da un lato, per il problema della «copertura» come forma spaziale autonoma o determinazione del limite, alle ricerche brunelleschiane per l'autosostegno costruttivo della cupola di S. Maria del Fiore, e dall'altro, per la determinazione di liberi sistemi strutturali, a talune tarde ed elaboratissime soluzioni barocche, segnatamente del Borromini e del Guarini.¹⁶

L'elaborazione di un sistema di copertura voltata a nervature incrociate, attuato con il progetto per la rimessa di macchine agricole della tenuta di Torre in Pietra (1945), rappresenta un primo significativo passaggio verso questa direzione.¹⁷ Sarà soprattutto grazie a questa esperienza professionale, per quanto concerne la progettazione di impianti circolari e basilicali, che Nervi ricorrerà alla predilezione di soluzione architettonica di matrice tradizionale con particolare riferimento alle configurazioni simmetriche. Le cupole e le volte che contraddistinguono le coperture assumono nella configurazione delle superfici nervate un'articolata

18 P.L. Nervi, *Struttura e forma in architettura*, cit., p. 4.

19 Nervi affronta la questione della corretta impostazione statica di una struttura, della funzionalità che deve necessariamente derivare da una corretta forma, forma che tra l'altro deriva dalla determinante delle forze in campo e soprattutto dall'economia. Il materiale impiegato deve essere lo stretto necessario al massimo rendimento. Per un approfondimento vedi P.L. Nervi, *Scienza o arte del costruire?*, cit., pp. 9-20.

20 Sulla questione della prefabbricazione si rimanda al capitolo 3.1 *La composizione per parti* mentre per un approfondimento sul funzionamento delle superfici di rivoluzione e traslazione si rinvia al capitolo 3.2 *Volte sottili: gusci e membrane* nel presente volume.

21 Sono in particolare gli anni della forzata inattività legata alla II guerra mondiale che spingono Nervi a sperimentare l'utilizzo del ferrocemento e alla conseguente possibilità di scomporre il manufatto architettonico in parti definite. Su questo periodo cfr. S. Poretti, *Nervi che visse tre volte*, in T. Iori, S. Poretti (a c. di), *L'ambasciata d'Italia a Brasilia*, Electa, Milano 2008, pp. 9-51.

22 «Si deve dare atto a Nervi di non aver mai guardato alla sfera tecnologica con l'occhio di Wachsmann o Fuller. Le cupole geodetiche, punto di arrivo della ricerca di Fuller, ambiscono a diventare la rappresentazione di come una corretta interpretazione delle leggi naturali coincida col massimo di economia e quindi con la battaglia contro lo spreco energetico e delle risorse. Il tentativo di rendere ottimale l'impiego delle risorse da parte del settore produttivo è identificato direttamente con l'idea di progresso. Le cupole geodetiche sono così indifferentemente disponibili a risolvere i problemi dell'habitat, come a soddisfare i programmi militari o a coprire un'intera città. New York sotto una teca di vetro è l'immagine forse più nota di questo improbabile potere di estensione della tecnologia che diventa essa stessa, direttamente, rappresentazione positiva dello sviluppo». L. Ramazzotti, *Costruire, disegnare, pensare*, in L. Ramazzotti (a c. di), *Nervi oggi*, cit., pp. 93-94.

complessità; inoltre lo spessore minimo ne esalta l'espressionismo strutturale. Il ricorso da parte di Pier Luigi Nervi a impianti planimetrici a pianta circolare e rettangolare va ricondotto a esclusive esigenze di tipo funzionale.

Dalla "storia" Nervi trae l'insegnamento

[...] che la più specifica caratteristica delle architetture del passato è data sia dal perfetto accordo tra problemi statico-costruttivi ed espressività estetica (cosicché ogni elemento di esse, e negli schemi generali e nei particolari esecutivi, trova una piena giustificazione tanto se esaminato come fatto tecnico, che se considerato come motivo di bellezza), sia dalla scrupolosa verità e sincerità dei impiego di materiali. [...] E d'altra parte, i nuovi materiali e i nuovi temi possono offrire quella base di ispirazione formale che, nella relatività dei materiali, temi e tecniche esecutive del tempo, si ritrova alla base di tutte le grandi opere del passato.¹⁸

Nelle scelte iniziali gli impianti circolari e simmetrici ritornano costantemente come prima ipotesi poiché garantiscono una corretta gestione del processo progettuale e realizzativo, ma soprattutto gli consentono di rispettare i requisiti ordinatori di ogni suo intervento: statica, funzionalità, economia.¹⁹ In particolare sono proprio le superfici di rivoluzione e traslazione a garantire la massima efficienza del cantiere grazie alla ripetibilità del minor numero di "elementi" prefabbricati.²⁰ Il carattere artigiano del cantiere, del procedimento realizzativo, delle tecniche costruttive discostano l'opera di Nervi da un'applicazione seriale del cosiddetto progresso tecnologico. L'invenzione del procedimento costruttivo della prefabbricazione strutturale, nasce per sopperire ai limiti imposti dalla carenza di manodopera specializzata e dalle scarse risorse economiche.²¹ Così la prefabbricazione permette il conseguimento dei seguenti risultati: leggerezza degli elementi, impiego di minor materiale, rapidità di esecuzione. Il ferrocemento diviene il tramite per il conseguimento dell'atto realizzativo. Non esiste per Nervi una discontinuità tra concezione architettonica e realtà costruttiva: ad ogni invenzione strutturale è indissolubilmente legato il mezzo realizzativo. I fondamenti del buon costruire, secondo Nervi, possono essere riassunti nei tre concetti chiave di: struttura espressiva, struttura componibile, struttura economica. Le realizzazioni di Pier Luigi Nervi non rappresentano dunque il progresso dal punto vista tecnologico, ma svelano semmai un senso di razionalità.²² Razionalità in quanto espressione vera delle leggi della natura: la sincerità costruttiva.

23 F. Mariano, *Struttura, disegno, architettura*, in F. Mariano, G. Milelli (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Una scienza per l'architettura*, Istituto Mides, Roma 1982, pp. 12-19.

24 Gli esempi sono citati direttamente da P.L. Nervi, *Costruire correttamente*, cit., p. 42.

25 A. Trentin, T. Trombetti, *Pier Luigi Nervi, Aula delle Udienze Pontificie*, in "D'Architettura", n. 36, agosto 2008, p. 116.

26 *Ibid.*

Forma e natura

La spiccata conoscenza delle leggi costitutive dei materiali da costruzione ha permesso a Nervi una loro corretta applicazione in relazione alle caratteristiche intrinseche.

Ne deriva una morfologia della forma, dove la struttura consente sempre di rivelare l'andamento delle forze. Forze che sono convogliate a terra generalmente attraverso elementi compressi, sempre per la via più breve e con una predilezione per le linee semplici. Dove invece gli elementi erano soggetti a tensione, Nervi si limitava a porre in evidenza tale sollecitazione attraverso l'impiego di elementi in acciaio.

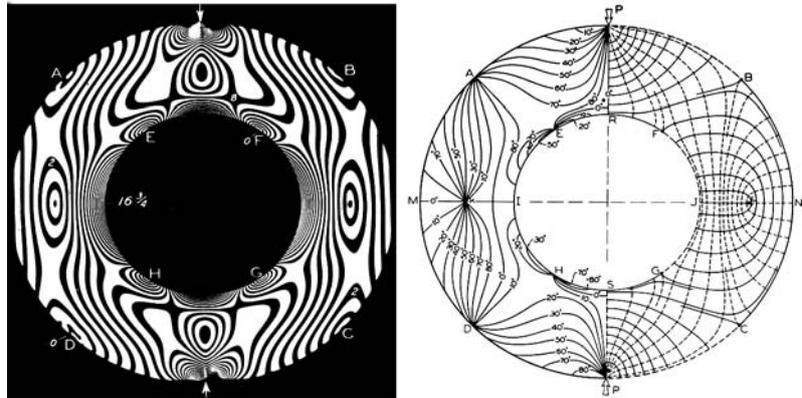
Facendo proprio *L'etre vrai en architecture* di Viollet-le-Duc, Nervi conquista la coscienza autonoma e la consapevolezza di come l'Armonia sia il prodotto dell'applicazione sapiente delle leggi della natura.²³ Pier Luigi Nervi fonda le sue strutture sull'osservazione del comportamento statico degli oggetti in natura. Partendo dall'analisi di calici di fiori, foglie lanceolate, gusci d'uova, canne, conchiglie, gusci d'insetto, Nervi trasla le leggi della natura nelle sue strutture.²⁴

Avvicinarsi alle misteriose leggi della natura con modestia, cercando di interpretarle obbedendo ad esse è l'unico modo per portare la loro maestosa eternità al servizio dei nostri limitati e contingentati obiettivi. [...] La ricerca di Nervi si spinge verso il raggiungimento della forma "naturale", dove specialmente nelle grandi costruzioni, la perfetta aderenza alle più naturali e spontanee leggi statiche diviene un elemento fondamentale nella definizione estetica dell'edificio.²⁵

Soprattutto se il riferimento è alle grandi costruzioni, la forma e la struttura devono rigorosamente ubbidire a quelle che sono le leggi della statica e ai limiti della tecnica costruttiva. Ne deriva che la forma si approssima a quella che, nella statica grafica, è la curva delle pressioni dei carichi permanenti. Nei progetti di Nervi, l'arco che sottende una cupola o una volta riassume, rovesciata, la funicolare dei pesi che si approssima ad una parabola.

I modelli delle opere di Nervi richiamano fortemente le immagini dei cavi appesi ad ideali supporti. I cavi non essendo dotati di forma propria assumono una forma che viene dettata proprio dal fluire delle forze al loro interno; ecco quindi come i modelli di Nervi, nel loro richiamare le immagini dei cavi appesi, ci facciano idealmente "vedere" le forze al loro interno.

Un fluire delle forze che nasce, ma al tempo stesso determina, una forma che sempre e comunque è determinata dai punti di sollecitazione, dall'idea di funzionamento statico in essa introdotto, dalla idea di "flusso" delle forze imposte dal progettista.²⁶



Esempi di indagine sulla fotoelasticità

27 P.L. Nervi, *Costruire correttamente*, cit., p. 38. Il metodo di indagine fa riferimento alle ricerche condotte da Max Mark Frocht sulla fotoelasticità. Nervi pubblica alcune di queste immagini tratte da *Photoelasticity*, John Wiley and Sons, Inc., New York 1941 con questo commento: «Notare l'armonia e la continuità del modo di diffondersi delle sollecitazioni esterne nell'interno dei solidi e il loro concentrazione nelle zone singolari». Vedi *Costruire correttamente*, cit., Tav. XXXVIII.

Le strutture di Nervi trovano sul piano della sezione una perfetta coerenza con la rappresentazione della statica grafica. È sicuramente con lo studio degli stati tensionali in fase di rottura, attraverso l'analisi della fotoelasticità, che Nervi esplora "in forma sperimentale" i limiti e le potenzialità delle proprie applicazioni costruttive.

Nel volume *Costruire Correttamente* relativamente al capitolo su *Le ricerche statiche sperimentali sui modelli* Nervi descrive l'analisi con il metodo della fotoelasticità:

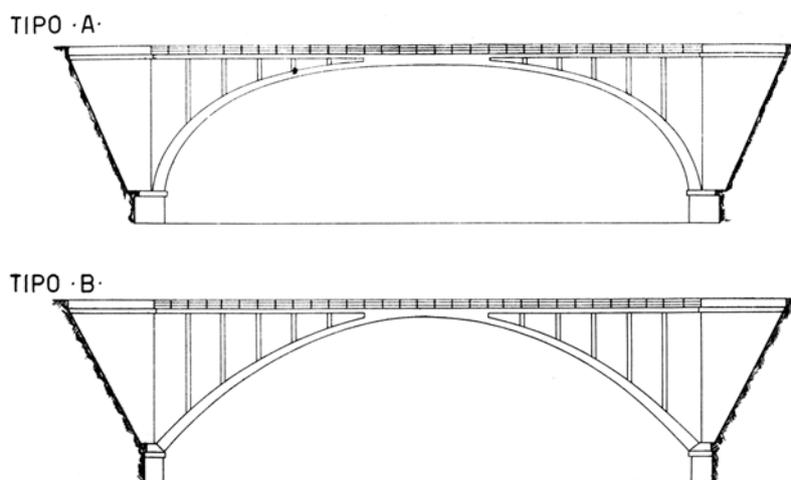
Provocando mediante forze esterne, uno stato di sollecitazione in un corpo trasparente sottoposto a ricerca fotoelastica, si raccolgono su uno schermo, e si possono fissare in fotografia, alternanze di linee luminose e oscure la cui maggiore o minore sottigliezza e vicinanza, è funzione della intensità e variazione locale delle sollecitazioni subite.

Non ritengo necessario (e sarebbe per me ben difficile) entrare nei dettagli del meraviglioso fenomeno; basti solo accennarlo in grandi linee e mettere in evidenza la bellezza e poesia di questo tramutarsi degli stati di sollecitazione in giochi luminosi attraverso i quali possiamo vedere il propagarsi delle azioni esterne nell'interno di un solido.

[...] Uno degli aspetti più utili della fotoelasticità è quello di farci valutare, con visione diretta, quanto mai espressiva, quali concentramenti locali di sollecitazioni si vengono a determinare nei bruschi cambiamenti di sezione, negli angoli e in genere in tutti i punti singolari di una struttura. Queste constatazioni hanno un grande valore da un punto di vista più generale e di comprensione del comportamento statico dei materiali e mettono in evidenza la non naturalezza di quelle singolarità di forme che quasi sempre sono, contemporaneamente, discordanze estetiche e architettoniche.

Ancora una volta forma e statica sono in perfetto accordo anche alla più profonda e meno appariscente radice dei fenomeni statici.²⁷

P.L. Nervi
Schema di ponte secondo due profili



La semplice osservazione di questi due schemi di ponti dimostra quanto la spontanea ubbidienza alle leggi statiche sia condizione di buona riuscita estetica. Il tipo A, staticamente infelice, lo è anche esteticamente.

(TAVOLA IV)

28 P.L. Nervi, *Scienza o arte del costruire?*, cit., p. 70.

29 *Ibid.*

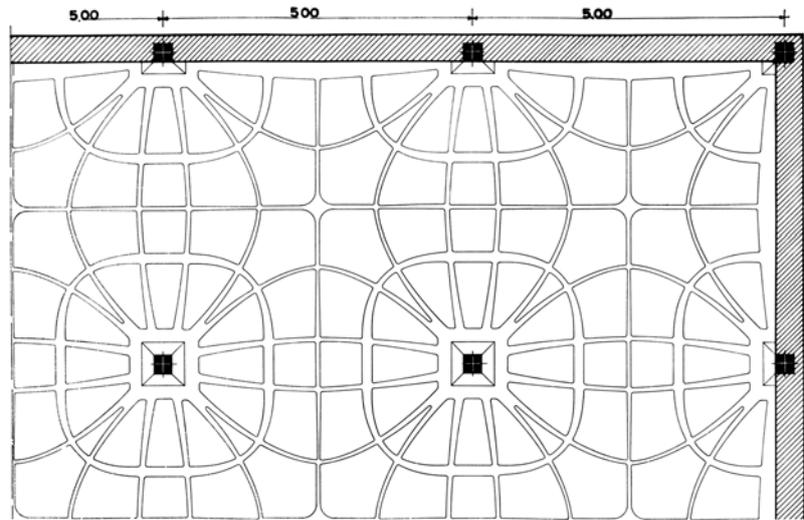
30 La descrizione e le immagini del doppio profilo del ponte fanno la loro comparsa a partire dalla pubblicazione di *Scienza o arte del costruire?* ma sono ulteriormente riprese nella successiva pubblicazione *El lenguaje Arquitectónico*, Ed. Ministero dell'Educazione-Università di Buenos Aires, Buenos Aires 1951. Il volume, che raccoglie il ciclo di lezioni tenute da Pier Luigi Nervi presso la facoltà di Architettura della capitale argentina nel 1950, contiene in larga parte la struttura di quello che sarà la successiva pubblicazione, *Costruire Correttamente*, edita nella prima edizione nel 1955. L'esempio del ponte trova ulteriore riscontro nel saggio P.L. Nervi, *Is architecture moving toward unchangeable forms?*, in G. Kepes (a c. di), *Structure in Art and in Science*, George Braziller, New York 1965, pp. 96-104. Il concetto che va ripetendo è sempre il medesimo: il non seguire la forma dettata dalle rigorose leggi della natura equivale ad un grave errore estetico e statico.

La libertà di forma, nella personale interpretazione di Nervi, è fortemente condizionata da quelle che sono le sollecitazioni dettate dal peso proprio.

Questa “immutabilità” della forma diviene esso stesso strumento del progetto. Intuito e sensibilità statica guidano la “mano” di Nervi nell’atto creativo di una sezione che aderisce a quelle che sono le più naturali e spontanee leggi statiche.²⁸ Quando Nervi affronta la questione della progettazione a grande scala

[...] per stazioni ferroviarie, aviorimesse, officine, ambienti per riunioni spettacolari e sportive, [...] tutti [...] sono decisamente ed ineluttabilmente dominati da fattori statici che ne determinano la soluzione in armonia a leggi altrettanto immutabili quanto le altre leggi fisiche. [...] l’arco di grande luce, la copertura di un vasto ambiente, la struttura sottoposta a grandi carichi, dovranno avere forme ben definite e prefissate dalla natura, qualunque sia la tendenza estetica del loro progettista.²⁹

Nel testo *Scienza o arte del costruire?* Nervi porta ad esempio l’immagine di un ponte schematizzato secondo due profili: il primo approssimato a un profilo ellittico, il secondo definito secondo la corrispondente curva della funicolare dei carichi. Secondo Nervi il ponte con profilo ellittico, se analizzato secondo una pura impostazione geometrica è valido sotto l’aspetto dell’armonia altrettanto quanto la sezione a profilo parabolico, ma appena è valutato dal punto di vista statico rivelerà in piena evidenza la sua “non naturalezza”.³⁰



C.C. Guidi e P.L. Nervi
Lanificio Gatti Roma 1951-53
solaio a nervature isostatiche

31 G. Kepes, *Introduction*, in G. Kepes (a c. di), *Structure in Art and in Science*, cit., pp. I-VII. Il volume analizza il rapporto tra struttura e natura e l'influenza di questa nel campo dell'arte e dell'architettura. Sono presenti tra gli altri, oltre al già citato saggio di Nervi, i contributi di Max Bill, Richard Buckminster Fuller, Fumihiko Maki, Alison and Peter Smithson.

32 P.L. Nervi, *Costruire correttamente*, cit., p. 43.

L'obiettivo della conoscenza della realtà umana, diviene elemento basilare per cogliere i nuovi aspetti della natura rivelati dalla scienza moderna.

Così la ricerca sulla fotoelasticità e la sperimentazione sui modelli, divengono strumento di indagine nella conformazione della struttura.

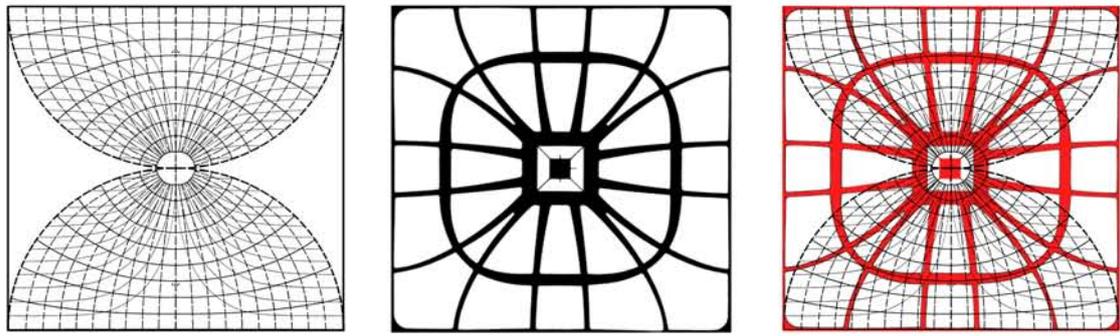
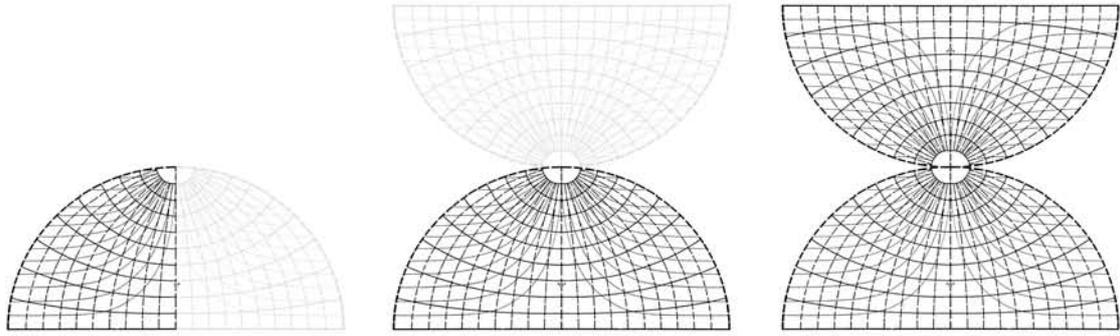
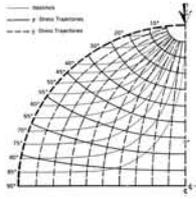
La struttura, nel suo significato di base, è l'unità creata dalle parti e racchiude in sé i concetti correlati di ordine, forma, complessità.³¹

L'interpretazione dei fenomeni naturali indagati anche attraverso l'ausilio della fotoelasticità, è conseguenza diretta di quelle che diverranno le celebri sperimentazioni dei solai nervati a linee isostatiche.

Il fine di questa sperimentazione è sempre la messa a punto di un sistema produttivo che coniughi regolarità e metodicità di esecuzione:

L'aver messo a punto tale procedimento costruttivo mi ha poi permesso di rendere realizzabile una proposta dell'Ing. Aldo Arcangeli [...], quella cioè di disporre le nervature di un solaio secondo le isostatiche dei momenti principali esistenti nell'interno di un sistema sollecitato da forze. Tali linee sono qualcosa di assoluto, dipendente esclusivamente dal giuoco di forze in atto.

Il meraviglioso è che così facendo, e limitando il nostro compito a quello di modesti interpreti di realtà fisiche, veniamo a scoprire armonie di forme, imprevedute e quanto mai espressive. Le nervature di un solaio lungo le isostatiche dei momenti acquistano un andamento curvilineo di grande efficacia; più espressive ancora sono quelle di un solaio di tipo a fungo, ossia portato da pilastri disposti ad interassi uguali [...].³²



Comparazione grafica tra il diagramma degli stati tensionali di un disco soggetto a compressione e il modulo di solaio del Lanificio Gatti



C. C. Guidi e P. L. Nervi
Lanificio Gatti Roma 1951-53
vista del magazzino seminterrato

55

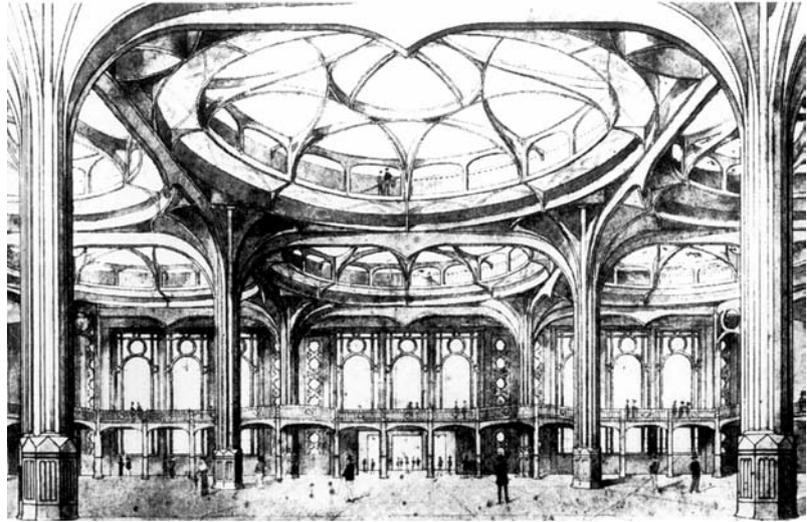
33 Il progetto, elaborato con la collaborazione di Carlo Cestelli Guidi, per lo stabilimento industriale vede l'applicazione di un sistema costruttivo, quello del solaio a nervature isostatiche, già in corso di sperimentazione negli stessi anni per la Manifattura Tabacchi di Bologna. Il sistema del solaio è brevettato il 23 luglio 1949 al n. 455678 «Perfezionamento nella costruzione di solai, volte, cupole, travi-parete e strutture portanti in genere a due e tre dimensioni, con disposizione delle nervature resistenti lungo le linee isostatiche dei momenti o degli sforzi normali». L'elenco dei brevetti di Nervi e la descrizione di alcuni dei principali brevetti sono raccolti in C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit., pp. 283-297. Il progetto e le varie fasi realizzative sono documentate, oltre che nel volume *Costruire Correttamente*, cit., Tav. XLIV-XLV, in dettaglio nella monografia J. Joedicke (a c. di), *Pier Luigi Nervi*, Edizioni di Comunità, Milano 1957, pp. 88-91.

L'imitazione della natura, o per meglio definirlo l'interpretazione della corretta disposizione delle forze naturali, si concretizza nel progetto per il Lanificio Gatti a Roma (1951-53).³³ La corretta interpretazione delle leggi fisiche genera nel solaio una percezione armonica della forma e una spiccata valenza espressiva.

Immediato si pone il confronto tra il risultato conseguito dal solaio a nervature isostatiche con il diagramma corrispondente al quadrante di un disco circolare soggetto a compressione diametrale: poiché le tensioni principali in ogni punto sono perpendicolari le une alle altre ne consegue che le traiettorie dello stress formano un sistema di curve ortogonali. Ipotizzando di ricomporre i quadranti del disco soggetto a compressione e sovrapponendoli al relativo modulo utilizzato per la definizione del solaio per il Lanificio Gatti, si noterà la corrispondenza tra quelli che sono appunto le traiettorie degli sforzi con le nervature in ferrocemento. L'ubbidienza alle leggi della natura non implica al contempo una rigidità nell'impostazione delle nervature così come si desume dalla sovrapposizione dei due disegni. All'interno di un sistema preordinato, Nervi si assicura la più ampia libertà formale nella definizione delle nervature. Libertà che si permetterà di approfondire nelle successive occasioni professionali secondo un collaudato principio di variazione sul tema.

Analogia struttura isostatica in cemento armato era già stata ipotizzata da Anatole de Baudot nel 1910 per la *Salle des*

A. de Baudot
Salle de fêtes 1910
prospettiva



³⁴ Cfr. K. Frampton, *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*, MIT Press, Cambridge 1995, trad. it. M. De Benedetti (a c. di), *Tettonica e architettura. Poetica della forma architettonica nel XIX e XX secolo*, Skira, Milano 2005, pp. 78-79.

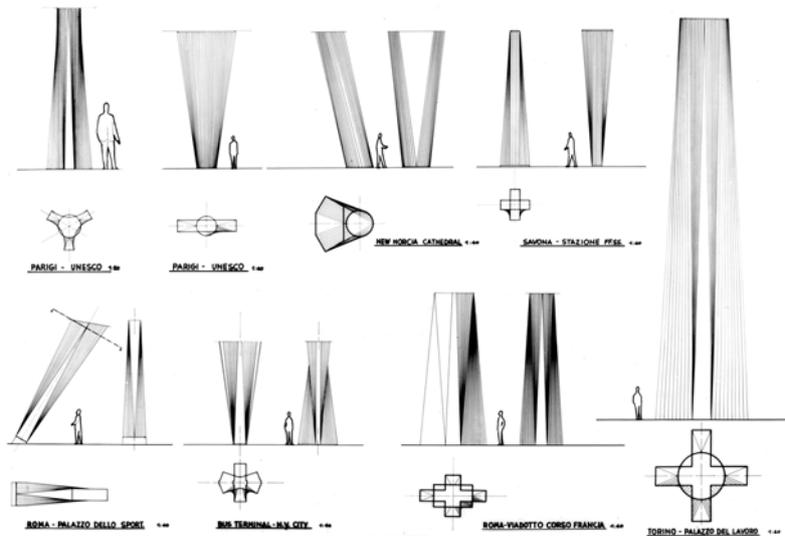
³⁵ La definizione si deve a Sergio Poretti: «[...] un modo del tutto inedito di concepire e costruire strutture in cemento armato. Un modo straordinariamente efficace, rapido ed economico che, al tempo stesso, resta impresso, in tutta la sua originalità, nella configurazione architettonica delle strutture stesse». Cfr. S. Poretti, *Nervi che visse tre volte*, in T. Iori, S. Poretti (a c. di), *L'ambasciata d'Italia a Brasilia*, cit., p. 18.

fêtes. La struttura quadrata doveva essere sostenuta da sedici pilastri a forma cilindrica che richiamavano le colonne polistile gotiche. Le colonne dovevano sorreggere un'intelaiatura reticolare orizzontale, articolata nello spazio, di eccezionale complessità. Obiettivo di Anatole de Baudot era dimostrare lo stretto legame tra rapporti strutturali e formali con l'impiego di un materiale assolutamente innovativo quale il cemento armato.³⁴

Un linguaggio

Lo “stile di verità” che contraddistingue questa ferrea applicazione delle leggi naturali assume in Pier Luigi Nervi il valore di linguaggio. Linguaggio che accomuna molte delle sue opere. Un linguaggio che deriva direttamente dall'espressionismo strutturale, che fonda la sua ragion d'essere nelle nervature, nelle superfici rigate, nell'articolazione morfologica dell'interno. È necessario parlare di un “sistema Nervi”, dove la prefabbricazione strutturale applicata al principio di resistenza per forma connota il suo linguaggio.³⁵

Se l'espressività formale delle nervature delle solette di copertura, nel loro concentrare gli sforzi secondo le relative linee di resistenza, rende comprensibile il comportamento statico della struttura è altrettanto vero che i pilastri inclinati e rastremati manifestano il fluire degli sforzi in una stretta



P.L. Nervi
Schema dei principali
pilastri a sezione variabile

36 Per un approfondimento sulle vicende che hanno interessato Pier Luigi Nervi nella realizzazione dell'Unesco vedi C. Pourtois, *Sede dell'Unesco*, in C. Chiorino, C. Olmo (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Architettura come sfida*, cit., pp. 158-161.

37 P.L. Nervi, *Struttura e forma in architettura*, cit., p. 3.

analogia con i grandi piloni polistili delle cattedrali medievali. Sarà proprio dal progetto per la nuova sede dell'Unesco a Parigi (1951-58), realizzato in collaborazione con Marcel Breuer e Bernard Henri Zehrfuss, che Nervi introdurrà il pilastro a sezione variabile.³⁶

Tale elemento assume, fin da questo progetto, un'efficace valenza plastica che connoterà gran parte dei progetti successivi. La variazione della sezione nasce da una precisa constatazione della perfetta aderenza della forma agli sforzi nel punto relativo.

Il riferimento, ancora una volta, è al lascito testimoniale del corretto costruire nelle architetture del passato:

E così i capitelli delle colonne delle prime soluzioni trilitiche fanno pensare, soprattutto nelle forme primitive delle più antiche costruzioni, alla esatta intuizione della necessità costruttiva di un allargamento della sommità della colonna per meglio ripartire su di essa il carico trasmesso dagli architravi. E che dire della perfetta intuizione dell'utilità statica dell'entasi delle colonne?³⁷

Ernesto Nathan Rogers nell'introduzione al volume di Jürgen Joedicke *Pier Luigi Nervi* (1957) rileva come la corretta espressività del linguaggio di Nervi assume la massima efficacia quando si attiene alla verità delle sue strutture:

Il segreto di Nervi è nella sua capacità di trarre la verità dall'essenza reale delle cose, poiché invece di sforzarsi di creare, inventando le sue strutture con l'ausilio di tutte le risorse della cultura, egli agisce quasi come un medium il quale evoca, materializzandoli, i fantasmi della statica che agli altri si presentano per lo più solo dentro al simbolo inafferrabile dei numeri.



38 E.N. Rogers, *Personalità di Pier Luigi Nervi*, in J. Joedicke (a. c. di), *Pier Luigi Nervi*, cit., pp. X-XI.

39 La citazione dell'intervista a "La Nazione" di Firenze del giugno 1965 è pubblicata nel saggio C. Greco, *Pier Luigi Nervi. Curve, eliche e movimento della ricerca architettonica degli anni '30*, in "Area", n. 57, luglio-agosto 2001, p. 14.

Eppure niente è più difficile che realizzare con semplicità cose complesse, ed egli stesso è inferiore a se stesso quando si lascia avvincere ed ammaliare dalle lusinghe della bellezza ambiziosa che tenta di sovrapporsi all'eloquente semplicità delle sue strutture, e non pago di essa si avventura nei campi per lui molto meno sicuri, delle pretese estetiche più gratuite. Nervi stesso ammette questo [...] la migliore esegesi che si può fare dell'opera sua [è] «la fiducia nella naturale espressività estetica di una buona soluzione costruttiva non mi ha mai tradito...». Ciò significa che egli riconosce implicitamente di essere stato sulla buona via finché si è attenuto a tale convinzione, mentre è riuscito con minore soddisfazione quando se ne è allontanato.³⁸

Il linguaggio di Nervi è necessariamente collocato fuori da quelli che sono i sistemi formali storicizzati.

I continui rimandi agli archetipi sono da ascrivere, come si è documentato, a un'esclusiva comprensione della correttezza tecnica e del procedimento costruttivo.

È nella ricerca della migliore espressione tecnica che Nervi conquista i suoi obiettivi estetici. In merito a questo in un'intervista ha dichiarato:

debbo dire che nella definizione delle proporzioni delle singole parti e dei tanti dettagli dai quali dipende e che definiscono l'espressività estetica di un'opera, non ho mai cercato altro che la tranquilla definizione di un sentimento mio, senza elucubrazioni o teorizzazioni estetiche od artistiche.

Debbo anzi dire che di fronte alla buona accoglienza fatta dalla critica architettonica dell'epoca alla mia prima importante opera, lo Stadio di Firenze, per qualche anno sono stato tentato di aggiungere a quella tranquilla, inconsapevole soddisfazione che ho detto, anche più astratti concetti estetici; mi sono presto accorto che, almeno per me, tale tentativo era del tutto controproducente e l'ho completamente abbandonato.³⁹

Le variazioni di sezioni delle nervature nelle volte, nelle cupole, nelle forme rastremate dei suoi pilastri, assumono il carattere di "vocabolario linguistico" con il quale connoterà le sue più riuscite realizzazioni. E l'uso del cemento armato, o per meglio dire *ferro cementato*, riunisce in un "unicum" forma e struttura, bellezza e verità.

Bibliografia

- Argan G.C., *Pier Luigi Nervi*, Il Balcone, Milano 1955.
- Chiorino C., Olmo C. (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Architettura come sfida*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo 2010.
- Curtis W.J.R., *Modern architecture since 1900*, Phaidon, New York 1982, trad. it. *L'architettura moderna dal 1900*, Phaidon, New York 2006.
- Frampton K., *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*, MIT Press, Cambridge 1995, trad. it. M. De Benedetti (a c. di), *Tettonica e architettura. Poetica della forma architettonica nel XIX e XX secolo*, Skira, Milano 2005.
- Greco C., *Pier Luigi Nervi. Dai primi brevetti al Palazzo delle Esposizioni di Torino 1917-1948*, Quart Verlag, Lucerna 2008.
- Guanci G., *Costruzioni e Sperimentazione. L'attività del giovane Pier Luigi Nervi a Prato*, Centro Grafico Editoriale, Firenze 2008.
- Huxtable A.L., *Pier Luigi Nervi*, George Braziller Inc., New York 1960, trad. it. *Pier Luigi Nervi*, Il Saggiatore, Milano 1960.
- Iori T., Poretti S. (a c. di), *L'ambasciata d'Italia a Brasilia*, Electa, Milano 2008.
- Joedicke J. (a c. di), *Pier Luigi Nervi*, Edizioni di Comunità, Milano 1957.
- Kahn L.I., *Ordine è*, in M. Bonaiti (a c. di), *Architettura è. Louis I. Kahn, gli scritti*, Electa, Milano 2002.
- Kepes G. (a c. di), *Structure in Art and in Science*, George Braziller, New York 1965.
- Mariano F., *Struttura, disegno, architettura*, in F. Mariano, G. Milelli (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Una scienza per l'architettura*, Istituto Mides, Roma 1982.
- Nervi P.L., *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Edizioni della Bussola, Roma 1945.
- Nervi P.L., *El lenguaje Arquitectónico*, Ed. Ministero dell'Educazione-Università di Buenos Aires, Buenos Aires 1951.
- Nervi P.L., *Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate*, Hoepli, Milano 1955 (II ed. rivista e ampliata, Milano 1965).
- Nervi P.L., *Aesthetics and Technology in Building: The Charles Eliot Norton Lectures (1961-1962)*, traduzione dall'italiano di R. Einaudi, Harvard University Press, Cambridge 1965.
- Pier Luigi Nervi e la sua opera*, incontro di studio organizzato dal Comitato del Premio Ingersoll Rand Italia, Boroni, Milano 1980.
- Ramazzotti L. (a c. di), *Nervi oggi: scritti dalle mostre e dai convegni*, Kappa, Roma 1983.

Schelling F.W., *Textes esthétiques*, 1805.

The Students Publication of the School of Design, North Carolina State College, vol. 11, n. 2, 1963.

Trentin A., Trombetti T. (a c. di), *La lezione di Pier Luigi Nervi*, Bruno Mondadori, Milano-Torino 2010.

Opera di Santa Maria del Fiore, *Rilievi e studi sulla cupola del Brunelleschi eseguiti dalla commissione nominata il 12 gennaio 1934 – XII*, Tipografia Ettore Rinaldi, Firenze 1939.

Un arco monumentale in conglomerato non armato, in “Casabella-Costruzioni”, n. 176, agosto 1942, pp. 23-25.

“Le conferenze dell’associazione culturale italiana”, fascicolo V, 1960-61, pp. 7-16.

E’ già iniziato l’immutabile stile del futuro? Numero monografico di “Atti della Accademia Nazionale di San Luca”, vol. VII, fasc. 1, 1963-64.

Forme estetiche e leggi fisiche, dibattito tra Gillo Dorfles, Bruno De Finetti e Pier Luigi Nervi, in “Civiltà delle macchine”, n. 3, 1966, pp. 16-30.

Considerazioni sull’estetica del costruire, in Accademia Nazionale dei Lincei – Fondo Antonio Feltrinelli, *Adunanze straordinarie per il conferimento dei Premi A. Feltrinelli*, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma 1969, vol. I, fasc. 6, pp. 115-119.

Greco C., *Pier Luigi Nervi. Curve, eliche e movimento della ricerca architettonica degli anni ‘30*, in “Area”, n. 57, luglio-agosto 2001, pp. 4-15.

Nervi P.L., *Le proporzioni della tecnica*, in “Domus”, nn. 264-265, dicembre 1951, pp. 45-47.

Nervi P.L., *Struttura e forma in architettura*, in “Domus”, n. 374, gennaio 1961, pp. 1-6.

Nervi P.L., *Tecnica costruttiva ed espressività architettonica*, in Quaderni di S. Giorgio “Arte e Cultura Contemporanea”, n. 23, 1964, pp. 593-604.

Trentin A., Trombetti T., *Pier Luigi Nervi, Aula delle Udienze Pontificie*, in “D’Architettura”, n. 36, agosto 2008, pp. 110-125.

Pier Luigi Nervi e l’architettura strutturale, dalla trasmissione televisiva *Arti e scienze - Cronache di attualità*, Archivio Teche Rai, data trasmissione 12.04.1961.

Pier Luigi Nervi: la poetica della struttura, dalla trasmissione televisiva *Incontri*, a cura di Gastone Favero, Archivio Teche Rai, data trasmissione 11.01.1969.

Ritratti contemporanei: Pier Luigi Nervi, dalla trasmissione televisiva *Ritratti contemporanei*, Archivio Teche Rai, data trasmissione 23.08.1960.

PARTE SECONDA
Spazio e superficie



2.1 Ambiti culturali: un confronto

Pioneri del cemento armato:

Robert Maillart ed Eugène Freyssinet

Per inquadrare le ricerche e le sperimentazioni condotte da Pier Luigi Nervi sull'impiego del cemento armato è necessario effettuare un confronto tra i principali protagonisti dell'ingegneria del novecento.

Tra le figure di rilievo che hanno visto esaltare le potenzialità offerte dall'uso innovativo del cemento armato vanno annoverati gli ingegneri Robert Maillart (1872-1940) ed Eugène Freyssinet (1879-1962).¹ L'origine del cemento armato è storia remota,² ma trova nelle applicazioni del brevetto *Hennebique*³ una rapida diffusione. In particolare Robert Maillart è stato allievo di François Hennebique, al punto da condividere alcuni significativi cantieri nelle vesti rispettivamente di direttore di cantiere e impresario.⁴

E lo stesso Nervi si avvicina al "mondo delle costruzioni" attraverso le esperienze condotte nell'impresa del suo professore Attilio Muggia, la Società Anonima per Costruzioni Cementizie, titolare per l'Italia del brevetto Hennebique.⁵

Robert Maillart, partendo dall'attenta lettura delle strutture in cemento armato di Hennebique, che in similitudine alle

Pagina precedente
P.L. Nervi con il Presidente
della Repubblica G. Gronchi
nel cantiere del Palazzo dello
Sport di Roma 1959

66

R. Maillart
ponte sul fiume Reno
Tavanasa Svizzera 1905



1 D.P. Billington, *The Tower and the Bridge. The New Art of Structural Engineering*, Princeton University Press, Princeton New Jersey 1983.

2 Tralasciando quelle che sono le costruzioni romane con l'impiego dell'opus caementicium, le prime applicazioni del calcestruzzo rinforzato con filo metallico fanno riferimento alle sperimentazioni di Joseph Monnier nel 1850. In piccoli stampi di legno vengono riprodotti vasi da fiore o manufatti per fogne secondo un sistema di prefabbricazione. Vedi a proposito K. Frampton, *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*, MIT Press, Cambridge 1995, trad. it. M. De Benedetti (a c. di), *Tettonica e architettura. Poetica della forma architettonica nel XIX e XX secolo*, Skira, Milano 2005, p. 145.

3 *Ibid.* François Hennebique (1842-1921), imprenditore francese, brevetta nel 1892 l'utilizzo di lastre in cemento armato.

4 Per approfondire i rapporti tra Maillart e Hennebique vedi S. Giedion, *Space, time and architecture*, Harvard University Press, Cambridge 1941, trad. it., E. Labò, M. Labò (a c. di), *Spazio, tempo ed architettura*, Hoepli, Milano 1984, pp. 313-315.

5 Le prime significative esperienze professionali sono accuratamente descritte in C. Greco, *Pier Luigi Nervi. Dai primi brevetti al Palazzo delle Esposizioni di Torino 1917-1948*, Quart Verlag, Lucerna 2008, pp. 21-39.

6 S. Giedion, *Space, time and architecture*, cit., pp. 441-467.

7 *Ibid.*

8 L'aggiudicazione dell'appalto concorso da parte della società Nervi & Nebbiosi per la realizzazione dello stadio comunale Berta pone Nervi all'attenzione della critica. Diversi sono gli articoli che illustrano lo slancio della pensilina di copertura della tribuna centrale, l'articolazione delle scale elicoidali e lo sviluppo della torre alta 55 m. Per un approfondimento vedi R. Martinis, *Stadio comunale Berta*, in C. Chiorino, C. Olmo (a c. di), *Pier Luigi Nervi*.

strutture lignee erano costituite da travi e pilastri, intraprende un percorso professionale connesso all'eliminazione di tutto quanto superfluo nella costruzione.⁶

Del tutto simile a quanto accaduto in seguito a Nervi, lo sviluppo dei singoli progetti vede una sostanziale ricerca di tipo funzionale, tesa alla definizione di un organismo strutturale ristretto agli elementi essenziali.

La realizzazione nel 1905 del ponte sul fiume Reno a Tavanasa (Grigioni, Svizzera) si configura come una delle prime opere dell'ingegnere svizzero, dove tutta la costruzione è spogliata di qualunque rivestimento o decoro: la nuda struttura in cemento armato esalta la conformazione dell'arco a tre cerniere che copre una luce di 51 m.⁷ Di lì a pochi anni la medesima sezione sarà impiegata da Pier Luigi Nervi, con notevole successo della critica, nella costruzione della tribuna dello Stadio Berta di Firenze (1930-32).⁸ Non si riscontrano negli archivi citazioni o rimandi del progettista italiano verso l'opera del collega svizzero. Rimane comunque la constatazione della continuità di forma tra le due realizzazioni. Indubbiamente lo stesso approccio, definito secondo una corretta impostazione statica, e l'eliminazione di tutto quanto superfluo, accomuna i due progettisti nella ricerca della migliore struttura organica.⁹

La ricerca dell'efficienza statica porta Maillart alla definizione del brevetto relativo ai "solai a fungo" applicati nella realizzazione di un magazzino a Zurigo nel 1910.



R. Maillart
magazzino a Zurigo
Svizzera 1910

Architettura come sfida, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo 2010, pp. 142-145.

9 Secondo A.L. Huxtable «Quantunque gli immensi hangar parabolici di Freyssinet ad Orly, instauratori di una tendenza, siano del 1916, seguiti dalle rimesse per locomotive di Bagneux del 1929, Nervi afferma di non aver conosciuto le opere di Perret, Maillart, Freyssinet se non dopo il 1930, sicché la sua personalità si formò in isolamento culturale che se poté avere aspetti negativi, gli permise di accostarsi ai nuovi problemi senza esempi o idee preconcrete». E all'autrice, nell'agosto del 1959, lo stesso Nervi dichiara: «Non mi è mai venuta in mente l'idea di chiedere in qual modo altri avevano o potevano aver risolto problemi analoghi». A.L. Huxtable, *Pier Luigi Nervi*, George Braziller Inc., New York 1960, trad. it. *Pier Luigi Nervi*, Il Saggiatore, Milano 1960, p. 21.

10 Cfr. il capitolo 1.2 *Armonia e natura: la sincerità costruttiva*.

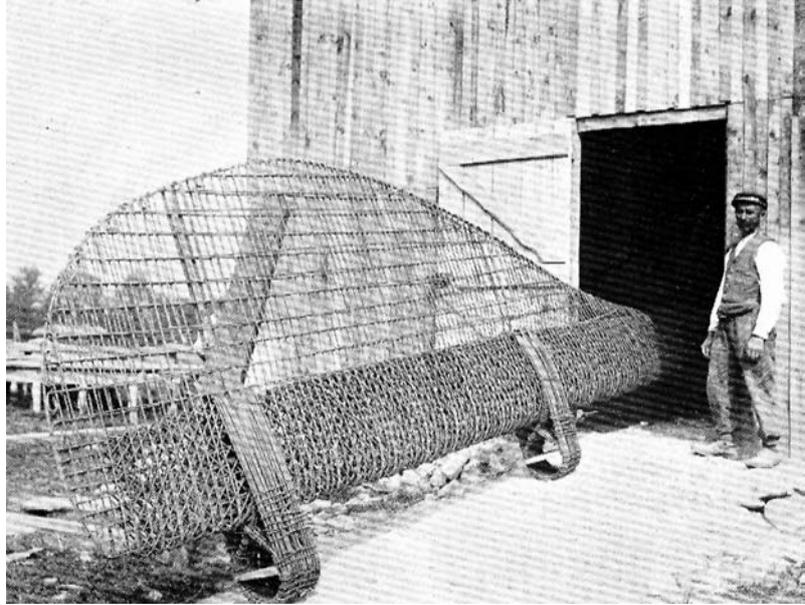
Con questo progetto egli svincola le strutture in cemento armato dalle travi principali e secondarie, secondo quanto riportato dal metodo *Hennebique*. In sostanza i pilastri opportunamente sagomati nell'imposta, attraverso un adeguato allargamento della sezione, supportano le solette in cemento armato che vedono una distribuzione equidiffusa delle armature metalliche in funzione degli sforzi tensionali. Immediato risulta il confronto e la continuità con quanto realizzato da Pier Luigi Nervi per il Lanificio Gatti.¹⁰

Il progetto di Nervi, che si concretizza circa quarant'anni dopo, riprende e affina ulteriormente quanto realizzato da Maillart. Il sistema del solaio che lavora come una lastra nervata secondo le isostatiche dei momenti principali e l'allargamento dei pilastri, declinati secondo una rivisitazione del concetto del capitello, qui inteso in senso strutturale, rendono i due progetti raffrontabili. Inoltre entrambi iniziano a sfruttare i vantaggi della prefabbricazione a piè d'opera. La notorietà di Robert Maillart è certamente connessa alla realizzazione dei diversi ponti ma registra un significativo contributo anche nella sperimentazione di gusci strutturali in cemento armato.

La realizzazione nel 1939 della Cement Hall per l'Esposizione Nazionale Svizzera a Zurigo rappresenta uno dei primi tentativi di realizzare strutture a sezione estremamente ridotta. La copertura a botte con profilo parabolico realizzata con una sezione media di soli 6 cm, rinforzata da due



R. Maillart
Cement Hall per l'Esposizione
Nazionale Svizzera
Zurigo 1939



E. Freyssinet
nave in cemento armato
armatura del timone 1958

69

11 S. Giedion, *Space, time and architecture*, cit., pp. 462-463.

12 Per ulteriori approfondimenti sulla figura di Eugène Freyssinet vedi J.A. Fernández Ordóñez, *Eugène Freyssinet*, 2c Ediciones, Barcelona 1978.

13 Per un approfondimento sulle imbarcazioni in ferro-cemento vedi P.L. Nervi, *Le costruzioni navali in ferro-cemento*, in "L'Industria italiana del cemento", luglio-agosto 1950, pp. 163-166.

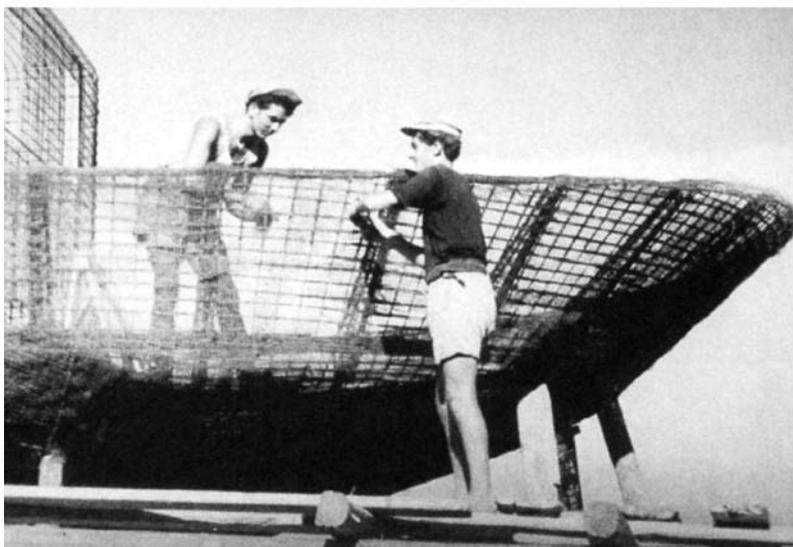
costole poste all'estradosso sempre in cemento armato, era appoggiata a quattro esili pilastri. Con una luce libera di 16 m e un'altezza di 12, rappresentava per l'epoca una grande affermazione delle potenzialità espressa da un materiale relativamente nuovo come il cemento armato.¹¹

Le ricerche condotte principalmente in Svizzera da parte di Maillart trovano analogo riscontro con quanto realizzato in Francia da Freyssinet.¹²

Il tema della prefabbricazione e l'applicazione dei principi della precompressione sono alla base delle sue principali sperimentazioni. La realizzazione di navi in cemento armato consente l'immediato accostamento del lavoro di Freyssinet a quello di Nervi. Nel 1918 l'esigenza di risparmiare acciaio su esplicita richiesta del governo francese, permette all'ingegner Freyssinet l'aggiudicazione della commessa relativa alla costruzione di navi in cemento.

Lo scafo delle navi è realizzato attraverso l'utilizzo di un calcestruzzo molto compatto che riveste un'armatura metallica composta da barre di piccolo diametro. Nel 1943, per questioni analoghe dettate da esigenze belliche, Nervi progetta e realizza la prima di una serie d'imbarcazioni prima in cemento armato prefabbricato e successivamente in ferro-cemento con solette di spessore da 1 a 6 cm. Risale al 1945 il varo del motoveliero Irene¹³ che con una stazza di 145 t rappresenta una significativa evoluzione di quanto realizzato precedentemente in Francia da Freyssinet:

P. L. Nervi
barca in ferro-cemento
posa delle armature 1945



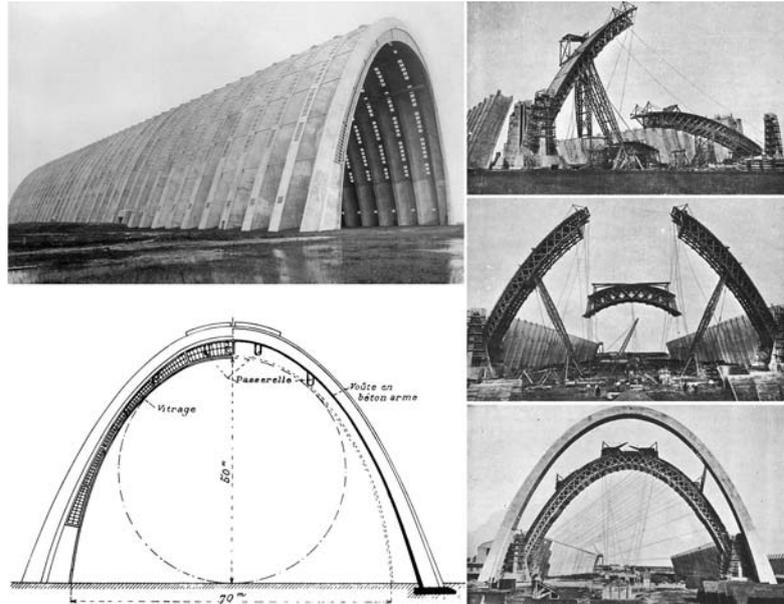
¹⁴ C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit., p. 200.
¹⁵ Cfr. al riguardo il capitolo 1.1 *Forme archetipe: impianto basilicale, impianto circolare* nel presente volume.

Semplici manuali e «ferraioli» con poverissimi mezzi danno forma al veliero: i tondini di ferro si piegano a dare le complesse curve direttrici delle superfici; i fogli di rete metallica vengono svolti su di essi ed infine mani esperte ricoprono il tutto di malta e rifiniscono le sottili pareti.¹⁴

Per entrambi i progettisti vale il principio dell'applicazione del cemento armato non solo verso settori convenzionali come le costruzioni civili, ma bensì anche nelle costruzioni navali e addirittura per Freyssinet nello studio di ali di aerei in cemento armato prefabbricato. Le corrispondenze tra i due ingegneri non si limitano solo alle imbarcazioni ma trovano nelle aviorimesse un'ulteriore conferma dell'unità d'intenti legata allo sviluppo del cemento armato.

Dalle prime opere relative alla costruzione di ponti la notorietà dell'ingegnere francese resta indubbiamente legata alla realizzazione dei due hangar gemelli per dirigibili presso l'aeroporto di Orly (1916-21).

Realizzati in seguito a una gara d'appalto, la cui aggiudicazione è derivata dall'economia del sistema costruttivo, in perfetta analogia con quanto accaduto alle aviorimesse di Nervi,¹⁵ deve il suo successo alla conformazione della serie di archi parabolici che opportunamente ondulati secondo una sezione grecata presentano uno spessore di soli 9 cm. Con uno sviluppo complessivo di 144 m, una luce libera di oltre 70 m e un'altezza in chiave di circa 50 m, il sistema costruttivo definito secondo un processo parziale dettato dalla prefabbricazione a piè d'opera e dal successivo montaggio



E. Freyssinet
hangar per dirigibili
Orly Francia 1916-21

16 Lo sviluppo progettuale e le relative fasi di cantiere sono debitamente descritte nel capitolo 3.1 *La composizione per parti*.

17 Il procedimento della prefabbricazione strutturale a piè d'opera è accuratamente trattato nel capitolo 3.1 *La composizione per parti*.

18 Nell'edificio «La difficoltà della concezione strutturale consisteva nell'equilibrare i carichi degli arconi portanti, del cilindro basamentale e delle grandi nicchie formate da un sistema di archi rampanti. Questi ultimi, così come nel gotico deviano la spinta della volta, qui sostengono i quattro arconi portanti della cupola, dando vita ad una concezione spaziale di vigorosa energia. Sugli anelli intermedi di rinforzo sono stati ricavati quattro ordini di finestre, che illuminano dall'alto lo spazio interno, mentre l'esterno assume la caratteristica forma a gradoni». L. Hilberseimer, *Hallenbauten*, Gebhardt's Verlag, Leipzig 1931, trad. it., L. Lannini, A. Maglio (a c. di), *Hallenbauten. Edifici ad Aula*, Clean, Napoli 1998, pp. 23-24.

tramite un sistema di ponteggi mobili, richiama l'analogo processo di assemblaggio che Nervi adoterà successivamente nei suoi cantieri, come ad esempio il Salone B di Torino Esposizione (1947-48).¹⁶

Le fasi di montaggio chiariscono come all'imposta della volta parabolica realizzata in opera in cemento armato, fa seguito l'assemblaggio dell'intera volta opportunamente suddivisa in tre parti.

Le principali volte e cupole di Nervi seguiranno di fatto lo stesso procedimento costruttivo: le fondazioni e i pilastri inclinati secondo la risultante delle forze sono realizzati in opera, mentre in parallelo più porzioni della copertura, opportunamente suddivisa in parti, sono prefabbricate e accatastate in loco, in attesa dell'assemblaggio finale.¹⁷

Franz Dischinger e la sperimentazione sui gusci sottili

Il primo periodo del novecento rileva un grande fermento intorno al tema dell'ingegneria e allo sviluppo del cemento armato per la realizzazione di grandi strutture.

La *Jahrhunderthalle* di Max Berg a Breslavia (1910-13),¹⁸ rappresenta la prima concreta realizzazione, in epoca moderna, di una cupola in cemento armato, con i suoi 65 m di diametro e i 32 costoloni radiali di sostegno, sorretti a loro volta da 4 archi incrociati.



*M. Berg
Jahrhunderthalle
Breslavia 1910-13*

72

19 T. Iori, *Gusci sottili di cemento armato*, in "Area", n. 57, luglio-agosto 2001, pp. 16-17.

Ma un contributo significativo allo sviluppo delle coperture voltate, si deve alle ricerche dell'ingegner Franz Dischinger (1887-1953), pioniere nella realizzazione di gusci sottili e nel perfezionamento della tecnica della precompressione. Nella realizzazione del planetario per la ditta di strumenti ottici Carl Zeiss a Jena (1923), Franz Dischinger che affianca l'ingegnere Walter Bauersfeld, incaricato dell'opera, coglie immediatamente l'enorme potenziale offerto dall'inedita soluzione costruttiva:

[...] Si tratta di un reticolo metallico autoportante, realizzato con barre di acciaio di circa 60 cm di lunghezza, unite ai nodi in modo da realizzare una configurazione a maglie triangolari.

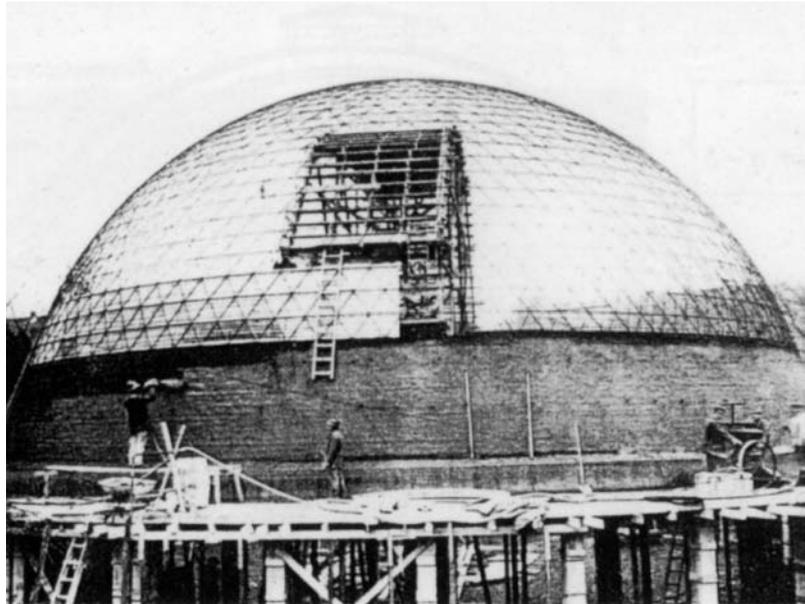
Alla struttura metallica viene legata una rete metallica a maglia fine e appesa una cassaforma di legno, modulare, smontabile e riutilizzabile fino a coprire l'intero giro della semisfera.

Una miscela di calcestruzzo, spruzzata contro la cassaforma, ingloba il reticolo e la rete di armatura. Lo spessore finale della calotta è di appena 3 centimetri ma la sua resistenza sorprende gli stessi realizzatori.

La cupoletta provvisoria, realizzata in tutta fretta e a costi irrisori, avvia una delle più avvincenti sperimentazioni costruttive del novecento: le strutture sottili in cemento armato, resistenti per forma [...].

Dopo aver brevettato sia i nodi per l'assemblaggio della struttura reticolare sia il sistema costruttivo nel suo complesso, Dischinger è chiamato a realizzare altri planetari per la Zeiss, ma rapidamente intuisce che l'applicazione del sistema alle sole cupole rischia di far perdere interesse alla tecnica.¹⁹

Le successive applicazioni vedono la definizione nel biennio 1928-29 del mercato di Lipsia, composta da una serie di



F. Dischinger
planetario Carl Zeiss
Jena Germania 1923

20 Billington fa riferimento a una vera e propria scuola tedesca al riguardo. Per ulteriori approfondimenti vedi *Dischinger, Finsterwalder, and the German School*, in D.P. Billington, *The Tower and the Bridge*, cit., pp. 173-175.

21 Per un approfondimento sul lavoro e sulle sperimentazioni di Felix Candela vedi M.E. Moreira Garlock, D.P. Billington (a c. di), *Felix Candela. Engineer, Builder, Structural Artist*, Yale University Press, New Haven and London 2008.

due cupole a pianta ottagonale generate dall'intersezione di quattro volte a botte. Il diametro della singola cupola è pari a 75 m con un'altezza in chiave di circa 30 m, ma la parte rilevante di questa struttura va riferita alla sezione della copertura corrispondente a solo 10 cm.

Evidentemente l'opportunità generata dalla sperimentazione di questi gusci sottili operata principalmente da Franz Dischinger, ha aperto la strada a successive sperimentazioni come quelle appunto di Pier Luigi Nervi.²⁰

I gusci sottili rappresenteranno per Nervi "lo strumento base" con il quale confrontarsi nella realizzazione di grandi superfici coperte.

Le strutture a membrana di Felix Candela e Heinz Isler

Le strutture sottili sono prese a pretesto per sperimentare superfici complesse in cemento armato anche da Felix Candela (1910-97) e Heinz Isler (1926-2000), rispettivamente in Messico e in Svizzera.

L'architetto iberico Felix Candela, emigrato in Messico in seguito alla guerra civile spagnola, è al pari di Nervi costruttore, progettista, teorico in un percorso professionale che sembra perseguire le medesime finalità.²¹

Entrambi sono definiti "creatori di forme" e devono la loro fortuna critica all'intuito e alla sensibilità statica che ha

F. Candela
Padiglione dei raggi cosmici
 Città del Messico 1951



22 T. Iori, *Gusci sottili di cemento armato*, cit., pp. 20-21.

consentito, a entrambi, di definire strutture articolate senza l'ausilio di complessi calcoli di verifica.

Il principio della resistenza per forma è alla base delle loro realizzazioni, secondo la ricerca della migliore forma strutturale che contempra economia di materiali e semplicità di esecuzione.

Le forme geometriche di Candela, a una prima lettura risultano molto più complesse di quelle di Nervi, ma in realtà si rifanno al principio generatore di forme base come l'arco parabolico declinato secondo lo sviluppo del paraboloido iperbolico. A partire dal padiglione dei raggi cosmici dell'Università del Messico, costruito nel 1951, Felix Candela realizza un paraboloido iperbolico sostenuto da una serie di archi parabolici. L'originalità della struttura consiste nella duplice curvatura della copertura, la quale agendo secondo una sezione resistente per forma, consente di ridurre al minimo lo spessore della copertura stessa.

Si configura secondo una membrana sottile con uno spessore del calcestruzzo di soli 1,5 cm, sviluppati per 12 m di lunghezza e 10,75 di larghezza.²²

La realizzazione qualche anno dopo, nel 1958, del ristorante Los Manantiales a Xochimilco, Città del Messico, frutto della combinazione di quattro paraboloidi iperbolici, genera come risultato formale una forma geometrica che richiama il fiore di loto. Impostato su una pianta quadrata di 30 m di lato e un'altezza massima di circa 10 m, l'andamento



H. Isler
sperimentazione sulle
membrane sospese

23 Per quanto riguarda il lavoro di Nervi la cattedrale di Saint Mary a San Francisco (1963-71), realizzata in collaborazione con l'architetto Pietro Belluschi, rappresenta una delle significative elaborazioni di paraboloidi iperbolici a sostegno della cupola. Per approfondimenti vedi S. Pace, *Cattedrale di Saint Mary*, in C. Chiorino, C. Olmo (a c. di), *Pier Luigi Nervi*, cit., pp. 186-191.

24 Per un approfondimento vedi J. Chilton, *Heinz Isler*, Thomas Telford Publishing, London 2000.

25 Fondata nel 1959 da E. Torroja a Madrid, la International Association for the Shell Structures annoverava tra i suoi membri onorari: Pier Luigi Nervi, Felix Candela e Heinz Isler.

26 T. Iori, *Gusci sottili di cemento armato*, cit., p. 23.

sinusoidale del suo profilo è sviluppato secondo una sezione minima che varia dai 4 ai 12 cm.

Va dato atto a Candela il significativo sviluppo delle superfici rigate a doppia curvatura, le quali sono ottenibili secondo una serie di fasce piane che vanno a ricomporre le cassetture per i getti di cemento armato.

Le superfici rigate a doppia curvatura come i conoidi, iperboloidi, paraboloidi iperbolici saranno ampiamente utilizzati dai principali protagonisti dell'architettura moderna come appunto Nervi, Candela e Torroja.²³

La ricerca sulla definizione di superfici sottili come le membrane, trova nella figura dell'ingegnere Heinz Isler un valido precursore.²⁴ Le volte sottili di Isler fanno diretto riferimento alle sperimentazioni di Antoni Gaudí, il quale per definire le sue strutture s'ispirava direttamente alla configurazione di un sistema di corde tese tramite pesi.

Il rovesciamento di questa geometria consentiva lo sviluppo di una struttura resistente esclusivamente a compressione.

In analogia, Isler sviluppa un procedimento simile che richiama temi assolutamente cari a Nervi quale l'impostazione delle coperture secondo la funicolare dei carichi e di conseguenza l'osservazione dei comportamenti sui fenomeni naturali. Nel 1959 Heinz Isler presenta al convegno dello IASS²⁵ la relazione *Nuove forme per volte sottili*, nella quale illustra la possibilità di generare delle forme attraverso l'impiego di membrane sospese e successivamente ribaltate.²⁶

H. Isler
 stazione di servizio BP
 Deitingen Svizzera 1968



27 T. Iori, *Gusci sottili di cemento armato*, in "Area", n. 57, luglio-agosto 2001, p. 23. Le limitazioni conseguenti l'impiego di casseforme in legno rappresentano uno dei principali argomenti trattati da Nervi nelle sue pubblicazioni. «Un elemento quanto mai determinativo delle strutture cementizie è dato dai modi con cui vengono risolte le difficoltà inerenti a problemi esecutivi quali la costruzione delle casseforme, la posa in opera delle armature metalliche e il getto dei conglomerati. [...] Più di una volta ho potuto, all'atto pratico, constatare quanto sia fondamentale, per la realizzazione di strutture architettonicamente interessanti la soluzione di problemi puramente costruttivi e quanto, in questo campo, sia indispensabile la padronanza del fatto esecutivo, anche in sede di progetto, onde non correre il rischio di definire sulla carta, strutture non traducibili nella realtà». Cfr. P.L. Nervi, *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Edizioni della Bussola, Roma 1945, pp. 116-117.

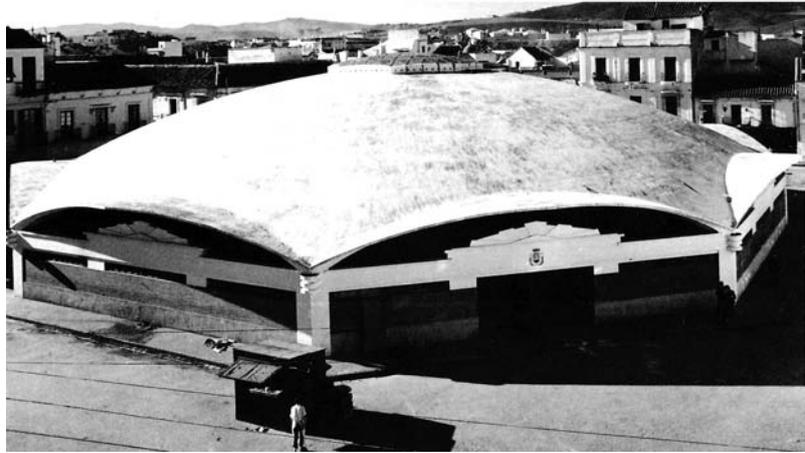
Le sperimentazioni di Isler spaziano dalla definizione di modelli di studio (alcune di queste membrane sono ottenute tramite l'impiego di strutture gonfiabili, vere e proprie casseforme pneumatiche), oppure attraverso la creazione di un cumulo di terra che funziona da controsagoma sulla quale realizzare direttamente la struttura membranale.

Lo studio di questi prototipi permetterà a Isler di realizzare una serie di fortunate strutture.

Mentre Nervi perseguirà un'attenta analisi nella progettazione e realizzazione di gusci sottili di grandi dimensioni, dove al comportamento statico ottenuto attraverso un esiguo spessore, va aggiunto il procedimento costruttivo assolutamente innovativo della composizione per parti attraverso la prefabbricazione a piè d'opera, il lavoro di Isler sarà inesorabilmente condizionato da una serie di vincoli.

La grande fortuna dei gusci sottili in cemento armato tramonta inesorabilmente alla fine degli anni sessanta. Tra le cause di questo declino, decisivi sono i limiti architettonici intrinseci in opere concepite come strutture pure: schemi statici perfetti ma poco adattabili ad organismi funzionali.

[...] La sottigliezza e la doppia curvatura, che rendono particolarmente efficienti questi tipi di strutture, sono, infatti, gravose da conseguire. Il principale problema è ovviamente quello delle casseforme, spesso più costose dell'opera finita.²⁷



E. Torroja
mercato coperto
Algeciras Spagna 1934

28 E. Benvenuto, *Un libro che fece epoca*, in F. Levi (a c. di), *La concezione strutturale. Logica ed intuito nella ideazione delle forme*, Città Studi Edizioni, Torino 1995, p. X.

La concezione strutturale in Eduardo Torroja

La concezione strutturale in Eduardo Torroja (1899-1961), ingegnere spagnolo, esprime la più veritiera assonanza di pensiero con Pier Luigi Nervi.

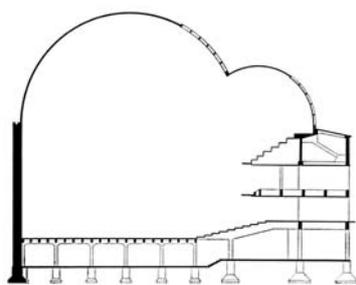
Convinti assertori dell'uso del cemento armato come nuovo materiale in grado di rinvigorire "l'arte del costruire", per entrambi si pone a fondamento la questione della verità in architettura:

[...] il comune zelo per la verità, ed anzitutto per la verità statico-strutturale, come disvelatrice di bellezza, nel segno liberatore della tecnica trionfante. L'argomento adottato da Nervi è netto e forte: "L'avvicinarsi con animo modesto alle misteriose leggi della natura, lo sforzo di interpretarle e quel comandarle ubbidendo che è l'unico modo per portare la loro maestosa eternità a servizio dei nostri militati e contingenti scopi, ha in sé una profonda poesia, che può tradursi in forme di una elevata espressività estetica artistica".

[...] Da parte sua, Torroja modella gran parte dei suoi precetti estetici nel medesimo spirito [...]: "Linee e superfici sono sempre legate a leggi matematiche e fisiche che ne fissano le proprietà. Solo conoscendo profondamente queste leggi, e riflettendo sulle loro conseguenze, si possono realizzare opere perfette...L'artista non deve mai dimenticare che l'estetica... è intimamente legata alle proprietà geometriche, analitiche, meccaniche e resistenti delle superfici e delle linee che delimitano la massa delle costruzioni. Ogni linea matematicamente definita possiede una sua verità intrinseca, esprime una legge, rappresenta un'idea, reca con sé il pregio di una virtù. Negare queste cose significa rinchiudersi nel cieco ed egoista rifugio della pigrizia e dell'ignoranza".²⁸

Il loro, è un percorso comune che si sviluppa in sostanziale contemporaneità. Alla pubblicazione nel 1955 da parte di Nervi della prima edizione di *Costruire Correttamente* fece

E. Torroja
Fronton Recoletes
 Madrid Spagna 1935
 sezione e vista dell'interno



29 E. Torroja, *Razón y ser de los tipos estructurales*, Instituto Técnico de la Construcción y el Cemento. sa., Madrid 1957. All'edizione spagnola fece seguito nel 1958 un'edizione inglese per gli Stati Uniti. In Italia fu pubblicato la prima volta nel 1966 con traduzione a cura di Nicole e Franco Levi.

30 «Questo libro [Costruire correttamente] ha lo scopo di mettere in luce alcuni fattori che, sia pure in forma indiretta, hanno una importanza determinante sugli sviluppi del costruire. [...] Desidero anche chiarire perché ho presentato solamente opere e progetti miei. Ciò dipende dal fatto che un'opera svela l'intima esistenza di se stessa e i più interessanti aspetti del suo comportarsi solamente a chi l'ha ideata, calcolata e costruita; dà ben scarse notizie di sé chi la guardi dall'esterno o ne esamini le fotografie. P.L. Nervi, *Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate*, Hoepli, Milano 1955 (II ed. rivista e ampliata, Milano 1965, p. V).

31 Nel volume *Scienza delle Costruzioni* vengono pubblicati tre saggi a cura di P.L. Nervi, E. Torroja e G. Oberti. Mentre il testo di Nervi affronta la questione su *L'evoluzione delle strutture in cemento armato*, il saggio di Torroja rimanda già dal titolo, *Le forme a guscio*, alla trattazione delle volte sottili. Per approfondimenti vedi G. Colonnetti (a c. di), *La tecnica delle costruzioni: le pareti sottili*, Editore Boringhieri, Torino 1957, vol. III.

immediatamente seguito, nel 1957, l'uscita del testo *Razón y ser de los tipos estructurales* dell'ingegnere spagnolo.²⁹

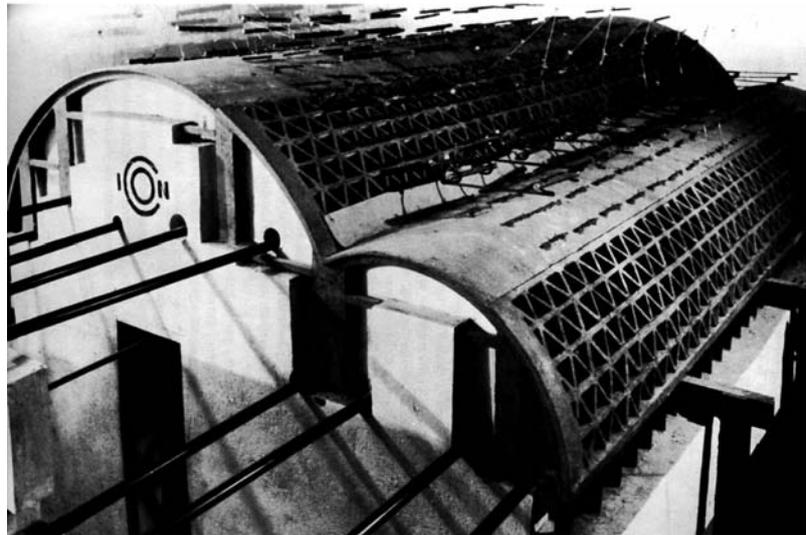
Entrambi i testi enunciano una comune visione del costruire, ma mentre Nervi fa esclusivamente affidamento a un processo autoreferenziale di analisi dei propri progetti,³⁰ Torroja nel presentare i propri progetti li raffronta con altri analoghi, come ad esempio avviene con le coperture a volta e cupola di Nervi. L'attenzione di Torroja verso il tema dei gusci sottili trova una prima trattazione all'interno della sua pubblicazione con un capitolo relativo al tema de *La volta e la cupola*, ma riscontra un'ulteriore specifica trattazione all'interno della pubblicazione di Gustavo Colonnetti *La tecnica delle costruzioni: le pareti sottili*.³¹

Le prime parole possono essere accostate a quanto da sempre Nervi riporta nei suoi scritti analoghi:

Delimitare e rivestire uno spazio, ecco l'eterno problema dell'architettura, ecco il problema che, dopo di avere occupato tanti artisti e tecnici geniali, continua a offrire insondabili orizzonti, carichi di suggestive attrazioni.

[...] Fra tutti i materiali di cui oggi disponiamo, soltanto il cemento armato è capace di assolvere, da sé in modo completo, tale ambiziosa missione. Solamente esso è capace di modellarsi e di resistere con piccoli spessori, formando la superficie avvolgente con inesauribili possibilità di forma.

[...] Per la prima volta nella storia dell'architettura, il materiale diventa nelle mani dell'architetto così malleabile e plastico, come la porcellana in quelle dell'artista ceramico. Il suo piccolo spessore garantisce la perfetta corrispondenza fra lo spazio interno e il volume visibile esternamente, per cui l'espressione funzionale si rivela da sé. [...] Ma quello che qui più mi preme di



*E. Torroja
Fronton Recoletes
verifica delle sollecitazioni sul modello*

³² Ivi, pp. 61-62.

³³ I progetti sono illustrati rispettivamente nel capitolo 3.1 *La composizione per parti* e 3.2 *Volte sottili: gusci e membrane* nel presente volume.

mettere in evidenza è il complesso delle possibilità di resistenza che si possono ottenere con quelle che converremo di chiamare le «forme a guscio».³²

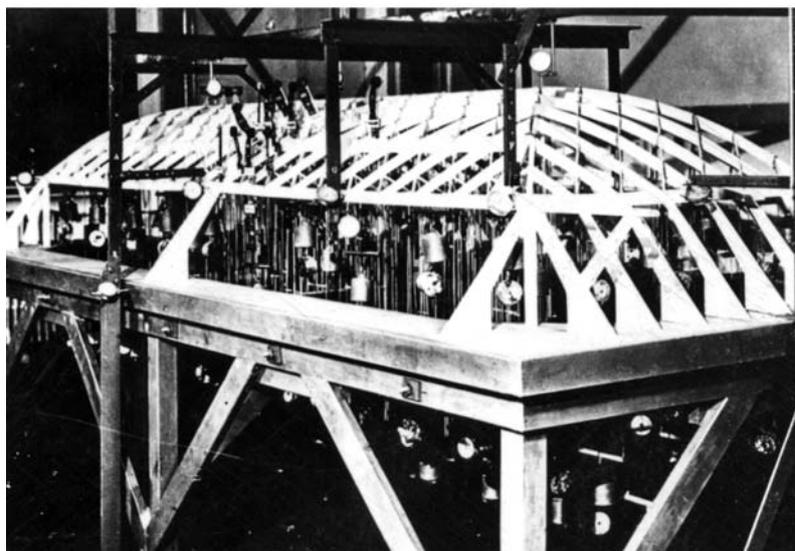
Mentre l'ingegnere italiano arriva a sviluppare le prime applicazioni di volte sottili con il progetto di Torre in Pietra (1945) e solo successivamente con lo sviluppo delle coperture a guscio per il Palazzetto dello Sport di Roma (1956-57),³³ già nel 1934 Torroja realizza il mercato coperto di Algeciras (Spagna), impostato su una pianta ottagonale con copertura a cupola. La calotta sferica ha un diametro di circa 48 m e risulta direttamente appoggiata a otto pilastri collegati fra loro tramite un anello perimetrale posto in tensione.

Un sistema di volte cilindriche taglia la calotta di copertura in corrispondenza di ogni lato della pianta ottagonale, favorendo un irrigidimento della struttura di copertura e il convogliamento delle forze, secondo uno sviluppo isostatico, verso i corrispettivi punti d'appoggio.

È sicuramente la costruzione del Fronton Recoletes di Madrid per il gioco della pelota, completato nel 1935 e successivamente distrutto dagli eventi della guerra civile spagnola, a evidenziare con chiarezza il valore formale e l'impostazione statica di una copertura con soli 8 cm di spessore.

Impostato su una luce libera di 32 m per una profondità di 55 m di lunghezza, la copertura era formata dall'intersezione di due volte a botte a sviluppo asimmetrico e raggio di curvatura differenziato. Diverse sono le analogie che

P.L. Nervi
Aviorimessa I serie
 ricerca sperimentale
 sul modello di cellulioide

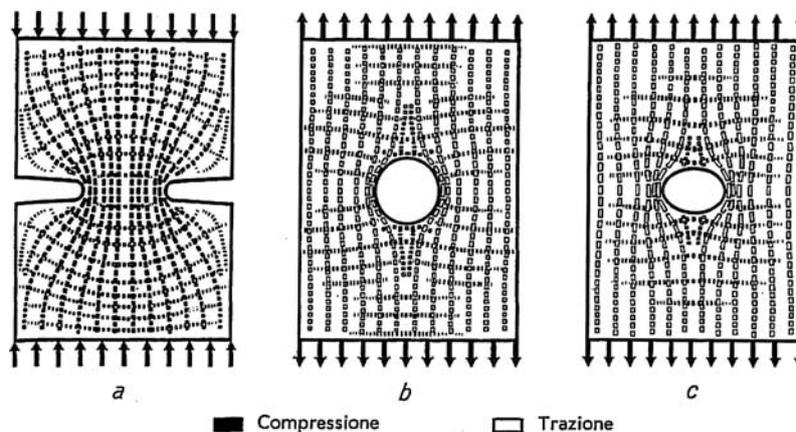


34 Si tratta della «[...] prima importante struttura che Nervi ha modo di seguire, nel novembre del 1919 [...]». L'edificio fa parte del grande complesso architettonico del teatro Alhambra progettato dall'architetto Adolfo Coppedè. La SACC deve realizzare le strutture in cemento armato dei diversi edifici, previsti in un ricchissimo stile moresco, tra i quali il più impegnativo dal punto di vista costruttivo è il grande salone per il Gioco della Pelota con una luce di oltre 16 m. [...] Non si conosce con certezza lo sviluppo progettuale di quest'opera e il reale contributo di Nervi ma è significativo che sia l'unica di questo periodo di impiego nella società di Muggia della quale in seguito farà qualche cenno. La citerà infatti in *Scienza o arte del costruire?*, ricordando con precisione gli imprevisti del cantiere [...]. È comunque certamente la prima esperienza diretta della costruzione di una copertura importante per il ventinovenne Nervi». C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit., pp. 41-43.

35 Un'ampia disamina sullo sviluppo e potenzialità offerte dalle ricerche sui modelli è stata curata da M.A. Chiorino, *La sperimentazione nell'opera di Pier Luigi Nervi*, in C. Chiorino, C. Olmo (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Architettura come sfida*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo 2010, pp. 61-83.

accomunano ancora una volta Nervi e Torroja in riferimento a questo progetto. Innanzitutto la concomitanza di aver lavorato a un tema simile, infatti nel biennio 1919-21 Nervi si occupa, per conto dell'impresa Società Anonima per Costruzioni Cementizie, della costruzione della copertura di un'area dedicata al gioco della pelota a Firenze.³⁴ La vera contiguità tra i due progettisti va comunque ricercata nella sperimentazione sui modelli, che diventano il vero strumento di verifica della corretta impostazione progettuale: da una parte dunque le prove sul modello del Fronton Recoletes e dall'altra le prove sul modello in cellulioide delle aviorimesse del 1935, realizzate presso il laboratorio del Politecnico di Milano sotto la guida dell'ingegner Guido Oberti.³⁵ La corrispondenza tra i due progettisti non si limita solo alla sperimentazione sui modelli ma ricerca nello studio degli effetti tensionali di un provino soggetto a rottura la corretta impostazione degli elementi resistenti, secondo l'andamento delle isostatiche. Nelle rispettive pubblicazioni di Nervi e Torroja la ricerca sulla fotoelasticità e sul comportamento a rottura dei provini è ampiamente documentata, a riprova di un'attenta valutazione e considerazione di questo strumento d'indagine nella ricerca degli stati limiti del comportamento di un materiale come il cemento armato. Seguendo strade e percorsi professionali su ambiti eterogenei, connessi sostanzialmente alle differenti occasioni professionali, i traguardi raggiunti dai due protagonisti sembrano delineare

E. Torroja
comportamenti tensionali
di una piastra sottoposta
a sollecitazioni di
trazione e compressione



81

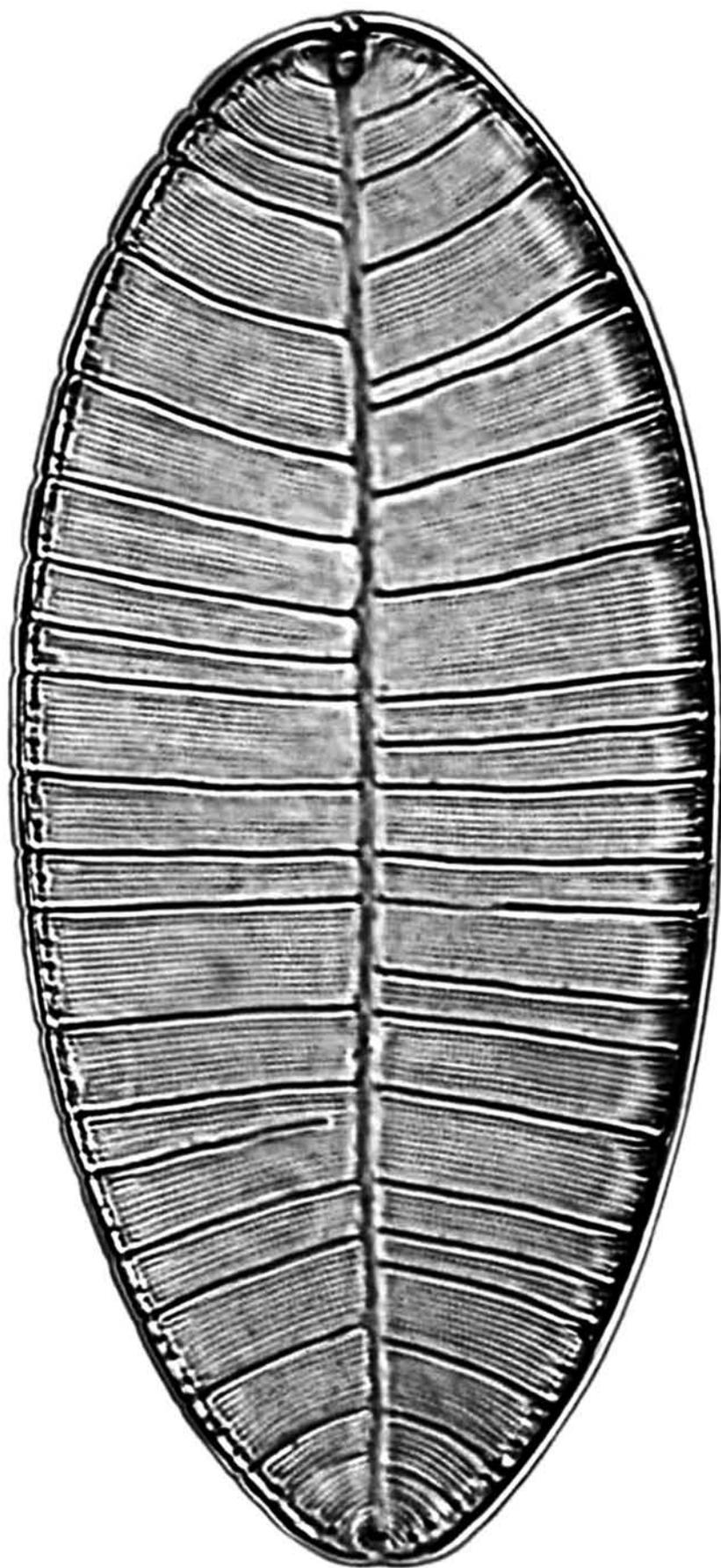
36 La cartellina dello Studio Nervi porta come intestazione *Frei Otto: Studi microstrutture dell'Isituto Planck*. Secondo la rigorosa attenzione con la quale tutto il materiale dello studio veniva catalogato e archiviato, la presente cartellina contiene tutte le lettere ricevute da Frei Otto comprese le relative traduzioni dal tedesco, le immagini relative alle diatomee e i copia lettera delle risposte inviate all'architetto tedesco. *MAXXI*, Roma, Archivio Pier Luigi Nervi.

un rapporto di sostanziale omogeneità, al punto da rilevare come presumibilmente omologo il loro lavoro, anche se in Nervi risultò prevalere, rispetto al collega spagnolo, l'approccio intuitivo e la verifica a posteriori.

Pier Luigi Nervi e Frei Otto: corrispondenze

Tra le diverse figure che hanno condotto ricerche in parallelo all'attività di Nervi va annoverata quella di Frei Otto (1925), architetto tedesco che a partire dalla seconda metà degli anni cinquanta del secolo scorso, ha contribuito significativamente allo studio delle strutture reticolari leggere attraverso l'impiego di membrane tese a spessore minimo.

Le realizzazioni di Otto si discostano da quelle dell'ingegnere italiano, soprattutto in riferimento al materiale impiegato, ma li accomuna un'attenta osservazione delle leggi e delle forme della natura. Mentre l'architetto tedesco ha sperimentato l'applicazione di forme biomorfe in architettura derivate dall'osservazione di organismi unicellulari come le diatomee, Nervi si è limitato alla corretta interpretazione delle leggi della natura. A partire dai primi anni sessanta si avvia un intenso scambio di corrispondenza tra Pier Luigi Nervi e Frei Otto.³⁶ L'avvio della corrispondenza si deve all'architetto tedesco che, con un messaggio datato ai primi di gennaio del 1962, si rivolge all'illustre ingegnere:



37 La lettera datata 13 gennaio 1962 è indirizzata a Pier Luigi Nervi e per conoscenza al prof. Helmcke del Max Planck Institut di Berlino. *MAXXI*.

38 La lettera datata 5 marzo 1962 fa seguito a una precedente lettera nella quale si segnalava il mancato arrivo delle foto. *MAXXI*.

39 L'armonia della struttura rimanda inequivocabilmente al suo assunto di "stile di verità": cfr. in merito 1.2 *Armonia e natura: la sincerità costruttiva*. Inoltre è singolare l'analogia tra la diatomea citata da Nervi e la pianta della basilica sotterranea di Lourdes: vedi 3.1 *La composizione per parti*.

40 La lettera che Frei Otto invia a Nervi è data 18 gennaio 1963. *MAXXI*.

Egregio Sig. Nervi, sto preparando un lungo articolo per la *Deutsche Bauzeitung* di Stoccarda, nel quale le strutture portanti sottili oppure le strutture incrociate piane (create dall'uomo), vengono paragonate con i gusci delle diatomee (Kieselalgen).

Il prof. Helmcke del Planck Institute sta da molti anni studiando queste creazioni straordinarie della natura col microscopio elettronico in stereoscopia. Nell'esaminare questo eccitante materiale mi è venuto da pensare spesso alle sue opere tanto perfette e simili alle creazioni della natura.

Ho scelto alcune di queste illustrazioni e sono felice, con l'approvazione del Prof. Helmcke, di inviargliele. La vorrei ora pregare di inviarmi foto delle sue costruzioni che, secondo la Sua opinione, possano servire al confronto.³⁷

Per Frei Otto dunque le realizzazioni di Nervi sono equiparabili a quelle della natura e del resto lo stesso non ha mai fatto mistero, come documentano i suoi numerosi scritti, di ispirarsi alle forme della natura e alle leggi che la sottendono. La lettera dell'architetto tedesco e la successiva consegna delle immagini sulle diatomee suscitano un favorevole riscontro, al punto che lo stesso Nervi risponde con entusiasmo:

Caro Architetto, ho ricevuto oggi stesso le microfotografie che Lei ha avuto la cortesia di mandarmi.

Sono straordinariamente interessanti e una specialmente la 99/a 2.3 *Sürirella Gemma* ha una espressività costruttiva che colpisce profondamente e fa riflettere sul totale valore di certe verità.

Se avrà ancora in futuro occasione di avere nuove microfotografie del genere Le sarò molto grato se si ricorderà di inviarmene copia.³⁸

Le diverse immagini sulle diatomee allegate alla missiva testimoniano la conformazione strutturale sottolineando quel principio di verità cui fa spesso riferimento Nervi: l'armonia della natura, dove la struttura essenziale assume il valore di assoluta espressività estetica.³⁹ Lo scambio di corrispondenza prosegue tra i due progettisti, in un reciproco confronto, e vede la pubblicazione di alcune immagini dei principali edifici di Nervi in un volume curato dall'architetto Otto. Lo studio delle membrane coinvolge dunque i due progettisti in un continuo confronto epistolare:

Egregio prof., a parte le invio per posta un estratto pubblicato relativo a "Le costruzioni viventi e tecniche" [Lebendige und technische Konstruktionen] nel quale sono incluse alcune riproduzioni di suoi edifici.

Lei avrà certamente il mio nuovo libro "Costruzioni in tensione" (?) [Zugbeanspruchte Konstruktionen] volume I, del quale vorrei avere un suo commento. Ora sto preparando il II volume che si rivolge in particolare a reti pretese e membrane. Benché non sia a conoscenza di alcun suo progetto riferendosi a quest'ultimo oggetto, ci potrebbe essere materiale dal lei studiato per me assai utile per il mio libro.⁴⁰

41 «Caro Architetto, solo in questi giorni ho potuto procurarmi il Suo libro "Zugbeanspruchte Konstruktionen" che mi sembra molto interessante e per il quale Le faccio i più vivi rallegramenti. Non mi risulta invece di aver ricevuto l'estratto relativo a "Lebendige und technische Konstruktionen" di cui mi parlava nella Sua del 18.1.1963». Lettera del 14 maggio 1963. *MAXXI*.

42 Le immagini a cui Frei Otto fa riferimento appartengono alla pubblicazione *Pier Luigi Nervi*, prefazione di Pier Luigi Nervi, introduzione di E.N. Rogers, testo di J. Joesdicke, Edizioni di Comunità, Milano 1957 nella versione della trad. ted. *Pier Luigi Nervi. Bauten und Projekte*, Verlag Gerd Hatje, Stuttgart 1957. Le immagini richieste sono: Aviorimessa II serie; Progetto tettoia stazione luce 200 metri; Salone B Torino; Aviorimessa Buenos Aires; Rotonda al Kursaal Lido di Ostia; Manifattura tabacchi Bologna; Lanificio Gatti Roma; Palazzo Sport Vienna. La lettera è data 3 maggio 1964. *MAXXI*.

43 La missiva di risposta che Nervi invia porta la data del 12 giugno 1964. *MAXXI*.

44 F. Otto, *Natürliche Konstruktionen. Formen und Konstruktionen in Natur und Technik und Prozesse Ihrer Entstehung*, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart 1982.

I documenti d'archivio non riportano alcun riferimento in merito al materiale eventualmente selezionato da Nervi, sulla correlazione tra membrane e sue realizzazioni. Inoltre i copia lettera documentano come in realtà l'ingegnere si limita a procurarsi copia della pubblicazione di Frei Otto.⁴¹

La corrispondenza, a quanto risulta dalla documentazione d'archivio, s'interrompe per circa un anno.

Sarà ancora una volta Frei Otto a mettersi in contatto con Pier Luigi Nervi. Le ricerche e le correlazioni tra forme naturali viventi e le architetture dell'ingegnere italiano proseguono al punto tale da trovare riscontro oggettivo all'interno di una trasmissione televisiva:

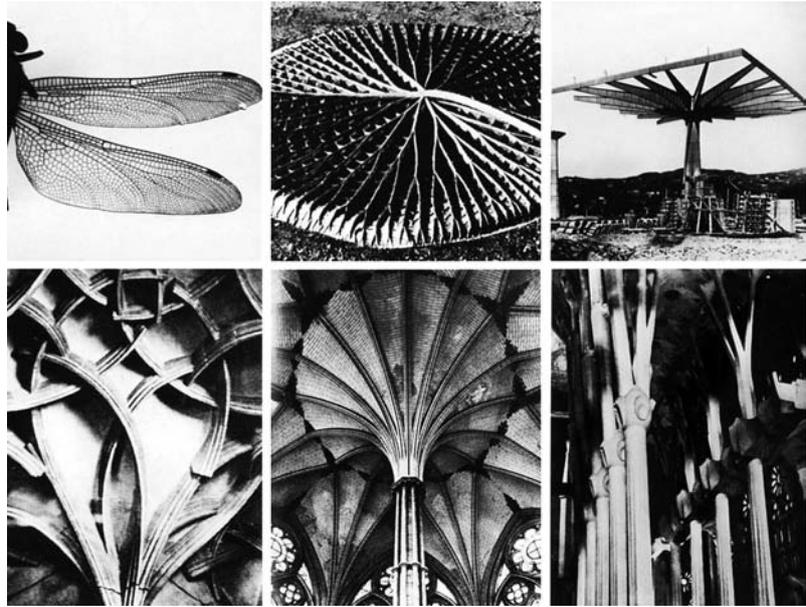
Chiar.mo Prof. Nervi, la direzione della televisione della Germania occidentale di Amburgo, mi ha affidato l'incarico di svolgere un documentario per la prossima estate. Il tema deve essere generalmente "Strutture viventi e tecniche" nella comune concezione, da svolgersi tra il mio collega Dr. Helmcke e me stesso, in cui egli illustra gli aspetti viventi, con fotografie di diatomee rilevate con microscopio elettronico.

Per questo documentario noi sentiamo un'urgente necessità di includere un certo numero di fotografie dei suoi lavori, per la quale ragione le chiedo un favore. Nel caso che le fotografie sottoelencate non fossero il migliore materiale disponibile per la nostra rassegna, io vorrei chiederle di gentilmente propormi altre foto, in luogo delle prime, a sua completa scelta.[...] Inoltre se lei disponesse di altro materiale, che lei ritiene utile, o qualche commento relativo a questa questione, io gradirei moltissimo riceverli entrambi.⁴²

Le immagini richieste fanno riferimento principalmente all'articolazione strutturale delle coperture degli edifici di Nervi: sezioni sottili nelle quali nervature, sezioni ondulate, corrugamenti rappresentano la connessione ideale con le strutture delle diatomee.

La lettera di accompagnamento alle immagini inviate da Nervi non specifica se effettivamente sono quelle richieste, tantomeno risulta esserci traccia di eventuali commenti o suggerimenti alle questioni poste dall'architetto tedesco.⁴³

La corrispondenza tra i due protagonisti sembra interrompersi qui, non essendo presenti in archivio atti che documentano ulteriori contatti. L'attenzione e lo studio che Frei Otto ha coltivato negli anni nei confronti delle strutture di Nervi, specialmente nelle correlazioni con le strutture della natura, è adeguatamente sintetizzata nella pubblicazione *Natürliche Konstruktionen*,⁴⁴ dove l'accostamento di differenti immagini sottolineano la assoluta interdipendenza tra forme della natura come le ali di un insetto o le diatomee



Analogia tra forme naturali e forme artificiali

con le forme artificiali costruite dall'uomo: dalle nervature delle cattedrali gotiche fino ad arrivare al ciclopico pilastro con mensole radiali del Palazzo del Lavoro di Torino.

La lezione di Pier Luigi Nervi sulla corretta impostazione statica che assume la connotazione di assoluta espressività estetica, esibita nella realizzazione dell'intradosso della cupola del Palazzetto dello Sport di Roma, troverà in successive applicazioni un'assoluta continuità, a partire proprio dalle sperimentazioni sulle strutture tese di Frei Otto.



2.2 Dialettica tra interno ed esterno

Interno *versus* esterno

Il rapporto dialettico tra l'interno e l'esterno delle principali opere di Pier Luigi Nervi rivela un sostanziale carattere d'irrisolutezza. La studiata qualità spaziale degli interni si contrappone all'artificiosa conformazione dei tamponamenti e paramenti murari, declinati a mera questione funzionale e incapaci perciò di connotare architettonicamente le facciate esterne.

A partire dalla realizzazione delle aviorimesse si evince la contrapposizione tra quello che è il valore formale raggiunto dall'articolazione strutturale, evidente in ogni sua parte rispetto a quello che è documentato, attraverso un'ampia campagna fotografica, al completamento del lavoro.

Le immagini delle aviorimesse nella loro nuda struttura rappresentano l'essenza della ricerca di Nervi, vincolata a un'eccessiva fiducia nella corretta impostazione statica, capace dunque di generare un corretto organismo architettonico. Egli stesso non fa mistero di mostrare il valore raggiunto dalle sue realizzazioni nell'attimo prima di essere definitivamente nascoste alla vista, alla percezione esteriore della loro intrinseca qualità formale e strutturale.

Pagina precedente
P.L. Nervi
Aviorimessa I serie 1935-38
particolare

88

P.L. Nervi
Aviorimessa II serie
Orvieto, Orbetello, Torre del Lago
1939-42



¹ V. Gregotti, *A proposito di Pier Luigi Nervi*, in L. Ramazzotti (a c. di), *Nervi oggi: scritti delle mostre e dei convegni*, Edizioni Kappa, Roma 1983, p. 53.

² Cfr. 3.1 *La composizione per parti* nel presente volume.

In riferimento al Salone B di Torino Esposizione, che rappresenta il primo significativo lavoro successivo alla seconda guerra mondiale, Vittorio Gregotti non esista a definirlo

[...] un pessimo impacchettamento architettonico [che] nulla rivela della straordinaria volta in elementi prefabbricati in ferro cementato e dei sensibilissimi raccordi a ventaglio tra questa ed i pilastri inclinati di sostegno.

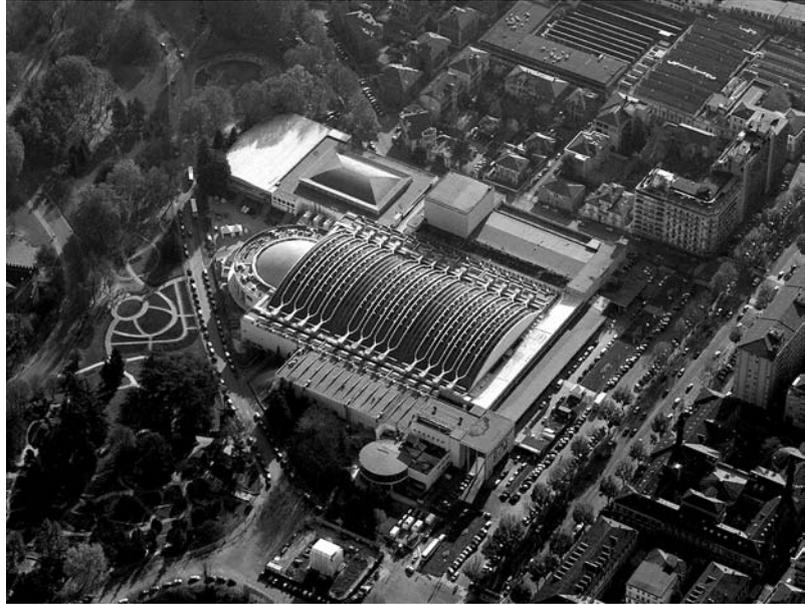
Si può dire che da quel momento, divenuto internazionalmente celebre e richiestissimo, il lavoro di Nervi soffre ogni volta dell'impaccio dell'architettura.¹

Lo spazio scenico allestito all'interno del salone espositivo non trova continuità con quello che è la sua configurazione esterna: il tutto sembra ridursi esclusivamente a una "macchina strutturale" modellata in maniera tale da consentire la copertura di un ampio spazio libero senza tuttavia preoccuparsi della relazione con il contesto.

Tralasciando quelle che sono le dinamiche relative all'appalto e alla ricostruzione nell'area del parco del Valentino, le immagini odierne restituiscono l'idea di un fabbricato avulso dal contesto e definito secondo una esclusiva logica funzionale.²

Del resto Nervi nell'elaborazione dei suoi diversi progetti, soprattutto con riferimento a quelli a grande scala, ha evidenziato una continua attenzione all'aspetto "interiore" di questi spazi coperti.

Si pensi, ad esempio, allo studio delle prime grandi coperture da 200 e 300 m per la tettoia della stazione ferroviaria



*P.L. Nervi
Salone B Palazzo delle Esposizioni
Torino 1947-48*

³ I progetti sono debitamente illustrati nel paragrafo 3.1 *La composizione per parti*.

⁴ C. Vernizzi, *Il disegno in Pier Luigi Nervi. Dal dettaglio della materia alla percezione dello spazio*, Mattioli 1885, Fidenza 2011, p. 86.

e per la copertura in ferrocemento, capace di coprire una piazza come quella di S. Pietro.³ Le immagini che accompagnano i progetti rivelano una totale assenza di quelli che sono gli impatti visivi di strutture di questo tipo all'interno di un qualunque contesto. Le prospettive fanno esclusivamente riferimento allo spazio interno, all'articolazione della struttura della volta che configura la copertura. Nulla è mostrato dell'impatto ambientale di tali strutture rispetto a un ipotetico contesto. Pur trattandosi di proposte di progetto che non hanno un'immediata contestualizzazione, questo modo di rappresentare le strutture quasi esclusivamente da un punto di vista interno è prerogativa che ricorre frequentemente nei diversi progetti di Pier Luigi Nervi.

La prospettiva e la rappresentazione della sezione sono gli strumenti basilari attraverso cui Nervi elabora e trasmette la sua idea di "architettura strutturale".

[...] Pier Luigi Nervi ha sempre fatto grande uso di questo metodo proiettivo nei suoi progetti, sia nella fase preliminare di studio sempre corredata da numerosi schizzi prospettici spesso autografi, sia nella fase finale di presentazione del progetto definitivo, sfruttando le peculiarità comunicative della prospettiva per trasmettere le impressioni legate all'effetto percettivo finale delle architetture e delle strutture progettate e renderle quindi più comprensibili da parte di un pubblico composto non solo da addetti ai lavori.⁴

La prospettiva assume un ruolo basilare nella presentazione del concorso per il Palazzo dello Sport di Vienna, elaborato nel 1953 da Pier Luigi Nervi insieme al figlio Antonio.

*P.L. Nervi e A. Nervi
Palazzo dello Sport
Vienna 1953
prospettiva*



⁵ Le relazioni con il contesto vanno forse inserite nell'ottica della fattiva collaborazione del figlio Antonio, architetto, il quale avrà sicuramente apportato un contributo significativo dettato dalla sua formazione. Ulteriori approfondimenti sul progetto di concorso sono disponibili in *3.2 Volte sottili: gusci e membrane*.

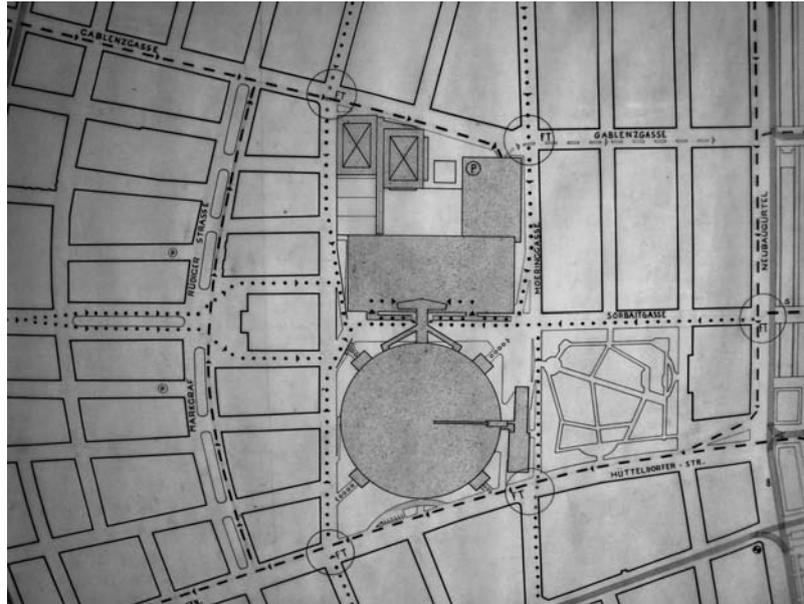
⁶ C. Severati, *Alcune questioni di storiografia su Pier Luigi Nervi*, in G. Milelli (a c. di), *Eredità di Pier Luigi Nervi*, Istituto Marchigiano Accademia di Scienze Lettere ed Arti, Ancona 1983, pp. 71-74.

Diversi sono gli elementi che evidenziano l'attenzione al contesto nella definizione di un complesso sportivo che ha nell'estensione della cupola un impatto visivo rilevante (l'impronta a terra della cupola raggiunge i 146 m di diametro).⁵ La prospettiva del complesso sportivo s'inserisce all'interno del tessuto consolidato della città di Vienna, tentando, malgrado l'estensione delle sue dimensioni, di creare delle connessioni. Carlo Severati parla di relazioni dialettiche con l'intorno:

[...] mentre, per le Olimpiadi, ad esempio, Nervi si è trovato a dover collocare i suoi edifici nel deserto preparato dal potere: particolarmente nel progetto di Vienna del '53 noi siamo di fronte ad uno dei suoi organismi centrali nei quali in realtà moltissimi sono i legami con l'intorno e anche la stessa qualità del progetto si arricchisce, per esempio per il fatto che la stessa copertura diventa in parte praticabile. Si tratta di un piccolo condotto di servizio pedonale che consente a una serie di operatori di arrivare al lucernaio centrale; questo dettaglio si ricollega ad un diverso sistema di parcheggi, ad una serie di rampe molto complessa; cioè si tratta di un edificio centrale estremamente ricco nel quale si può leggere meglio il contributo di questo progettista [...].

Il tema delle grandi coperture si configura [...] nel pensiero di Nervi, in maniera molto articolata, a partire dal progetto per Vienna che prevede una integrazione urbanistica molto precisa e di qualità (in Vienna tra l'altro tornavano fuori alcune delle qualità dinamiche delle scale di Firenze, per esempio nella scala di accesso), che in qualche modo mettono in discussione lo schema centrale come elemento di riferimento obbligato.⁶

Indissolubilmente la rappresentazione dell'intorno appare come una delle rare eccezioni rispetto alla moltitudine di progetti elaborati da Pier Luigi Nervi nel corso del tempo.



*P.L. Nervi e A. Nervi
Palazzo dello Sport
Vienna 1953
planimetria*

⁷ Con ogni probabilità va riferita a questa concomitanza di eventi la citazione che Pier Luigi e Antonio Nervi elaborano nel progetto di concorso per Vienna: un vero e proprio omaggio a Le Corbusier dove la definizione architettonica del palazzo per uffici riprende alcune delle caratteristiche dell'Unité d'habitation di Marsiglia (1946). Nella proposta di concorso si riscontra un chiaro rimando al sistema dei pilotis, alla facciata libera, al tetto piano e soprattutto la citazione formale del camino che riprende integralmente quello proposto da Le Corbusier.

Il tentativo di controllare l'inserimento urbanistico è reso tangibile dallo schema planimetrico dove la lettura del tessuto esistente sembra giustificare gli orientamenti e allineamenti degli edifici secondari del complesso sportivo.

Allo studio dei percorsi va sommata la sistemazione a verde degli spazi aperti limitrofi, con il chiaro intento di armonizzare l'impatto di un edificio imponente come quello del Palazzo dello Sport.

Il periodo nel quale viene elaborato il progetto per Vienna corrisponde alle prime fasi di elaborazioni della nuova sede dell'Unesco di Parigi (1952-58), dove al gruppo di progettazione, formato da Nervi Breuer e Zehrfluss, si affianca un comitato internazionale con funzioni di supervisione composto da Lucio Costa, Walter Gropius, Ernesto Nathan Rogers, Sven Markelius e Le Corbusier.⁷

Lo sviluppo del progetto per la sede dell'Unesco segna anche la presa di coscienza, da parte di Nervi, dell'opportunità fornita dal cemento armato, che opportunamente plasmato, funziona sia come struttura portante sia come materiale di tamponamento. Il riferimento è all'edificio dell'auditorium, dove la struttura lasciata a vista rivela in tutta la sua espressività, secondo quanto riporta Nervi, il valore del cemento armato. Singolare è inoltre la coincidenza della sezione adottata per l'auditorium dell'Unesco che riprende le soluzioni adottate con il parcheggio coperto adiacente il Palazzo dello Sport di Vienna.

*Campbell and Aldrich Architects
J. Minnich e P.L. Nervi
Nathaniel Leverone Field House
Dartmouth New Hampshire 1960-62*



8 L. Ramazzotti, *Costruire, disegnare, pensare*, in L. Ramazzotti (a c. di), *Nervi oggi*, cit., p. 95.

9 «Tra gli anni quaranta e cinquanta, lo studio diventa Studio Nervi Architettura e Tecnica edilizia e accoglie, insieme ad Antonio, i figli Mario e Vittorio. Il loro coinvolgimento nelle opere del padre avviene a livelli diversi. Per ciò che riguarda l'ideazione vera e propria, Antonio appare fin dai tempi dell'UNESCO ed è citato come collaboratore in numerosi progetti. Mario, inizialmente attivo nell'impresa Nervi e Bartoli, entra nello studio supervisionando i cantieri e intrattenendo relazioni con i committenti. Vittorio, dal canto suo, è un anello essenziale dell'impresa edile Nervi e Bartoli». C. Pourtois, *Biografia*, in C. Chiorino, C. Olmo (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Architettura come sfida*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo 2010, p. 207.

Lo studio dell'involucro, soprattutto nel caso del progetto dell'Unesco, deve essere rapportata alla presenza dei numerosi architetti che in veste di co-progettisti e supervisori pongono la giusta attenzione alla configurazione dei prospetti. Questione che Nervi, a giudicare dai diversi progetti presi in esame, sembra tralasciare o porre in secondo piano. Il saper costruire di Nervi va ricercato esclusivamente nella lettura dello spazio interno:

[...] L'interno, soltanto è il luogo di questo apparire, in esso viene custodito l'ordine della costruzione contro il disordine della compagine del mondo. La poca attenzione, o per meglio dire, il disinteresse mostrato da Nervi per l'involucro e per qualunque forma di sperimentazione linguistica dell'esterno, è una conseguenza di questo particolare significato che il «costruire» acquista nella sua opera. [...] Non è un caso che tutte, o quasi le opere di Nervi siano stranamente oscillanti tra indifferenza e l'impaccio per l'involucro.⁸

Si prenda ancora ad esempio l'edificio realizzato per il Dartmouth College (1960-62): il campo sportivo a pianta rettangolare con copertura a volta parabolica, non rivela nulla della sua conformazione strutturale dall'esterno, ad eccezione della ripetizione seriale dei pilastri sagomati inclinati secondo la risultante delle forze: l'immagine complessiva dell'esterno risulta assolutamente anonima.

Anche il tamponamento delle pareti laterali è semplificato dall'utilizzo incongruo di un materiale come il mattone faccia vista, assolutamente estraneo alla tradizione costruttiva dello Studio Nervi.⁹



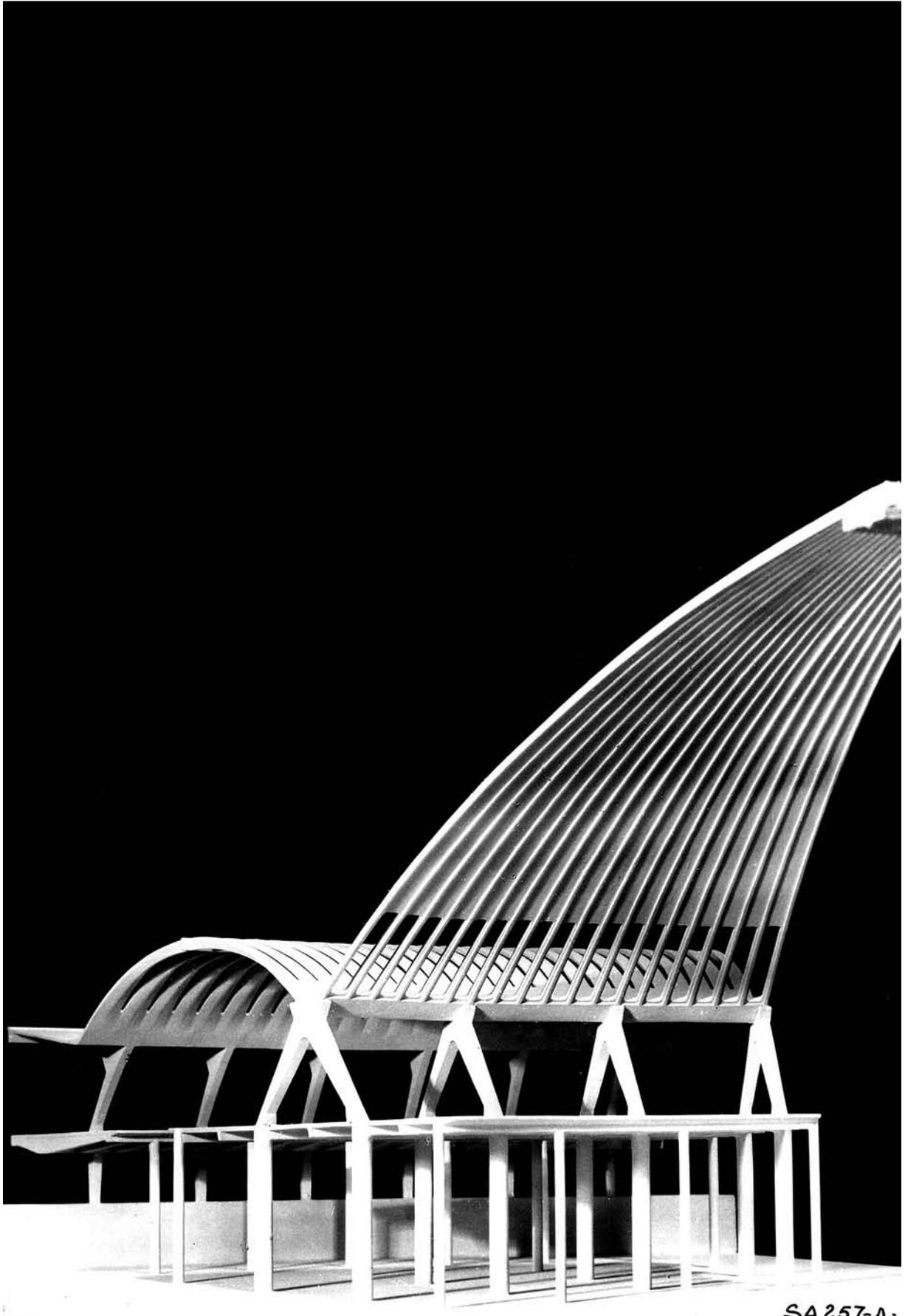
*P.L. Nervi e A. Nervi
Palazzo dello Sport
Vienna 1953
prospettiva della galleria perimetrale*

10 Il progetto elaborato in collaborazione con Luigi Carlo Daneri prevedeva l'elaborazione di un edificio da destinarsi a padiglione fieristico e a Palazzo dello Sport. Del gruppo di lavoro fa parte anche Antonio Nervi. Non realizzato. Cfr. nella sezione *Apparati* il registro critico delle architetture voltate.

Eppure le immagini del modello evidenziano una differente raffigurazione dell'articolazione spaziale dell'edificio generato dagli elementi prefabbricati in cemento armato.

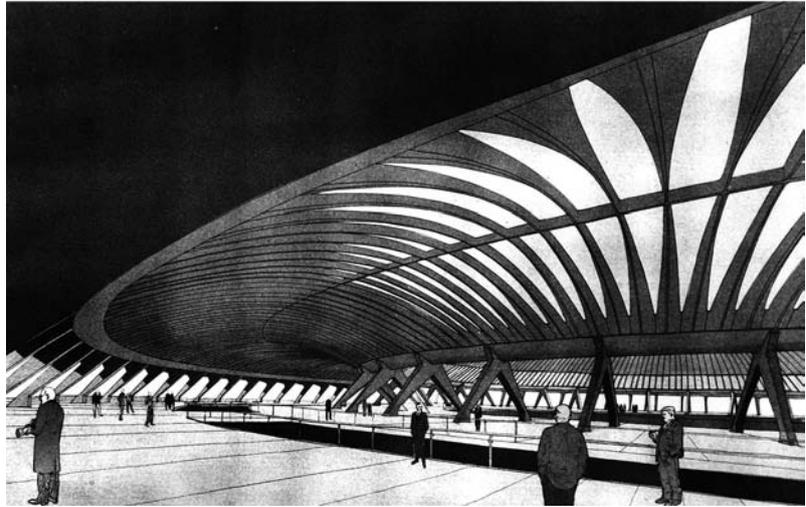
L'orditura dei tavelloni romboidali e la sezione variabile dei pilastri, impostati secondo una rigorosa scansione strutturale, definiscono una percezione dell'involucro esterno che poi viene disatteso all'atto del completamento del rivestimento di copertura. La strategia comunicativa sembra fare riferimento a quanto già avvenuto con la presentazione delle immagini delle aviorimesse. L'obiettivo evidente risiede nella "configurazione scenica" dell'interno. Gli elementi strutturali che compongono la copertura e le pareti laterali sono utilizzati secondo una precisa scansione, capace di generare uno spazio geometrico compiuto. Ne consegue una lettura dello spazio, o almeno una sua percezione, di tipo dinamico. Le diverse rappresentazioni prospettiche esemplificano questo carattere dello spazio interno, che per contrapposizione non si rivela, almeno non compiutamente verso l'esterno.

Si considerino le prospettive utilizzate nella presentazione del Palazzo dello Sport di Vienna, dove con il semplice ausilio del disegno "a fil di ferro" è illustrata la percezione dello spazio interno, la sua scansione strutturale e l'accelerazione dinamica dell'impianto curvilineo. La questione della dualità tra interno ed esterno è ulteriormente comprovata in quella che è la proposta di progetto per il concorso della Fiera del Mare di Genova (1960).¹⁰



SA 257-A.

*L.C. Daneri e P.L. Nervi
Fiera del Mare
Genova 1960
modello della struttura*



*L.C. Daneri e P.L. Nervi
Fiera del Mare
Genova 1960
prospettiva*

95

La presentazione del progetto è incentrata sullo sviluppo dello spazio interno. Ancora una volta le prospettive esaltano la conformazione strutturale dell'interno.

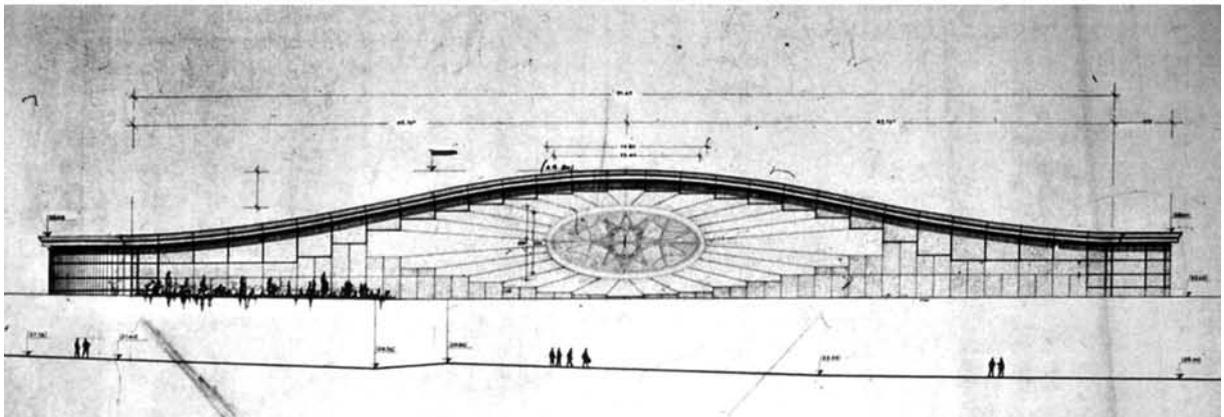
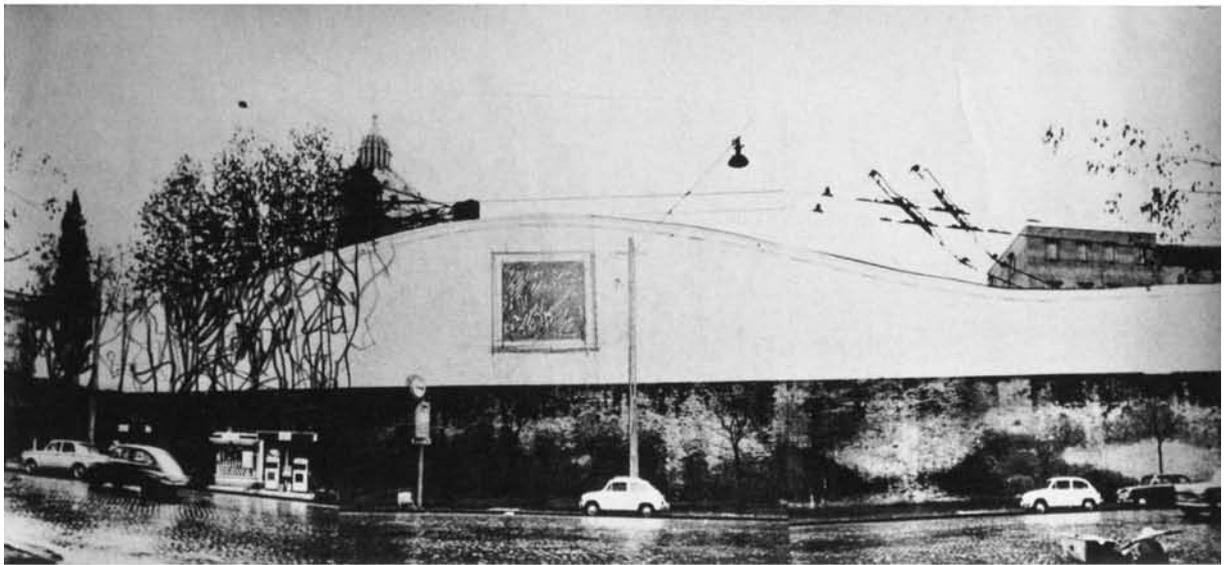
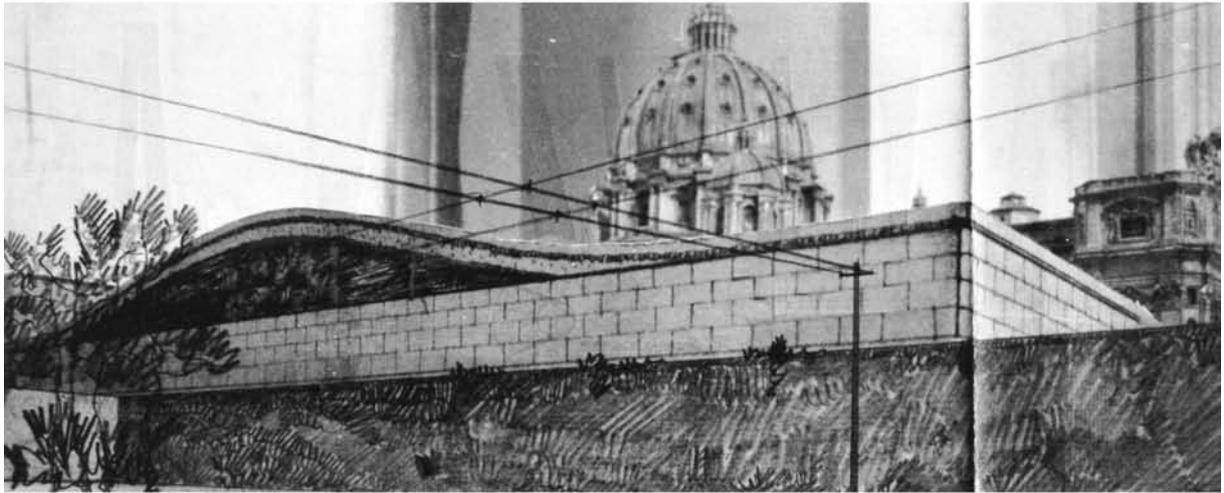
Negli elaborati di progetto le facciate esterne sono esclusivamente rappresentate secondo la "canonica" raffigurazione dei prospetti.

Le uniche immagini che consentono una corretta lettura dell'edificio si devono al modello. Modello che serve a evidenziare con incisività quella che è la vera essenza di ogni progetto di Nervi: la lettura e percezione dello spazio interno, configurato secondo una corretta soluzione strutturale. Delle diverse immagini che raffigurano il modello, buona parte di esse presentano la sezione e l'articolazione dei suoi elementi strutturali.

A giudicare da quello che è l'approccio progettuale di Nervi, legato alla definizione della sezione secondo un preciso intento di connotare lo spazio interno, il prospetto esterno è una manifesta conseguenza di questa maniera di procedere. Sergio Poretti parla di strofe deboli nel riferirsi alla contrapposizione tra interno ed esterno:

[...] Nell'opera di Nervi [...] si manifesta nel modo più eclatante: sotto forma di «nodi» compositivi irrisolti. Tali «strofe deboli» sono talmente appariscenti, che ne è stata redatta una vera e propria tipologia.

Esse corrispondono tutte alla difficoltosa risoluzione di un unico tema compositivo: la discontinuità. In primo luogo la risoluzione della connessione tra le superfici della grande cupola e i pilastri: di quel problema che in gergo si indica come «attacco a terra».



*P.L. Nervi
Aula per le udienze pontificie
Città del Vaticano 1963-71
studio dei diversi prospetti*



*P.L. Nervi
Aula per le udienze pontificie
Città del Vaticano 1963-71*

97

11 S. Poretti, *Considerazioni sull'opera di Pier Luigi Nervi*, in L. Ramazzotti (a c. di), *Nervi oggi*, cit., pp. 111-112.

12 Per un approfondimento vedi P.L. Nervi, *L'aula delle udienze nella Città del Vaticano*, in "L'industria Italiana del Cemento", n. 12, 1973, pp. 797-844. Inoltre per una trattazione completa vedi anche C. Cossa, *Modernismo all'ombra. La sala delle udienze pontificie di Pier Luigi Nervi*, Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 2010.

Nelle strutture di Nervi il pilastro è parte integrante della superficie: è l'elemento del quale, senza soluzione di continuità si diramano le nervature.

Delle volte delle aviorimesse di Orvieto, scrive Argan che appaiono piuttosto trattenute che sostenute dai pilastri. Tale è infatti l'impressione che suscita la bellissima immagine della struttura «nuda».

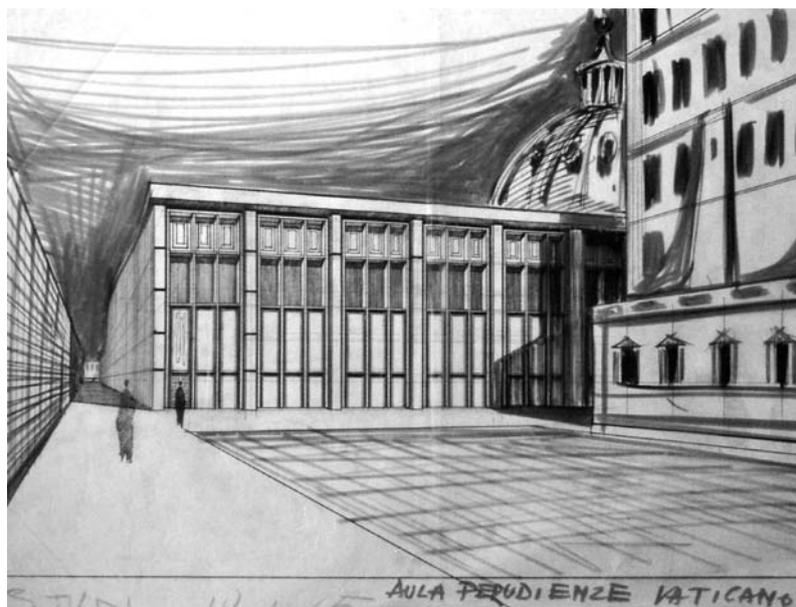
L'immagine esterna dell'edificio compiuto produce però l'impressione opposta: la calotta sferica del Palazzetto dello Sport di Roma si direbbe sostenuta da stampelle posticce. Inoltre il pilastro invade lo spazio agibile, dove la distanza tra l'osservatore e la struttura è necessariamente annullata.

E se la disposizione e la conformazione del pilastro è sempre adeguata alla trama della superficie, non sempre è «misurata» con l'ambiente in cui è ubicato: e non solo nel «famoso» fuori scala dei pilastri della galleria del Palazzo dello Sport. In secondo luogo la connessione tra superficie-struttura portante e pareti. Su questo tema la tendenza a riassumere interamente la qualità architettonica nel tessuto della superficie portante, rivela tutti i suoi limiti. L'originalità delle trame che determina la precisa caratterizzazione degli interni, si rovescia nella varietà eclettica delle immagini esterne [...].¹¹

Forse l'esempio di maggior complessità nel tentativo di configurare compiutamente un "organismo architettonico" si rivela in quella che è giudicata l'ultima grande e impegnativa opera di Nervi: l'aula per le udienze pontificie in Vaticano (1963-71).¹²

Lo spazio interno, riccamente articolato dalla volta ondulata che rastrema verso il trono papale, consente la vista ottimale a ogni fedele grazie a un sapiente gioco di alterazione spaziale definito dalla pianta a schema trapezoidale e dalla curvatura del solaio di platea. A conferma del ricercato equilibrio tra espressione strutturale ed espressione formale su uno schizzo

P.L. Nervi
Aula per le udienze pontificie
 Città del Vaticano 1963-71
 prospettiva di studio



13 C. Vernizzi, *Il disegno in Pier Luigi Nervi*, cit., p. 103.

14 Nervi pone particolare attenzione allo studio dei due rosone per la sala udienze in una sorta di ossequioso omaggio ai rosone delle cattedrali gotiche. L'attenzione verso questo tipo di struttura è continuamente ribadito: «Nel rosone della Sainte-Chapelle a Parigi, estetica e linee statiche non possono essere separate. Quest'opera è generata da una profonda conoscenza delle strutture. Per me è un mistero sapere come le grandi vetrate delle cattedrali gotiche siano durate per 500 anni. Sono una meraviglia. R. Einaudi, *Pier Luigi Nervi: lezioni romane. Lectures Notes, Roma 1959-60*, in A. Trentin, T. Trombetti (a c. di), *La lezione di Pier Luigi Nervi*, Bruno Mondadori, Milano-Torino 2010, p. 79.

relativo allo studio della sala udienze un appunto autografo di Nervi riporta: «NB controllare con uno schizzo prospettico se il disegno del soffitto si apprezza sufficientemente».¹³ Se la composizione dello spazio interno è compiutamente definita e riccamente ornata dall'impiego di frammenti di marmo bianco nella composizione degli inerti per il cemento armato, al contrario le facciate esterne manifestano tutta la loro irrisolutezza.

La difficoltà di confrontarsi in un contesto come quello del Vaticano, all'ombra della cupola michelangiolesca, appare in piena evidenza nella definizione di quello che poi risulterà come progetto definitivo. I vincoli dettati dalla compresenza di edifici attigui, la necessità di addossare la nuova sala udienze alle mura vaticane hanno certamente contribuito a complicare la stesura del progetto.

Lo dimostrano le diverse elaborazioni di Nervi, che con l'ausilio del fotomontaggio, tentano di mediare il difficile rapporto tra l'andamento curvilineo della copertura della sala udienze e del relativo finestrone ovale con la cupola di S. Pietro e le mura vaticane.

Le immagini che si susseguono sono rivolte più alla ricerca di una forma compiuta che integri il grande rosone nel prospetto piuttosto che tentare una corretta mediazione del nuovo fabbricato nel difficile contesto vaticano.¹⁴

A riprova delle debolezze nelle scelte compositive delle facciate della sala udienze, la scelta di Nervi di inserire una



*P.L. Nervi
Aula per le udienze pontificie
Città del Vaticano 1963-71
particolare pensilina ingresso ovest*

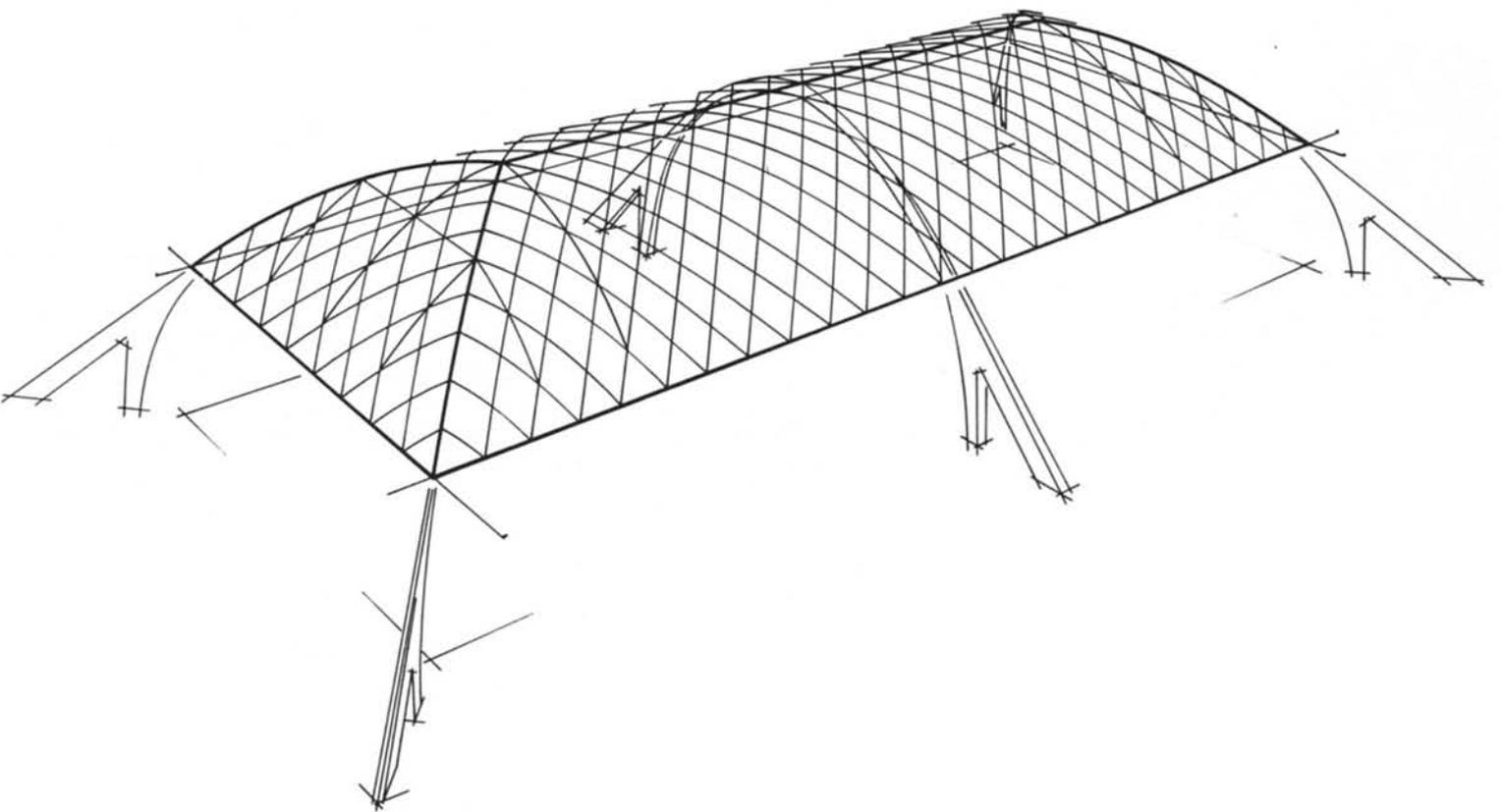
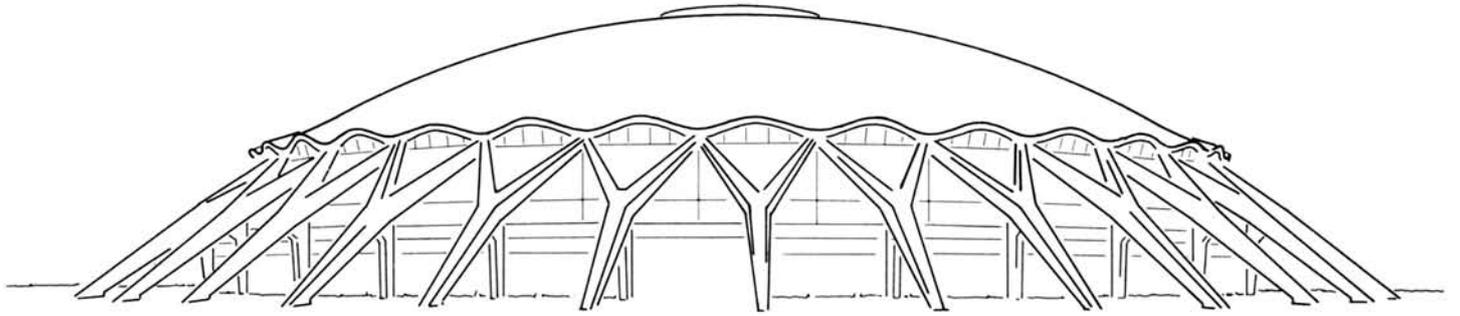
15 P. Avarello, *Tre ricordi di Pier Luigi Nervi*, in L. Ramazzotti (a c. di), *Nervi oggi*, cit., p. 45.

pensilina a forma di “fungo”, nei pressi dell’ingresso sul lato ovest riservato al pontefice, acuisce questo contrasto tra interno ed esterno.

L’artefice di articolate pensiline opta per una configurazione che non sembra soddisfare né esigenze di tipo funzionale né tantomeno quelle formali.

Il risultato ottenuto, semmai, documenta una compiuta autocelebrazione delle proprie conquiste nell’utilizzo del cemento armato: il pilastro inclinato a sagoma variabile e le nervature radiali declinate su una copertura circolare a spessore ridotto.

L’ultima più celebre opera sarà delineata dalla critica più severa secondo un senso d’incompiuta realizzazione per questa continua riproposizione di elementi formali e strutturali, a conferma del limite «di Nervi architetto [...] nell’appagarsi di questa presenza risoltrice della struttura».¹⁵



2.3 Analisi della forma

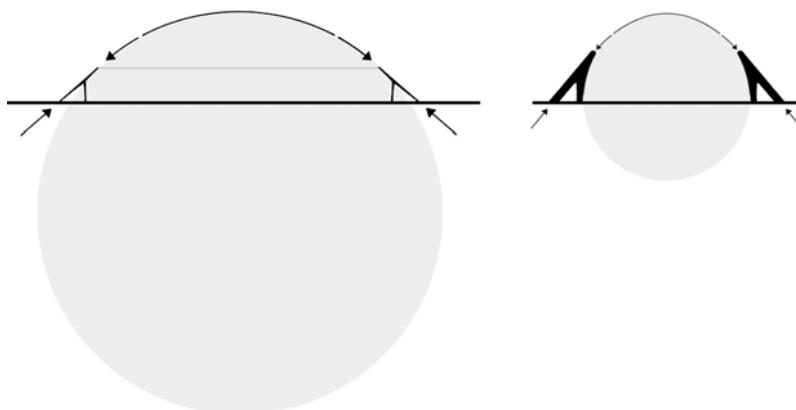
Geometria della volta e della cupola

La lettura della sezione, nell'opera di Pier Luigi Nervi, consente di delineare un insieme di elementi chiave che assumono il valore di costante nella definizione dei diversi progetti. Le principali geometrie a cui Nervi rimanda l'onere della copertura della grande luce sono individuabili nelle due categorie della volta e della cupola.¹

Si delinea, di fatto, una suddivisione in due macro categorie relative alla tipologia dell'impianto circolare e basilicale.

Entrambe le geometrie sono generate dalla traslazione o rivoluzione di un profilo curvo secondo un asse di riferimento. Le superfici sono generalmente nervate o ad archi radiali. La questione preminente riguarda però lo studio dell'intera sezione. L'analisi della sezione complessiva è questione fondamentale per comprendere l'approccio all'idea di progetto che per Nervi avviene, per abitudine, attraverso la sezione, ovvero sul piano dove è maggiormente controllabile l'equilibrio delle forze. Il primo segno sul foglio bianco è spesso un profilo ad arco che consente il superamento di grandi luci con uno spessore ridotto. Non importa se si tratta di una volta o di una cupola: la sezione corrispondente fa sempre

Pagina precedente
 Palazzetto dello Sport di Roma
 Aviorimessa II serie



102

Palazzetto dello Sport di Roma
 Aviorimessa
 Sezioni schematiche

¹ Per ulteriori approfondimenti vedi D.L. Schodek, *Structures*, Prentice Hall, Upper Saddle River New Jersey 2001, trad. it., D. Coronelli, L. Martinelli (a c. di), *Strutture*, Patron Editore, Bologna 2004.

² Cfr. P.L. Nervi, *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Edizioni della Bussola, Roma 1945, p. 71.

riferimento, anche per approssimazione, a un arco dal profilo parabolico.²

Nella configurazione della sezione sono le condizioni di vincolo a determinare il sistema di “attacco a terra” più idoneo. Le strutture di Nervi hanno nella definizione del sistema puntuale di sostegno un’articolata specificità.

Ne deriva una lettura immediata che consente la distinzione tra il sistema della “struttura portante” e quella della “struttura portata”. Innanzitutto l’inclinazione dei pilastri, secondo la risultante delle forze generate dal profilo della volta o della cupola, rende tangibile lo sforzo della struttura nel suo stato di equilibrio. La suddivisione degli stessi, secondo una logica di scomposizione formale in elementi seriali, è a sua volta definita dalla variazione della forma.

L’individuazione di una serie di progetti, realizzati e non, suddivisi secondo le due tipologie della volta e della cupola permette la comparazione degli elementi formali secondo una logica di funzionamento statico e restituzione formale, tesa alla configurazione di un “organismo” architettonico, che secondo Nervi, deve essere ineccepibile dal punto di vista della correttezza statica e di conseguenza soddisfacente sotto il profilo estetico.

Assunto che non trova sempre concreta attuazione, ma si limita alla riproposizione di temi formali già sperimentati e che rivela semmai come preminente nell’operare di Nervi, una spiccata tendenza alla variazione sul tema.

Spesso alla leggerezza della copertura fa da contraltare una complessa struttura di sostegno che disequilibra la percezione dell'intero fabbricato.

Preso ad esempio la schematizzazione relativa alle due strutture del Palazzetto dello Sport di Roma e della seconda serie delle aviorimesse, emerge come l'impostazione statica della sezione sia sostanzialmente omogenea.

La risultante delle forze, inclinata secondo la tangente del profilo parabolico della copertura, si prolunga fino a incontrare il corrispondente pilastro, che opportunamente sagomato sostiene il peso della copertura relativa.

L'inclinazione del pilastro è sostenuta da una sorta di "stampella" verticale che riduce la componente orizzontale della spinta. La variazione di spessore è dovuta alla differente geometria delle due strutture: per quanto riguarda il Palazzetto il peso complessivo è sostenuto da 36 pilastri radiali, mentre per la geometria dei pilastri dell'aviorimessa tutta la volta è sostenuta esclusivamente da 6 pilastri.

All'aumentare della freccia dell'arco corrispondente alla sezione in esame diminuisce il valore della spinta orizzontale. È evidente come la conformazione del Palazzetto induca sollecitazioni maggiori alla base delle fondazioni rispetto alla corrispondente sezione dell'aviorimessa. La dimensione e posizione dei due cerchi utilizzati come base per la definizione della relativa copertura evidenziano le scelte statiche e formali definite da Nervi nell'approntamento delle due sezioni. La dimensione del raggio per le due circonferenze non può essere presa in considerazione, trattandosi di due fabbricati realizzati per coprire luci differenti.

Per quanto riguarda la geometria dell'edificio a cupola emerge come il profilo della stessa non sia superiore neanche a un quarto di cerchio e che nel punto d'imposta della cupola rispetto ai pilastri si evidenzia una discontinuità tra il bordo della circonferenza e la geometria dei pilastri.

Continuità che invece si riscontra nella sezione dell'aviorimessa. Il bordo della circonferenza configura non solo il profilo della volta ma definisce anche la geometria della parte interna del pilastro conformato a sezione variabile con profilo curvilineo. Esigenze statiche ma evidentemente anche esigenze di tipo estetico hanno condotto Pier Luigi Nervi alla formalizzazione di un pilastro di sostegno curvo nel quale risulta perfettamente inscritto metà circonferenza.

³ Nel progetto di Torre in Pietra (cfr. il capitolo 3.1 *La composizione per parti*) le sollecitazioni a trazione della volta sono annullate attraverso l'inserimento di catene metalliche ancorate al cordolo perimetrale d'imposta della volta stessa. In seguito tale tipo di soluzione sarà abbandonato a favore di un sistema di pretensionamento delle strutture di fondazione (vedi Palazzetto dello Sport di Roma nel capitolo 3.2 *Volte sottili: gusci e membrane*).

Del resto, come si è già ampiamente documentato, egli non fa mistero di perseguire un accurato studio della qualità spaziale degli interni attraverso una maniacale definizione dell'involucro complessivo. E sovente la "macchina strutturale" è portata all'esterno affinché si possa ammirare lo spazio libero di una superficie voltata o a cupola.

Se il funzionamento della volta può essere normalmente riferito al comportamento statico dell'arco, ovvero alla capacità di trasmettere i carichi del "peso proprio" e del "peso portato" attraverso la funicolare dei carichi, ne consegue che i due appoggi pertanto ricevono quasi esclusivamente solo azioni di compressione. La spinta orizzontale, frutto della scomposizione della risultante delle forze, può essere assorbita direttamente dal terreno o dalla predisposizione di opportuni contrafforti, così come applicato da Nervi nella costruzione delle aviorimesse. Gli sforzi di tensione possono comunque essere annullati attraverso l'impiego di un tirante, formalizzati attraverso una catena lasciata a vista oppure attraverso un pretensionamento delle strutture di fondazione.³

Di conseguenza le azioni flessionali alla base dell'arco e quindi anche della volta sono ridotte al minimo, anche in funzione del vincolo statico imposto.

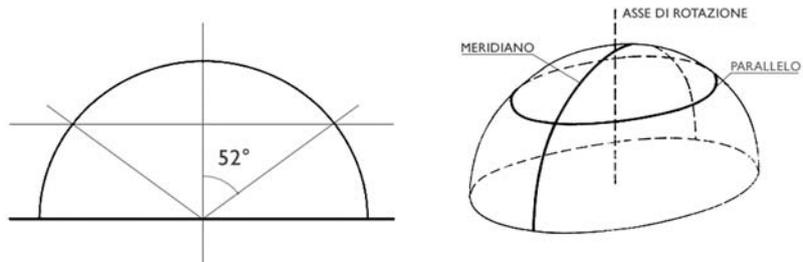
Differente è invece il comportamento statico della struttura a cupola. Innanzitutto la distribuzione delle forze lungo i cosiddetti meridiani e paralleli. L'azione esercitata dal peso proprio e dall'eventuale carico uniformemente distribuito, a differenza dell'arco, genera lungo i meridiani, definita dalla corrispondente sezione verticale della struttura a guscio, azioni di compressione e di trazione.

La variazione dello stato tensionale avviene in corrispondenza del parallelo posto a un'inclinazione di 52° rispetto all'asse di rotazione.

Mentre il meridiano continua a convogliare verso il basso le azioni di compressione derivanti dal carico, i paralleli posti al di sopra e al di sotto di questa inclinazione variano lo stato tensionale che passa dalla compressione alla trazione.

Di fatto il parallelo passante per tale inclinazione è l'unico che non subisce variazione di forma, ed è pertanto definito neutro, mentre quelli superiori subiscono un'azione di contrazione, quelli inferiori subiscono una sollecitazione di estensione. La variazione dello stato tensionale genera un'azione di tipo flessionale che per la specifica impostazione

*Strutture a guscio
angolo di variazione dello stato
tensionale e individuazione
dei meridiani e paralleli*



105

delle cupole generalmente è riportata alle condizioni di vincolo alla base. Le azioni tensionali che si definiscono alla base devono essere assorbite attraverso un'adeguata struttura resistente.

I sistemi resistenti per le cupole fanno riferimento principalmente alla definizione di un anello circolare, detto anche anello di trazione, posto alla base della cupola, oppure attraverso l'utilizzo di un sistema di contrafforti disposti radialmente. Se la componente orizzontale delle spinte deve essere sostenuta esclusivamente dai contrafforti, questi devono essere conformati in maniera tale da resistere a tale sollecitazione, pertanto si configurano sezioni di elevate dimensione. Con l'utilizzo di un anello perimetrale di trazione tutte le azioni orizzontali sono annullate e sul terreno sono convogliate esclusivamente le azioni verticali.

L'eventuale combinazione dell'anello di trazione sostenuto da colonne verticali consente la trasmissione a terra delle sole forze orizzontali, permettendo un'adeguata libertà nella definizione delle partizioni verticali.

Nelle strutture a cupola di Nervi si ritrova costantemente una combinazione di contrafforti e relativi anelli di trazione posti direttamente nella struttura di fondazione.

4 La collaborazione con *Casabella-continuità* si avvia con il n. 223 del gennaio 1959 e sarà presto interrotta dopo pochi mesi con il n. 227. Nel presentare l'iniziativa, il direttore Ernesto Nathan Rogers dichiara che «[...] sappiamo di offrire con questa rubrica uno strumento eccezionale all'affinamento di alcuni problemi fondamentali del costruire. Nervi vi andrà esaminando opere e progetti da un punto di vista "strutturale" sotto il profilo statico ed economico, ma con il proponimento di riconnettere le diverse componenti al fine di giudicare la struttura non soltanto entro i suoi termini tecnici, ma come parte dell'espressione architettonica, come fatto esso stesso di cultura». *Critica delle strutture*, in "Casabella-continuità", n. 223, gennaio 1959, pp. 56-57. Per ulteriori approfondimenti vedi: *Critica delle strutture. Cinque ponti*, n. 224, febbraio 1959, pp. 53-54; *Critica delle strutture. Rapporti tra ingegneria e architettura*, n. 225, marzo 1959, p. 50; *Le strutture dell'UNESCO*, n. 226, aprile 1959, pp. 17-25; *Critica delle strutture. Modello e imitazione*, n. 227, maggio 1959, pp. 50-51.

5 Ivi, p. 56.

Critica delle strutture

Nel 1959 Pier Luigi Nervi è invitato a collaborare alla rivista *Casabella-Continuità* attraverso la creazione di una nuova rubrica: *Critica delle strutture*.⁴

L'esordio nella rubrica è contrassegnato da argomentazioni particolarmente care a Nervi: l'impostazione statica e il corretto dimensionamento della struttura.

Il continuo aumento delle dimensioni, il complicarsi della funzionalità delle opere edilizie, il perfezionarsi dei metodi costruttivi e delle qualità resistenti dei materiali, la sempre maggiore acutezza dei procedimenti analitici e sperimentali di verifica statica, mettono ogni giorno più in vista la grande importanza dei problemi strutturali e il loro progressivo inserirsi nella architettura vera e propria. Il fatto si presenta con una tale estensione e varietà da potersi considerare del tutto nuovo nella storia del costruire, anche se già nel passato, e particolarmente nel periodo gotico, si sono avute strutture di una perfezione concettuale e formale che difficilmente sarà raggiunta o superata sia oggi che nel futuro. Una delle differenze più sostanziali tra il problema strutturale del passato e quello odierno è dato dal fatto che un tempo, trovato uno schema statico, corrispondente ad un determinato tema architettonico-costruttivo, esso si manteneva con non sostanziali varianti per decenni e per secoli [...].

Si aggiunga infine che le strutture murarie del passato, fondamentalmente resistenti per compressione, dovevano corrispondere a schemi semplici valutabili intuitivamente, per cui, pur nella grande varietà delle applicazioni, avevano tutte in comune la duplice caratteristica della semplicità statica e della comprensibilità intuitiva. [...] All'inizio di un qualsiasi esame del problema strutturale non è fuor di luogo richiamare l'attenzione sulla duplice finalità: statica, in senso assoluto, ed economico-costruttiva in senso più relativo, di qualsiasi organismo strutturale. La stabilità statica, l'autentico «primum vivere», può ottenersi attraverso una grande varietà di schemi strutturali, tra i quali tuttavia mi pare possibile distinguere due orientamenti di carattere generale corrispondenti a due diverse concezioni del problema e che possono così definirsi: da una parte il tranquillo desiderio di seguire strettamente i sistemi statici più semplici e consoni alle caratteristiche del materiale impiegato, cosicché la struttura diventa quasi la visibile materializzazione del sistema di forze e reazioni in giuoco; dall'altra una ambiziosa ricerca formale che utilizzando le possibilità della tecnica e dei materiali raggiunge l'indispensabile equilibrio attraverso giuochi di azioni e reazioni non appariscenti e che non costituiscono elemento visibile della composizione architettonica. [...] Con il crescere delle dimensioni, la libertà di scelta tra i due orientamenti va via via diminuendo cosicché sarebbe impensabile la copertura di un ambiente di 200 m di luce il cui schema non seguisse esattamente la soluzione più naturale e corrispondente al più rigoroso strutturalismo statico. Ad ogni modo anche per quelle strutture di più limitato impegno statico per le quali quindi sia ancora possibile la scelta, si deve considerare che le soluzioni più naturali sono anche le più economiche, fattore questo che non si può dimenticare data la enorme importanza sociale dell'economia in campo costruttivo.

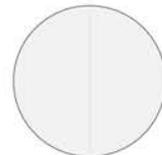
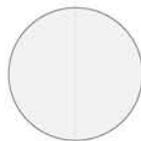
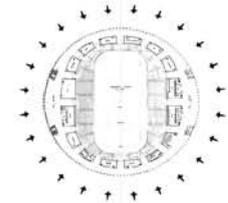
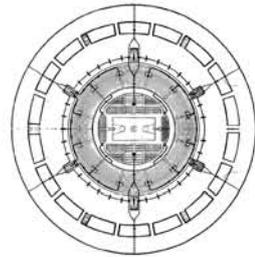
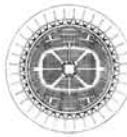
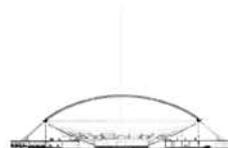
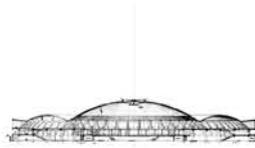
[...] Sarebbe quasi offensivo dover supporre che seri professionisti possano presentare ideazioni che all'atto esecutivo debbano incontrare insormontabili difficoltà e di conseguenza essere sostanzialmente modificate.⁵

Ara Pacis Roma 1951
Diametro 30 m

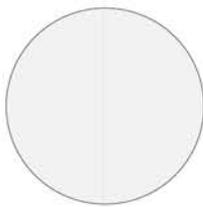
Palazzetto dello Sport Roma 1956
Diametro 60 m

Fiera del mare Genova 1961
Diametro 90 m

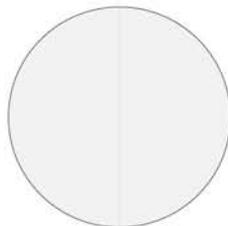
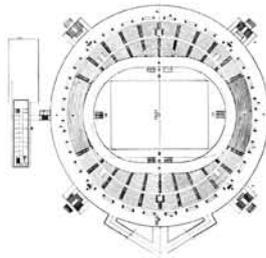
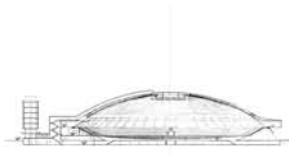
Palazzo dello Sport Norfolk 1966
Diametro 100 m



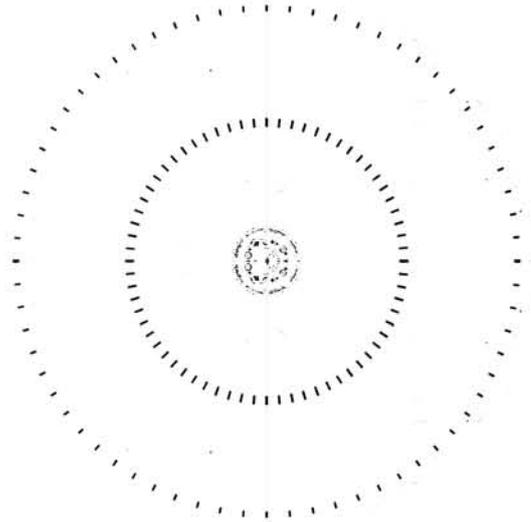
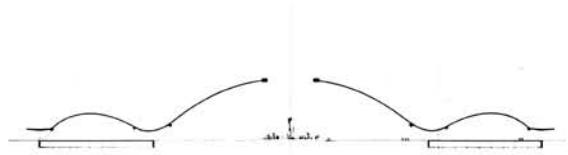
Palazzo dello Sport Roma 1956
Diametro 130 m



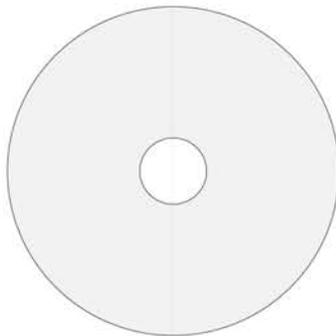
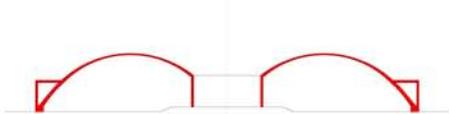
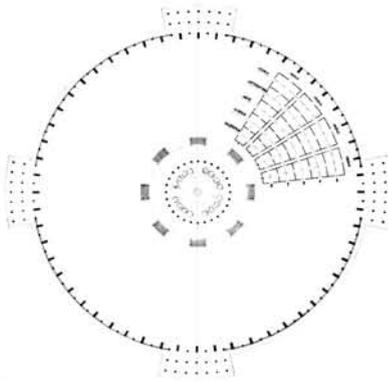
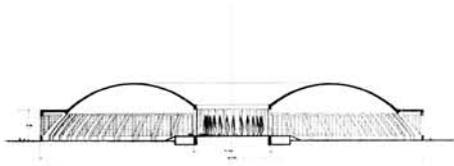
Palazzo dello Sport Vienna 1953
Diametro 146 m



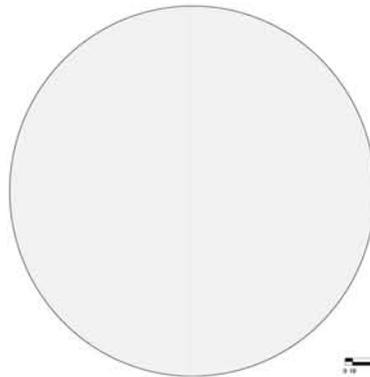
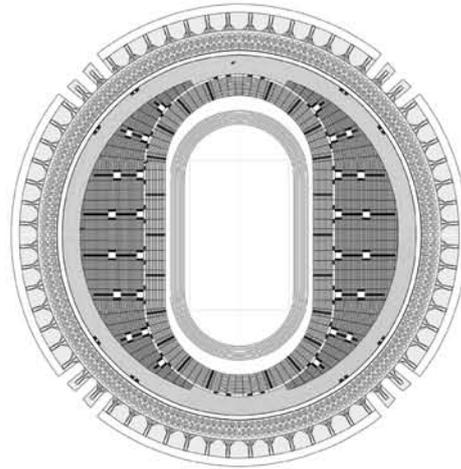
Centro espositivo Caracas 1956
Diametro 180 m



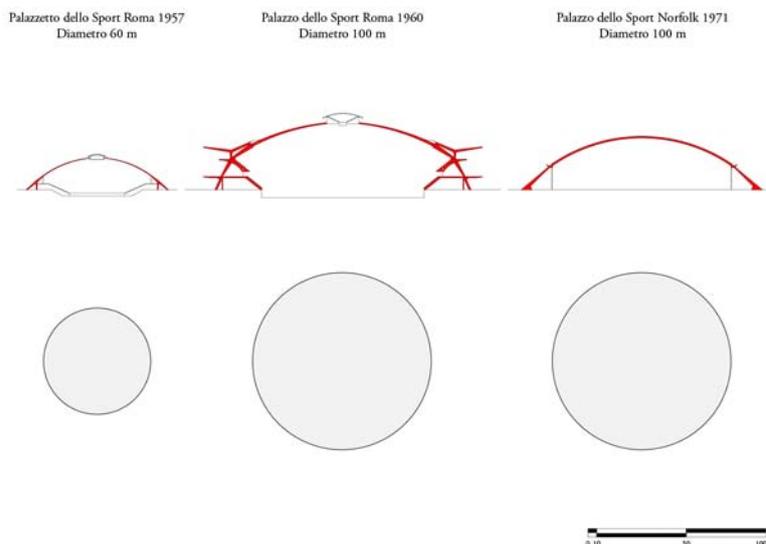
Padiglione espositivo E42 Roma 1939
Diametro 218 m



Kuwait Sports Centre 1968
Diametro 240 m



Pagine precedenti
tavola sinottica
principali coperture
a cupola di P.L. Nervi



Comparazione impianti
sportivi realizzati da P.L. Nervi

110

6 Il comportamento delle strutture di tipo membranale è descritto nel capitolo 3.2 *Volte sottili: gusci e membrane*.

7 M. Salvadori, R. Heller (a c. di), *Structure in Architecture*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs New Jersey 1963, trad.it., *Le strutture in architettura*, Etas Libri, Milano 1992, p. 251.

Le affermazioni di Nervi sono prese a pretesto per indagare con il medesimo atteggiamento critico le sue principali coperture a cupola, tentando di evidenziare limiti e innovazioni correlate all'impiego del ferrocemento.

Considerando inoltre che queste coperture sono omologate al comportamento delle strutture a guscio e di conseguenza rapportabili a un funzionamento di tipo membranale,⁶ vanno verificate le seguenti tre condizioni da ritenersi come minime e inderogabili:

1. La cupola dev'essere sottile, ed essere perciò incapace di sviluppare azioni di flessione apprezzabili;
2. la cupola dev'essere opportunamente incurvata, risultando robusta e rigida grazie alla sua "resistenza di forma";
3. la cupola dev'essere opportunamente appoggiata, sviluppando soltanto una modesta flessione in una zona limitata del guscio.⁷ Diverse sono le coperture con conformazione a cupola che Pier Luigi Nervi ha progettato e in alcuni casi realizzato, così come sono diverse le destinazioni d'uso alle quali sono finalizzate. L'analisi non può prescindere da un primo fondamentale confronto tra le opere realizzate, in considerazione del fatto che permettono la verifica di quanto stesso enunciato dal progettista nel primo intervento all'interno della rubrica *Critica delle strutture*. Delle diverse opere progettate solo tre hanno visto una concreta attuazione: il Palazzetto dello Sport (1956-57) e il Palazzo dello Sport (1958-60), entrambi a

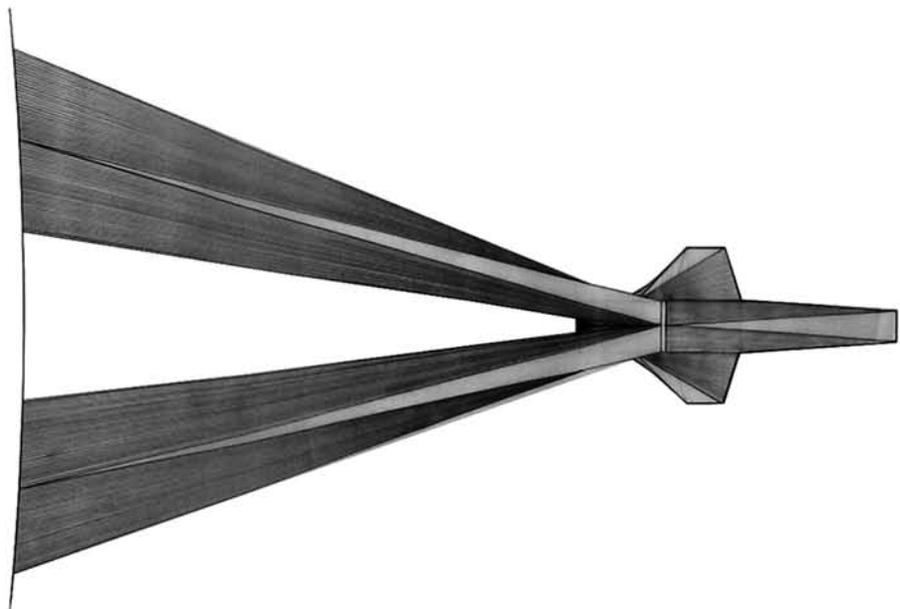
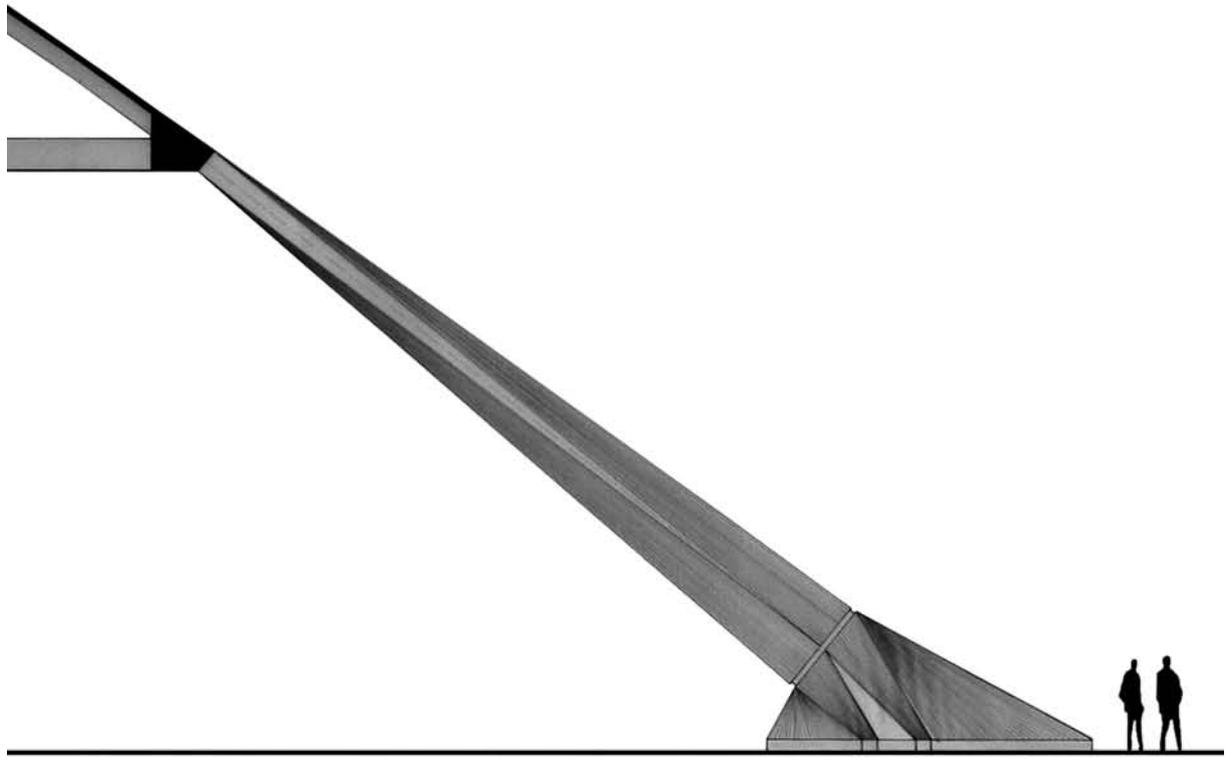


A. Vitellozzi e P.L. Nervi
 Palazzetto dello Sport
 Roma 1956-57
 particolare del pilastro a forcella

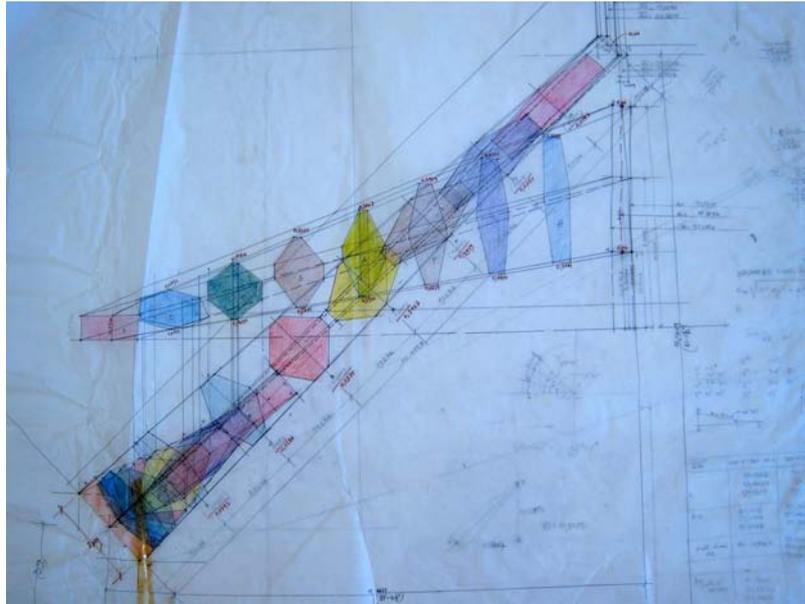
⁸ Gli impianti sportivi per la città di Roma sono ulteriormente argomentati in 3.2 *Volte sottili: gusci e membrane.*

⁹ Il rimando immediato, dal punto di vista strutturale e formale, è all'impostazione dei pilastri per le aviorimesse della I e II serie. Cfr. nella sezione *Apparati* il regesto critico delle architetture voltate.

Roma e il Cultural and Convention Center (1965-71) per la città di Norfolk (Virginia).⁸ La comparazione dei tre edifici realizzati evidenzia due questioni preminenti: il diametro e il sistema di sostegno della cupola. Nel primo caso si evince come la luce libera massima corrisponda ai 100 m, intesa come dimensione relativa all'imposta della cupola. Per quanto riguarda il sistema dei pilastri radiali si nota come gli stessi subiscono una sostanziale evoluzione e articolazione. Partendo da una prima considerazione nel Palazzetto di Roma e in quello di Norfolk la struttura portante è collocata all'esterno,⁹ con il chiaro intento di evidenziare il funzionamento statico della copertura e al contempo liberare le gallerie perimetrali per i flussi pedonali e per l'ingresso della luce, mentre con il Palazzo dello Sport la tendenza si inverte. La struttura, che risulta particolarmente articolata, è inglobata all'interno di una galleria perimetrale vetrata che nasconde, di fatto, quello che è il funzionamento della "macchina strutturale". Il Palazzo dello Sport di Roma si differenzia dagli altri due anche per il sistema di copertura della cupola, conformato secondo il sistema degli elementi prefabbricati in ferrocemento ad archi radiali, contro il sistema delle nervature incrociate con l'utilizzo dei tavelloni romboidali degli altri due. Per tutti e tre gli edifici viene rispettato il principio dello spessore minimo della calotta di copertura. I pilastri conformati a "Y" del Palazzetto romano, pur essendo opportunamente inclinati secondo la risultante



*Williams and Tazewell
P.L. Nervi e A. Nervi
Cultural and Convention Center
Norfolk Virginia 1965-71
particolare del pilastro
a sezione variabile*



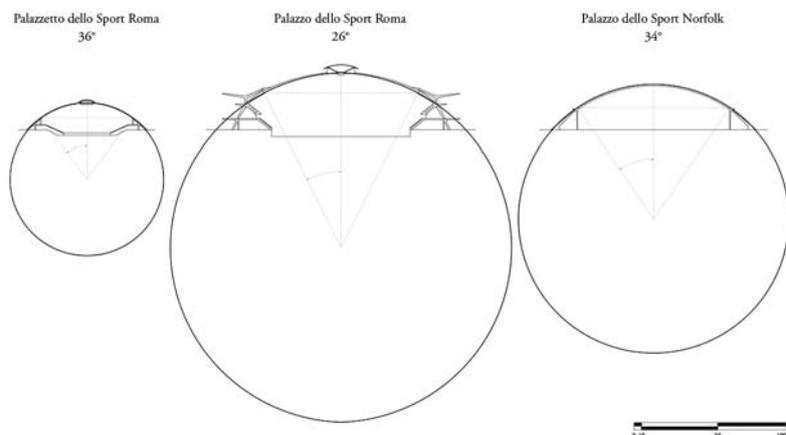
*Williams and Tazewell
P.L. Nervi e A. Nervi
Cultural and Convention Center
Norfolk Virginia 1965-71
geometria di costruzione
del pilastro a sezione variabile*

113

delle forze, denotano un'evidente approssimazione nella configurazione formale. Il risultato estetico è subordinato al corretto funzionamento statico. Alla componente inclinata del pilastro è aggiunto un sostegno verticale che appesantisce la lettura complessiva della sezione. L'evoluzione dei sistemi portanti mostra come invece nel Norfolk, il sistema portante, sempre inclinato secondo la risultante delle forze, rinuncia al sostegno verticale in favore di una maggiore espressività strutturale. La motivazione di tali scelte va ricondotta preminentemente alle sperimentazioni fatte dallo stesso Nervi in differenti occasioni professionali e alla consapevolezza di una maggiore libertà espressiva. In realtà il Palazzetto del Norfolk rappresenta una variazione sul tema del primo palazzetto romano. Il numero dei pilastri radiali passa dai 36 ai 24 e come si evince dal confronto le impostazioni formali e strutturali sono sostanzialmente le medesime. Varia la scala che passa da un diametro di 60 m a uno di 100 m. I pilastri di sostegno mantengono lo stesso funzionamento statico ma vedono un'evoluzione che porta il profilo da una forma a "Y" a quella a "V". Mentre i pilastri a "Y" mantengono sostanzialmente invariata la loro sezione, quelli a "V" del Norfolk manifestano una spiccata espressività definita dalla sezione variabile e dalla configurazione del piede di appoggio.

La superficie rigata accentua la lettura del flusso delle tensioni. L'articolazione della sezione va ricondotta in maggior

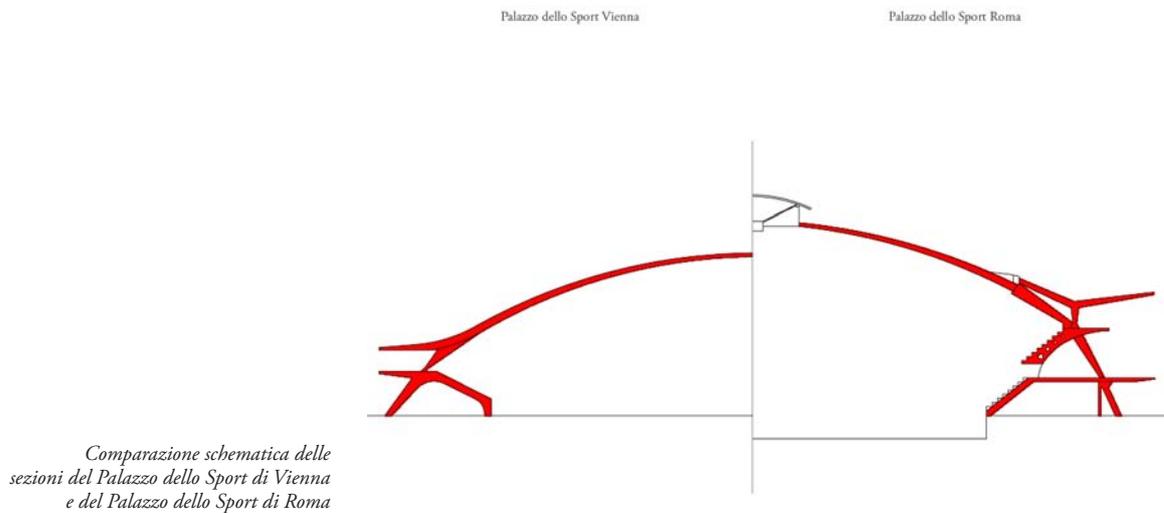
Confronto dell'angolo d'imposta del settore circolare della cupola negli impianti sportivi realizzati



10 Mario Nervi riferisce a proposito della costruzione del Palazzo dello Sport di Norfolk: «[...] L'incarico da parte della città di Norfolk arriva nel 1967 e la costruzione viene ultimata nel 1970. In quel periodo la mente di mio padre era totalmente assorbita dalla costruzione dell'Aula della Udienze. Ci affidò con riconoscenza, il progetto che si inseriva come un corpo estraneo nei suoi pensieri. Somiglia un pochino al Palazzetto dello Sport [di Roma], nonostante le dimensioni lo classifichino come la più grande cupola in cemento armato del mondo». M. Nervi, *L'insegnamento professionale e universitario di P.L. Nervi*, in L. Ramazzotti (a c. di), *Nervi oggi: scritti dalle mostre e dai convegni*, Kappa, Roma 1983, p. 67.

misura al soddisfacimento di esigenze formali e compositive, anche se non vi sono dubbi sul corretto comportamento statico dovuto alla diversa conformazione della base e del vertice, orientati e conformati secondo le relative sollecitazioni tensionali.¹⁰ Le medesime conclusioni possono essere ricavate dall'analisi dell'angolo d'inclinazione del corrispondente settore circolare utilizzato per la configurazione del profilo della cupola. Ad eccezione del Palazzo dello Sport di Roma, gli altri due confermano una sostanziale verosimiglianza anche nel valore dell'angolo d'inclinazione: infatti, si riscontra un valore di circa 36° per il Palazzetto dello Sport di Roma contro i 34° di quello di Norfolk.

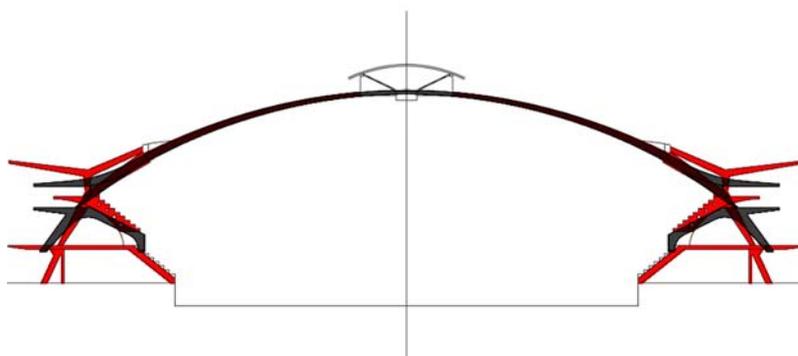
Del resto, essendo l'impostazione statica sostanzialmente analoga, non poteva risultare eccessivamente difforme il relativo angolo. Ulteriore considerazione va ascritta alla freccia corrispondente alle soluzioni adottate. Con un angolo corrispondente ai 34°-36° dei palazzetti omologhi la spinta della volta, e quindi la corrispondente componente verticale ha una intensità minore, giustificando in parte la relativa configurazione del pilastro di sostegno, mentre l'anello perimetrale di fondazione, preteso, annulla la componente orizzontale ristabilendo così la condizione di equilibrio. Con un angolo di 26° il Palazzo dello Sport di Roma configura un sistema di contrafforti in grado di opporsi alla maggiore intensità della spinta orizzontale della cupola. Il tutto si configura tramite un sistema articolato di pilastro-cavalletto che ravvisa una



variazione dell'angolo d'inclinazione secondo una definita scomposizione degli elementi strutturali. Mentre il pilastro adiacente all'imposta della cupola è inclinato secondo la risultante delle forze, il sottostante sistema portante a cavalletto è strutturato in maniera tale da controbilanciare immediatamente la spinta stessa della cupola. La sua geometria a "V" rovesciata consente inoltre la definizione degli spalti inclinati per la formazione delle tribune circolari. Le matrici a cui comunque è possibile fare riferimento riguardano indubbiamente questi tre progetti che riflettono, se non altro, una propensione ad una serie di riferimenti formali e strutturali che si sono ripetuti in maniera continua nelle diverse proposte di progetto per le coperture a cupola. È evidente in Nervi la predilezione a perseguire una logica strategia di variazione e sperimentazione.

L'eloquenza di questa tendenza è sintetizzata nel confronto tra la proposta di progetto per il Palazzo dello Sport di Vienna e l'omologo Palazzo dello Sport di Roma. La configurazione a cavalletto che sostiene da una lato il pilastro inclinato, secondo la risultante delle forze e dall'altro è sagomato per supportare le tribune, definisce la continuità del progetto di concorso per Vienna con l'edificio effettivamente realizzato a Roma. Le dimensioni della luce libera sono le medesime, 100 m, così come in analogia la creazione di una galleria perimetrale vetrata è presente in entrambe le soluzioni. Dalla sovrapposizione delle due sezioni emerge con assoluta

*Sovrapposizione sezioni
Palazzo dello Sport di Vienna
e Palazzo dello Sport di Roma*

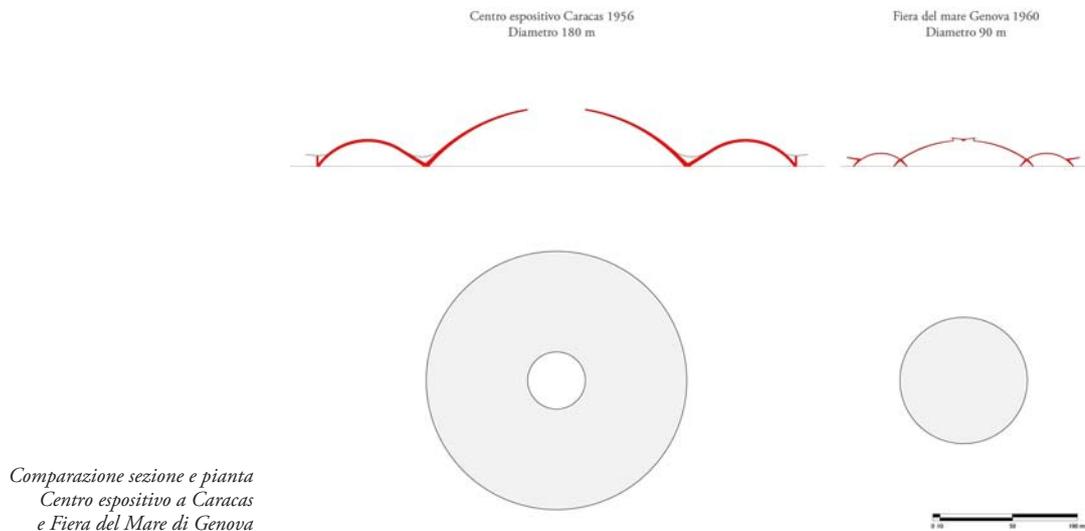


¹¹L'edificio per esposizioni di Caracas fu progettato con il contributo di Antonio Nervi, mentre il progetto per la Fiera del Mare fu redatto in collaborazione con Luigi Carlo Danneri, ottenendo il 1° premio ex-aequo nel relativo appalto-concorso. Entrambi i progetti non hanno avuto seguito. Cfr. nella sezione *Apparati* il regesto critico delle architetture voltate.

evidenza la continuità del profilo della cupola di entrambi i progetti. Esigenze di tipo funzionale, legate alla creazione di un doppio ordine di gallerie, modificano il sistema portante dei cavalletti di sostegno della cupola nell'impianto romano. La riproposizione di soluzioni formali e statiche trova un ulteriore esempio nel confronto tra il Palazzo per esposizioni a Caracas (1956) e il Padiglione espositivo della Fiera del Mare di Genova (1960).¹¹

Entrambi i padiglioni espositivi sono caratterizzati da un impianto circolare nel quale il settore centrale è occupato da un'aula circolare, circondata a sua volta da una galleria perimetrale. La dimensione della cupola centrale del Palazzo espositivo per la città di Caracas ammonta a un diametro di 180 m, mentre quella per la Fiera del Mare risulta esattamente la metà. Nella comparazione tra le due sezioni emerge come lo sviluppo della sezione mantiene lo stesso profilo.

Le uniche variazioni che vengono introdotte riguardano il sistema dell'attacco a terra, che nel caso dell'edificio di Caracas assume per l'imposta della cupola una conformazione a "V", mentre per l'altro il sistema portante è conformato con un sistema di cavalletti a "X". Le parti terminali delle gallerie sono in entrambi i progetti conclusi con una trave a sbalzo. Il confronto tra diverse sezioni mostra come il tema della variazione nella riproposizione di analoghe sezioni strutturali è pressoché costante. All'opportunità di riproporre soluzione già presentate in precedenza si affianca evidentemente la

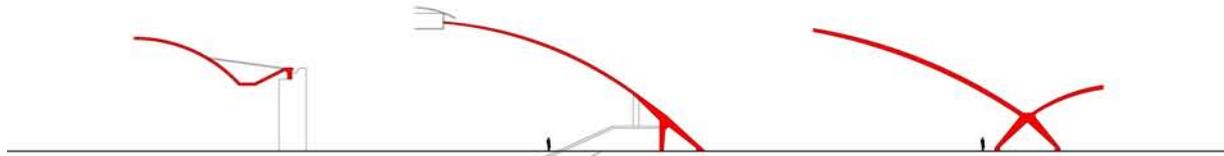


*Comparazione sezione e pianta
Centro espositivo a Caracas
e Fiera del Mare di Genova*

117

volontà di modificare parzialmente l'impatto formale degli elementi portanti, mantenendo inalterato il comportamento statico. Il problema della dimensione, secondo le intenzioni di Nervi, diventa relativo alla stregua della riproposizione di una corretta impostazione statica.

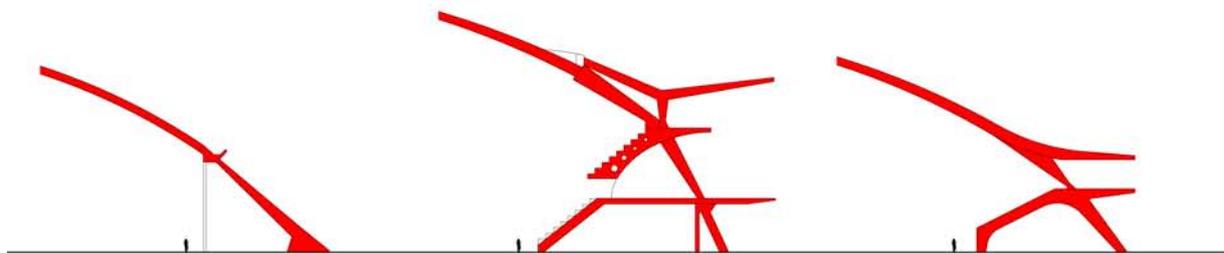
Definito uno schema statico che corrisponde alla semplicità statica e alla comprensibilità intuitiva, è riproposto nelle sue infinite varianti. Nel riportare le diverse configurazioni strutturali emerge con chiarezza come tutte le soluzioni adottate possano essere ricondotte a limitate forme tipo. La comparazione rileva come lo sviluppo del profilo è definito in funzione della luce da coprire, ma se rapportati alla medesima scala mostrano una sostanziale omogeneità derivata dall'esperienza maturata con lo sviluppo di alcune realizzazioni. Nervi tenta di variare la geometria di questi "attacchi a terra" con lo scopo di riproporre uno schema strutturale che in realtà è già consolidato e che ritiene opportuno riproporre. Se si riconduce la lettura di queste sezioni alle affermazioni di Nervi sulla soluzione più naturale e corrispondente al più rigoroso strutturalismo statico, si comprende come questa intenzione sia, in parte, smentita dalla continua ricerca di nuove soluzioni formali della struttura portante dei pilastri e cavalletti delle diverse coperture a volta e cupola. All'apparenza, ogni progetto assume una nuova declinazione formale che sembra perseguire il tentativo di rinnovare continuamente l'architettura dell'edificio.



Copertura Ara Pacis Roma 1951

Palazzetto dello Sport Roma 1956

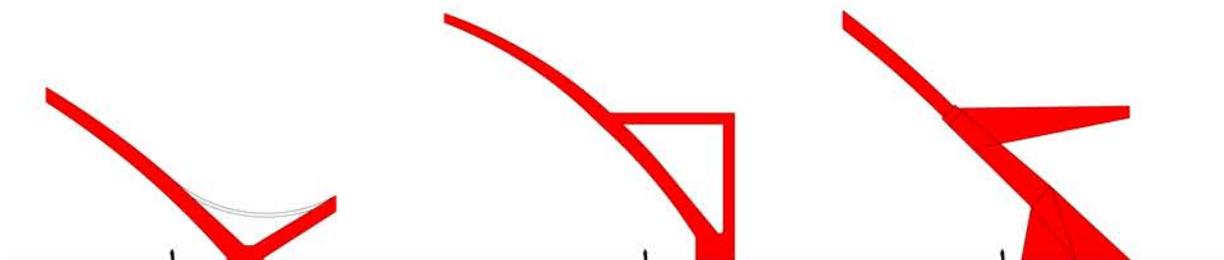
Fiera del mare Genova 1961



Palazzo dello Sport Norfolk 1966

Palazzo dello Sport Roma 1956

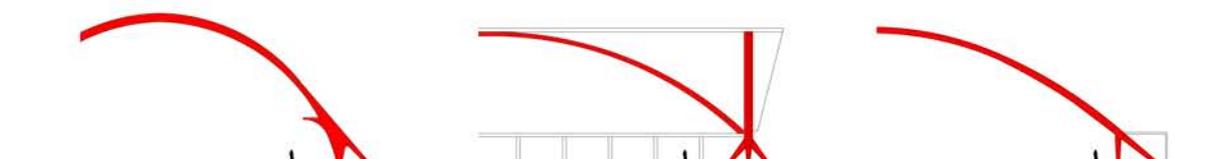
Palazzo dello Sport Vienna 1953



Centro espositivo Caracas 1956

Padiglione espositivo E42 Roma 1939

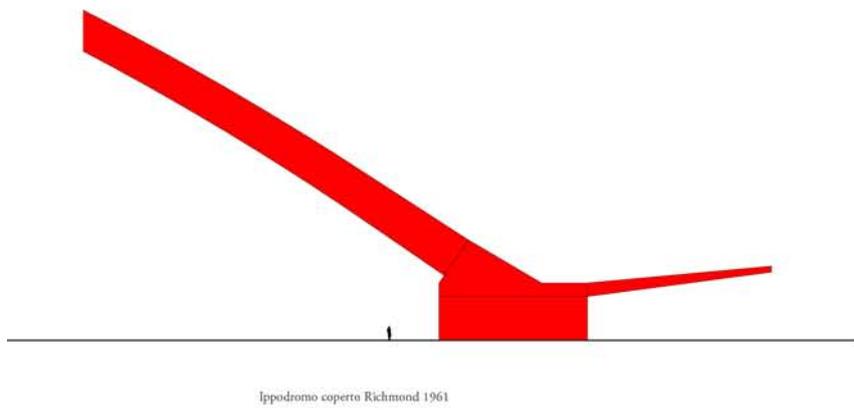
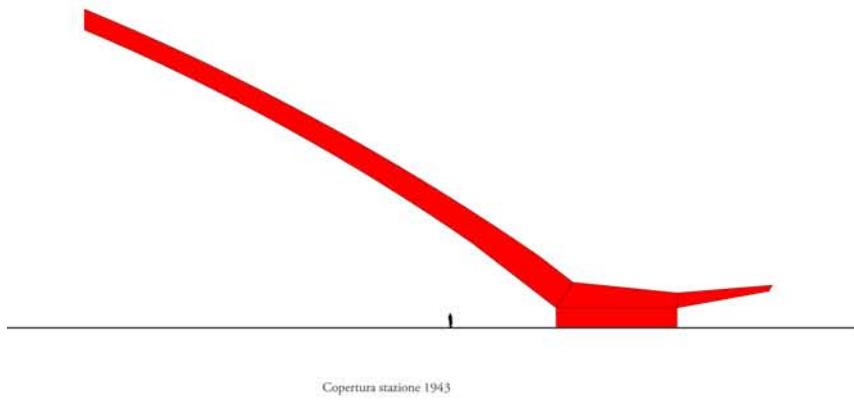
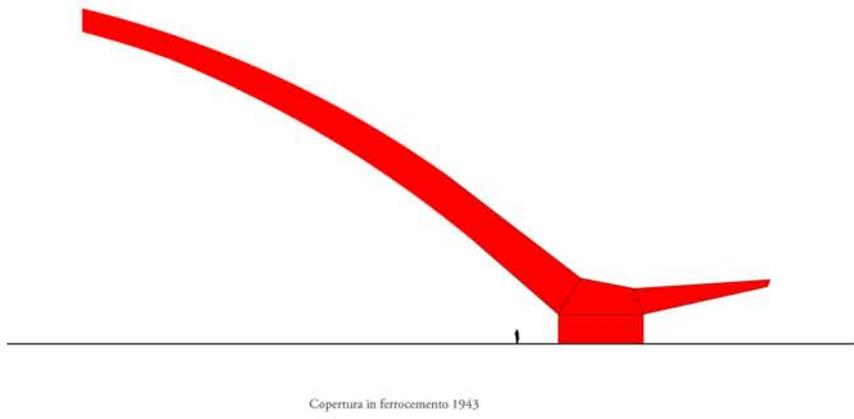
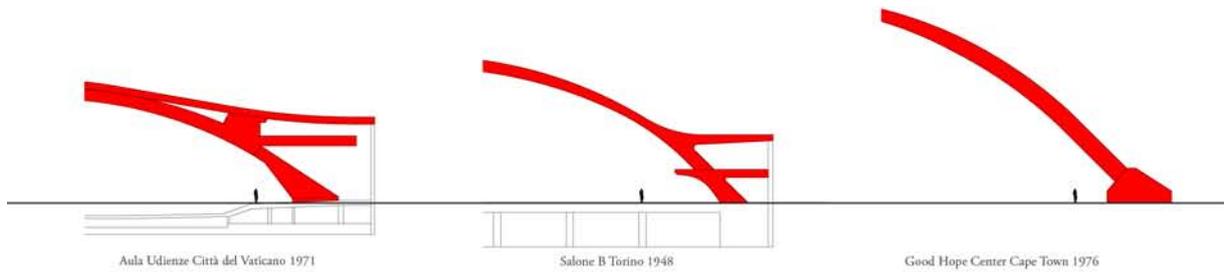
Kuwait Sports Centre 1968



Aviorimessa Orvieto 1935

Palazzo Ghiaccio Roma 1959

Leverone Field House New Hampshire 1961



Bibliografia

Billington D.P., Moreira Garlock M.E. (a c. di), *Felix Candela. Engineer, Builder, Structural Artist*, Yale University Press, New Haven and London 2008.

Billington D.P., *The Tower and the Bridge. The New Art of Structural Engineering*, Princeton University Press, Princeton New Jersey 1983.

Chilton J., *Heinz Isler*, Thomas Telford Publishing, London 2000.

Chiorino C., Olmo C. (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Architettura come sfida*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo 2010.

Colonnetti G. (a c. di), *La tecnica delle costruzioni: le pareti sottili*, Editore Boringhieri, Torino 1957, vol. III.

Cossa C., *Modernismo all'ombra. La sala delle udienze pontificie di Pier Luigi Nervi*, Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 2010.

Fernández Ordóñez J.A., *Eugène Freyssinet*, 2c Ediciones, Barcelona 1978.

Frampton K., *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*, MIT Press, Cambridge 1995, trad. it. M. De Benedetti (a c. di), *Tettonica e architettura. Poetica della forma architettonica nel XIX e XX secolo*, Skira, Milano 2005.

Giedion S., *Space, time and architecture*, Harvard University Press, Cambridge 1941, trad. it., E. Labò, M. Labò (a c. di), *Spazio, tempo ed architettura*, Hoepli, Milano 1984.

Greco C., *Pier Luigi Nervi. Dai primi brevetti al Palazzo delle Esposizioni di Torino 1917-1948*, Quart Verlag, Lucerna 2008.

Heller R., Salvadori M. (a c. di), *Structure in Architecture*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs New Jersey 1963, trad.it., *Le strutture in architettura*, Etas Libri, Milano 1992.

Hilberseimer L., *Hallenbauten*, Gebhardt's Verlag, Leipzig 1931, trad. it., L. Lannini, A. Maglio (a c. di), *Hallenbauten. Edifici ad Aula*, Clean, Napoli 1998.

Huxtable A.L., *Pier Luigi Nervi*, George Braziller Inc., New York 1960, trad. it. *Pier Luigi Nervi*, Il Saggiatore, Milano 1960.

Joedicke J., Edizioni di Comunità, Milano 1957 nella versione della trad. ted. *Pier Luigi Nervi. Bauten und Projekte*, Verlag Gerd Hatje, Stuttgart 1957.

Milelli G. (a c. di), *Eredità di Pier Luigi Nervi*, Istituto Marchigiano Accademia di Scienze Lettere ed Arti, Ancona 1983.

Nervi P.L., *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Edizioni della Bussola, Roma 1945.

Nervi P.L., *Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate*, Hoepli, Milano 1955 (II ed. rivista e ampliata, Milano 1965).

Otto F., *Natürliche Konstruktionen: Formen und Konstruktionen in Natur und Technik und Prozesse Ihrer Entstehung*, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart 1982.

Ramazzotti L. (a c. di), *Nervi oggi: scritti delle mostre e dei convegni*, Edizioni Kappa, Roma 1983.

Schodek D.L., *Structures*, Prentice Hall, Upper Saddle River New Jersey 2001, trad. it., D. Coronelli, L. Martinelli (a c. di), *Strutture*, Pàtron Editore, Bologna 2004.

Torroja E., *Razón y ser de los tipos estructurales*, Instituto Técnico de la Construcción y el Cemento. sa., Madrid 1957, trad. it. Levi F. (a c. di), *La concezione strutturale. Logica ed intuito nella ideazione delle forme*, Città Studi Edizioni, Torino 1995.

Trentin A., T. Trombetti (a c. di), *La lezione di Pier Luigi Nervi*, Bruno Mondadori, Milano-Torino 2010.

Vernizzi C., *Il disegno in Pier Luigi Nervi. Dal dettaglio della materia alla percezione dello spazio*, Mattioli 1885, Fidenza 2011.

Iori T., *Gusci sottili di cemento armato*, in "Area", n. 57, luglio-agosto 2001, pp. 16-23.

Nervi P.L., *Le costruzioni navali in ferro-cemento*, in "L'Industria italiana del cemento", luglio-agosto 1950, pp. 163-166.

Nervi P.L., *Critica delle strutture*, in "Casabella-continuità", n. 223, gennaio 1959, pp. 56-57.

Nervi P.L., *Critica delle strutture. Cinque ponti*, n. 224, febbraio 1959, pp. 53-54.

Nervi P.L., *Critica delle strutture. Rapporti tra ingegneria e architettura*, n. 225, marzo 1959, p. 50.

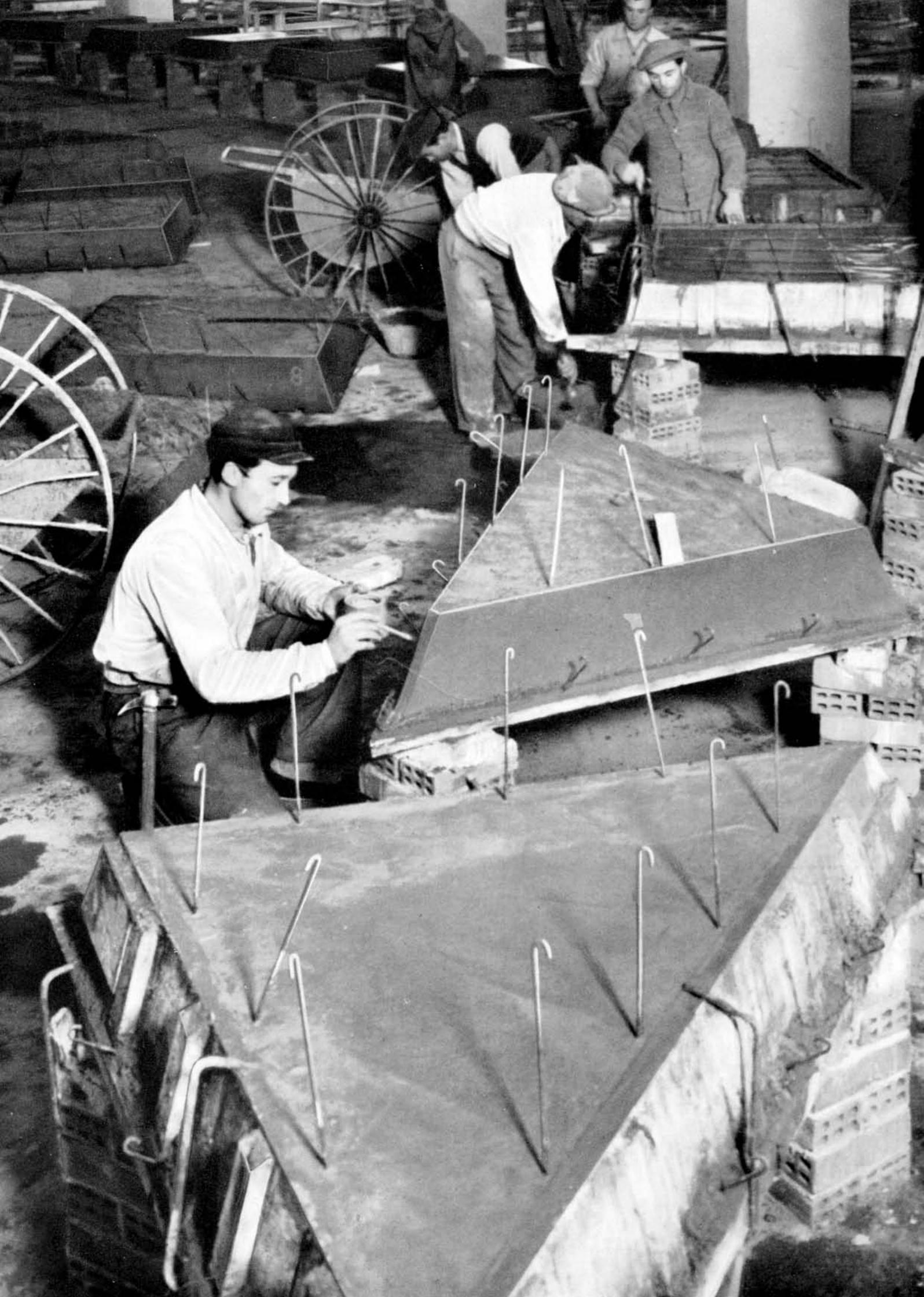
Nervi P.L., *Le strutture dell'UNESCO*, n. 226, aprile 1959, pp. 17-25.

Nervi P.L., *Critica delle strutture. Modello e imitazione*, n. 227, maggio 1959, pp. 50-51.

Nervi P.L., *L'aula delle udienze nella Città del Vaticano*, in "L'industria Italiana del Cemento", n. 12, 1973, pp. 797-844.

MAXXI, Museo Nazionale delle arti del XXI Secolo, Roma, Archivio Pier Luigi Nervi.

PARTE TERZA
Sezione e struttura



3.1 Composizione per parti

Il ferrocemento e le prime applicazioni

Fin dai primi anni trenta diversi brevetti per la Marina Militare Italiana consentono a Nervi di affinare lo studio della composizione di elementi a sezione sottile con ossatura in rete metallica e rivestimento in malta di cemento.¹

In particolare la progettazione di scafi in cemento armato con pareti sottili, adottando il sistema della prefabbricazione, ha consentito all'ingegnere il rispetto della direttiva autarchica sul consumo di materiali ferrosi e l'affinamento delle proprie ricerche.

Inoltre gli anni della seconda guerra mondiale vedono un improvviso arresto di tutte le attività edilizie: i cantieri subiscono dunque una forzata interruzione che tuttavia non impedisce a Pier Luigi Nervi di portare avanti le sue sperimentazioni.²

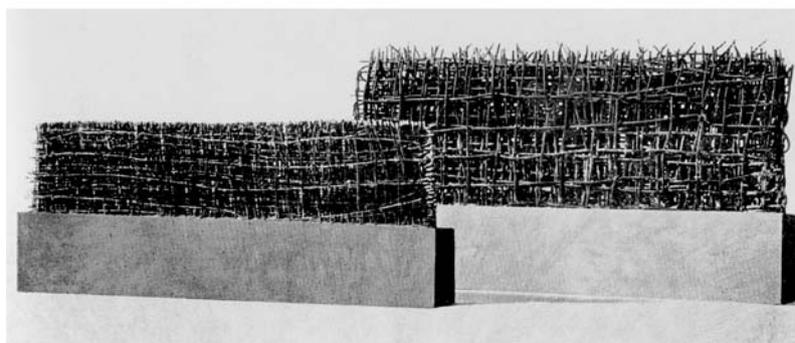
Sperimentazioni che confluiscono nella registrazione di nuovi brevetti,³ ma che soprattutto divengono fondamento nella progettazione di nuove soluzioni strutturali applicate alla copertura di edifici di grande scala.

In *Scienza o arte del costruire?* Nervi espone l'esito di queste sperimentazioni:

Pagina precedente
Preparazione degli elementi
prefabbricati della volta per
il Salone C di Torino Esposizione
1950

126

Elementi in ferroemento



1 Per approfondimenti vedi C. Greco, *Pier Luigi Nervi. Dai primi brevetti al Palazzo delle Esposizioni di Torino 1917-1948*, Quart Verlag, Lucerna 2008, pp. 192-202.

2 «A settembre del 1943, quando dopo l'armistizio, i nazisti invadono Roma, Nervi chiude l'impresa per non essere costretto a collaborare e si ritira nella sua abitazione. Il figlio Vittorio racconta di come nascondesse, in rifugi ricavati dietro tramezzi velocemente alzati in cucina, giovani studenti perseguitati. Intanto sul balcone, le solette di ferroemento riposano e vengono verificate alla prova degli agenti atmosferici. A giugno del 1944 Roma viene liberata; alla fine di settembre Nervi è pronto con un nuovo brevetto, perfezionato con quanto ha imparato in questi tanti mesi di inattività coatta». T. Iori, *Pier Luigi Nervi*, Motta Architettura, Milano 2009, pp. 24-25.

3 È del 15 aprile 1943 la registrazione del brevetto n. 406296 *Perfezionamento nella costruzione di solette, lastre e altre strutture cementizie armate*. C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit., p. 200.

Una serie di ricerche e tentativi diretti a determinare le modalità strutturali ed esecutive più adatte al delicato campo delle costruzioni navali cementizie, mi hanno portato verso un tipo di costruzione, che ritengo possa offrire buoni sviluppi e larghe applicazioni anche all'edilizia civile ed industriale. [...] Studiando il modo migliore per armare solette destinate a fasciame di scafi – solette che evidentemente debbono presentare particolari doti di resistenza, elasticità ed impermeabilità – mi sono chiesto se il risultato voluto non si sarebbe meglio raggiunto esaltando, oltre ogni consueto limite, il quantitativo di ferro e la sua suddivisione, con il ricorrere a multipli strati di rete sovrapposti gli uni agli altri fino a costituire uno spessore praticamente uguale a quello della costruenda soletta e cementando quindi con ottima malta di cemento e rena. I risultati ottenuti con prove sperimentali su solette di spessore variabile da uno a sei cm ed armate con una percentuale di ferro di circa 5÷6 Q.li a mc – quantitativo corrispondente approssimativamente a cinque volte quello delle usuali strutture cementizie – sono stati sotto ogni riguardo ottimi. [...] Ma la conseguenza, a mio modo di vedere, più importante che precede spontaneamente dalle modalità strutturali suddette, è data dal fatto che l'armatura metallica, così predisposta, diventa capace di ricevere e trattenere la malta cementizia qualora questa, [...] venga premuta con il fratazzo o la mestola su l'una faccia fino ad affiorare dall'altra.

[...] L'armatura metallica costituita da reti e tondini può adattarsi con tutta facilità a superfici curve o sghembe di qualsiasi tipo; inoltre la sua intrinseca leggerezza e la sua indeformabilità permettono di sostenerla con leggeri ponteggi cosicché la costruzione di grandi e grandissime coperture ne rimane singolarmente semplificata.

I limiti di realizzabilità, già così ampi per il cemento armato propriamente detto, vengono ancora allargati e non diventa troppo audace pensare a enormi coperture [...] o a cupole di centinaia di m di diametro, formate da solette opportunamente ondulate e sagomate onde raggiungere, nelle spontanee risorse statiche derivanti dalla forma, quella indeformabilità e capacità resistente che comunemente resta affidata alle pesanti nervature principali. In altre parole il fatto di poter realizzare, con modalità semplici ed economiche, membrane



P.L. Nervi
Magazzino della Magliana
Roma 1945

127

⁴ P.L. Nervi, *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Edizioni della Bussola, Roma 1945, pp. 129-132.

⁵ Si tratta di un piccolo edificio a pianta rettangolare di 21x12 m con copertura a due falde, realizzato come deposito della sua impresa, la Nervi & Bartoli. Particolarità dell'edificio è la struttura in ferrocemento dello spessore di soli 3 cm che tramite pareti a sezione ondulata sostengono l'intero edificio grazie al principio della resistenza per forma.

resistenti a pressione e tensione, ondulato, piegato e curvato come meglio si desidera, offre tali e così feconde possibilità statiche, da lasciar prevedere, [...] una vera e propria rivoluzione nel campo delle coperture tanto dal punto di vista costruttivo che da quello estetico.

Infatti le strutture derivanti da questo adattarsi di una superficie alle esigenze statiche, potranno avere una così spontanea e suggestiva espressività plastica da diventare fondamentale elemento architettonico e decorativo.⁴

Nervi è alla ricerca di un sistema costruttivo che consenta la massima libertà delle forme con il minor impiego di materiale. È dunque attraverso la composizione per parti, concretizzata dal sistema duale delle strutture in ferrocemento e della prefabbricazione, che Nervi sperimenta le prime grandi luci di copertura. Sono anni notevoli quelli per Pier Luigi Nervi e per la sua impresa, visto il susseguirsi di brevetti e di continue nuove sperimentali costruzioni. Le prime, audaci, proposte di grandi coperture trovano riscontro proprio in quegli anni, pur non facendo venir meno la sperimentazione del ferrocemento che trova nel piccolo capannone della Magliana (1945) la prima concreta applicazione.⁵

È da riferirsi però al 1943 la prima proposta di progetto per la realizzazione di una copertura a elementi prefabbricati con luce libera di 200 m e altezza in chiave di 46 m.

Si tratta di una tettoia per una stazione ferroviaria, con sezione a volta parabolica, impostata su una pianta a base rettangolare. Gli elementi della volta, previsti in cemento armato prefabbricato con una sezione conformata a "V" rovesciata, sono uniti tra loro attraverso la saldatura dei

*P.L. Nervi
Tettoia per stazione
ferroviaria di 200 m di luce
1943*



ferri e un getto di completamento in conglomerato ad alta resistenza, con un procedimento analogo a quanto già sperimentato con la serie delle aviorimesse a elementi prefabbricati.

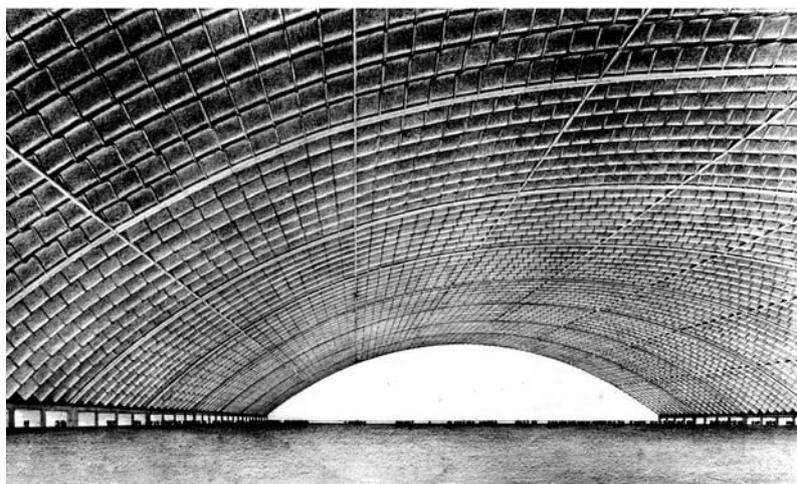
Due travature di bordo sostengono la spinta della volta che viene convogliata a terra attraverso un insieme di pilastri.

La prospettiva del progetto mostra come nelle intenzioni di Nervi sia già ben presente la volontà di conseguire una grande copertura ricorrendo a elementi strutturali a sezione minima che opportunamente sagomati garantiscono adeguata resistenza per forma, assicurando contemporaneamente una corretta illuminazione zenitale senza rinunciare a un ricercato effetto estetico. E sono le trame strutturali degli elementi portanti che, ritmando il soffitto della volta, creano un inedito effetto dinamico. La possibilità di utilizzare elementi di cemento armato prefabbricato, il ferrocemento, permette a Nervi di configurare tale soluzione strutturale attraverso la definizione di un arco a spessore alquanto ridotto.

Nervi chiarisce le potenzialità di una struttura di questo tipo:

Per verificare uno dei tanti limiti delle possibilità applicative del cemento armato ho cercato di esaminare i termini di realizzabilità di una copertura di 200 m di luce [...]. La costruzione non richiederebbe il superamento di difficoltà costruttive particolarmente gravi e darebbe le più complete garanzie di buona riuscita dal punto di vista statico. Anche in questo caso la preparazione a piè d'opera delle diagonali dei tralici e dei collegamenti, potrebbe apportare una grande semplificazione ed una notevole economia costruttiva. Credo inutile

P.L. Nervi
*Copertura in ferroceemento
 di 300 m di luce*
 (1943-44)



129

6 P.L. Nervi, *Scienza o arte del costruire?* cit., pp. 121-122.

7 Discordanti sono le date di riferimento del progetto. Mentre nel volume *Costruire Correttamente* alla tavola XLVIII lo stesso Nervi indica tra parentesi la data del 1942, la data di deposito dei brevetti relativi alle solette di ferroceemento e i successivi perfezionamenti indicano come data il 1943. Inoltre il recente regesto delle opere di Nervi a cura di Luisa De Marinis e Irene Nervi, contenuto come apparato all'interno del volume di C. Chiorino, C. Olmo (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Architettura come sfida*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo 2010, pp. 213-221, collocano la data presunta del progetto nell'intervallo tra il 1943 e il 1944.

8 P.L. Nervi, *Scienza o arte del costruire?* cit., tavola XXVII-XXVIII.

9 *Ibid.*

insistere sulla monumentale imponenza, sulla autentica emotività architettonica di una simile realizzazione, che, tuttavia, non è altro che la spontanea soluzione tecnica e costruttiva di un tema di ampio respiro.⁶

E sull'entusiasmo di tale proposta progetta, nello stesso anno, una copertura in ferroceemento con luce libera di 300 m.⁷ La struttura proposta assume ancora il tipico profilo della volta parabolica.

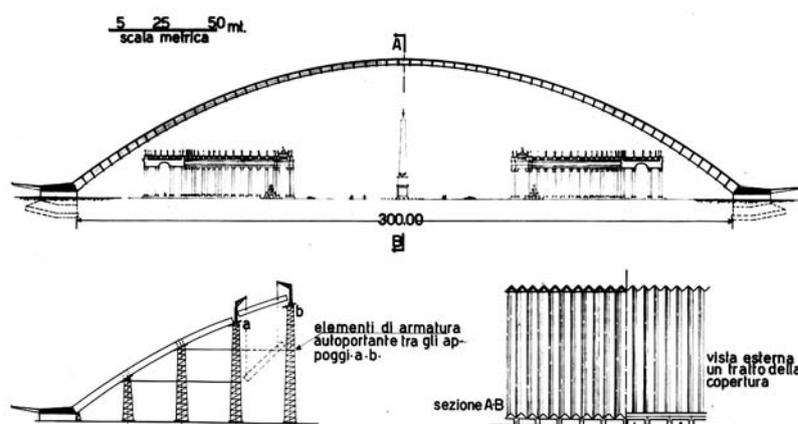
Gli elementi della volta sono onde di ferroceemento prefabbricato con una sezione minima di 10 cm, opportunamente nervate da onde d'irrigidimento dello spessore di 30 cm, posizionate a un interasse di 3,5 m.

La prospettiva rivela come la soluzione proposta risulta meno efficace dal punto di vista estetico, ma è evidente come nelle intenzioni di Nervi ci sia il conseguimento dell'obiettivo di massima luce libera. Ne è riprova l'esemplificazione ottenuta attraverso l'immagine di un sottile arco di copertura capace di coprire l'intero colonnato di piazza S. Pietro in Vaticano. Lo studio della copertura è debitamente illustrato nel libro *Scienza o arte del costruire?*, compreso il procedimento esecutivo e le e varie fasi di ponteggio.⁸

La didascalia che accompagna l'immagine riporta:

Il porticato del Bernini di Piazza S. Pietro nella sua sezione diametrale dà un termine di confronto delle dimensioni. Il procedimento esecutivo sarebbe agevolato dalla preparazione a piè d'opera di tronchi di armatura metallica della larghezza di un'ondulazione e lunghi circa 25 m appoggiati su ponteggi metallici scorrevoli nel senso longitudinale della costruzione.⁹

P.L. Nervi
 Copertura in ferrocemento
 di 300 m di luce
 (1943-44)
 schema di montaggio



10 P.L. Nervi, *Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate*, Hoepli, Milano 1955 (II ed. rivista e ampliata, Milano 1965, tavola XLVIII).

La didascalia che invece accompagna le immagini del progetto per la copertura da 300 m all'interno del volume *Costruire Correttamente*, sottolinea l'audacia di Nervi in merito alla possibilità offerta di coprire grandi luci:

Il profilo della piazza di S. Pietro a Roma, completamente contenuta sotto un'unica volta, dà l'immediata impressione delle possibilità costruttive delle strutture cementizie armate.

Né si deve credere che il costo di realizzazioni del tipo salirebbe a cifre proibitive. L'esecuzione rientrerebbe nei limiti della attuale tecnica edilizia.¹⁰

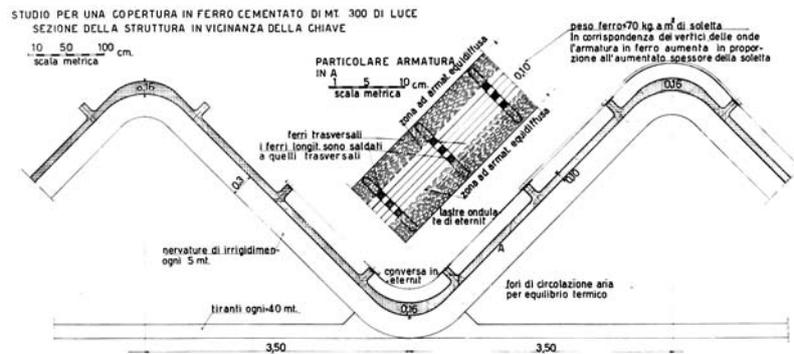
La passione delle parole che accompagnano la descrizione del progetto in entrambe le pubblicazioni, chiarisce come Nervi abbia assunto la piena consapevolezza dell'opportunità che il perfezionamento del ferrocemento gli consente in merito alla realizzazione di grandi luci di copertura.

Realizzazione da perseguire attraverso un metodico procedimento della composizione per parti.

Il Nervi ingegnere, ma forse più concretamente il Nervi impresario, ha compreso che per una corretta soddisfazione dei principi di razionalità e economia, equivalenti alla massima efficienza in termini di comportamento statico e minor impiego di materiale, è necessario ricorrere al sistema delle strutture in ferrocemento e alla prefabbricazione.

Da una parte il perfezionamento di una serie di brevetti sul ferrocemento è presentato con eloquenza attraverso la serie delle due proposte per le coperture di grandi luci, ovvero i 200 m della tettoia per una stazione e la grande copertura

*P.L. Nervi
Copertura in ferroemento
di 300 m di luce
(1943-44)
sezione degli elementi ondulati*



131

con luce di 300 m in grado di coprire il colonnato del Bernini; dall'altro lato il sistema della prefabbricazione. Sistema che trova concreta applicazione nelle diverse sperimentazioni condotte nel terreno della sua impresa e che culminano appunto con la realizzazione del magazzino sperimentale. Siamo nel 1945, la guerra sta volgendo al termine: Pier Luigi Nervi è pronto ad affrontare nuove sfide professionali.

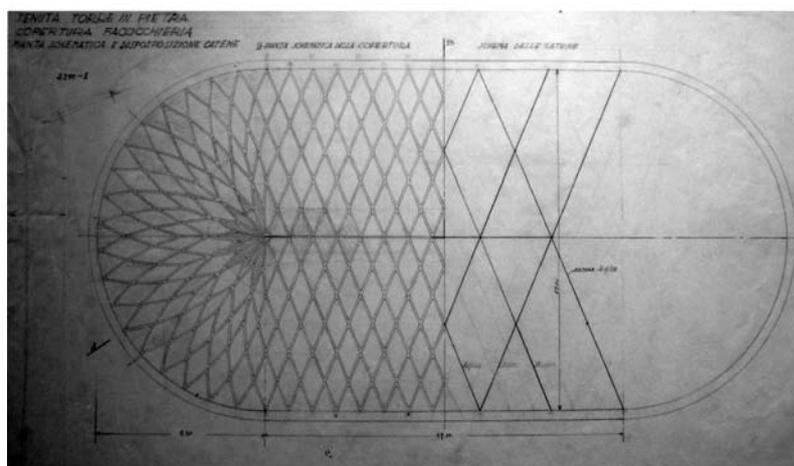
La prefabbricazione strutturale

Le sperimentazioni condotte da Nervi lo inducono a cogliere le potenzialità offerte dalla prefabbricazione di strutture resistenti per forma attraverso l'impiego di elementi in ferroemento.

Un procedimento costruttivo di grande interesse, venuto in questi ultimi anni ad arricchire le possibilità del cemento armato, è quello della prefabbricazione strutturale. Esso consiste nel costruire un complesso resistente collegando fra loro, e rendendoli staticamente collaboranti, elementi cementizi prefabbricati. [...] A parte i pregi tecnici della prefabbricazione, mi sembra interessante mettere in evidenza una sua proprietà estetico-architettonica, che deriva direttamente da due caratteristiche essenziali dei sistemi prefabbricati: l'intrinseca leggerezza delle strutture e il serrato ritmo prodotto dall'affiancamento di elementi uguali fra loro.

È anche opportuno osservare che, con la prefabbricazione, la esecuzione di elementi di forma complicata non rappresenta una difficoltà costruttiva, né un sensibile aggravio di spesa.

M. Busiri Vici e P.L. Nervi
 Copertura magazzino
 Torre in Pietra Roma 1945
 ipografia degli elementi
 prefabbricati di copertura



11 P.L. Nervi, *L'evoluzione delle strutture in cemento armato*, in G. Colonnetti, *La tecnica delle costruzioni: le pareti sottili*, Torino, Edizioni Scientifiche Einaudi, 1957, Vol. III, pp. 26-29.

Infatti un limitatissimo numero di matrici permette di eseguire un grande numero di elementi, sicché il loro peso economico (a differenza delle usuali costruzioni in cemento armato, per le quali ogni cassaforma serve una volta sola) diventa secondario. L'unione statica dei vari elementi può essere assicurata dalla saldatura elettrica delle armature di ogni tronco e dal getto di nodi di conglomerato ad alta resistenza.

[...] Uno dei punti più delicati dei procedimenti prefabbricativi è data dal proporzionamento del peso e dimensione degli elementi, in relazione all'attrezzatura meccanica di cui si può disporre o che conviene approntare per il sollevamento e posa in opera degli elementi stessi.

Il più delle volte si rende necessario un vero e proprio studio di incastellature e mezzi di trasporto orizzontali e verticali, alla cui buona rispondenza resta affidata la riuscita dell'opera.¹¹

La prefabbricazione deve dunque la sua riuscita a una corretta impostazione degli elementi strutturali, all'organizzazione del cantiere e soprattutto all'adeguata preparazione delle maestranze.

Nervi, nell'applicazione della prefabbricazione strutturale come procedimento costruttivo, fa riferimento alla sua esperienza di direttore di cantiere e soprattutto all'analogia di lavorazioni similari.

L'intuito e la competenza, come si vedrà in seguito, saranno per Nervi elementi fondamentali per la corretta risoluzione delle sfide professionali a cui è invitato a confrontarsi.

12C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit. p. 215.

La copertura per la rimessa agricola di Torre in Pietra

L'opportunità di mettere in pratica le proprie sperimentazioni arriva immediatamente con lo studio di una piccola copertura per un deposito.

Così il progetto per la rimessa di macchine agricole per la tenuta di Torre in Pietra (1945) rappresenta una sorta di grado zero che racchiude una serie di tematiche, utili a comprendere le successive elaborazioni progettuali e realizzative delle grandi coperture nervate.

L'architetto Mario Busiri Vici, impegnato nella realizzazione di un complesso di fabbricati rurali, coinvolge l'amico Pier Luigi Nervi nella progettazione della copertura di una grande sala per la rimessa di macchine agricole. La pianta a forma rettangolare, ha un'estensione di 18x36 m, ed è conclusa sui due lati corti da due semicerchi, racchiusi a loro volta da due corpi di fabbrica con funzione di locali di servizio.

Nervi, sulla scorta delle esperienze condotte con la prefabbricazione nelle aviorimesse e con le sperimentazioni in corso sul ferrocemento, imposta una copertura a volta ribassata raccordata a due semicupole in corrispondenza dei due semicerchi sui lati corti. La struttura della volta e delle due semicupole è una soletta nervata a spessore ridotto, in tutto simile ai concetti statici e formali delle aviorimesse della I e II serie. La struttura è quindi suddivisa in elementi romboidali impostati su un tracciato reticolare inclinato di 30°, mentre sui lati corti, la disposizione degli elementi a rombo è di tipo radiale.

Claudio Greco osserva come:

[...] il disegno che ne deriva (anche se non ancora perfettamente risolto nei raccordi terminali in chiave) rinnova la antica tradizione delle volte nervate di rotazione che ha tramandato la forza e l'eleganza di questo disegno strutturale fino alle più recenti rivisitazioni moderne.¹²

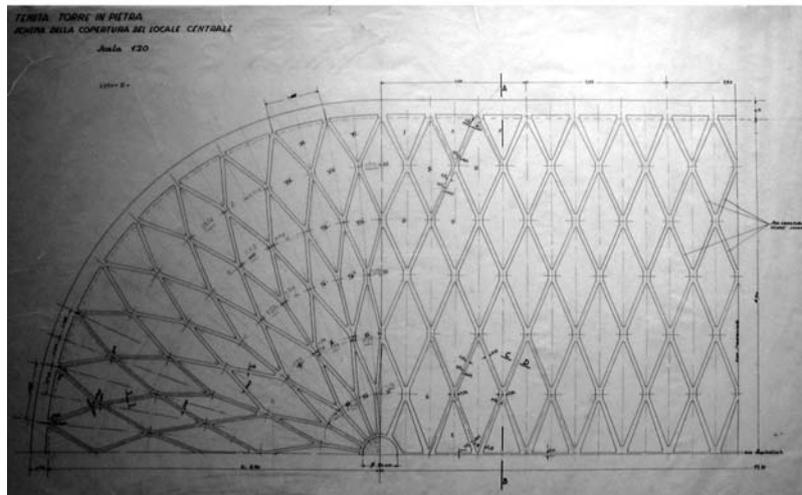
L'innovazione della struttura, pur nella valutazione del valore formale e statico delle nervature, è indissolubilmente legato al procedimento costruttivo.

Da una prima elaborazione di parti prefabbricate a piè d'opera e successivo assemblaggio con getti di saldatura, sviluppato per la realizzazione delle aviorimesse, si passa in questo procedimento costruttivo per la rimessa agricola, al tentativo di sviluppare una struttura monolitica facendo ricorso a conci prefabbricati romboidali.



*M. Busiri Vici e P.L. Nervi
Copertura magazzino
Torre in Pietra Roma 1945
particolare del solaio di
copertura a elementi nervati*

*M. Busiri Vici e P.L. Nervi
Copertura magazzino
Torre in Pietra Roma 1945
abaco degli elementi
prefabbricati di copertura*



13 Ivi, pp. 215-216.

Elementi prefabbricati che sotto la duplice funzione di elementi resistenti e di cassero a perdere per il successivo getto del conglomerato cementizio, conformano la struttura monolitica della soletta nervata.

Nella parte centrale del salone, per realizzare la volta, sono sufficienti due soli tipi di forme: un rombo, il tipo 1, e mezzo rombo, il tipo 2, leggermente curvi e allineati sugli archi generatori, mentre per le due semicupole è necessaria una serie maggiore di moduli (dieci tipi) che si rastremano verso il centro.

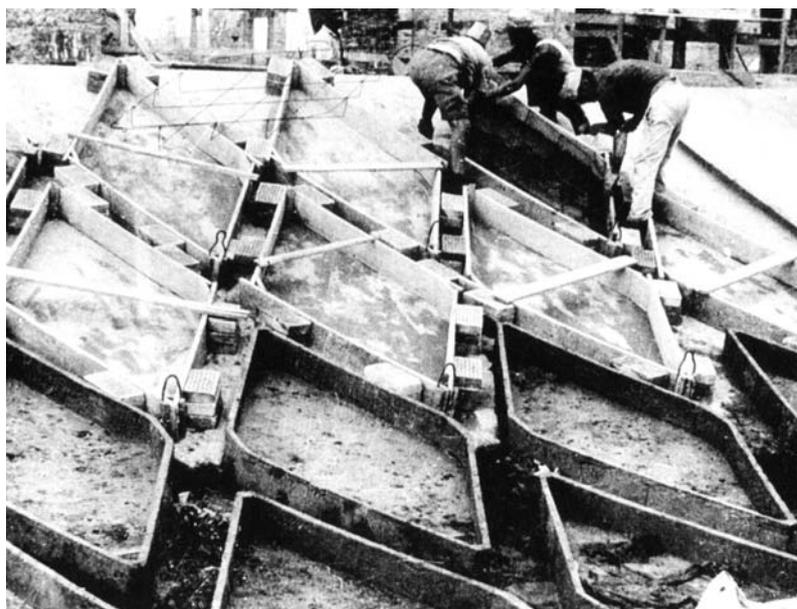
La più complessa geometria delle absidi e le difficoltà costruttive conseguenti sono di stimolo a un'altra invenzione pratica e geniale allo scopo di rendere rapida e precisa l'aggregazione degli elementi; nuovamente la soluzione nasce dalla tradizione artigiana e viene realizzata con i semplici mezzi offerti dal cantiere. Una contro volta, delle stesse dimensioni di quella di progetto, ma rovesciata, viene costruita in un'area attigua, con un rilevato di terra, pietrame e detriti, in modo da offrire una comoda superficie equivalente su cui poter predisporre, controllandone con esattezza la geometria, le spondine in legno con cui realizzare le diverse forme romboidali.

All'interno delle spondine viene collocato il reticolato sagomato in tondini di ferro, che fa da supporto alle reti metalliche di armatura e, con la tecnica ormai collaudata nel magazzino della Magliana, vengono prefabbricati manualmente i gusci in ferrocemento. I moduli, una volta induriti e opportunamente numerati, vengono poi affiancati nuovamente, capovolti, sul banchinaggio in modo da ricostituire l'intera superficie di copertura.

A questo punto è sufficiente armare gli spazi lasciati dai risvolti delle formelle e procedere con un normale getto di cemento per realizzare le nervature e la sottile calotta che formano così un insieme solidale e monolitico.

La spinta della volta è contrastata da robusti cordoli in cemento armato posti sopra le murature perimetrali mentre quella delle semicupole dai due corpi di servizio esterni che fungono da veri e propri contrafforti e la cui forma segue il diagramma degli sforzi laterali.¹³

*M. Busiri Vici e P.L. Nervi
Copertura magazzino
Torre in Pietra Roma 1945
posizionamento degli elementi
prefabbricati in ferroceemento
sulla controsagoma di terra*



¹⁴ Il procedimento per il corretto tracciamento dei tavelloni della semicupola è accuratamente descritto all'interno della tavola 2390-11, cartella *Tenuta e bonifica di Torre in Pietra*. CSAC, Parma, Archivio Pier Luigi Nervi.

Il procedimento esecutivo esemplifica la vera innovazione di questo sistema costruttivo.

La geometria, apparentemente complessa, degli elementi è ridotta a un insieme di elementi seriali, attraverso un innovativo assemblaggio per parti.

Va rammentato che siamo ancora nel 1945, i mezzi a disposizione sono piuttosto modesti, così come le maestranze risultano avere una preparazione non specialistica.

Eppure Nervi fa gioco forza con gli scarsi mezzi offerti dalla precaria situazione economica.

La vera forza delle sue innovazioni consiste nella semplificazione del procedimento costruttivo, e maggiormente nell'esemplificazione grafica del processo esecutivo.

Lo comprova l'elementarità con la quale è illustrato il tracciamento dei tavelloni della copertura a semicupola. Il tutto partendo dalla schematizzazione di un quarto di cerchio:

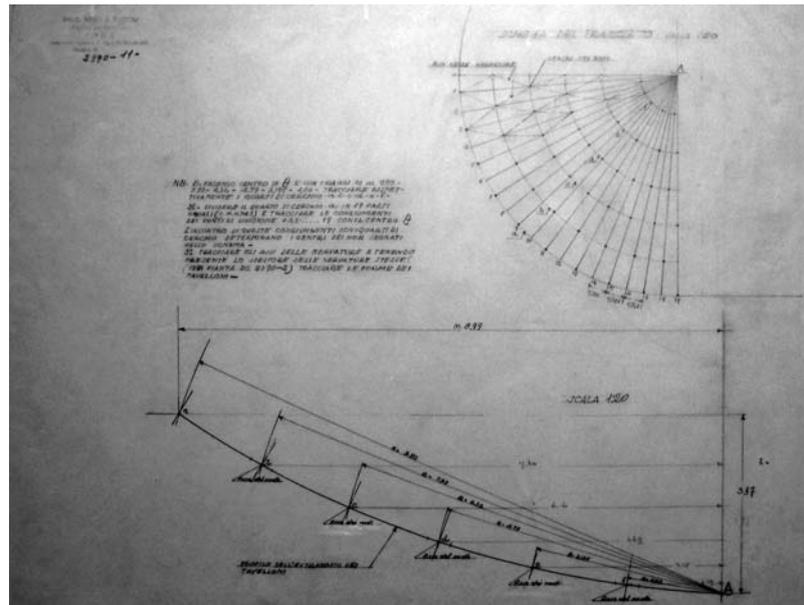
1° – Facendo centro in A e con i raggi di m 9.50, 7.93, 6.36, 4.79, 3.195, tracciare rispettivamente i quarti di cerchio a, b, c, d, e, f.

2° – Dividere il quarto di cerchio A in 19 parti uguali (\div m 0.743) e tracciare le congiungenti dei punti di divisione 1-2-3...19 con il centro A. L'incontro di queste congiungenti con i quarti di cerchio determinano i centri dei nodi segnati nello schema.

3° – Tracciare gli assi delle nervature e tenendo presenti lo spessore delle nervature stesse (vedi pianta Dis. 2390-2) tracciare le forme dei tavelloni.¹⁴

La riduzione a un numero minimo di elementi ripetibili all'infinito, ma soprattutto realizzabili a piè d'opera, consente

M. Busiri Vici e P.L. Nervi
 Copertura magazzino
 Torre in Pietra Roma 1945
 schema grafico di tracciamento
 dei tavelloni di copertura



137

il controllo del cantiere e la riduzione significativa dei tempi complessivi di esecuzione.

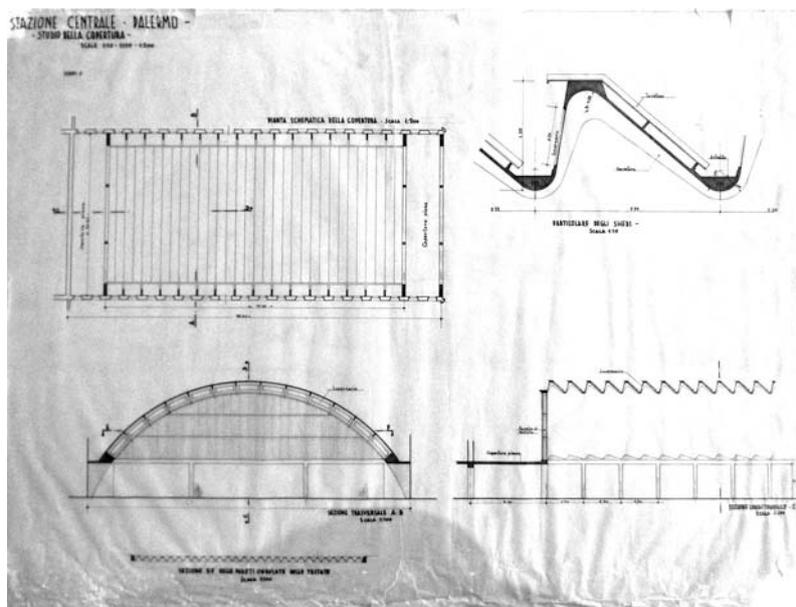
Per Nervi, il valore della realizzazione di questi piccoli edifici consiste più nella verifica del procedimento costruttivo che nel suo esito formale.

Esito formale che comunque assume la sua valenza e che Nervi non disdegna di rilevare sempre nei suoi diversi trattati. Le nervature lasciate a vista, a partire proprio da questo progetto, non mancheranno più di contraddistinguere i diversi progetti che si susseguiranno nel tempo, in un continuo processo di affinamento, sia dal punto di vista estetico sia dal punto di vista del perfezionamento del procedimento costruttivo.

Del resto si parla di piccoli edifici, dalle luci di copertura modeste, che sono funzionali a testare il sistema della prefabbricazione con i tavelloni in ferrocemento.

Se si analizza la cronologia delle sue opere, si noterà una sorta di andamento a fisarmonica, dove a progetti di luci significative si affiancano e alternano progetti di modesta entità. Eppure sono questi piccoli progetti che consentono a Pier Luigi Nervi di verificare, in scala reale, le sue intuizioni e le innovazioni del procedimento costruttivo.

P.L. Nervi
Stazione di Palermo 1946
studio della copertura



¹⁵ Cfr. nella sezione *Apparati* il registro critico delle architetture voltate.

Nuove piccole grandi coperture

Alla realizzazione del cantiere di Torre in Pietra fa immediatamente seguito la progettazione di una nuova tettoia a elementi prefabbricati in ferrocemento per la stazione di Palermo (1946).¹⁵

Con una luce libera di circa 80 m la tettoia assume ancora il profilo della volta parabolica.

La volta è sorretta da un insieme di setti in calcestruzzo rastremati al profilo parabolico in continuità con lo sviluppo dei conci d'onda.

I conci d'onda in ferrocemento hanno una sezione sinusoidale asimmetrica con un interasse di 2,25 m e un'altezza di 1,35 m. Lo spessore è quanto mai esiguo: siamo nell'ordine dei 3 cm anche se sono presenti nervature di irrigidimento a sezione variabile.

Gli elementi prefabbricati hanno dunque una sezione minima, adatta alla prefabbricazione a piè d'opera e alla successiva movimentazione in cantiere per il montaggio. Il peso a metro quadrato, così come riportano gli appunti sul disegno del particolare, è appena di 10 kg.

Da rilevare come in questa soluzione Nervi prediliga una forma asimmetrica degli elementi prefabbricati, anche se la pianta mantiene, com'è nella sua più viva tradizione, un rigoroso impianto simmetrico.

Si può ipotizzare che la forma asimmetrica vada giustificata con l'esigenza di inserire un solo lucernaio nella parte



P.L. Nervi
*Officina coperta con sheds ad alto
 coefficiente di isolamento termico*
 1946

139

16 Cfr. al riguardo la scheda progetto in A. Pica, *Pier Luigi Nervi*, Roma, Editalia, 1969, pp. 22-23.

verticale del profilo in ferrocemento. Lo studio di un elemento costruttivo se non applicato in un progetto, trova comunque occasione di essere riutilizzato in una successiva occasione professionale.

Anche nel progetto per un' *Officina coperta con sheds ad alto coefficiente di isolamento termico*¹⁶ del 1946, sono presenti gli elementi della struttura portante a elementi prefabbricati in ferrocemento.

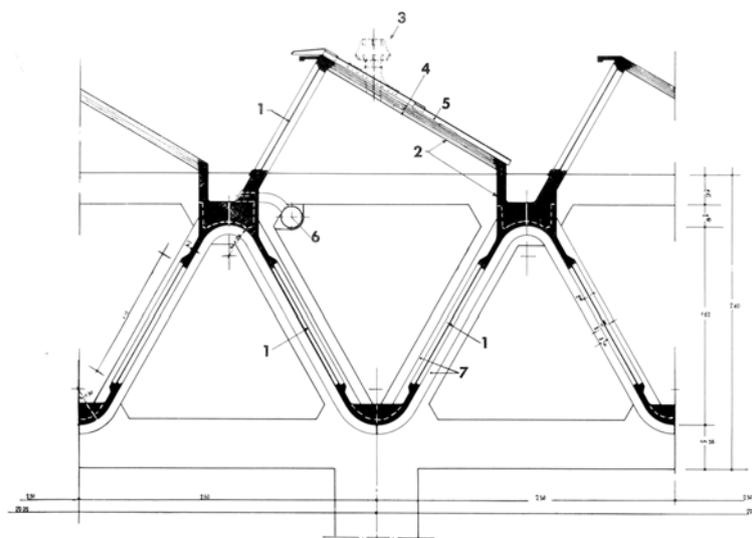
La prospettiva di studio esemplifica come il fabbricato è impostato su una pianta rettangolare sorretta da pilastri quadrati, alti 5,6 m, e impostati su un interasse di 20 m.

La copertura piana è formata dalle onde prefabbricate di ferrocemento.

Con una larghezza di 2,5 m e un'altezza di 1,62 m, lo sviluppo complessivo in senso longitudinale è pari a 4 m. Analoghe misure si ritroveranno nei conci d'onda utilizzati per il Salone B di Torino Esposizioni. Particolarità di questa proposta di progetto è la conformazione degli sheds.

Il suo profilo, che sembra rispecchiare una sorta di doppia "V" contrapposta, permette la creazione sul profilo superiore di un lucernaio fisso orientato a Nord, ma soprattutto la formazione di una camera d'aria in grado di agire come isolamento termico. Non mancano i diaframmi d'irrigidimento che rinforzano l'esigua sezione dei profili sinusoidali. Dal confronto delle misure per le diverse proposte di progetto, Nervi sta continuamente perfezionando l'idea di un

P.L. Nervi
*Officina coperta con sheds ad alto
 coefficiente di isolamento termico 1946
 particolare degli sheds prefabbricati*



- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1 Lucernario fisso | 4 Elementi prefabbricati o laterizi |
| 2 Superfici bianche riflettenti la luce | 5 Copertura in eternit |
| 3 Aeratori regolabili | 6 Raccolta acque meteoriche |

17 L'edificio, che vede la fattiva collaborazione di Guido Oberti, è realizzato da un'impresa locale: la Quaglino di Milano. L'edificio è stato demolito nel 2007. Per ulteriori approfondimenti vedi C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit. pp. 219-225.

sistema costruttivo che trova nella resistenza per forma la sua ragion d'essere. Indubbiamente le variazioni dimensionali sono legate alla natura stessa del progetto, ma sottintendono un controllo sempre più rigoroso di un adeguato sistema di prefabbricazione dei singoli elementi. Procedimento che si va affinando man mano che le occasioni progettuali conseguono un riscontro realizzativo.

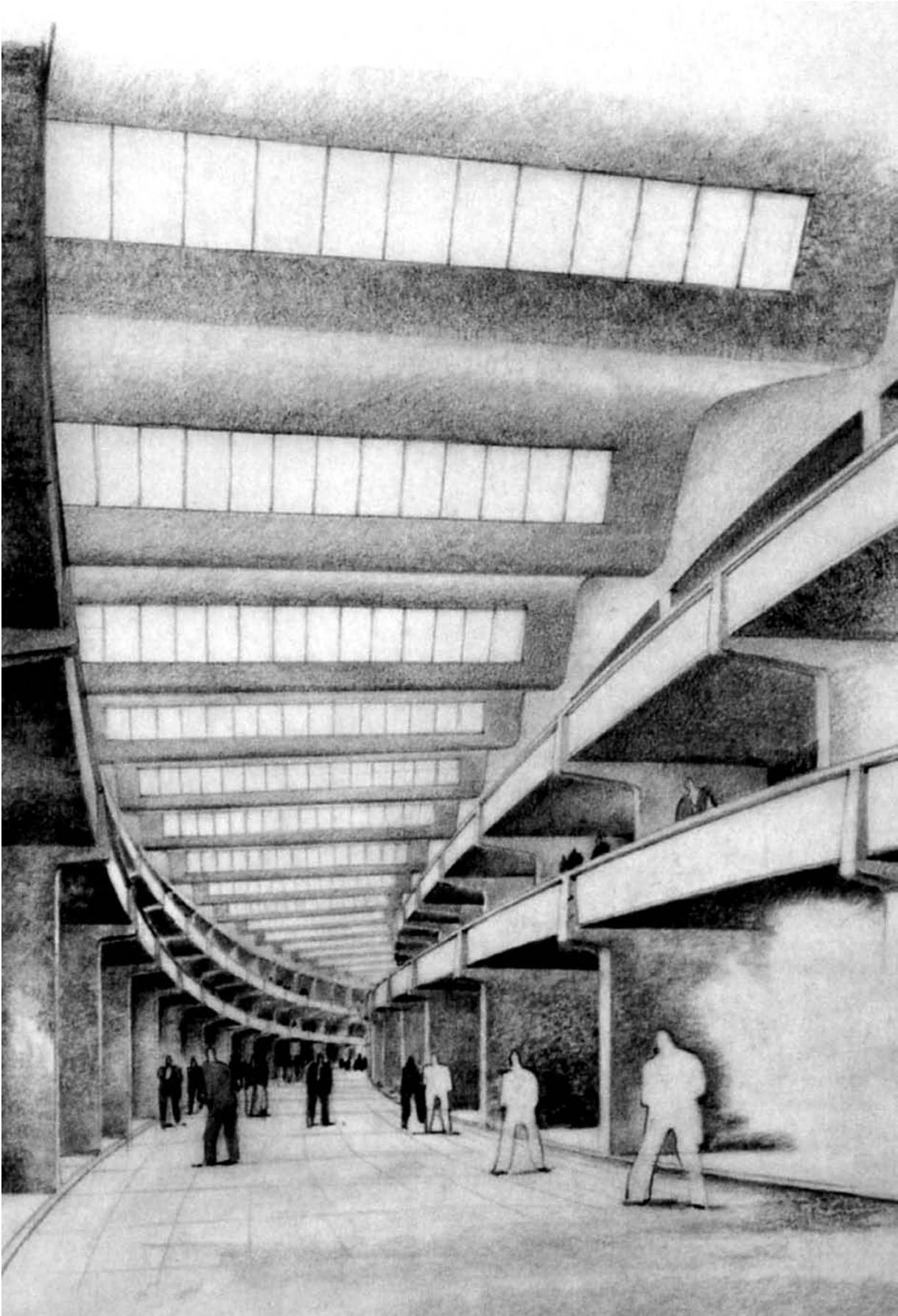
Il padiglione a emiciclo della Fiera di Milano,¹⁷ realizzato nel 1947, consente a Nervi di sperimentare i conci d'onda sagomati a profilo asimmetrico con tanto di lucernaio.

Per questo progetto Nervi si limita allo studio della copertura della galleria, conformata a emiciclo.

Diverse sono le proposte elaborate, ma l'ingegnere forte delle esperienze appena maturate col ferrocemento, predispone un profilo a onda col suo sistema costruttivo.

[...] La curvatura in pianta e la sezione sinusoidale variabile, che creano una difficile geometria, trovano nel nuovo sistema costruttivo inventato da Nervi il mezzo ideale per la realizzazione [...]. Anzi, non è azzardato pensare che proprio la possibilità di disporre di un metodo così flessibile ed economico abbia ispirato la concezione della soluzione formale.

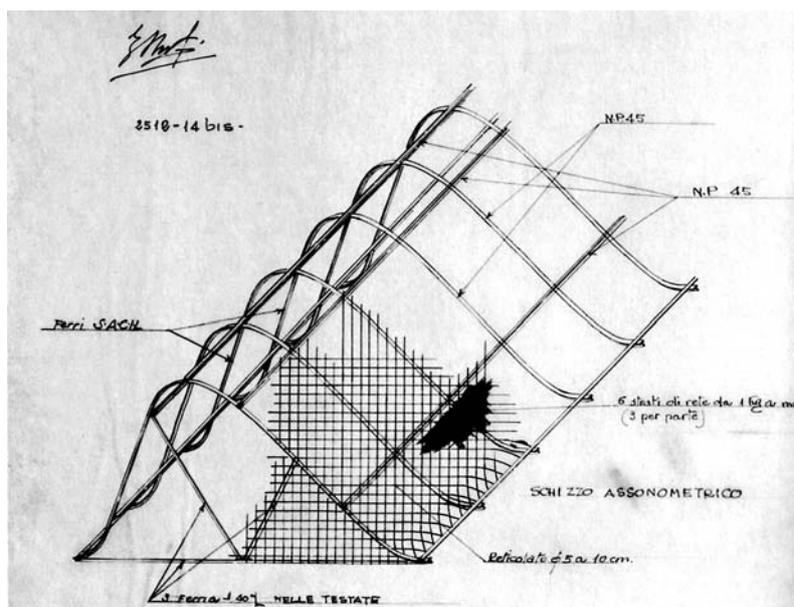
La copertura viene così eseguita con sottili superfici ondulate di ferrocemento. I calcoli statici divengono però più ardui per l'esiguità delle strutture e per la loro forma variabile. Ancora una volta, come già avvenuto per le aviorimesse qualche anno prima, Nervi decide di fare ricorso alle verifiche su modello. Queste vengono eseguite nuovamente in collaborazione con il professor Oberti a Milano il quale aveva svolto le prove sulle solette ad armatura equidiffusa; in questo caso Oberti, [...], approfondisce personalmente anche i calcoli statici. Le prove sperimentali, eseguite al Politecnico di Milano, danno risultati



Pagina precedente
G. Oberti e P.L. Nervi
Padiglione a emiciclo
della fiera di Milano 1947
prospettiva

142

G. Oberti e P.L. Nervi
Padiglione a emiciclo
della fiera di Milano 1947
particolare del profilo a onda



18 Ivi, p. 225.
19 Cfr. A. Pica, *Pier Luigi Nervi*, cit., p. 23; C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit. p. 258.

soddisfacenti e il progetto passa alla fase esecutiva. Il sistema di messa in opera della malta è lo stesso del magazzino della Magliana.

Cambia invece il procedimento di preparazione delle armature. Tubolari in acciaio definiscono il profilo delle sinusoidi e vengono montati in opera; le reti e i tondini di supporto sono stesi da un tubolare all'altro e danno origine alla superficie della copertura.

Vengono quindi predisposti i telai per le finestre a nastro, previsti in ciascuna onda, ed eseguita la spalmatura del cemento.

La costruzione però non viene affidata direttamente all'impresa di Nervi bensì a una ditta locale, [...].

Nervi deve limitarsi a dare precise indicazioni costruttive negli elaborati grafici ma non può controllare le delicate fasi di messa in opera di un sistema sofisticato e ancora in una fase sperimentale, per il quale è determinante l'esperienza già acquisita dalle maestranze.¹⁸

Lo studio degli elementi prefabbricati, dettagliata fino a una scala approssimata al vero, prosegue con ulteriori progetti che trovano concreta realizzazione.

Ne è riprova la costruzione della piscina per l'Accademia Navale di Livorno (1947),¹⁹ realizzata dall'impresa Nervi & Bartoli. L'intervento è di modesta entità, a conferma della continua alternanza dei progetti a grande e piccola scala.

Su un impianto rettangolare di circa 40,75x16,8 m, la piscina è protetta da una copertura a volta con elementi prefabbricati in ferrocemento.

La sezione della volta è un arco a tutto sesto con raggio di 6,8 m; di fatto si tratta di una volta a botte con un'altezza in chiave di 8,25 m.

*P.L. Nervi
Piscina dell'Accademia Navale
Livorno 1947*



Mentre la volta è sostenuta da un insieme di pilastri inclinati secondo la tangente dell'arco, gli elementi della volta sono ondulati con la duplice funzione della resistenza per forma a sezione minima e con la predisposizione per il passaggio degli impianti tecnici.

All'estradosso della cavità delle singole onde sono collocati gli impianti per il controllo dell'umidità della piscina.

I singoli conci d'onda hanno una larghezza di 90 cm e sono realizzati in quattro parti, ricomposti e saldati in opera con un getto di completamento, a formare il singolo arco della volta di copertura, mentre diaframmi d'irrigidimento sono posti ad intervalli regolari.

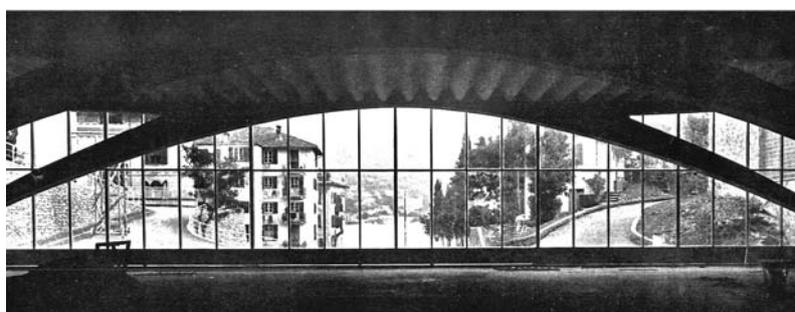
Si va affinando sempre di più questo sistema costruttivo della prefabbricazione a piè d'opera e della successiva ricomposizione per parti.

Lo spessore minimo degli elementi, la produzione seriale attraverso una matrice in parallelo alla realizzazione in opera delle fondazioni e dei relativi pilastri inclinati di sostegno, permette la realizzazione in tempi ridotti con un rilevante contenimento dei costi di esecuzione.

La competenza di Nervi va riscontrata nella scomposizione degli elementi portanti in parti facilmente realizzabili da uno o al massimo due operai e nella successiva rapida e pratica movimentazione.

L'abilità consiste nella concreta organizzazione del cantiere, che trova negli elaborati di progetto uno sviluppo dettagliato

L.C. Daneri e P.L. Nervi
 Cantieri navali Conte Trossi
 San Michele in Pagana 1947



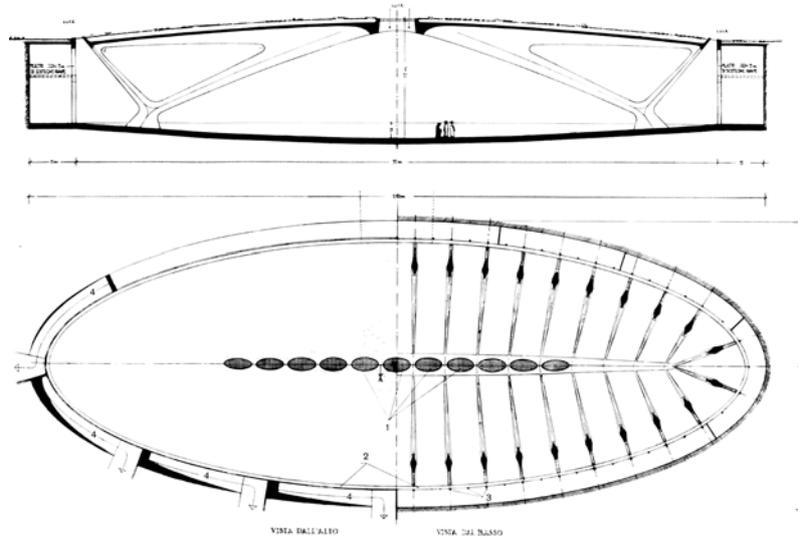
20 «[...] Non è noto quale sia esattamente il peso e il contributo dell'architetto piuttosto che dell'ingegnere; è però probabile che l'inserimento ambientale e il carattere moderno ed essenziale dell'involucro murario appartengano alla sapienza professionale di Daneri, mentre la macchina strutturale è certamente frutto della ricerca nerviana, che trova qui un momento di rara eleganza e compiutezza». C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit. p. 255.

che arriva persino alla progettazione delle macchine di movimentazione degli elementi prefabbricati. Le occasioni offerte dai piccoli cantieri sono prese a pretesto da Nervi per sperimentare, affinando continuamente, la tecnica della prefabbricazione.

Nel 1947, su incarico dell'architetto Luigi Carlo Daneri, la progettazione e realizzazione dei cantieri navali del conte Trossi a San Michele di Pagana, Genova, vede il coinvolgimento di Pier Luigi Nervi. L'edificio su pianta rettangolare si compone di due piani e rappresenta la felice collaborazione delle due figure professionali.²⁰

La struttura del fabbricato con una larghezza di circa 30 m è sorretta al piano terreno da una sequenza di quattro arconi ribassati e sagomati all'imposta sulla scorta della sezione a sbalzo della pensilina dello Stadio Berta di Firenze.

Sui quattro elementi, posti a un interasse di 10 m, poggia un solaio costituito da elementi ondulati prefabbricati in ferro-cemento. Mentre gli archi sono realizzati in opera, il solaio orizzontale è realizzato a piè d'opera grazie a una matrice in muratura. Le onde di ferro-cemento hanno uno sviluppo di 10 m e sono irrigidite da setti trasversali che consentono il mantenimento delle caratteristiche di leggerezza e resistenza per forma. Nella biforcazione degli arconi, pertanto nell'area dove la sezione è maggiore, e quindi nel punto di maggior resistenza, sono collocati in asse i pilastri di sostegno del piano superiore. Solette piane a spessore ridotto, sempre in



*P. Vago e P.L. Nervi
Basilica sotterranea
Lourdes Francia 1956*

21 Per approfondimenti vedi P.L. Nervi, *Nuove strutture*, Edizioni di Comunità, Milano 1963, pp. 22-23.

22 La medesima impostazione sarà adottata nelle piastre di copertura per il Palazzo del Lavoro di Torino (1961).

23 L'impostazione strutturale proposta da Freyssinet riduce l'altezza in chiave a 10 m rispetto ai 13 m proposti da Nervi, schiacciando ulteriormente la prospettiva del lato maggiore che ha uno sviluppo di 185 m. Inoltre gli archi di sostegno sono posizionati ad un'interasse minore e sono raccordati da una trave di colmo che corre lungo l'asse maggiore della basilica.

ferrocemento, collocate all'estradosso delle onde portanti in ferrocemento, funzionano da cassero a perdere per il getto della soletta di completamento della pavimentazione. Nervi ha dunque portato a maturazione questo procedimento costruttivo: con il perfezionamento della tecnica esecutiva del ferrocemento riesce a coniugare resistenza statica e eleganza formale. Si va delineando una forte espressività del sistema costruttivo, fatto di superfici ondulate in cemento a vista. La conformazione ad arco fortemente ribassata sarà ripresa da Nervi in occasione della consulenza fornita all'architetto Pierre Vago per la costruzione della basilica sotterranea di Lourdes (1956).²¹ Analogamente al progetto dei cantieri navali, un sistema di archi ribassati su pianta ellittica con interasse di 10 m, sostiene il solaio di copertura sostanzialmente piano. A differenza del progetto genovese, la soluzione strutturale si fa più raffinata: pur mantenendo un profilo analogo, la sezione assume il caratteristico sviluppo variabile che contraddistingue le strutture portanti di Nervi a partire dal progetto per l'Unesco. Inoltre la discontinuità dei due archi contrapposti, autoportanti e dunque autonomi dal punto di vista statico, consente l'inserimento di lucernaio che, correndo lungo tutto l'asse maggiore, crea un taglio di luce che si diffonde sulla sottostante aula basilicale.²² Il progetto della basilica sotterranea sarà realizzato non secondo l'impostazione di Nervi, ma attraverso una differente impostazione strutturale predisposta dall'ingegnere Eugène Freyssinet.²³

P.L. Nervi
*Salone B Palazzo delle Esposizioni
 Torino 1947-48*



²⁴ Per un'esauriva descrizione del Salone B vedi C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit. pp. 227-247.

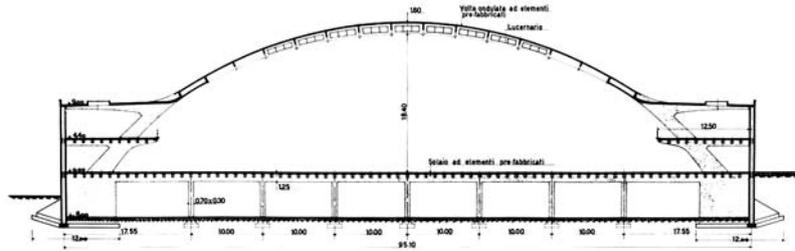
²⁵ Per ulteriori approfondimenti sugli avvenimenti che hanno portato alla realizzazione del Palazzo di Torino Esposizioni si veda M. Comba, *Palazzo di Torino Esposizioni*, in C. Chiorino, C. Olmo (a c. di), *Pier Luigi Nervi*, cit., pp. 152-157.

Salone "B" Torino Esposizioni

In occasione dell'appalto concorso a inviti per la progettazione e realizzazione del nuovo Palazzo di Torino Esposizioni (1947-48),²⁴ le occasioni professionali sin qui maturate, permettono a Pier Luigi Nervi la messa in pratica di una grande copertura con le ormai collaudate onde di ferrocemento. L'allora Palazzo della Moda al parco del Valentino, gravemente danneggiato dagli eventi bellici, viene riproposto con

[...] Il progetto architettonico, pensato e firmato dall'ingegner conte Roberto Biscaretti di Ruffia nel 1947, è presentato alla città come ricostruzione e ampliamento dell'esistente disegnato nel 1936 da Ettore Sottsass. La proposta – per cui l'impresa Nervi e Bartoli risulta costruttrice e Nervi direttore dei lavori, [...] – mantiene le linee generali dell'edificio di Sottsass: conserva il teatro a doppia platea in parte all'aperto e il fronte principale sul corso Massimo D'Azeglio con il ristorante circolare [...]. La ricostruzione-ampliamento del palazzo a opera dell'impresa Nervi avviene molto probabilmente con un unico affidamento [...]. Tra il 1947 e il 1948 si costruisce ex novo, nella zona centrale, oltre il lungo porticato tra cortile e parco, il salone espositivo principale (salone B, poi Agnelli) e una sala minore presto modificata (Salone A) con funzione espositiva, a tutta altezza come nel Palazzo della Moda [...]. Tra il 1949-50 la costruzione di un nuovo Salone C o Padiglione del Ghiaccio [...] (50x65 m); tra il 1952 e il 1954 l'ampliamento di cinque campate a ovest del Salone Agnelli verso il corso, con l'eliminazione della corte preesistente e la definizione di un nuovo prospetto per cui lo stesso Nervi presenta almeno sette soluzioni. [...] Il Salone B – la più grande costruzione in ferrocemento mai eseguita – viene inaugurato il 15 settembre del 1948 in occasione del XXXI Salone dell'Automobile e pubblicizzato per l'occasione come il più bel palazzo che l'Italia abbia mai costruito [...].²⁵

P.L. Nervi
Salone B Palazzo delle Esposizioni
Torino 1947-48
sezione



26 Nelle prime ipotesi di progetto, secondo la diretta testimonianza di Nervi, si prevedeva il ricorso ad una copertura a cupola: «[...] il primo pensiero è stata la cupola, una grande cosa perché il cliente, che a quell'epoca era l'ing. Guali, Presidente del coso..., mi ha detto noi verremmo fare una cosa grande. Benissimo allora il primo pensiero che ti viene ad una cosa grande è anche di farla volumetricamente grande, ossia ti viene fatto il concetto della cupola. Ma non mi sarei posto dei problemi del come se non ubbidire, fare una cupola di 150 m di luce, tu capisci che c'hai delle obiettività tecniche che ti guidano diritto come una spada, lì sei ad un punto dove le possibilità di scelta poi non sono, diventano mica tante. Quindi, quando io dico che escludo a priori, escludo a priori dei... ah quanto è difficile definire queste cose, escludo a priori dei formalismi, delle tendenze, delle possibilità di seguire una strada o un'altra strada intesa in senso puramente estetico, certo che poi nei limiti delle mie possibilità cerco di ottenere il meglio che posso, no? E magari sulla forma di un pilastro ci sto a ragionare un paio di giorni consecutivi». *Incontro con Pier Luigi Nervi* dalla trasmissione televisiva *Incontri*, Archivio Teche Rai, data trasmissione 28.11.1961.

In un solo colpo la costruzione del Salone B consente a Nervi l'avvio di una serie di proficui contatti con la committenza industriale, in questo caso la divisione Costruzioni e Impianti della società Fiat, oltre a un clamoroso riscontro internazionale per la riuscita dell'opera stessa.

Considerando che l'edificio doveva essere ultimato in solo dieci mesi, l'intuizione di Nervi nella scelta di ricorrere alla prefabbricazione a piè d'opera e all'utilizzo del ferrocemento, vista la scarsa disponibilità di materie prime, ha permesso il raggiungimento di un notevole risultato.

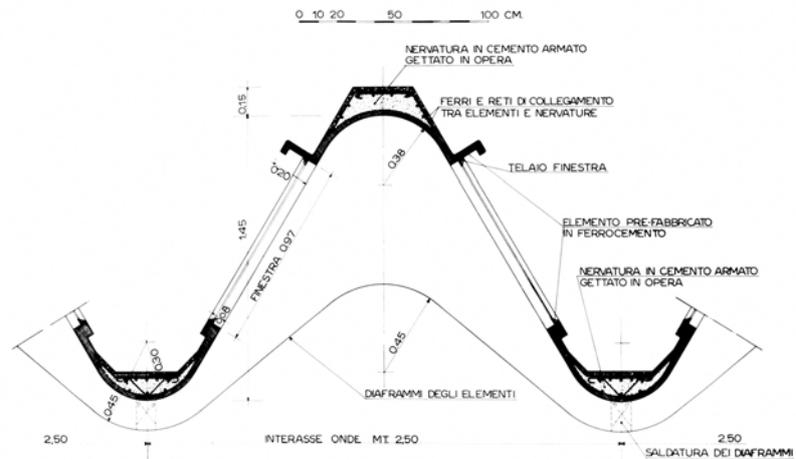
Considerando inoltre i vincoli temporali e soprattutto i vincoli della grande luce di copertura, si comprenderà come le complessità del progetto siano state affrontate con relativa semplicità dall'ingegnere sondriese.

La pianta dell'edificio impostata su una grande aula rettangolare delle dimensioni di 80x100 m è conclusa da un'abside semicircolare del diametro di 60 m.

Mentre la copertura dell'aula è garantita da una volta che copre una luce di circa 80 m e con un'altezza in chiave di 18 m, l'abside è coperta da una semicupola avente diametro 40 m.²⁶

La copertura dell'edificio è dunque assicurata da una volta sottile, composta da elementi prefabbricati in ferrocemento a sezione ondulata. La spinta della volta è contrastata da un insieme di pilastri inclinati secondo la risultante delle forze, intervallati con un passo di 7,5 m.

P.L. Nervi
Salone B Palazzo delle Esposizioni
Torino 1947-48
profilo dell'onda in ferroceemento



Sui pilastri inclinati è impostato un doppio ordine di mensole: il primo funge da ballatoio perimetrale lungo tutto lo sviluppo longitudinale dell'aula, il secondo funge da sostegno per la copertura e da raccordo con la parete verticale esterna di tamponamento.

L'occasione professionale offerta dalla necessità di realizzare il nuovo salone espositivo è strategicamente sfruttata da Pier Luigi Nervi per adottare, in grande scala, le realizzazioni fin qui eseguite.

Il sistema della volta, i pilastri inclinati e i tavelloni romboidali rappresentano gli elementi chiave per comprendere il punto di svolta che la realizzazione di questo edificio rappresenta per la successiva articolata produzione costruttiva dell'ingegnere. La volta composta di elementi ondulati prefabbricati in ferroceemento richiama le precedenti proposte per la tettoia della stazione ferroviaria da 200 m di luce e nel successivo progetto per una copertura di ferroceemento con luce di 300 m. Il profilo dell'onda per il salone B ha uno sviluppo di 2,5 m e un'altezza di 1,5 m, risultando sostanzialmente analogo alle proposte presentate nel 1943.

Il ricorso alla volta ondulata è sicuramente legato all'esigenza di utilizzare una struttura leggera, eseguibile in tempi rapidi e con un profilo a doppia curvatura, capace di offrire un'adeguata resistenza per forma con il minimo impiego di materiale. Rispetto alle proposte per le due coperture ciclopiche, il profilo dell'elemento ondulato vede l'introduzione di un

*P.L. Nervi
Salone B Palazzo delle Esposizioni
Torino 1947-48
interno*



27 Cfr. C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit., p. 235.

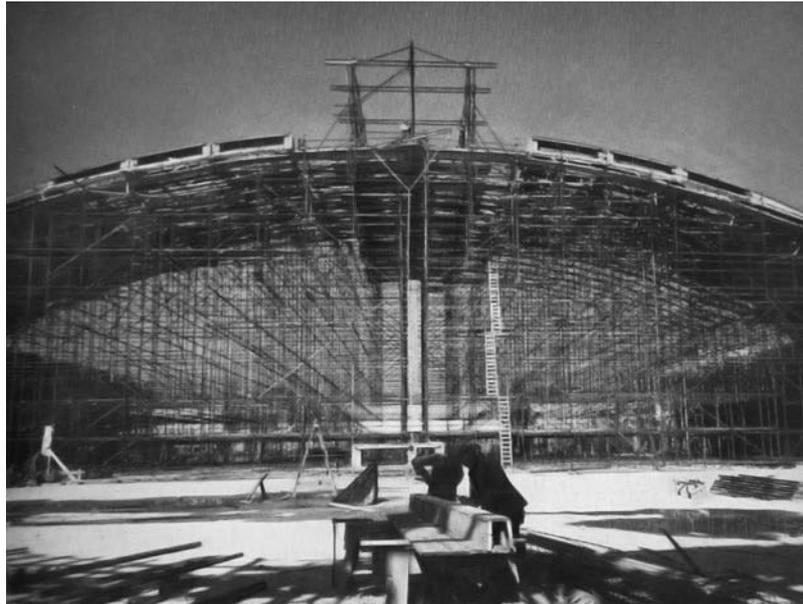
doppio lucernaio. Presumibilmente si tratta di una derivazione del profilo studiato in occasione della proposta di progetto per la copertura della stazione di Palermo; a differenza di quel progetto si adotta per Torino un profilo simmetrico. La sezione mantiene le caratteristiche delle soluzioni precedenti: spessore sottile dell'ordine dei 3 cm e nervature d'irrigidimento a sviluppo variabile, posti in questo caso agli estremi dei singoli conci d'onda.

L'arco della volta, seguendo la funzionale suddivisione in parti per la pratica realizzazione a piè d'opera, è suddivisa in più elementi dello sviluppo di circa 4 m ciascuno.

L'abaco degli elementi della volta è pertanto così definito: l'arco della volta è suddivisa in tredici elementi ad altezza variabile composta a sua volta da cinque differenti tipologie, di cui tre provviste di finestrate, per un totale di 480 conci d'onda.²⁷ La serialità e la prefabbricazione iniziano a divenire questione fondamentale per lo sviluppo e il controllo del cantiere. Mentre il cantiere procede nelle sue diverse fasi, a partire dallo scavo delle fondazioni e alla predisposizione dei pilastri inclinati, contro sagome in murature, poste in un locale protetto consentono la realizzazione dei conci d'onda componentila volta; successivamente vengono accuratamente accatastati e fatti maturare in appositi locali riscaldati. Nervi programma con cura tutte le fasi di approntamento del cantiere. L'attenzione rivolta alla definizione dei singoli elementi attraverso l'accurato procedimento della



*P.L. Nervi
Salone B Palazzo delle Esposizioni
Torino 1947-48
fasi di montaggio degli elementi
ondulati della volta*



*P.L. Nervi
Salone B Palazzo delle Esposizioni
Torino 1947-48
ponteggio mobile per l'assemblaggio
degli elementi della volta*

151

prefabbricazione trova ulteriore riscontro anche nella definizione dei sistemi di ponteggio per l'assemblaggio finale di tutti gli elementi preparati precedentemente a terra.

Attraverso un ponteggio mobile di tubi *Innocenti*, i singoli conci d'onda possono essere accostati e saldati tramite getti di completamento in calcestruzzo. Le operazioni di assemblaggio sono facilitate dalla leggerezza e manovrabilità dei singoli elementi, che vengono issati e posizionati in quota con l'ausilio di un paranco scorrevole.

Nella prefabbricazione dei singoli elementi sono lasciati sporgenti dei ferri di ripresa in corrispondenza del colmo e delle parti cave. I ferri sporgenti staticamente uniti alle nervature gettate in opera rendono di fatto monolitica la volta. Inoltre il perfezionamento del proprio brevetto sul ferroceamento permette alle strutture messe in opere di essere già superficialmente rifinite.

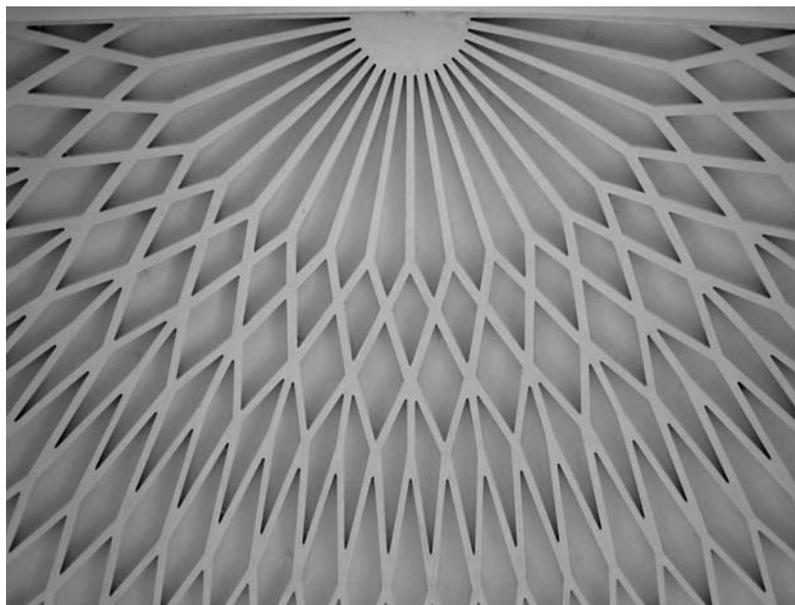
Ne consegue un notevole risparmio di tempo e denaro e soprattutto il disarmo e la traslazione del ponteggio consentono il rapido montaggio di una nuova porzione della volta.

A disarmo avvenuto l'intradosso della volta è concluso e pronto all'uso. Da questo progetto in avanti la quasi totalità delle superfici interne delle sue coperture saranno superficialmente già rifinite all'atto del montaggio.

Nelle previsioni iniziali la volta era sostenuta da una trave di bordo continua, in analogia alle soluzioni proposte per le coperture da 200 e 300 m.



*P.L. Nervi
Salone B Palazzo delle Esposizioni
Torino 1947-48
vista della volta e della semicupola*



*P.L. Nervi
Salone B Palazzo delle Esposizioni
Torino 1947-48
semicupola particolare*

28 «[...] L'effetto architettonico del raccordo tra la parte terminale piana della volta e i pilastri inclinati, pur risolto con la geniale cerniera in ferroceemento, non è però soddisfacente dal punto di vista estetico. La continuità fino a terra della curvatura della volta, cercata con l'inclinazione dei pilastri, è certamente indebolita da questa linea di contatto, che appare necessariamente come una linea di frattura; ma soprattutto l'interruzione netta delle ondulazioni, che terminano improvvisamente sull'ultimo diaframma prima della trabeazione piana a cassone, le tiene separate dagli eleganti appoggi protesi a riceverle. Il problema è alla fine risolto, come scriverà Nervi e come fissato in un significativo disegno di studio, dopo non poche incertezze [...] raggruppando a ventaglio sulla sommità di ogni pilastro le tre onde della zona corrispondente». Ivi, pp. 235-237.

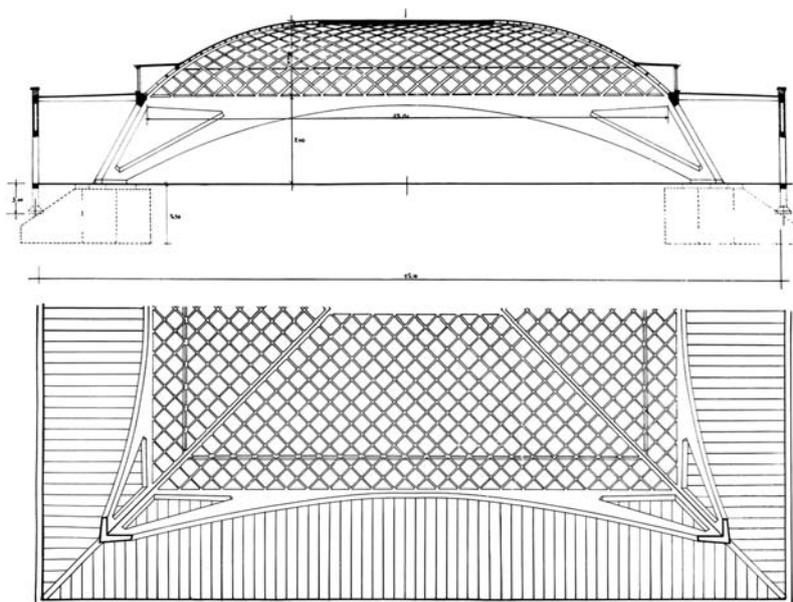
In Nervi viene maturando l'esigenza di affinare le soluzioni formali che man mano gli si prospettano, attraverso un continuo processo di perfezionamento delle strutture, nel tentativo di ideare la perfetta unione di correttezza statica e resa estetica.²⁸

L'eleganza del ventaglio, che raccoglie le tre onde, trova nell'inclinazione del pilastro la naturale continuità della volta. Se i primi tentativi di pilastri inclinati secondo la risultante delle forze, trovano concreta applicazione con la serie delle aviorimesse, è certamente con l'esperienza maturata dalla sagomatura dei pilastri di sostegno per la volta dell'Accademia Navale di Livorno (realizzata giustappunto un anno prima del cantiere torinese), che "l'attacco a terra" assume autorevolezza e compiuta eleganza nell'impostazione progettuale di Nervi.

Nel confrontare i pilastri di sostegno della volta per le due coperture da 200 e 300 m si riscontra come gli stessi sono quanto mai tozzi e impostati secondo l'asse verticale.

La contrapposizione tra la leggerezza della grande volta di copertura e la pesantezza della struttura puntiforme di sostegno è quanto mai evidente.

I pilastri verticali sono utilizzati da Nervi nel Salone B per concludere e sostenere l'anello di imposta del catino absidale. Di forma rettangolare, disposti a raggiera, sono sufficientemente distanziati al punto da non intralciare la visuale verso le finestrate dell'abside.



154

*P.L. Nervi
Salone C Torino Esposizione
Torino 1950*

Inizialmente, i pilastri di sostegno della semicupola erano inclinati sempre secondo la risultante delle forze, e una mensola completava l'impostazione planimetrica delle parte abside, in perfetta similitudine con quanto proposto e poi realizzato nei pilastri inclinati della volta del salone. Soluzione che sarà scartata ma successivamente ripresa con successo nel progetto per il Palazzetto dello Sport di Roma (1956-57).

La prefabbricazione non è solo destinata ai conci d'onda della volta, ma è sviluppata e approfondita anche per i tavelloni romboidali della semicupola.

Con uno spessore medio di 2 cm, i tavelloni sono preparati a terra seguendo il medesimo sistema costruttivo adottato per la rimessa agricola di Torre in Pietra.

Variano le dimensioni, ma lo schema di tracciamento a terra dei tavelloni su un quarto di cerchio è il medesimo. La necessità di ridurre al minimo i tavelloni, consente a Nervi di limitare l'abaco a un numero complessivo di 10 differenti tipi di tavelloni, per un totale di 392 elementi.

A posa avvenuta, i tavelloni predisposti come cassero a perdere, sono resi solidali con un getto di completamento debitamente armato; il quale si ricompone in un sistema di nervature che trasmette gli sforzi all'anello di bordo. L'immagine che ne deriva è di assoluta monoliticità.

Il confronto tra il risultato ottenuto con la realizzazione di Torre in Pietra e il Salone B mostra la piena corrispondenza e l'evoluzione che ogni singolo progetto comporta.



*P.L. Nervi
Salone C Torino Esposizione
Torino 1950
particolare*

Il 1950 vede la realizzazione di un ulteriore padiglione espositivo: il Salone C.

La paternità dell'opera è sempre di Pier Luigi Nervi, così come la realizzazione è affidata all'impresa Nervi & Bartoli. Su una pianta rettangolare di 70x65 m, la copertura è definita da una volta a padiglione che si compone dei medesimi elementi utilizzati per la semicupola del Salone B. Quattro archi di cemento armato sorreggono la travatura di bordo su cui convergono le nervature incrociate del padiglione.

Il solaio perimetrale è realizzato con travi ondulate sempre in ferrocemento, analogamente a quanto sperimentato con il solaio di piano del cantiere navale del Conte Trossi.

I quattro vertici vedono la convergenza degli archi di sostegno in un unico elemento, creando un interessante nodo strutturale che sarà ripreso in più parti per altri progetti.

Gli archi di sostegno sono inclinati secondo la risultante delle forze, corrispondente alla sommatoria della spinta dell'arco e dei solai perimetrali. Ancora una volta Nervi scompone gli elementi di copertura in tavelloni di ferrocemento.

La doppia simmetria e l'impostazione della geometria stessa della volta, consentono di ridurre al minimo il numero di elementi-tipo. Le nervature realizzate in opera, grazie al sistema dei casseri a perdere forniti dai tavelloni romboidali in ferrocemento, conferiscono eleganza all'intradosso della copertura, e consentono al contempo la realizzazione di grandi luci di copertura.



*P.L. Nervi
Salone C Torino Esposizione
Torino 1950
interno*



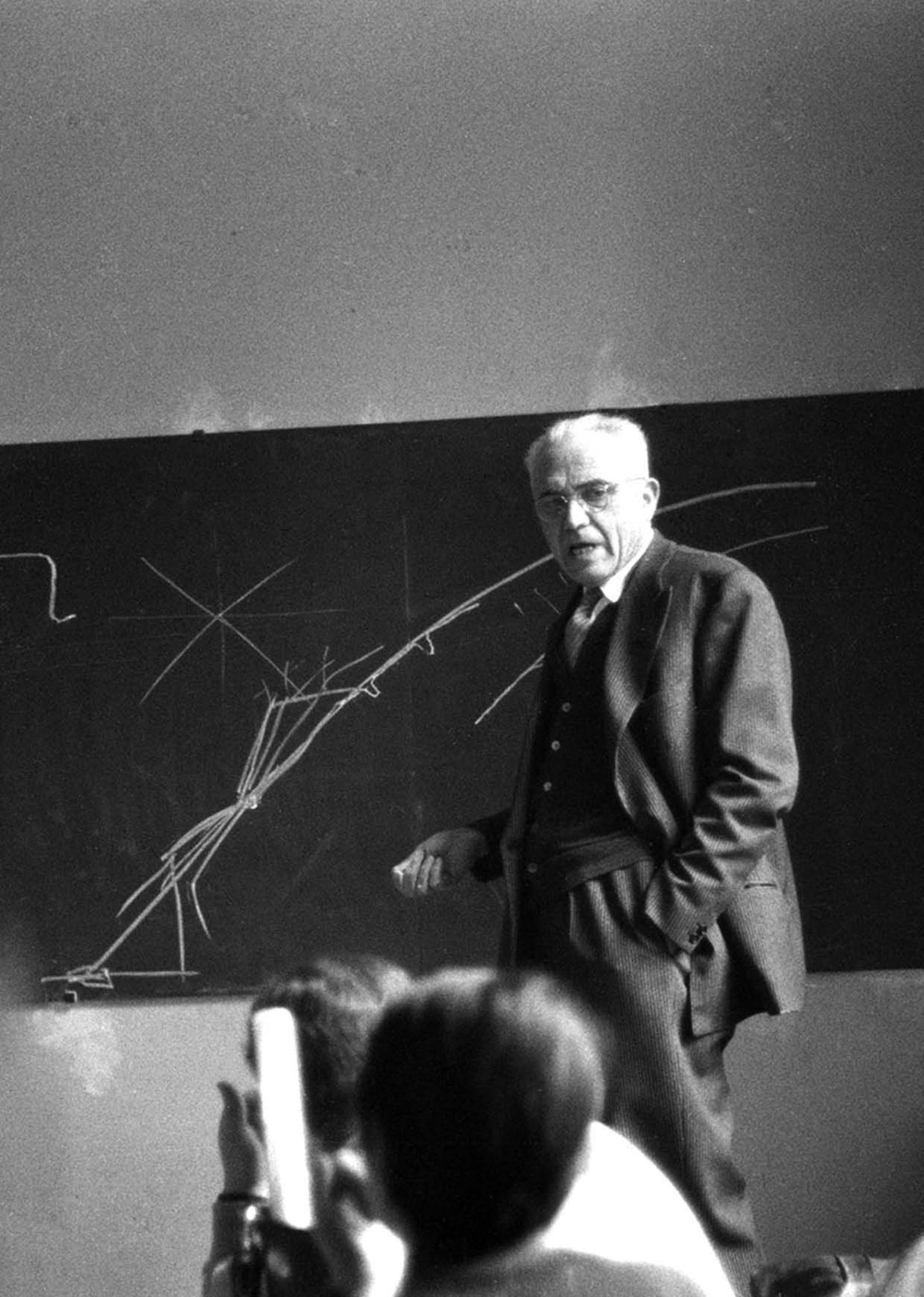
*P.L. Nervi
Salone C Torino Esposizione
Torino 1950
montaggio dei tavelloni romboidali*

157

Le parti terminali delle nervature, a ridosso degli archi di sostegno non sono tamponate con i tradizionali tavelloni, lasciando filtrare la luce zenitale dei soprastanti lucernai.

Il sistema della prefabbricazione con la composizione per parti è dunque ampiamente collaudato: la realizzazione delle coperture per il Salone Agnelli e il Salone C, rinnova la fama ottenuta con la realizzazione dello Stadio Berta a Firenze.

Il successo internazionale derivato dalla realizzazione del Salone B porterà Nervi a confrontarsi con incarichi extra confine, esportando, di fatto, un approccio al progetto e una metodologia costruttiva quanto mai esclusiva.



3.2 Volte sottili: gusci e membrane

La resistenza per forma

Pier Luigi Nervi ha immediatamente compreso il potenziale della resistenza per forma con le prime sperimentazioni sul ferrocemento.

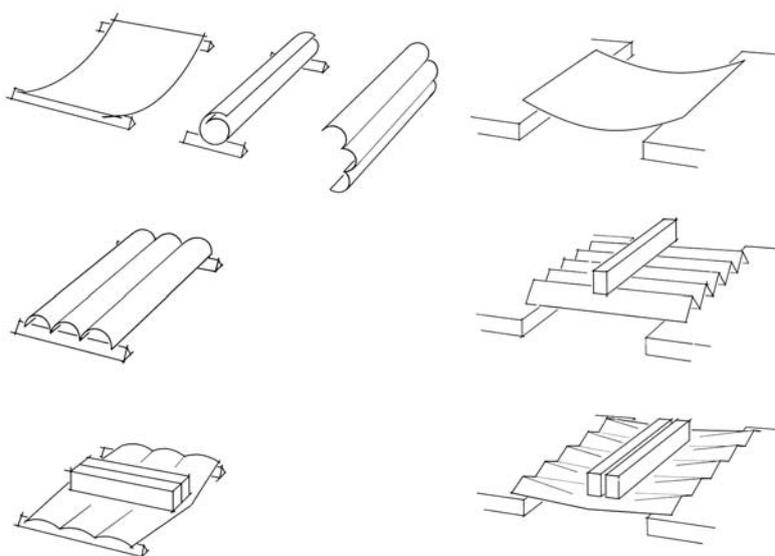
Le strutture resistenti per forma sono quelle particolari conformazioni geometriche dove una specifica curvatura consente di aumentare la capacità resistente senza ricorrere ad alcun aumento di sezione e quindi di materiale.¹

La capacità di resistenza di un foglio di carta sostenuto su un lato corto mostra come esso non sia in grado di sostenere neanche il peso proprio. Se al medesimo foglio è imposta una curvatura o una pieghettatura sarà in grado di sostenere oltre al peso proprio un ulteriore carico.

La capacità di resistere è fondamentalmente dovuta all'aumento di rigidità conseguente alla curvatura o alla piegatura, in altre parole allo spostamento di una certa quantità di materia rispetto all'asse neutro. Tale configurazione, come nell'esempio del foglio, amplifica la resistenza a flessione di una trave semplicemente appoggiata.²

In *Costruire Correttamente* il significato e la potenzialità delle strutture resistenti per forma sono così descritte:

Pagina precedente
P.L. Nervi durante
una lezione presso la
Facoltà di Architettura
di Roma s.d.



Capacità di resistenza di
un foglio di carta
sottoposto a curvatura

160

1 Per ulteriori approfondimenti vedi: M. Salvadori, *Why Buildings Stand Up*, W. W. Norton & Company, New York 1980, trad. it., *Perché gli edifici stanno in piedi*, Strumenti Bompiani, Milano 2010, pp. 203-232.

2 I gusci sottili e i sistemi reticolari spaziali sono ampiamente trattati in M. Salvadori, R. Heller (a c. di), *Structure in Architecture*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs New Jersey 1963, trad. it., *Le strutture in architettura*, Etas Libri, Milano 1992, pp. 227-229.

3 P.L. Nervi, *Costruire Correttamente*, cit., p. 42.

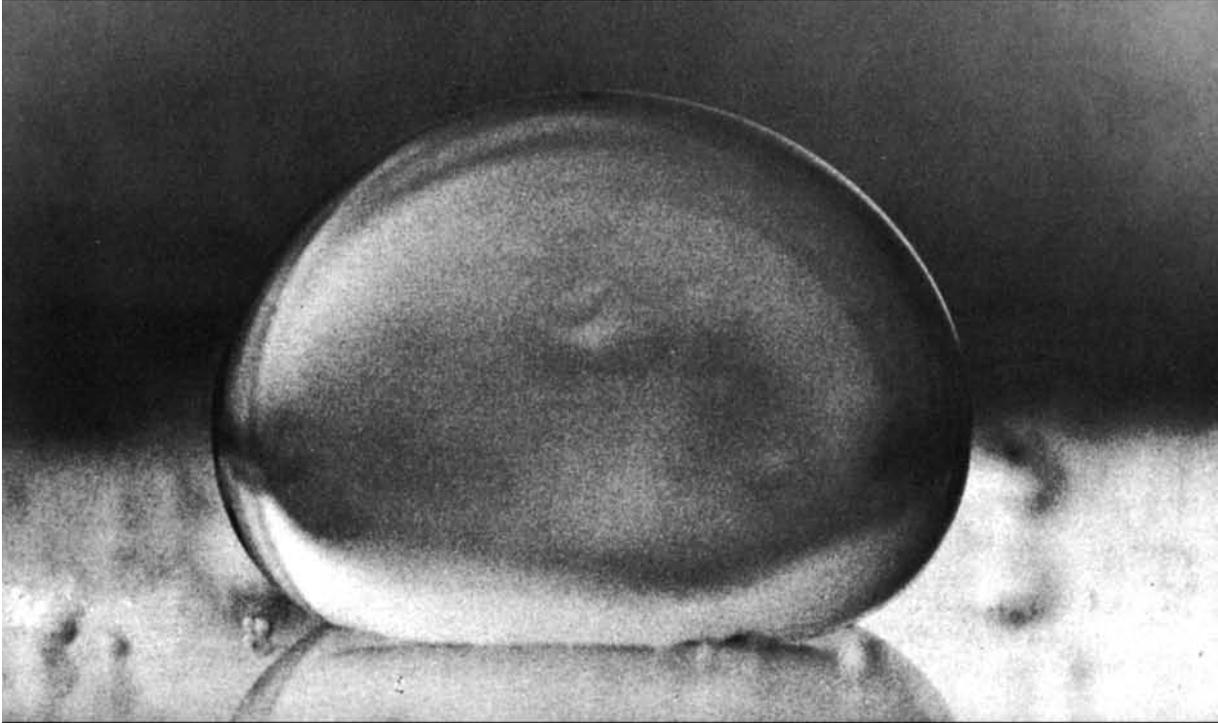
[...] Dal punto di vista statico-architettonico le più promettenti prospettive delle strutture cementizie sono offerte dai sistemi a superficie resistente, ossia da quei sistemi nei quali la capacità statica è diretta conseguenza di curvature o corrugamenti dati ad una superficie, il cui spessore resta sempre molto piccolo rispetto alla dimensione del complesso.

L'efficienza di tali strutture è frutto più della forma e di una diffusa attitudine resistente, che non di concentramenti di azioni di azioni agenti e di sezioni resistenti lungo singoli elementi, come si ha nei più usuali sistemi a nervature principali e secondarie.

[...] È certamente difficile dare una definizione di questi particolari sistemi, che suggerirei di chiamare resistenti per forma, per quanto natura e manufatti di uso comune ce ne offrano, quotidianamente, numerose applicazioni.

Calici di fiori, foglie lanceolate, canne, gusci di uova e di insetti, conchiglie, ventagli, paralumi, carrozzerie di automobili, vasi di vetro e perfino oggetti di vestiario, quali cappelli femminili, sono altrettanti esempi di resistenza per forma, ed è certamente molto importante che un nuovo mezzo costruttivo ci permetta, per la prima volta, di estendere queste strutture a grandi e grandissime dimensioni.³

Nel riferirsi agli organismi naturali, alla loro conformazione e alla loro specificità definita dallo spessore sottile e dalla curvatura, Nervi delinea una precisa strategia progettuale nella definizione di grandi luci di copertura. Il rimando è al tipo di struttura detta "a guscio", ovvero una struttura a spessore esiguo conformato secondo un determinato profilo curvo. Le forme principali dei gusci sottili sono definite da due macro categorie: le superfici di rivoluzione e le superfici di traslazione. Dalle prime, ottenute attraverso la rotazione di una curva intorno a un asse verticale, si sviluppano superfici di tipo sferico, conico o parabolico; dalle seconde,



⁴ Per ulteriori approfondimenti vedi D.L. Schodek, *Structures*, cit., pp. 423-439.

generate attraverso la traslazione di una curva lungo un asse, si ottengono superfici a paraboloidi cilindrico o ellittico.⁴

La cupola e la volta rappresentano le principali configurazioni derivanti appunto dalle superfici di rotazione e di traslazione. Analogamente tali superfici geometriche rappresentano le principali configurazioni adottate da Pier Luigi Nervi nello sviluppo delle strutture di copertura.

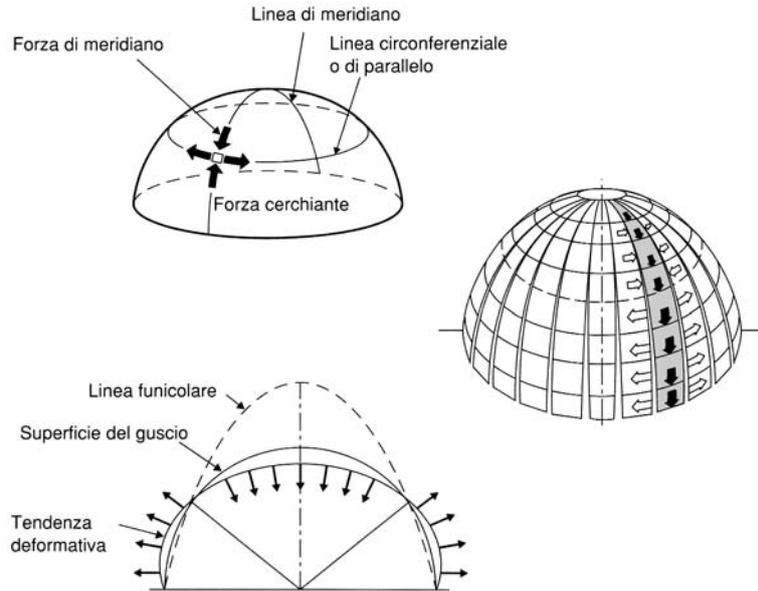
I gusci sottili, siano essi generati da superfici di rivoluzione o rotazione, si configurano come vere e proprie membrane, e in virtù del loro ridotto spessore circoscrivono eventuali sollecitazioni flessionali.

Lo spessore sottile, di fatto, limita significativamente la formazione di un braccio della coppia interno e conseguentemente contiene lo sviluppo di un eventuale momento flettente. Le strutture di questo tipo risultano pertanto sollecitate quasi esclusivamente a sforzi di trazione, compressione e taglio. Il comportamento di tipo membranale consente, con riferimento alle cupole e alle volte degli edifici di Nervi, di far lavorare i singoli elementi prefabbricati in ferrocemento solo a compressione.

Nel caso specifico della cupola sono i meridiani, ovvero la corrispondente sezione verticale del guscio di rotazione, a trasmettere le sollecitazioni generate da un carico uniforme quale ad esempio il peso proprio, lungo il piano tangente del meridiano stesso, fino all'imposta della cupola stessa.

In riferimento alla condizione ottimale di carico, ossia quella uniformemente distribuita, il comportamento statico è sostanzialmente analogo a quello di un arco. L'azione derivante da carichi parziali, quali ad esempio il vento o la neve, potrebbero generare tensioni di tipo flessionale. In questo caso sono i paralleli, definiti dalle corrispondenti sezioni orizzontali sul guscio di rotazione, che forniscono un tipo di forza definita cerchiante, capace di annullare eventuali tensioni di tipo flessionale.

In sostanza nella cupola, i meridiani assimilabili per comportamento all'arco, sono impostati lungo una base circolare e sono convergenti verso il vertice della cupola. A differenza dell'arco, che sottoposto a un carico parziale genera tensioni flessionali che si ripercuotono su tutta la superficie, nella cupola i meridiani resi solidali attraverso l'azione dei paralleli, configurano una struttura monolitica che impedisce la creazione di rilevanti azioni flessionali.



Deformazione di un guscio sottoposto a carichi esterni

163

⁵ M. Salvadori, *Why Buildings Stand Up*, cit., p. 259.

⁶ In merito vedi anche le indagini sulla fotoelasticità in *1.2 Armonia e natura: la sincerità costruttiva*.

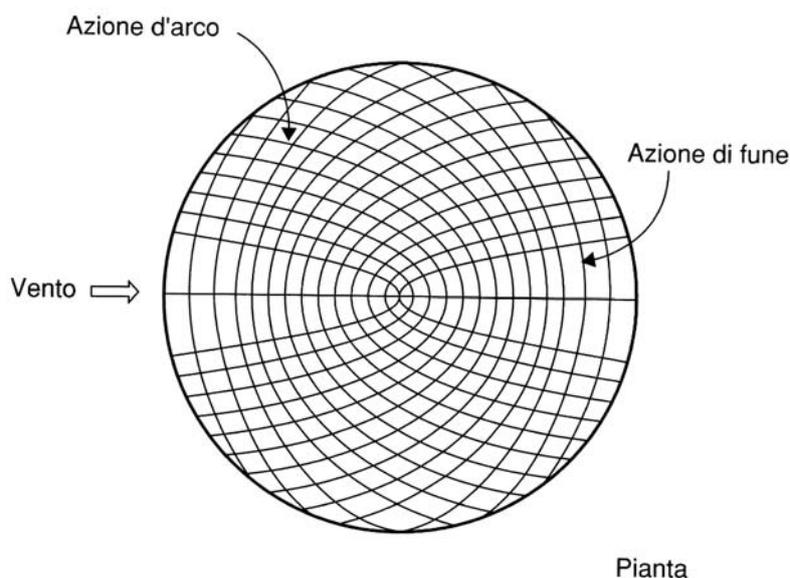
Nel confronto tra il comportamento statico di un arco rispetto a una cupola sferica è necessario, inoltre, rilevare come il rapporto tra lo spessore e il raggio di un arco di cemento armato oscilla tra 1/20 e 1/30, mentre una cupola sferica sempre in cemento armato ha un rapporto dello spessore rispetto al raggio che varia da 1/200 a 1/300.⁵

Il vantaggio di una struttura a guscio è che le reazioni a differenti tipo di carico sono associabili a un comportamento di tipo funicolare, pur tuttavia non assumendo necessariamente la forma tipica di una funicolare. Ne consegue che il tipo di forza agente lungo i meridiani di un guscio, sottoposto all'azione di un carico verticale, è di pura compressione.

Di particolare interesse è l'analisi dell'azione del vento agente su una cupola sferica. La traiettoria degli sforzi mostra come le stesse sono distribuite lungo tutta la superficie del guscio. In particolare si nota l'assoluta assonanza tra il comportamento statico della sollecitazione indotta dal vento e la configurazione formale adottata da Nervi con l'impiego di nervature incrociate nell'elaborazione delle diverse coperture a spessore sottile.⁶

Il comportamento statico delle coperture di Nervi è sostanzialmente assoggettabile a quello iperstatico, in particolare alla sovrapposizione del funzionamento a membrana e a nervature incrociate.

Le motivazioni sono riconducibili all'opportunità fornita dai gusci sottili di coprire grandi luci e quindi di limitare da



164

Traiettorie delle tensioni su un guscio soggetto all'azione del vento

7 *Ritratti contemporanei: Pier Luigi Nervi*, dalla trasmissione televisiva *Ritratti contemporanei*, Archivio Teche Rai, data trasmissione 23.08.1960.

una parte l'impiego del cemento armato e del ferrocemento, e dall'altra parte di procedere alla composizione per parti.

Questa suddivisione in elementi prefabbricati consente un adeguato controllo del processo realizzativo e soprattutto garantisce una forte valenza estetica alle strutture grazie alla geometria formata dalle nervature incrociate.

L'affermazione delle ardite strutture di Pier Luigi Nervi va ricercata nella sommatoria delle coperture a guscio che abilmente sfruttano la composizione per parti, ottenuta a loro volta dall'intrinseca resistenza per forma di elementi a ridotto spessore.

Il potenziale espresso da questa combinazione è continuamente riaffermato dall'ingegnere in diverse occasioni:

Effettivamente il conglomerato e soprattutto il suo collegamento con l'acciaio ossia il cemento armato è un materiale che ha delle caratteristiche talmente nuove, straordinarie, da potersi dire che non se ne valuti mai abbastanza le cause, le straordinarie circostanze che sono alla base stessa di questo materiale. E come credo di aver accennato già l'altra volta una delle circostanze eccezionali è la presenza del cemento, ossia di un materiale che si può fabbricare in quantità praticamente illimitate e deriva da materie prime che sono diffuse soprattutto, si può dire su tutto il globo.

Si aggiunga poi la straordinaria capacità resistente, la possibilità di poter fare delle superficie resistenti, lei pensi la possibilità di creare delle cupole, resistenti, dello spessore di 6-8 cm, li paragoni agli spessori enormi delle cupole fatte nei tempi passati e questo le darà la misura di quale campo, praticamente illimitato, si apra di fronte al progettista di opere di cemento armato.⁷

8 I brevetti fanno rispettivamente riferimento a: N. 406296 del 15 aprile 1943 *Perfezionamento nella costruzione delle solette, lastre e altre strutture cementizie armate*; N. 429331 del 29 Settembre 1944 *2° Completivo al brevetto principale N. 406296 del 15 Aprile 1943*.

9 Il brevetto N. 445781 è registrato in data 26 agosto 1948.

10 Per il testo integrale del brevetto vedi C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit. pp. 291-293.

Strutture cementizie ondulate o curve

L'esperienza maturata con il cantiere per il Salone B di Torino vede l'ulteriore perfezionamento dei brevetti sulle strutture prefabbricate in ferrocemento registrati in data 1943 e 1944,⁸ e debitamente presentati con i progetti di copertura in ferrocemento di 200 e 300 m. In concomitanza con la chiusura del cantiere torinese Nervi deposita un nuovo brevetto: *Procedimento costruttivo per la realizzazione di strutture cementizie ondulate o curve con o senza tensioni preventive*.⁹

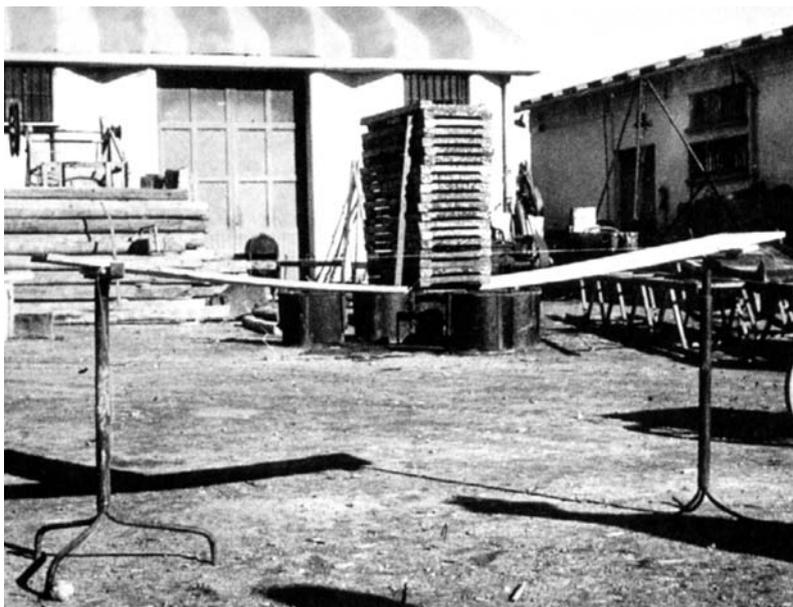
La potenzialità espressa dalla lavorazione del ferrocemento secondo sezioni resistenti per forma, ampiamente dimostrata nella gestione del cantiere, diviene di fatto esclusivo appannaggio di Pier Luigi Nervi e dell'impresa a esso collegata.

La relazione che accompagna la registrazione del brevetto evidenzia le molteplici potenzialità del suo procedimento costruttivo:

[...] È nota l'ottima capacità resistente delle strutture ondulate o corrugate che permettono di ottenere, con minimo impiego di materiale, un elevato momento di inerzia. Tale caratteristica rende le dette costruzioni particolarmente adatte per la realizzazione di grandi coperture piane od ondulate. Sono però altrettanto note le difficoltà che si incontrano per realizzare strutture del genere con i comuni sistemi costruttivi in cemento armato, soprattutto a causa della complicazione e delicatezza delle casseforme necessarie. [...] La forma dell'ondulazione non ha importanza ai fini statici e costruttivi e pertanto in luogo dell'ondulazione curva possono essere adottati profili a spezzata. Così pure non ha importanza essenziale il fatto che la saldatura di due onde contigue sia effettuata lungo il cavo inferiore o lungo il colmo superiore.

[...] Gli elementi secondo l'invenzione dovranno essere irrigiditi, sia per le manovre di montaggio sia per la resistenza finale, mediante testate indeformabili che per ragioni estetiche possono essere sagomate in diversi modi o sostituite da nervature costituenti un triangolo indeformabile. È essenziale il notare come l'applicazione del procedimento secondo l'invenzione consenta la realizzazione di estesissime coperture in cemento armato o ferro cementato che non sarebbero altrimenti realizzabili, qualora l'operazione di formazione degli elementi costitutivi, dovesse avvenire direttamente in opera, anziché a piè dell'opera stessa. [...] L'unione tra un elemento e quelli contigui in senso longitudinale è completata con il getto cementizio che viene a saldare tra di loro i diaframmi terminali degli elementi. [...] In sostanza, ad opera finita, si ottiene una struttura monolitica ondolata, con nuclei in vero e proprio cemento armato superiori ed inferiori gettati sul posto e collegati tra di loro dagli elementi prefabbricati che, come precedentemente detto, possono essere sia in ferro cementato che in usuale cemento armato. [...] Qualora debbano essere realizzate coperture in piano il sistema costruttivo rimane sostanzialmente lo stesso e per di più diventa possibile adottare per le armature dei nuclei resistenti disposti sul colmo e nel cavo delle onde [...] acciai ad alta resistenza messi in tensione preventiva realizzando in tal modo strutture precomprese con tutti i pregi tecnici ed economici particolari di tali strutture.¹⁰

Prove di carico su una lastra di ferro-cemento presso il magazzino della Magliana



11 In verità, saranno veramente esigue le occasioni nelle quali egli farà ricorso alla pre-compressione: per il viadotto di Corso Francia a Roma (1960), ad esempio, le travi a “V” prefabbricate che costituiscono l’impalcato della sezione stradale sono parzialmente pre-comprese per eliminare la sollecitazione ai bordi in seguito alla posa delle solette prefabbricate.

12 Il brevetto N. 465636 è registrato in data 19 maggio 1950.

L’analisi della relazione evidenzia di questo procedimento costruttivo: da un lato la possibilità di creare elementi strutturali resistenti per forma di qualunque sagoma e dimensione e dall’altro di rendere, a montaggio concluso, la struttura monolitica. Inoltre introduce all’interno del suo sistema costruttivo la tecnica del pretensionamento per aumentare ulteriormente la capacità resistente dei suoi elementi prefabbricati.¹¹ Nervi, con la registrazione del suo brevetto, enuncia chiaramente quali sono le sue intenzioni: costruire grandi luci di copertura con il minimo impiego di mezzi e materiali! La realizzazione del salone espositivo gli ha permesso di comprendere come tali propositi rientrino nella normale fattibilità tecnica. Fattibilità che deve essere riferita alla capacità organizzativa del Nervi direttore dei lavori e della specializzazione acquisita dalle maestranze della sua impresa. Le strutture ondulate sono brevettate e pronte a essere impiegate in nuovi, arditi, progetti.

Il continuo perfezionamento delle proprie invenzioni porta, nel 1950, al deposito di un ulteriore brevetto denominato *Procedimento di costruzione per la realizzazione di superfici resistenti piane o curve costituite da reticolati di nervature in cemento armato, completate o meno da solette di collegamento tra le nervature*.¹² Si tratta della descrizione del procedimento costruttivo dei tavelloni romboidali utilizzati in prima sperimentazione nella rimessa agricola di Torre in Pietra e successivamente impiegati nel Salone B e C di Torino Esposizioni.

Ancora una volta la registrazione del brevetto coincide con la conclusione di un cantiere, in questo caso il Salone C; la relazione di accompagnamento al brevetto stesso illustra come:

[...] Sono ben noti i buoni risultati statici, economici ed estetici che si possono ottenere con superfici resistenti in cemento armato, curve o piane a struttura reticolare di piccola maglia, dell'ordine di grandezza da 1 a 3 m circa, a lati rettilinei o curvi, intrecciantisi con la più ampia libertà di disegno, ed eventualmente lungo le isostatiche della superficie stessa.

Sono altresì note le difficoltà esecutive ed economiche, praticamente insuperabili con gli attuali procedimenti costruttivi in cemento armato, che sono costituite dalla complicazione, dalla inevitabile imperfezione e dall'elevato costo delle casseforme in legno.

[...] Secondo invenzione si prevede di realizzare le superfici piane o curve costituite da reticolati di nervature in cemento armato, mediante casseri [...] costituiti da elementi-forma cementizi a loro volta preparati fuori opera con lavorazione in serie, in stampi opportunamente predisposti.

Tali elementi-forma cementizi, a differenza dei casseri in legname od in ferro, che vengono smontati ad opera finita, restano ad essa uniti e staticamente collaboranti.

È da notare che, poiché gli elementi che funzionano da forme sono, come anzidetto, a loro volta gettati in stampi, è economicamente conveniente ridurre al minimo il numero dei tipi degli elementi-forma, cosa che può sempre essere facilmente ottenuta studiando appositamente l'intreccio delle nervature e la loro disposizione geometrica.

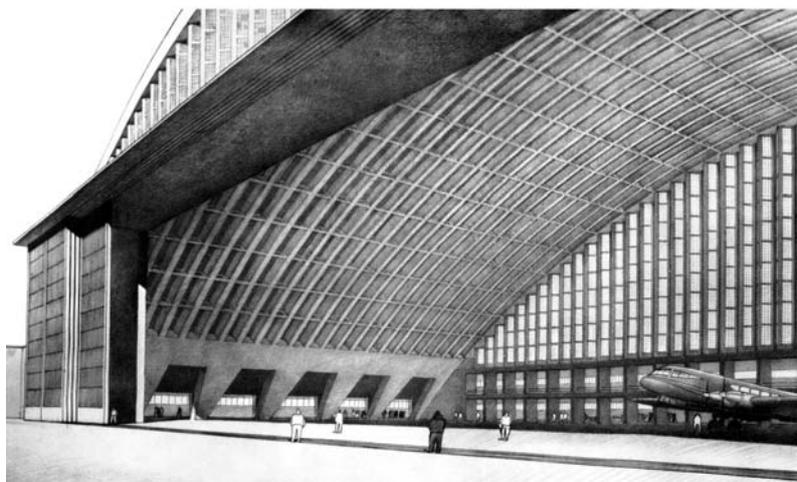
Gli elementi-forma, che in sostanza sono telai triangolari o romboidali, a lati rettilinei o curvi, profilati, in modo che quando sono disposti l'uno a fianco dell'altro lascino tra di loro lo spazio per il getto delle nervature (analogamente a quanto si realizza con i laterizi per i solai in cemento armato) possono essere completati nella faccia superiore od in quella inferiore con una soletta. In questo caso [...], si ottiene una superficie continua nervata con nervature disposte all'intradosso o allo estradosso.

[...] È da notare infine che poiché gli elementi-forma sono sufficientemente rigidi per sostenere, anche appoggiati alle estremità, il peso proprio e quello delle costruende nervature, l'armatura provvisoria di sostegno diventa molto più semplice delle ordinarie casseforme, riducendosi ad una serie di centine o dormienti posti ad intervalli proporzionati alle dimensioni degli elementi-forma. [...] Come si è detto il sistema si applica tanto a strutture curve funzionanti a volta di qualsiasi forma, quanto a strutture piane [...].

La preparazione degli elementi-forma è fatta con lavorazioni di serie in forma di stampi, che possono essere in gesso, in cemento, in legno, a seconda dei casi. Qualora la superficie da eseguire sia comunque curva è evidente la necessità che gli elementi-forma siano porzioni geometricamente esatte delle superfici da realizzare. Questo si ottiene con facilità eseguendo gli stampi per il getto degli elementi-forma su una superficie-dima che ripeta esattamente la costruenda superficie.

Tale modalità costruttiva, senza essere condizione essenziale per la realizzazione del sistema, ha tuttavia una grande importanza pratica nel caso di strutture curve quali volte a botte, a padiglione, a cupola sferica o di qualsiasi altra forma. In questi casi il sistema secondo l'invenzione prevede la preparazione

*P.L. Nervi
Aviorimessa
Buenos Aires Argentina 1948
prospettiva*



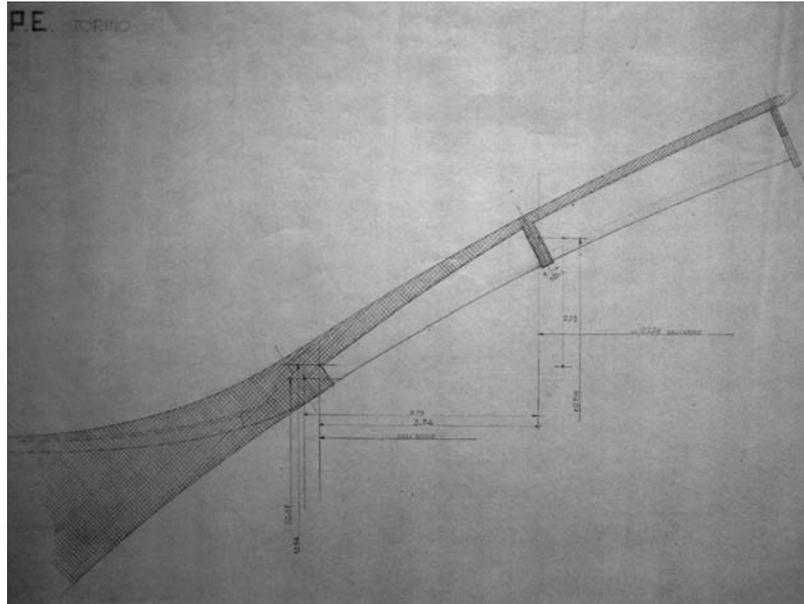
¹³ Per il testo integrale vedi C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit. pp. 293-295.

di una dima in muratura o altro materiale con la superficie rifinita a cemento riprodotte al vero una porzione o l'insieme della costruenda superficie. [...] Il fatto di preparare su una dima al vero le forme, permette di ottenere una perfezione geometrica che ben difficilmente sarebbe realizzabile con altri procedimenti.¹³

Se il brevetto sulle strutture ondulate fornisce a Nervi l'opportunità di ideare e realizzare coperture di notevole dimensione, è sicuramente con la definizione di questo brevetto che lo stesso intravede finalmente la possibilità di realizzare grandi coperture a cupole, cui non fa mistero di ispirarsi ogni qualvolta gli si presenti una concreta occasione professionale. L'opportunità di creare forme tipo, attraverso la scomposizione della geometria complessiva della struttura di copertura, e la possibilità del successivo assemblaggio fino a ricondurre il tutto a un organismo di fatto unitario senza soluzione di continuità delle sue singole parti, rende quanto mai straordinaria l'opportunità di ricreare queste superfici di rivoluzione, a spessore ridotto.

Le volte sottili lavorano sia come membrane sia come sistema di nervature, trasmettendo, come si è visto, i carichi a terra attraverso sollecitazioni di compressione, trazione e sforzi tangenziali.

E sarà proprio la trasmissione degli sforzi tangenziali, che agiscono lungo il piano tangente alla superficie, a ispirare Nervi nella definizione di sistemi di attacco a terra che trova diretta continuità tra la copertura e i pilastri inclinati.



P.L. Nervi
Salone B Palazzo delle Esposizioni
Torino 1947-48
sezione

Aviorimessa per l'aeroporto nazionale di Buenos Aires

Nel 1948, in parallelo alla costruzione del Salone B, Pier Luigi Nervi è invitato al concorso internazionale per la progettazione di due aviorimesse per l'aeroporto nazionale di Buenos Aires. Il progetto che viene presentato riprende in toto le soluzioni formali e strutturali delle onde in ferroce-mento per la copertura di grandi luci.

Per la sua valenza formale e strutturale il progetto è pubblicato nel primo numero della rivista *Spazio*: l'articolo, a firma del direttore Luigi Moretti, testimonia l'interesse verso questo progetto:

Il bando del concorso internazionale indetto dal Governo argentino per le aviorimesse dell'aeroporto di Buenos Aires, richiedeva il progetto di due aviorimesse affiancate di m 90 di luce netta interna ciascuna con portoni di m 70. Nervi, tenuto giustamente calcolo del rapido accrescersi dell'apertura alare degli aerei, ha bocciato le dimensioni indicate dal bando e ha proposto, invece di due, questa sua unica aviorimessa avente una luce netta interna doppia e portoni di m 120.

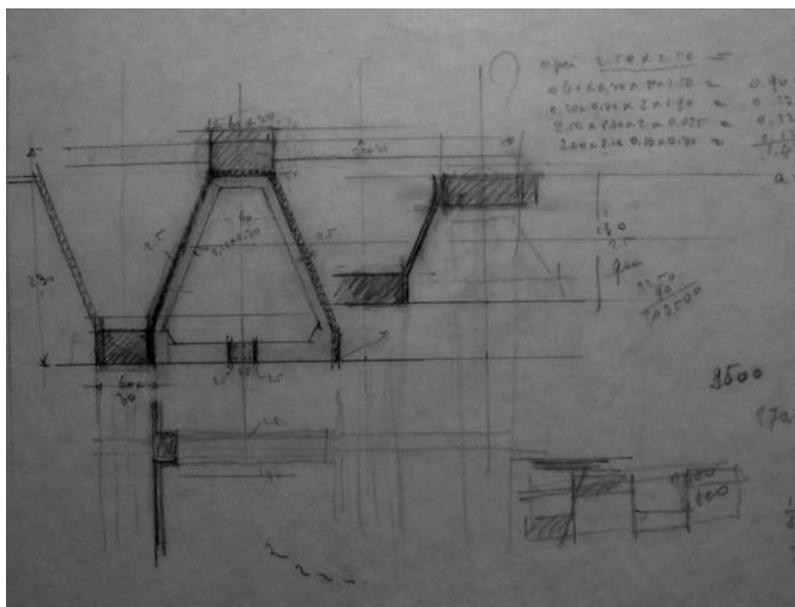
L'aviorimessa è costituita da un'imponente volta parabolica che copre un rettangolo interno di m 180x60 e si apre su uno dei lati maggiori; lungo l'altro maggiore e i due minori si distribuiscono su due piani, gli uffici e i servizi.

La struttura resistente è del tipo a volta sottile ondulata a elementi prefabbricati di cemento (brev. Nervi) analoga a quella adottata dal Nervi stesso per la copertura del salone centrale del Palazzo delle Esposizioni di Torino.

Per ovviare agli effetti delle variazioni termiche, la struttura è completata con una solettina tipo Perret disposta sull'estradosso, in modo che tra questa e la volta si crea una serie di canali che corrono da un'imposta all'altra.

Questi canali costituiscono una efficiente camera d'aria di protezione termica e permettono di stabilire una corrente d'aria quanto mai opportuna per eliminare

P.L. Nervi
Aviorimessa
 Buenos Aires Argentina 1948
 studio dei conci d'onda
 della volta in ferrocemento



14 L. Moretti, *Un progetto di Pier Luigi Nervi per un'aviorimessa a Buenos Aires*, in "Spazio", n. 1, luglio 1950, pp. 50-51.

15 Cartella progetto denominata *Aeropuerto Nacional de Buenos Aires*, n. inv. PRA 913, n. id. 14633, coll. 157/3. CSAC, Parma, Archivio Pier Luigi Nervi.

troppo forti squilibri termici fra le varie parti della struttura di cemento armato. Le pareti frontale e posteriore che, date le dimensioni dell'opera, acquistano una particolare importanza statica sono previste, come la copertura, a struttura ondulata a elementi prefabbricati completata staticamente in opera mediante nuclei di cemento armato disposti nel colmo e nel cavo delle onde.

Nella parete posteriore sono intercalate delle piastrelle di vetrocemento cosicché essa risulta parzialmente trasparente.

La spinta della volta (calcolata come arco a due cerniere) viene riportata direttamente al terreno.

Il senso di questa cattedrale di cemento è tutto, come in ogni opera di Nervi, nell'aderenza funzionale e nell'eleganza delle strutture.¹⁴

In riferimento alle richieste del concorso, Nervi decide di presentare una sola aviorimessa con una luce interna di 180 m. L'idea di proporre e dunque candidarsi alla realizzazione di un fabbricato con una luce così grande è senza dubbio motivata dalle incoraggianti esperienze fatte con l'applicazione del suo brevetto sulle onde di ferrocemento.

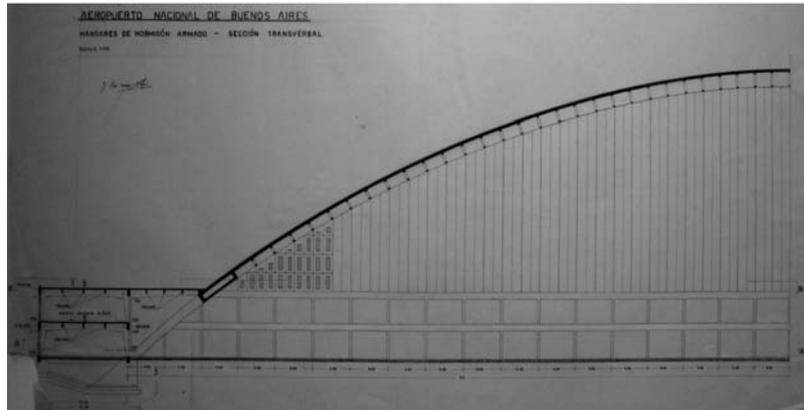
E non è un caso che, all'interno della cartella progetto, uno degli elaborati presenti sia una copia della sezione del Salone B del palazzo di Torino Esposizioni.¹⁵

La sezione rappresenta il punto d'innesto della volta con il relativo pilastro inclinato.

I conci d'onda opportunamente sagomati sono ritenuti la miglior strategia per la proposta di concorso.

Con un'altezza di circa 2,3 m differiscono dalle misure adottate per il salone torinese, ma come afferma lo stesso Nervi nella descrizione del suo brevetto, forma e dimensioni sono

P.L. Nervi
 Aviorimessa
 Buenos Aires Argentina 1948
 sezione



libere e adattabile alle diverse esigenze statiche e funzionali. L'interasse rimane comunque analogo alla soluzione adottata con una misura di circa 2,5 m.

Mentre le onde "torinesi" hanno un profilo ampiamente sinusoidale, quelle per il progetto di concorso risultano avere una sezione maggiormente squadrata.

Lo studio del singolo elemento prefabbricato evidenzia come lo spessore rimane nell'ordine dei 2,5 cm e che comunque non mancano i diaframmi di irrigidimento.

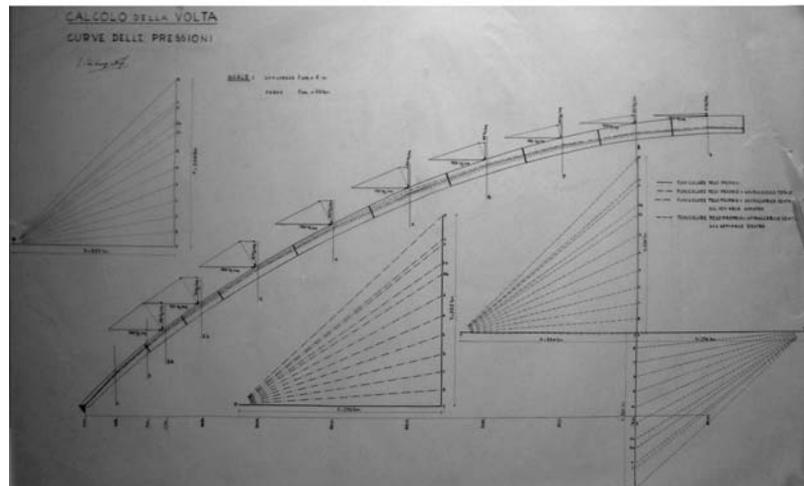
Se la sezione dell'onda riprende la geometria degli elementi adottati in precedenza, la questione di maggior rilievo è la formazione della camera d'aria per l'isolamento degli elementi strutturali.

Ancora una volta Nervi porta in evoluzione, in un processo di continuo perfezionamento dei singoli elementi, la sezione adottata per il progetto dell'*Officina coperta con sheds ad alto coefficiente di isolamento termico*.

Le corrispondenze sono pressoché totali ad eccezione del fatto che per l'aviorimessa Nervi utilizza ovviamente il cono d'onda per una copertura voltata e per l'eliminazione dei due lucernai, sostituiti dall'illuminazione laterale delle pareti ondulate intervallate da blocchi di vetrocemento.

Le pareti verticali sono tamponate con gli elementi ondulati prefabbricati sia per mantenere uno spessore ridotto delle pareti, sia per ovviare alle sollecitazioni cui è sottoposta una parete così alta. L'altezza in chiave all'estradosso della volta

*P.L. Nervi
Aviorimessa
Buenos Aires Argentina 1948
statica grafica per la verifica
del profilo della volta parabolica*



¹⁶ Si ripropone con tutta evidenza il tema dell'alternanza della piccola scala con la grande scala.

raggiunge quasi i 39 m, pertanto la necessità di coprire altezze così elevate giustificherebbe il ricorso alla parete ondulata. Le pareti ondulate di ferrocemento rimandano immediatamente alla soluzione adottata per il magazzino sperimentale della Magliana, terminato giusto tre anni prima.¹⁶

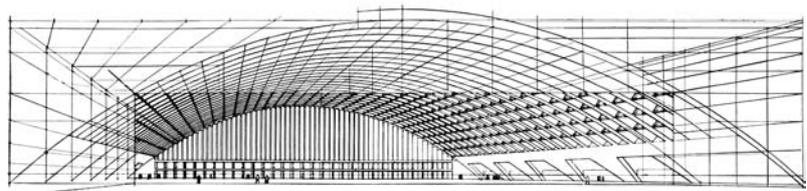
Il funzionamento della volta, configurato come arco a due cerniere, trova nella continuità dei pilastri inclinati la stabilità necessaria per il suo corretto funzionamento.

I pilastri, nella vista frontale, sono rastremati verso il basso, in corrispondenza del contatto col suolo, mentre si estendono con un profilo a "V" in corrispondenza della trave di bordo. La spinta laterale, contenuta dalla scarpa di fondazione inclinata e allargata verso l'esterno, sembra in realtà contenuta dai corpi di fabbrica contigui, che con un sezione a doppio cavalletto sovrapposto, circoscrivono i locali a uso servizi e uffici. La configurazione della volta, in riferimento al suo profilo parabolico, trova nella statica grafica la sua esatta conformazione.

Se l'arco rappresenta per Nervi la migliore soluzione per il superamento di grandi luci di copertura, è con il metodo grafico che lo stesso delinea il suo profilo.

Il profilo della volta, con la sua sezione variabile, è verificato attraverso la scomposizione grafica delle forze interagenti con la struttura: una linea rappresenta la funicolare del peso proprio, un'altra rappresenta la funicolare del peso proprio sommata al sovraccarico totale, un'altra ancora rappresenta

*P.L. Nervi
Aviorimessa
Buenos Aires Argentina 1948
prospettiva*



la funicolare del peso proprio oltre al sovraccarico del vento. La verifica delle curve delle pressioni consente a Nervi di definire l'esatta geometria della volta, assicurandosi che in tutte le sezioni vi sia solo sforzo di compressione.

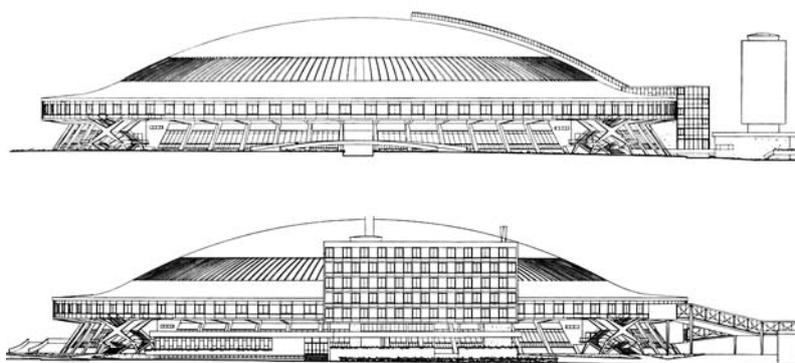
Il controllo grafico non è solo funzionale alla corretta impostazione statica del progetto.

Le diverse prospettive mostrano come anche il controllo formale per un'adeguata restituzione estetica è particolarmente perseguita: sono soprattutto le viste dell'interno a evidenziare l'articolazione spaziale delle onde di ferrocemento.

Pur trattandosi di un progetto preliminare, nella cartella progetto non vi sono tracce di eventuali elaborati che mostrano la cantierizzazione della struttura, ovvero la messa in opera dei singoli conci d'onda per la formazione della volta, così com'è stato ampiamente documentato col cantiere torinese. La qualità delle diverse proposte progettuali di Nervi è da ricercare anche nella capacità di organizzare tutta la "macchina" del cantiere.

Spesso nei suoi disegni, relativi alle varie soluzioni architettoniche e strutturali, sono abbinate le illustrazioni che esemplificano la modalità costruttiva di complessi che risultano tutt'altro che ordinari vista l'eloquenza delle loro dimensioni.

*P.L. Nervi e A. Nervi
Palazzo dello Sport
Vienna 1953
prospetti*



¹⁷ Il concorso vede la partecipazione di 11 progettisti austriaci e 5 stranieri, tra cui appunto Aalto e Nervi. Cfr. *Alvar Aalto's Architecture* <http://file.alvaraalto.fi/search.php?id=136>.

¹⁸ Per ulteriori approfondimenti vedi: A. Pica, *Pier Luigi Nervi*, cit., p. 27; P. Desideri, P.L. Nervi jr, G. Positano (a c. di), *Pier Luigi Nervi*, Zanichelli, Bologna 1979, pp. 178-179; A. Nervi, P.L. Nervi, *Il Palazzo dello Sport di Vienna*, in "Rassegna critica di architettura", n. 29, 1954, pp. 37-46.

Palazzo dello Sport di Vienna

L'ampia produzione "nerviana" trova nel progetto di concorso per il Palazzo dello Sport di Vienna l'opportunità della prima definizione di una grande copertura a cupola per un impianto sportivo.

Esso rappresenta il primo progetto di un complesso sportivo a pianta circolare con copertura a cupola a elementi di ferrocemento di ragguardevole estensione.

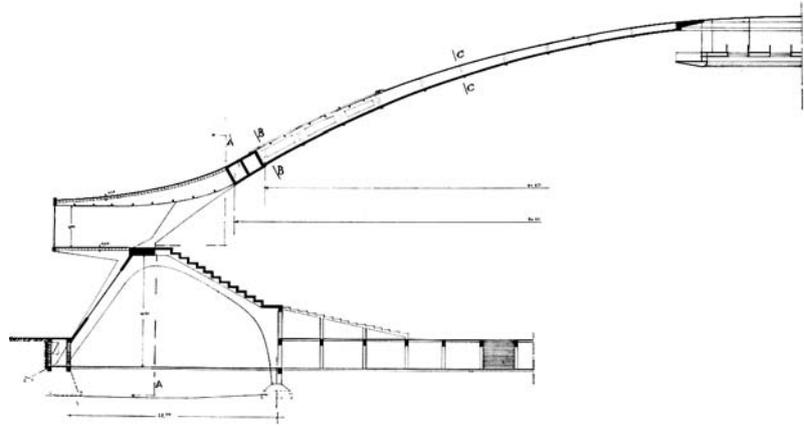
È interessante rilevare la dimensione della cupola che raggiunge un'estensione complessiva di 146 m di diametro, mentre la luce interna all'imposta è pari a 100 m.

Il progetto, frutto di un concorso internazionale a inviti, è aggiudicato dall'architetto Alvar Aalto, mentre la proposta Nervi si classifica al secondo posto.¹⁷

Le richieste del bando prevedevano la definizione di un impianto sportivo coperto con capienza complessiva di 12 000 posti di cui 8400 a sedere. Oltre all'impianto principale erano richiesti impianti sportivi minori per gli allenamenti, oltre a un edificio per uffici e una sala ristorante.¹⁸

Considerate le richieste del bando, Nervi imposta la definizione del progetto su un impianto circolare con copertura a cupola: indubbiamente la scelta di questo sistema di copertura è dovuto sia alla destinazione funzionale dell'impianto, ma soprattutto alla possibilità offerta dai brevetti sulle onde di ferrocemento di coprire grandi luci. Inoltre la miglior impostazione planimetrica per un impianto

*P.L. Nervi e A. Nervi
Palazzo dello Sport
Vienna 1953
sezione*



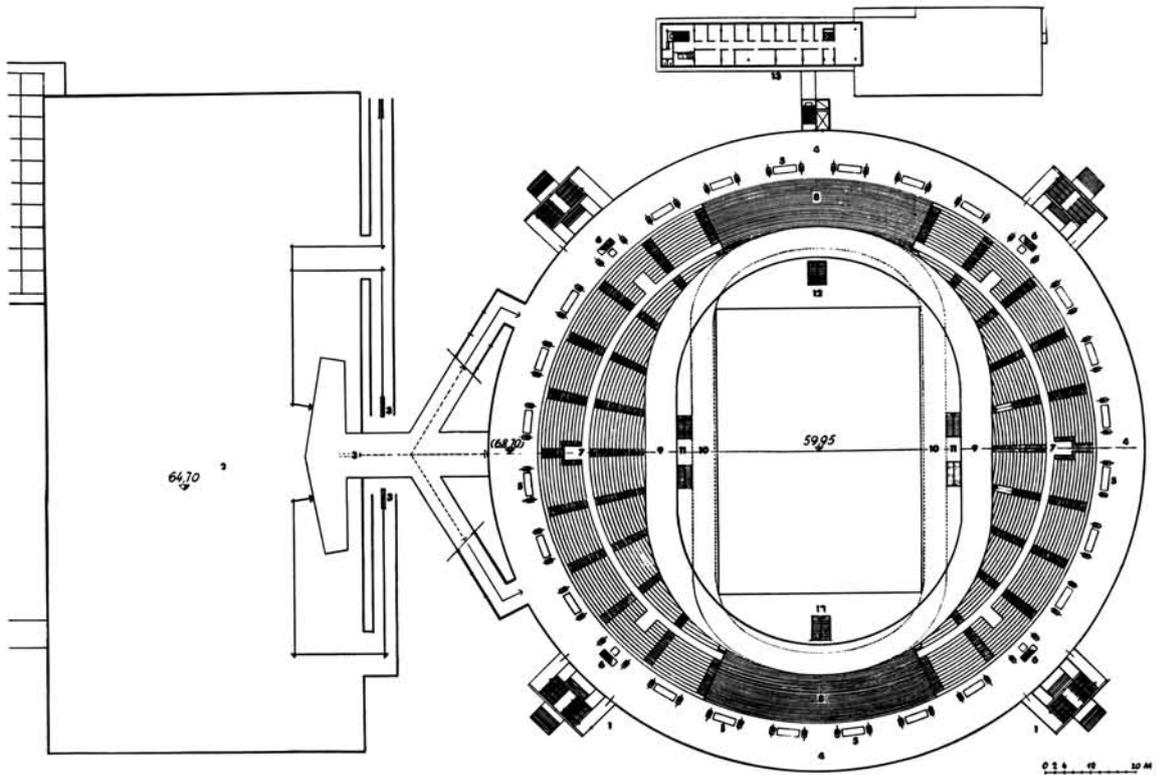
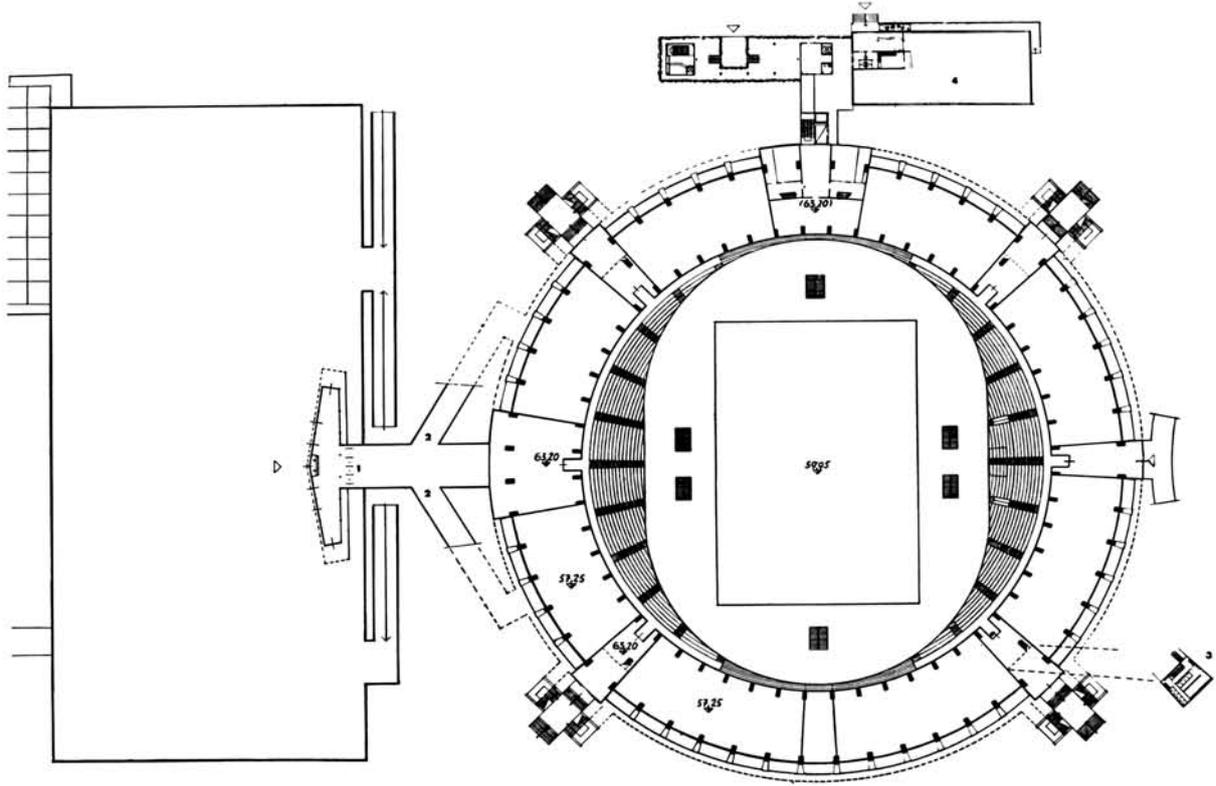
sportivo è sicuramente quella circolare e di conseguenza la copertura non può che assumere la forma della cupola.

Al vantaggio formale si unisce quello strutturale e realizzativo: il comportamento statico dell'insieme è demandato alla definizione di un insieme pilastro-arco ripetuto "n" volte secondo l'asse di rotazione.

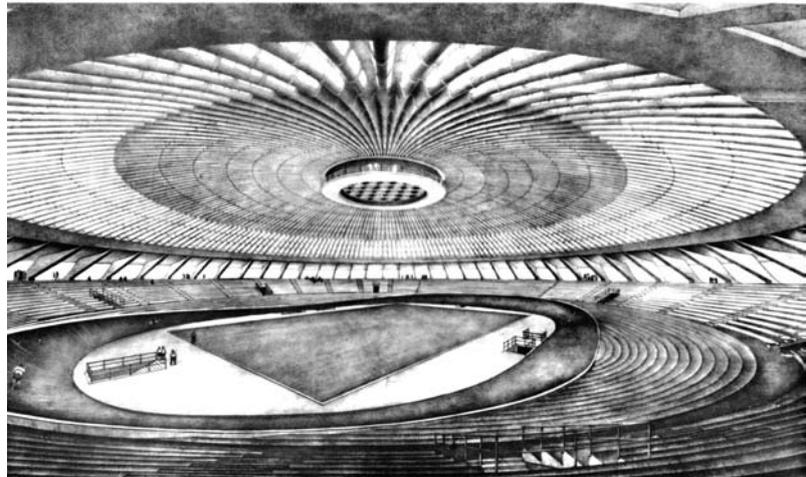
Nello studio della sezione per il palazzo sportivo si comprende come ancora una volta la sezione deriva direttamente da quella del Salone B. In analogia si riscontra il pilastro inclinato e la composizione per elementi ondulati.

La spinta della cupola è supportata da un insieme di pilastri inclinati che convogliano direttamente a terra le sollecitazioni derivate dal peso proprio, dai sovraccarichi accidentali e dall'azione del vento. Di particolare interesse è la definizione del nodo di aggancio tra l'arco spingente e la sottostante struttura portante. La geometria della cupola vede prolungare il suo profilo verso l'esterno attraverso un'elegante mensola a sbalzo, a sezione rastremata in cemento armato.

Anche il pilastro a profilo rastremato è sostenuto da un telaio portante sul quale appoggia la gradinata degli spalti. Un'ulteriore mensola a sbalzo completa la composizione del telaio portante in cemento armato. Ne consegue la formazione di una doppia galleria: la prima posta alla sommità degli spalti in corrispondenza dell'imposta della cupola, la seconda con funzione di spazio di servizio collocata all'intradosso delle tribune. In particolare la conformazione delle due mensole



*P.L. Nervi e A. Nervi
Palazzo dello Sport
Vienna 1953
piante dei diversi livelli*



*P.L. Nervi e A. Nervi
Palazzo dello Sport
Vienna 1953
prospettiva*

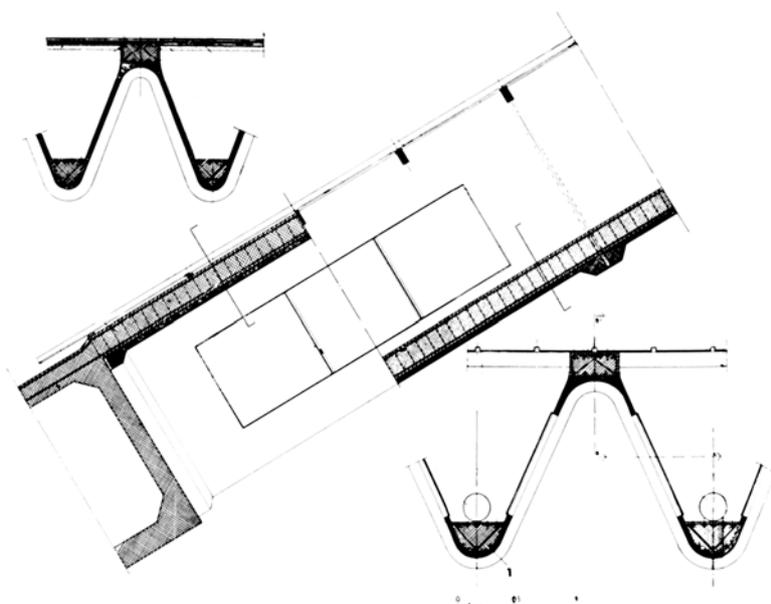
177

oltre a generare lo spazio della galleria consente l'illuminazione della stessa attraverso un sistema d'infissi a tutta altezza (4 m). Accorgimenti di tipo statico rendono libera la copertura della cupola lungo il perimetro esterno: il tutto genera un equilibrato risultato formale visto l'appiattimento della struttura complessiva, ma soprattutto permette le deformazioni elasto-plastiche della cupola in funzione delle escursioni termiche.

L'inclinazione e la disposizione del sistema portante puntuale trova corrispondenza nella risultante delle forze agenti sulla struttura di copertura. La conformazione dei punti d'appoggio dei pilastri e la relativa armatura, configurano un nodo a cerniera che minimizza i momenti d'inerzia.

Nel complesso la cupola è sostenuta da 56 pilastri e dai corrispondenti telai. La cupola è costituita da 168 elementi a sezione ondulata a loro volta suddivisi in 10 sotto elementi della lunghezza di circa 4 m.

Analogamente a Torino, i conci d'onda sono suddivisi in elementi funzionali per una razionale prefabbricazione degli elementi stessi. Inoltre, se si suddivide il numero complessivo delle onde che compongono la cupola con il numero dei pilastri, si riscontra che ogni punto di appoggio supporta e sostiene tre arcate ondulate. A differenza del salone di Torino, per l'impianto viennese una trave scatolare cava, impostata ad anello, vede la connessione di tutti gli elementi a onda secondo il relativo asse di sviluppo.



*P.L. Nervi e A. Nervi
Palazzo dello Sport
Vienna 1953
elementi prefabbricati in
ferrocemento tipo 1 e tipo 2*

La soluzione a ventaglio con la convergenza di tre elementi ondulati prefabbricati verso il corrispettivo pilastro non viene dunque ripresentata, optando per una soluzione formale unitaria, che in realtà nasconde al suo interno un sistema di canalizzazione per il condizionamento.

Nervi sembra aver trovato nel rapporto proporzionale di tre elementi ondulati per pilastro una soluzione quanto mai ottimale dal punto di vista statico e formale, al punto da essere successivamente ripreso nella costruzione degli altri complessi sportivi a impianto circolare e copertura a cupola. Gli elementi ondulati prefabbricati che vanno restringendosi verso l'oculo della cupola, vanno ricondotti al rigoroso rispetto dell'assunto che a minor sforzo corrisponde una minor sezione resistente, e conseguentemente un minor impiego di materiale costituisce un risparmio economico e un alleggerimento del peso complessivo della struttura.

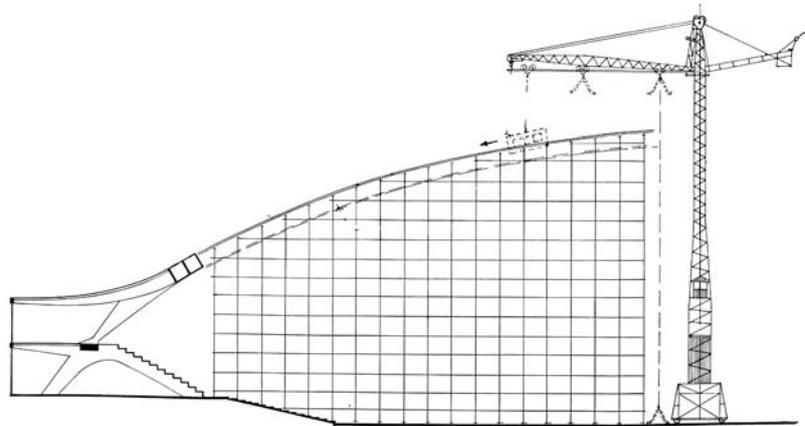
Gli elaborati di dettaglio mostrano come l'elemento prefabbricato si compone di due tipi: il primo con doppio lucernaio e il secondo con struttura a sezione piena.

La geometria dell'elemento è sostanzialmente la medesima dei progetti precedenti.

Le differenze vanno esclusivamente riscontrate negli spessori che variano col variare delle sollecitazioni in campo.

In questo caso lo spessore della singola onda è mediamente pari a 5 cm, e come sempre non mancano le nervature d'irrigidimento. L'illuminazione zenitale è garantita dalla

*P.L. Nervi e A. Nervi
Palazzo dello Sport
Vienna 1953
schema di montaggio della volta*



179

¹⁹ La didascalia dell'immagine indica il peso massimo pari a 1200 kg.

²⁰ Cfr. il capitolo 2.3 *Analisi della forma*.

conformazione delle prime tre file dei dieci conci d'onda che compongono l'elemento prefabbricato della cupola. In realtà nella sommità degli elementi prefabbricati è impostato un travetto prefabbricato al quale è agganciato un ulteriore lucernaio in corrispondenza di quello sottostante, mentre la restante parte è sormontata dal tavellone prefabbricato impermeabilizzato e isolato sia dal punto di vista termico che acustico. La razionalizzazione dell'eventuale cantiere è dunque definita dalla scomposizione della cupola in solo dieci strutture cementizie ondulate, comodamente realizzabili a piè d'opera in parallelo alla costruzione della struttura portante dei pilastri e relativi telai.

L'esemplificazione di questa configurazione è resa tangibile dallo schema di montaggio che illustra con apparente semplicità come gli elementi della cupola vengano issati da una gru e collocati su un ponteggio di tubolari metallici.¹⁹

La presenza di un ponte di servizio e di una guida metallica facilita il posizionamento e il montaggio degli elementi stessi da parte degli addetti ai lavori.

Come successo per il Salone B, nel colmo e nelle cavità delle onde, un getto di completamento armato rende solidali le singole porzioni d'onda trasformando il tutto in un insieme monolitico. Pur non trovando attuazione, il presente progetto rappresenterà per Nervi la matrice ideale alla quale far riferimento nelle successive elaborazioni di complessi sportivi con impianto circolare e copertura a cupola.²⁰

M. Loreti M. Marchi e P.L. Nervi
*Salone delle Feste
 Chianciano 1952*



21 Vedi al riguardo C. Pourtois, *Sede dell'Unesco*, in C. Chiorino, C. Olmo (a c. di), *Pier Luigi Nervi*, cit., pp. 158-161.

22 A. Pica, *Pier Luigi Nervi*, cit., p. 26.

23 In merito alla paternità dell'opera risulta presente un carteggio tra Nervi e l'architetto Carlo Pagani sull'opportunità di pubblicare, da parte di quest'ultimo il progetto del salone delle feste con il solo nome di Nervi (la lettera è datata 12 marzo 1958). La risposta di Nervi è pressoché immediata e eloquente nei toni: «Caro Pagani, lascerei perdere questa antipatica questione. A dirLe la verità non ho voglia di discuterla con Loreti e Marchi e mi pare che la cosa migliore sia di non pubblicare il lavoro. Non c'è argomento che mi riesca più insopportabile di questa abitudine di molti architetti (e debbo dire che all'estero è peggio che da noi) di attribuirsi la paternità di opere che per le loro caratteristiche tecniche, costruttive e statiche escono completamente dalle loro capacità progettistiche. Ho visto non in Italia architetti attribuirsi la paternità di opere di preminente importanza e difficoltà tecnica, solo per aver partecipato a qualche riunione nella quale ingegneri e specialisti portavano proposte, studi, calcoli in una parola la vera opera creatrice. È una questione di moralità professionale che un giorno o l'altro bisognerà pure affrontare. Scusi questo piccolo sfogo e molti cordiali saluti». Lettera del 14 marzo 1958. *MAXXI*, Roma, Archivio Pier Luigi Nervi.

Gli impianti sportivi per le Olimpiadi di Roma 1960

Gli anni cinquanta rappresentano un periodo eccezionale per Nervi nel quale porta a compimento una serie di opere che consolidano la fame del progettista e costruttore a livello internazionale.

Sono, come già menzionato, gli anni nei quali è chiamato a confrontarsi con Marcel Breuer e Bernard Henri Zehrfuss per la progettazione della sede dell'Unesco a Parigi (1952-58), sotto la supervisione di cinque personalità del mondo dell'architettura: Lucio Costa, Walter Gropius, Le Corbusier, Ernesto Nathan Rogers e Swen Markelius.²¹

Gli anni d'avvio del progetto segnano anche l'inizio della fattiva collaborazione del figlio Antonio e soprattutto vedono la prima concreta applicazione del pilastro rigato a sezione variabile. Questi sono anche gli anni dove Nervi continua a sperimentare l'applicazione dei suoi brevetti sulla prefabbricazione in ferrocemento.

Le strutture a cupola e il “lessico” delle nervature iniziano a divenire costante dell'opera nerviana.

L'alternarsi della grande scala con la piccola scala trova ulteriore riscontro nel salone delle feste alle Terme di Chianciano (1952).²² Il progetto architettonico è a cura degli architetti Mario Loreti e Mario Marchi, ma il successo dell'opera è senza dubbio legato alla concezione strutturale e alla successiva realizzazione a cura di Pier Luigi Nervi e della sua impresa, la Nervi & Bartoli.²³



M. Loreti M. Marchi e P.L. Nervi
Salone delle Feste
Chianciano 1952
posizionamento degli elementi
prefabbricati in ferrocemento
sulla controsagoma a terra

181

²⁴ Vedi nota n. 10.
²⁵ P.L. Nervi, *Costruire Correttamente*,
cit., Tavola XXXV.

Il salone delle feste è impostato su una pianta ellittica con lo sviluppo dei due assi maggiori pari a 32 e 25 m. Similmente la copertura è una cupola a sviluppo ellissoidale formata da elementi romboidali prefabbricati in ferrocemento uniti da un sistema di nervature incrociate.

I primi tre ordini dei tavelloni romboidali sono lasciati cavi per permettere il passaggio della luce proveniente dai sovrastranti lucernai inseriti nel piano d'imposta della cupola.

Considerato l'anno e valutato il tipo di risultato ottenuto si può di buon grado azzardare un confronto con l'impostazione della copertura per il Palazzo dello Sport di Vienna, dove analogamente le prime file degli elementi prefabbricati sono state lasciate deliberatamente vuote per il passaggio della luce zenitale. La costruzione della cupola ellittica è conforme alla descrizione del brevetto del 1950,²⁴ ma non soddisfa pienamente Nervi come lui stessa documenta nella descrizione al progetto nel volume *Costruire Correttamente*:

La forma ellittica della copertura apportò una notevole complicazione nella prefabbricazione degli elementi in quanto rese obbligatoria la preparazione di forme corrispondenti alla metà dell'intera cupola.

Nelle cupole di rotazione è invece sufficiente la preparazione di forme corrispondenti ad un settore. La convenienza economica della prefabbricazione risulta in questo caso molto dubbia.

Restano i vantaggi del risparmio di tempo in quanto la preparazione degli elementi può andare di pari passo con la costruzione delle fondazioni e delle strutture portanti fino all'imposta della cupola, e della perfezione delle superfici che non richiedono ulteriori e delicati intonachi.²⁵

M. Loreti M. Marchi e P.L. Nervi
*Salone delle Feste
 Chianciano 1952*
*accatastamento degli elementi
 prefabbricati in attesa del montaggio*

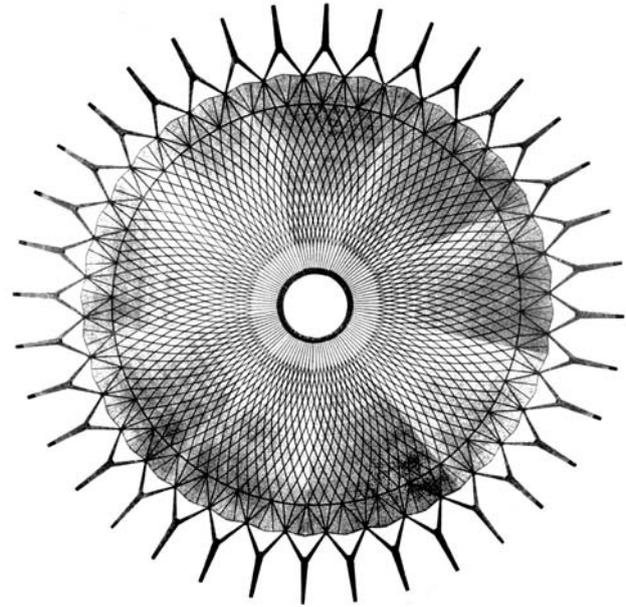


26 P.L. Nervi, *Scienza o arte del costruire?*,
 cit., p. 5.

Le fasi di cantiere, documentate dalle immagini di archivio, mostrano come un terrapieno sia conformato al vero riproducendo la metà esatta della cupola ellittica. La necessità di sviluppare una matrice così grande e soprattutto la necessità di produrre così tanti elementi differenti smentisce la corretta impostazione del cantiere con la sua efficiente produzione di elementi seriali ricondotti a poche essenziali forme tipo. Nonostante le incongruenze segnalate dallo stesso Nervi, è necessario rimarcare l'esito finale della ricomposizione degli elementi. Il getto di completamento evidenzia la monoliticità della struttura che appare letteralmente generata da un'unica, incredibile, articolata cassaforma: non risultano visibili eventuali punti di discontinuità.

E sull'idea di «poter creare pietre fuse, di qualunque forma»²⁶ va dato atto a Pier Luigi Nervi che l'intuizione della scomposizione per parti, la sua prefabbricazione e la successiva ricomposizione, restituisce al manufatto finale l'immagine di assoluta uniformità.

Uniformità di materiale e uniformità del comportamento statico sono i gradienti essenziali della formula con la quale l'ingegnere affronta la complessa articolazione della grande luce di copertura. La conformazione a cupola è indubbiamente la migliore risposta alla necessità di costruire grandi spazi coperti con il minor impiego di materiale. La superficie di rivoluzione trova nella prefabbricazione seriale degli elementi di ferrocemento un adeguato campo di applicazione.



A. Vitellozzi e P.L. Nervi
*Palazzetto dello Sport
 Roma 1956-57
 ipografia del soffitto
 a nervature incrociate*

183

27 Per un corretto inquadramento sulle opere olimpiche vedi T. Iori, S. Poretti, *Le opere di Pier Luigi Nervi alle Olimpiadi di Roma del 1960*, in "Rassegna di architettura e urbanistica", nn. 121/122, gennaio-agosto 2007, pp. 105-119.

28 Il progetto e il sistema costruttivo è ampiamente documentato in T. Iori, *Un prototipo ripetibile e a buon mercato (Pier Luigi Nervi, Annibale Vitellozzi, Palazzetto dello Sport a Roma)*, in "Casabella", n. 782, ottobre 2009, pp. 51-66.

29 Come riporta Roberto Einaudi nella trascrizione delle lezioni romane di Nervi: «Cupola-Palazzetto dello Sport: Ebbi l'idea per la prima volta durante la guerra. La cupola in cemento armato era difficile da costruire, e molto costosa. Che succedrebbe se potessimo costruirla per pezzi, come un mosaico? Possiamo realizzare singoli pezzi prefabbricati, che poi possono essere uniti insieme con un getto di cemento. Ma come possiamo farlo per una cupola, una superficie tridimensionale? Tutte le parti devono combaciare esattamente. Il solo modo di farlo è preparare una porzione della cupola in scala reale e costruirne un settore a terra. Bisogna prima studiarla a fondo nella forma in negativo preparata a terra. In questo modo, potete fare i cambiamenti necessari anche più minuti, e modellare la sagoma a piacimento. Su questa superficie viene effettuato il getto realizzando un elemento in cemento armato che, una volta pronto, diventa la formamadre. Le forme di cui si ha bisogno possono essere una o dieci, dipende dalla velocità richiesta dalla costruzione. Da queste sagome si ricavano gli elementi finali prefabbricati in ferro-cemento, che poi vengono uniti insieme da un getto di cemento e da barre di ferro. Lo spessore di una cupola a guscio può e deve essere minima, ma bisogna prestare particolare attenzione nel creare un margine di sicurezza nel caso le cose dovessero andare male dopo il disarmo. Le nervature forniscono questo spessore in più senza però aggiungere troppo

La progettazione dei due impianti sportivi per le Olimpiadi di Roma 1960 rappresenta l'apice di questo procedimento costruttivo.²⁷ La loro realizzazione documenta potenzialità e limiti raggiunti da Nervi con questo sistema costruttivo e consente alcune considerazioni tra il "prima e il dopo" nell'articolata produzione dei progetti con copertura a cupola. Va premesso che il Palazzetto dello Sport non nasce come impianto olimpico, bensì come prototipo di impianto sportivo coperto di media grandezza da replicare in diverse città italiane.²⁸

Solo in seguito all'aggiudicazione delle Olimpiadi alla città di Roma l'impianto sarà destinato ad alcune delle gare olimpiche. Caratteristiche basilari sono la capienza intorno ai 5000 posti e soprattutto l'economia della sua realizzazione. Lo studio del prototipo è affidato dal CONI all'architetto Annibale Vitellozzi, il quale coinvolge Pier Luigi Nervi nello studio della soluzione ottimale e dal punto di vista statico che formale.²⁹

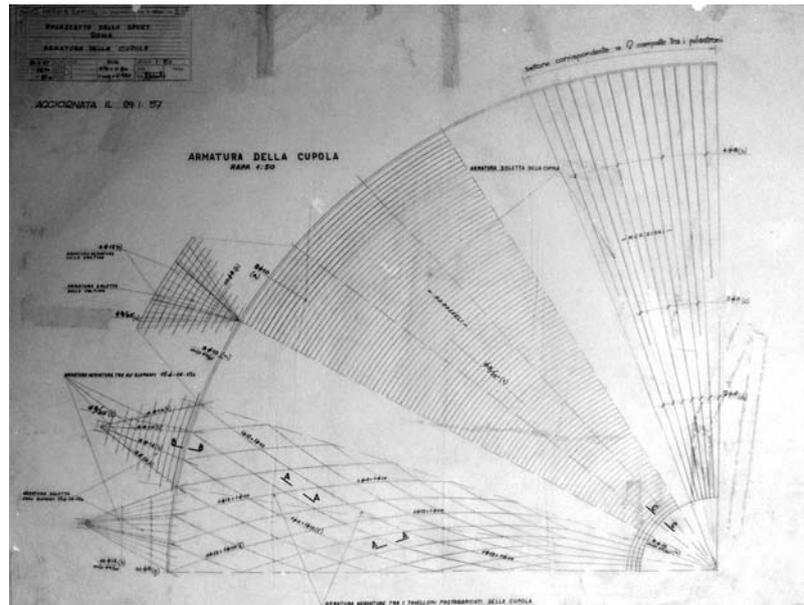
Il Palazzetto trova nella pianta circolare e nella copertura a cupola il miglior compromesso per la risposta alle esigenze funzionali imposte dal CONI. Con un diametro interno di 60 m, la cupola è sostenuta da 36 cavalletti conformati a "Y", inclinati in modo tangenziale rispetto alla copertura e disposti radialmente su un diametro esterno di 78,5 m.

Mentre la paternità della definizione planimetrica non è facilmente attribuibile ai due progettisti, lo è oltremodo



A. Vitellozzi e P.L. Nervi
durante le fasi di cantiere
del Palazzetto dello Sport
Roma 1956

A. Vitellozzi e P.L. Nervi
Palazzetto dello Sport
Roma 1956-57
schema di armatura della cupola



peso. Queste nervature assumono la forma di meridiani e paralleli, oppure triangoli e losanghe. Da un punto di vista statico c'è grande libertà nel disegno delle nervature. Le dimensioni dei singoli elementi dipendono dal peso più facilmente maneggiabile, possono andare da un quarto di tonnellata a una tonnellata. In qualunque realizzazione il lavoro del costruttore è essenziale. Il lavoro dell'appaltatore è di alto valore tecnico. Un progetto non può progredire senza capire come potrà essere costruito». R. Einaudi, *Pier Luigi Nervi: lezioni romane. Lectures Notes, Roma 1959-60*, in A. Trentin, T. Trombetti (a c. di), *La lezione di Pier Luigi Nervi*, Bruno Mondadori, Milano-Torino 2010, p. 107.

³⁰ Equivalenti agli attuali 2,5 milioni di euro.

quella del sistema di copertura a nervature isostatiche a elementi prefabbricati in ferrocemento.

L'applicazione della prefabbricazione con l'impiego di tavelloni romboidali permette a Nervi di ridurre il costo complessivo dell'opera a poco più di 200 milioni di lire,³⁰ e sarà naturalmente l'impresa Nervi & Bartoli a occuparsi della sua realizzazione, poiché è l'unica specializzata nell'applicazione dei brevetti sul ferrocemento. La strategia adottata da Nervi per l'approntamento del cantiere prevede, come già sperimentato con successo a Torino, lo sviluppo in parallelo delle fondazioni e dei pilastri sagomati e dall'altra parte, in un locale protetto dalle intemperie, la produzione seriale dei tavelloni romboidali e triangolari. Nella predisposizione al progetto l'ingegnere ha scomposto la cupola in una serie di elementi riconducibili a poche forme tipo che, trasformati in matrice, permettono alle maestranze specializzate la realizzazione seriale dei 1620 pezzi che andranno a ricomporre la struttura finale della cupola. Il vantaggio di aver impostato come geometria formale una superficie di rivoluzione consente a Nervi di predisporre al vero solo una ridotta porzione dell'intera copertura. Una dima di legno che replica il profilo della cupola è utilizzata come supporto sulla quale sono tracciati gli assi generatori dei tavelloni. In totale saranno realizzati 13 elementi romboidali e triangolari che costituiscono gli elementi tipo da ripetere "n" volte per la ricomposizione finale della copertura.

*Palazzetto dello Sport
Roma 1956-57
fasi di cantiere con la
predisposizione della dima di
legno e il tracciamento dei tavelloni*



31 Come documenta Tullia Iori il termine delle nonne, mamme e figlie è realmente utilizzato in cantiere. T. Iori, *Un prototipo ripetibile e a buon mercato*, cit., p. 55.

Per l'ottimizzazione dei tempi, queste matrici, letteralmente nominate "nonne" all'interno del cantiere, generano a loro volte delle "mamme". Su di esse gli operai, divisi in più squadre, riproducono le "figlie" che per geometria sono identiche alle "nonne" nel numero necessario a ricomporre l'intera cupola.³¹ Ulteriori elementi sono generati con la stessa modalità costruttiva per l'innesto con i cavalletti portanti. Come già avvenuto per il Salone B, lo spicchio di cupola viene raccordato alle corrispondenti forcelle dei pilastri attraverso un ventaglio composto da tre tavelloni triangolari. Ulteriori tre tavelloni ondulati spezzano l'uniformità dell'anello d'imposta della cupola, generando sul prospetto piccole onde rialzate disposte in asse con la struttura inclinata del pilastro. Mentre la costruzione della pilastratura procede, anche in questo caso attraverso il riutilizzo di una cassaforma speciale, tutti gli elementi prefabbricati sono accatastati e pronti per essere montati. Il montaggio avviene attraverso la predisposizione di un leggero ponteggio mobile composto da tubolari metallici. La leggerezza della struttura, visto l'esiguo spessore dei singoli tavelloni, pari a circa 3 cm, consente la predisposizione di un'impalcatura semplificata.

I vari elementi a piè d'opera sono pronti per essere ricomposti all'interno della geometria complessiva della cupola. Una volta ricollocati i singoli elementi, la discontinuità generata dal loro accostamento, corrispondente alle nervature incrociate, viene debitamente rinforzata con ferri di armatura.



*Palazzetto dello Sport
Roma 1956-57
fasi di cantiere con la preparazione
dei tavelloni romboidali e il
successivo assemblaggio nella cupola*

187

32 T. Iori, S. Poretti, *Le opere di Pier Luigi Nervi alle Olimpiadi di Roma del 1960*, cit., pp. 105-119.

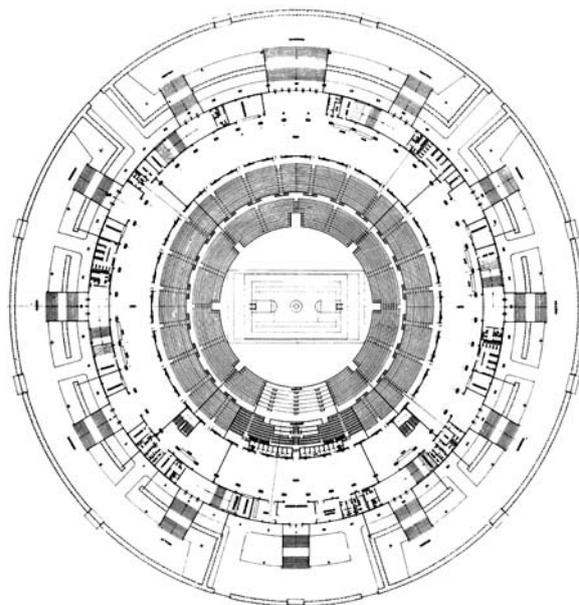
33 Il palazzetto viene completato in soli 420 giorni. Il 27 giugno 1956 corrisponde alla posa della prima pietra mentre al 1° ottobre 1957 corrisponde la cerimonia d'inaugurazione. Vedi T. Iori, *Un prototipo ripetibile e a buon mercato*, cit., p. 52.

Il getto di completamento, con cemento ad alta resistenza, omologa i diversi tavelloni prefabbricati che a loro volta fungono da cassero a perdere per la definizione delle nervature stesse. Ne deriva una struttura uniforme, riccamente elaborata all'interno attraverso l'articolazione formale delle sue nervature. Secondo le analisi statiche, la conformazione geometrica di questo tipo di struttura, rileva come il funzionamento della cupola possa essere tranquillamente associato a un comportamento membranale o a un insieme di nervature-archi.³²

Inoltre, questa configurazione, impedisce la formazione di sollecitazioni di tipo flessionale sulla struttura di copertura; mentre la conformazione dei cavalletti portanti è definita in maniera tale da consentire la trasmissione degli sforzi della cupola alle fondazioni. La fondazione è costituita da una trave continua in cemento armato che corre lungo tutto il bordo della circonferenza esterna. La spinta della cupola è contrastata da una catena attraverso un sistema di cavi in precompressione fissati a 6 dei 36 pilastri. La leggerezza degli elementi portanti conformati in maniera tale da resistere alle sollecitazioni del peso proprio e dei carichi accidentali e i tempi rapidi di esecuzione dell'intera opera grazie alla metodologia costruttiva della prefabbricazione, riflettono il valore dei risultati sin qui conseguiti da Nervi.³³ Nel 1955, sostanzialmente in parallelo all'iter progettuale e realizzativo del Palazzetto dello Sport, Pier Luigi Nervi è chiamato su



*Palazzetto dello Sport
Roma 1956-57
realizzazione dei
pilastri a forcella*



*M. Piacentini e P.L. Nervi
Palazzo dello Sport
Roma 1958-60
pianta*

189

³⁴ T. Iori, *Nervi e le Olimpiadi di Roma 1960*, in T. Iori, S. Poretti (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Architettura come Sfida. Roma. Ingegno e costruzione*, Electa, Milano 2010, pp. 62-65.

³⁵ Per approfondire il reale contributo di Marcello Piacentini alla progettazione dell'impianto sportivo si rimanda a: T. Iori, *Pier Luigi Nervi, Marcello Piacentini e gli altri*, in S. Pace (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Torino, la committenza industriale, le culture architettoniche e politecniche italiane*, Silvana Editoriale, Milano 2011, pp. 97-103.

incarico di Marcello Piacentini, consulente del CONI, alla definizione di un nuovo impianto sportivo coperto con luce libera di 100 m.

Il nuovo Palazzo dello Sport (1958-60),³⁴ collocato in una collina sovrastante il quartiere dell'Eur, è ideato per ospitare la maggior parte delle gare al coperto per le relative Olimpiadi. La paternità dell'opera, pur essendo attribuita a entrambi i progettisti, rivela inequivocabilmente il significativo contributo apportato da Pier Luigi Nervi. Oltre a un'evidente riprova delle configurazioni formali adottate, sono le stesse schede di progetto, riportate in diverse pubblicazioni, a riportare sovente in primo piano il nome di Nervi a discapito di quello di Piacentini.³⁵ Le ipotesi iniziali prevedano già un impianto circolare, ma la copertura piana a nervature radiali, fu immediatamente accantonata a causa dei costi elevati e delle relative difficoltà costruttive. Il progetto che viene definito permette di ospitare 16 000 persone a sedere divise in due ordini di gradonate. Con il suo profilo a calotta sferica, la cupola è impostata su un impianto circolare che prevede una luce libera di 100 m e un diametro complessivo di circa 130 m. La dimensione della cupola è analoga a quella proposta per il progetto di concorso del Palazzo dello Sport di Vienna, così com'è simile il sistema strutturale della cupola e dei relativi pilastri di sostegno. I pilastri, rispetto al progetto di concorso, si riducono a 48 mentre gli elementi prefabbricati abbandonano la loro conformazione ondulata

*M. Piacentini e P.L. Nervi
Palazzo dello Sport
Roma 1958-60
incontro di boxe durante
le olimpiadi di Roma 1960*

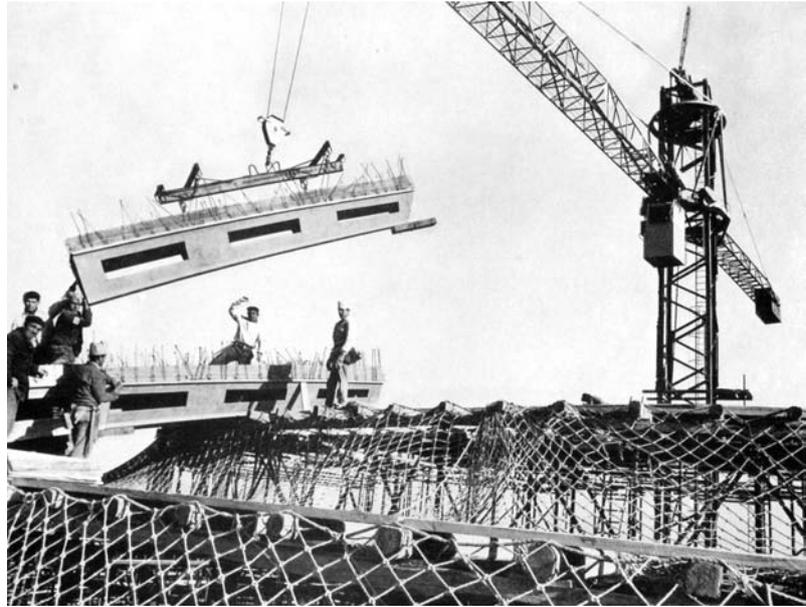


per assumere quella più rigorosa della sezione a “V”. Dal confronto emerge come, oltre allo schema strutturale, a dare continuità ai due progetti contribuisce l’impostazione architettonica e funzionale. Le corrispondenze sono evidenti, considerando la medesima destinazione d’uso e l’impostazione a pianta circolare. La stessa immagine ripresa durante un incontro di boxe testimonia la perfetta aderenza delle scelte ipotizzate con il progetto per Vienna.

Come si è ampiamente documentato, in Nervi, ogni successivo progetto implica un’evoluzione e trasformazione delle scelte compiute nelle precedenti impostazioni progettuali. Che si tratti di vere e proprie innovazioni o semplicemente di riproposizioni di soluzioni strutturali già sperimentate e ampiamente collaudate, anche il progetto del Palazzo dello Sport non si sottrae a questa regola.

Nello scomporre gli elementi funzionali dell’impianto olimpico si riscontra che gli stessi formano un abaco di parti strutturali, riconducibili ad altri progetti, ai quali Nervi ha attinto per la composizione dello stesso.

Il pilastro sagomato a sezione variabile è preso dalla sede dell’Unesco; gli elementi prefabbricati ondulati della cupola sono ripresi dal Salone B, così come il raccordo a ventaglio tramite tavelloni triangolari; i solai delle gallerie a nervature isostatiche sono tratti dalla Manifattura Tabacchi di Bologna (1951-53) mentre i tavelloni romboidali della galleria perimetrale derivano direttamente dal Palazzetto dello Sport.



*M. Piacentini e P.L. Nervi
Palazzo dello Sport
Roma 1958-60
montaggio dei conci d'onda*

191

36 P.L. Nervi, *Costruire correttamente*,
cit., Tavola CXII.

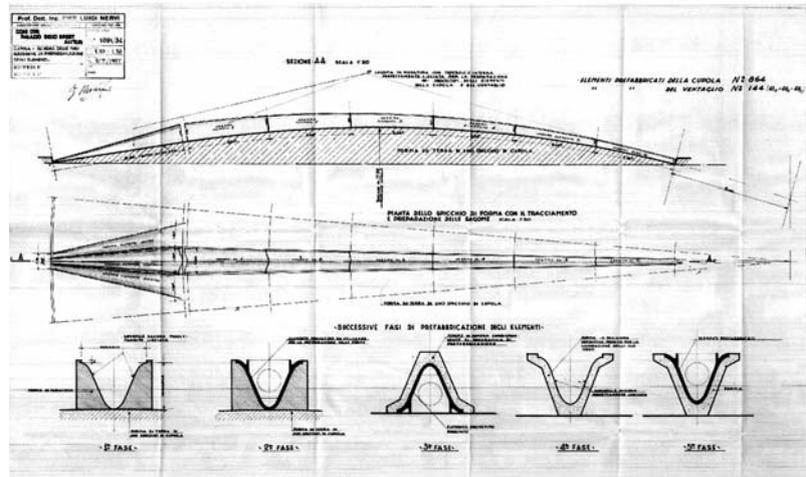
Lo stesso Nervi attesta il valore delle sue scelte:

La struttura è determinata da esigenze statiche e funzionali. Così la spinta orizzontale della cupola viene guidata in successive composizioni con le azioni verticali (peso della copertura anulare e dei vari piani) alle fondazioni. In particolare si può notare che i pilastri della galleria perimetrale di distribuzione del pubblico risultano esattamente inclinati secondo la risultante delle forze su di essi agenti. Anche la loro forma è suggerita da esigenze statiche. Come sempre in tutta la mia opera progettistica ho constatato che i suggerimenti statici interpretati e definiti con paziente opera di ricerca e di proporzionamento sono le più efficaci fonti di ispirazione architettonica. Per me questa regola è assoluta e senza eccezioni. La sua interpretazione è sempre sufficientemente libera e i modi di essa misurano l'elemento soggettivo e personale del progettista.³⁶

La valenza del progetto deve dunque rapportarsi alla sua composizione per parti e al procedimento costruttivo degli elementi prefabbricati in ferrocemento. La gara d'appalto non viene nemmeno eseguita, affidando a trattativa privata i lavori all'unica impresa in grado di rispettare tempi e modalità costruttive dei brevetti sul ferrocemento: ancora una volta è l'impresa Nervi & Bartoli a assumersi l'onere della realizzazione. La cupola si compone di elementi prefabbricati in ferrocemento rigorosamente preparati a piè d'opera. In totale gli elementi conformati a "V" sono pari a 144, convergenti sui 48 pilastri inclinati in numero di 3. A prescindere dalla geometria della copertura, dalla conformazione della sua struttura e dalla dimensione degli elementi prefabbricati che la compongono, questo



M. Piacentini e P.L. Nervi
 Palazzo dello Sport
 Roma 1958-60
 particolare del ventaglio
 di raccordo delle onde
 in ferroceemento



M. Piacentini e P.L. Nervi
 Palazzo dello Sport
 Roma 1958-60
 dettaglio delle fasi di
 preparazione dei conci d'onda

37 La descrizione è ripresa letteralmente dalla annotazione contenuta nella tavola di progetto.

rapporto proporzionale ritorna sempre, a conferma di una configurazione di equilibrio che Nervi ha trovato e che assume il valore di costante. Secondo l'ormai collaudato metodo, uno spicchio della cupola riprodotta al vero funziona da matrice per la preparazione degli stampi necessari alla produzione seriale dei diversi conci d'onda.

I 144 elementi prefabbricati sono pertanto suddivisi in 6 parti per un totale di 864 pezzi, mentre i ventagli conformati a triangolo sono sempre 144. In totale la prefabbricazione a piè d'opera vede la preparazione di 1008 elementi per la ricomposizione della cupola, mentre ammonta a 1824 il numero totale dei tavelloni romboidali che compongono la galleria perimetrale.

Sopra una forma di terra definita secondo il raggio di curvatura della cupola, è realizzata la «sagoma in muratura con superficie interna perfettamente liscia per la preparazione dei prototipi degli elementi della cupola e del ventaglio».³⁷

La successiva prefabbricazione degli elementi, suddivisa in 5 fasi debitamente illustrate, rimanda al sistema delle “nonne, mamme e figlie” sperimentato nel cantiere attiguo del Palazzo dello Sport.

Con il Palazzo dello Sport i singoli conci d'onda subiscono una sostanziale trasformazione rispetto alle precedenti soluzioni adottate. Prima di tutto la giacitura degli stessi è ruotata di 180°, portando il vertice delle onde in basso. Sono eliminati i raccordi sinusoidali a favore di una soluzione a spigolo

*M. Piacentini e P.L. Nervi
Palazzo dello Sport
Roma 1958-60
cantiere*



*38 Ingg. Nervi e Bartoli. Società per azioni,
fascicolo informativo sull'attività dell'impresa
dal 1930 al 1962, Roma, s.d., p. 101.*

vivo e inoltre le nervature d'irrigidimento corrispondenti a circa quattro per singolo elemento sono a sezione piena con svuotamento circolare della sezione centrale che non è soggetta a sollecitazioni e consente il passaggio dei diversi impianti. Le pareti laterali delle "V" prefabbricate, in analogia con il Salone B, sono lasciate cave per consentire il passaggio della luce artificiale e per il trattamento dell'aria, mentre il passaggio della luce naturale avviene esclusivamente dal lucernaio centrale.

Il montaggio dei vari elementi prefabbricati è realizzato attraverso una gru scorrevole su un binario circolare, il cui diametro è man mano ridotto in progressione al posizionamento dei conci d'onda.

A posa avvenuta, secondo il consolidato sistema delle armature d'irrigidimento e successivo getto di completamento con cemento armato ad alta resistenza, lo spessore finale della soletta raggiunge i 9 cm rendendo monolitico il sistema strutturale. Anche per questa configurazione il funzionamento della cupola è di tipo membranale e secondo quanto precisa Nervi:

[...] Il complesso costituisce un sistema resistente iperstatico, in quanto la cupola può trovare una condizione di stabilità sia come membrana, sia come serie di nervature-archi, atte a resistere isolatamente alle sollecitazioni esterne. Gli accurati calcoli eseguiti, tenendo conto dell'iperstaticità dell'insieme, hanno dimostrato la prevalenza del funzionamento a membrana. La sovrabbondanza statica della struttura ha consentito di far fronte alle situazioni anomali che si generano all'atto del disarmo.³⁸



*Colyn-Meiring e P.L. Nervi A. Nervi
Good Hope Centre
Cape Town Sud Africa 1969-79*

195

Good Hope Centre di Cape Town

La conquista della grande luce di copertura realizzata con gli impianti olimpici porta Nervi a confrontarsi con il sistema di copertura delle volte a crociera.

La prefabbricazione e la composizione per parti sono gli strumenti necessari alla realizzazione di questa copertura che è formata dall'unione di due volte a botte.

La ricerca è sempre sottesa alla definizione di grandi luci di copertura e come riporta la scheda di progetto, il Good Hope Centre (1969-79) realizzato a Cape Town, Sud Africa, in collaborazione con lo studio locale Colyn & Meiring, risultava all'atto della sua realizzazione «la più grande copertura del suo genere a volta a crociera costruita in c.a.».

L'edificio a destinazione polifunzionale per mostre, manifestazioni sportive e spettacoli con una capienza complessiva di 8000 posti a sedere, è impostato su una pianta quadrata di 78 m di lato.

Quattro archi perimetrali e due archi diagonali conformano la geometria della struttura.

Gli archi diagonali hanno uno sviluppo di oltre 110 m e sono impostati su un profilo a tutto sesto. L'altezza in chiave raggiunge i 27 m.

Per la sua particolare impostazione statica, la struttura è idonea a sostenere carichi elevati, ma trattandosi di una struttura spingente Nervi ha impiegato catene in cemento armato precompresso per neutralizzare le spinte degli archi.

NOME : Good Hope Center

LOCALITA' : Cape Town - Sud Africa

ANNO : 1974 - 76

COMMITTENTE : Amministrazione comunale di Città del Capo.

DIMENSIONI : 20.000 mq. coperti

FUNZIONE : Edificio polietnico per Esposizioni - Mostre e manifestazioni sportive e teatrali comprese quelle sul ghiaccio.

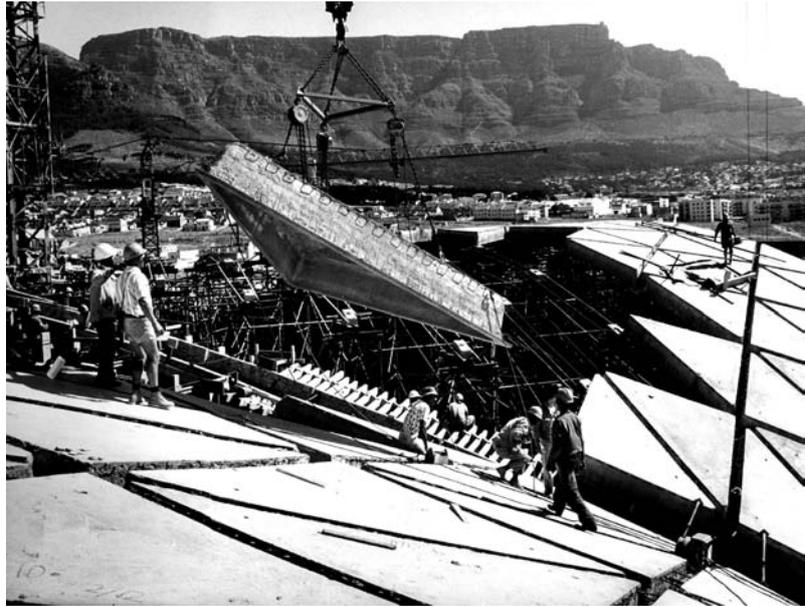
COSTO : Lit. 15 miliardi (1978)

RUOLO DELLO STUDIO : Progettazione integrale architettonica e strutturale più direzione dei lavori.

DESCRIZIONE : L'edificio è attualmente la più grande copertura del suo genere a volta a crociera costruita in C.A.
E' stata costruita ad elementi prefabbricati con strutture in collegamento in C.A. gettato in opera.
Nell'ampia gamma delle sue utilizzazioni può accogliere fino a 8.000 persone a sedere su tribune telescopiche.
A causa della natura del terreno di fondazione la costruzione è stata realizzata con l'uso di pali di grande diametro.
Sono state usate catene in C.A. precompresso per neutralizzare le spinte degli archi delle strutture principali.

*Studio Nervi
scheda progetto
Good Hope Centre*

*Colyn-Meiring e P.L. Nervi A. Nervi
Good Hope Centre
Cape Town Sud Africa 1969-79
fasi di montaggio dei tavelloni
prefabbricati in ferrocemento*



197

Mentre gli archi perimetrali e diagonali sono realizzati in cemento armato gettato in opera, il completamento delle superfici tra gli archi è realizzato con i tavelloni triangolari prefabbricati in ferrocemento.

L'immagine di una delle fasi di cantiere illustra come all'avanzare degli archi portanti si proceda alla realizzazione a piè d'opera dei tavelloni, secondo un'impostazione di cantiere ampiamente collaudata.

I singoli tavelloni sono realizzati attraverso la ripetizione seriale di matrici generate dalla ricostruzione al vero di una porzione della vela.

La simmetria assume un ruolo prevalente nell'equilibrio statico della copertura e nella composizione per parti dei singoli elementi.

In seguito al montaggio degli elementi prefabbricati e al getto di completamento, l'intradosso della volta incrociata assume la caratteristica conformazione delle nervature incrociate. Il comportamento statico dell'insieme è rapportabile a quello membranale o al sistema delle nervature.

Riferendosi alle parole di Nervi, è nella fantasia e intuizione del progettista che ogni struttura può essere scomposta per forma e dimensione, secondo le proprie esigenze funzionali. E a questa libertà si deve, con ogni probabilità la definizione di questi tavelloni triangolari che null'altro sono che l'ulteriore scomposizione dei tavelloni romboidali ampiamente utilizzati nelle precedenti realizzazioni.

*Murphy-Mackey
Climatron
Missouri Botanical Garden
St. Louis Missouri 1960*



³⁹ Per ulteriori approfondimento sul periodo americano di Nervi vedi: A. Bologna, *Pier Luigi Nervi: rapporti statunitensi inesplorati 1952-1979*, in *Storia dell'Ingegneria. Atti del 3° Convegno Nazionale*, Cuzzolin, Napoli 2010, vol. II, pp. 1120-1129.

⁴⁰ *Ibid.*

Dal ferroceamento alle onde di alluminio

L'intensa attività e il successo riscontrato dai suoi progetti consente a Pier Luigi Nervi di stabilire una serie proficua di relazioni con gli Stati Uniti.

Il periodo americano di Nervi, si caratterizza per le molteplici occasioni professionali e accademiche che culmineranno nella realizzazione della Bus Station di New York (1960-62) e nel conferimento della cattedra di Poetry delle prestigiosissime *The Charles Eliot Norton Lectures*, tenuta all'università di Harvard nell'anno accademico 1961-62.³⁹

L'anno del primo viaggio negli Stati Uniti risale al 1952 mentre va riferito all'anno 1958 la partecipazione come membro della giuria del R.S. Reynolds Memorial Award presso la città di Washington.⁴⁰

Secondo quanto riporta la brochure di presentazione, il premio istituito dalla Reynolds Metals Company onora la memoria di Richard Samuel Reynolds, il quale ha contribuito in maniera significativo allo sviluppo creativo dell'alluminio come nuovo metallo dalle caratteristiche rivoluzionarie al servizio dell'umanità. Il premio annuale in architettura è dunque destinato a quei progettisti che si sono particolarmente distinti nella realizzazione di un edificio dove l'alluminio assume un ruolo primario. L'organizzazione del riconoscimento annuale è gestita in collaborazione con l'AIA (American Institute of Architects) e prevede attraverso il lavoro di selezione di una giuria di esperti, il conferimento di

*Murphy-Mackey
Climatron
Missouri Botanical Garden
St. Louis Missouri 1960
particolare tubolari in
alluminio a doppia orditura*



199

⁴¹ Nella corrispondenza conservata presso l'archivio *MAXXI*, relativo all'anno 1960, si ritrova copia dello stampato sull'organizzazione del premio proprio per l'anno 1960. All'interno sono elencati i precedenti vincitori: il premio per l'anno 1958 è attribuito agli architetti Henri Montois e Robert Courtois per il *Transports Pavilion* realizzato in occasione del *Brussels Expo 58*. Tra i premiati risulteranno ad esempio anche i *SOM* nel 1964 con il progetto *Cadet Chapel–United States Air Force Academy*. Allo stato attuale non risulta dal materiale di archivio una ulteriore partecipazione di Nervi al bando di concorso, sia nelle vesti di giurato che in quelle di progettista. Di fatto, fino a quel momento, non risultano edifici realizzati in alluminio da parte dello *Studio Nervi*. In realtà questa data segna l'avvio di una collaborazione professionale proprio con la *Reynolds Metals Company*.

⁴² Cfr. 3.3 *Kuwait Sports Centre: oltre il cemento armato*.

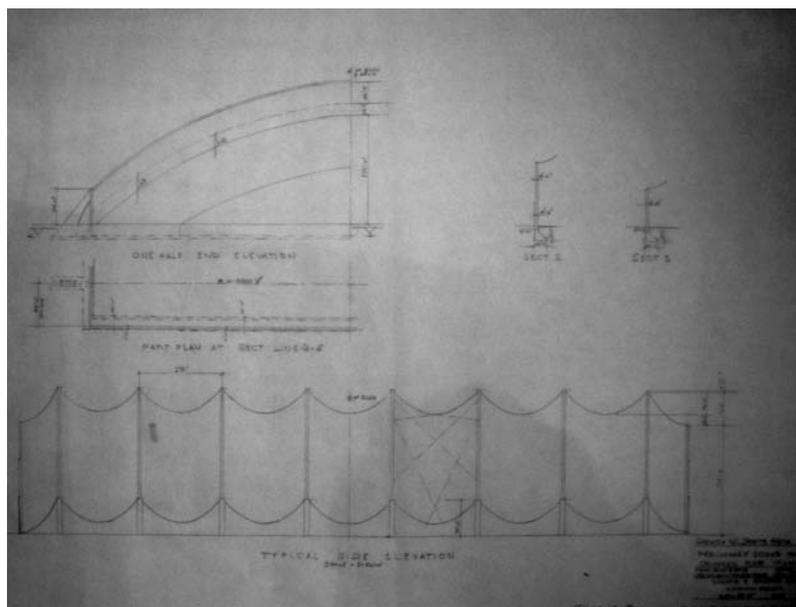
un premio in denaro. L'anno di partecipazione di Nervi vede la compresenza nella composizione della giuria di: Arthur Loomis Harmon in qualità di presidente, Richard J. Neutra, Richard M. Bennet, Roy Carroll Jr.⁴¹

Singolare è inoltre come il *R.S. Reynolds Memorial Award 1961* venga assegnato agli architetti *Murphy and Mackey*, autori di una cupola geodetica in alluminio realizzata per il *Missouri Botanical Garden, St. Louis*. Si tratta della prima cupola al mondo che ricrea, attraverso un sofisticato controllo delle condizioni ambientali, una foresta pluviale tropicale. Ispirata alle ricerche sulle cupole geodetiche di Buckminster Fuller, la cupola è costituita da una struttura in tubolari di alluminio a doppia orditura ed era originariamente rivestita in lastre di plexiglass. Con un diametro di 53 m e un'altezza di 21 m la cupola è sostenuta da un insieme di appoggi puntuali. Significativo è il valore di questo progetto, in quanto a distanza di qualche anno Nervi impiegherà una struttura simile, sempre in alluminio, nella proposta di progetto per il *Kuwait Sports Centre*.⁴²

In entrambi i progetti si riscontrano due punti in assoluta assonanza: il ricorso a una struttura geodetica in alluminio con rivestimento in plexiglass e soprattutto la presenza della *Reynolds Metals Company*.

La partecipazione in giuria prima e la successiva collaborazione professionale hanno sicuramente portato Pier Luigi Nervi e i suoi più stretti collaboratori ad ampliare la conoscenza delle

Frank Grad e Sons
N.Y. Sports Arena
New York 1956
progetto preliminare



⁴³ Copia del progetto preliminare risulta presente sia presso lo CSAC che il MAXXI. Il progetto datato 22 ottobre 1956 porta la firma di Frank Grad & Sons associati con Urbahn Brayton & Burrows. Il cartiglio riporta oltre al titolo del progetto l'indicazione *Preliminary studies for covered race track*.

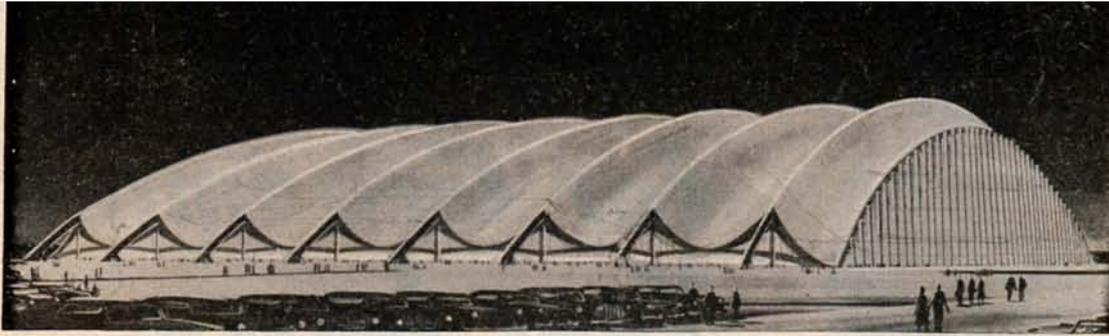
potenzialità espresse dall'impiego di un materiale duttile come l'alluminio nella costruzione di grandi luci.

L'incarico che la Reynolds Metals Company, all'epoca tra le più grandi società di produzione dell'alluminio, commissiona all'ingegner Nervi riguarda la predisposizione di uno studio preliminare per una grande copertura in alluminio per l'ippodromo di Richmond, in Virginia. I vincoli di progetto prevedono la copertura della pista dell'ippodromo, della tribuna e del Club-house. Secondo i documenti cartografici d'archivio, a Nervi viene fornita copia di progetto preliminare redatto da un pool di architetti newyorchesi per il Greater N.Y. Sports Arena.⁴³

Gli elaborati mostrano lo studio di una copertura voltata a profilo parabolico composto da elementi ondulati in alluminio. Le dimensioni della copertura riportano una luce di circa 330 m, un'altezza in chiave di 76 m e uno sviluppo longitudinale di circa 426 m. L'altezza delle onde che compongono la copertura voltata ammonta a 14 m e l'interasse delle stesse è intorno ai 53 m.

A corredo degli elaborati grafici che illustrano le piante, le sezioni e il sistema di montaggio è presente un articolo datato giugno 1957, nel quale l'impianto sportivo per la città di New York è debitamente presentato.

Con una capienza di 150 000 posti, l'articolo delinea le principali misure e descrive la conformazione della copertura: si tratta di una serie di paraboloidi iperbolicizzati



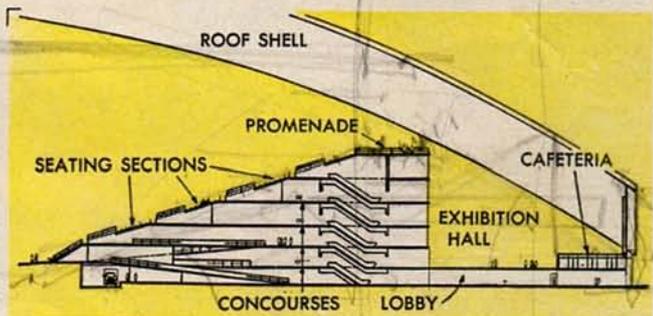
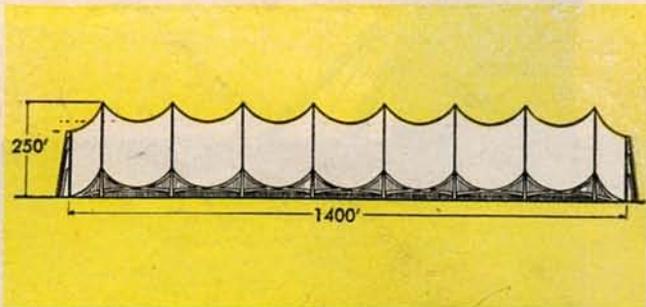
Olympic City will be world's largest enclosed arena. Eight ridges will support aluminum roof over 35 acres

Seats for 150,000— None Behind a Post

FOUR FOOTBALL GAMES could be played at the same time in the arena of Olympic City, \$57,000,000 aluminum-canopied sports and convention palace planned for the New York City area.

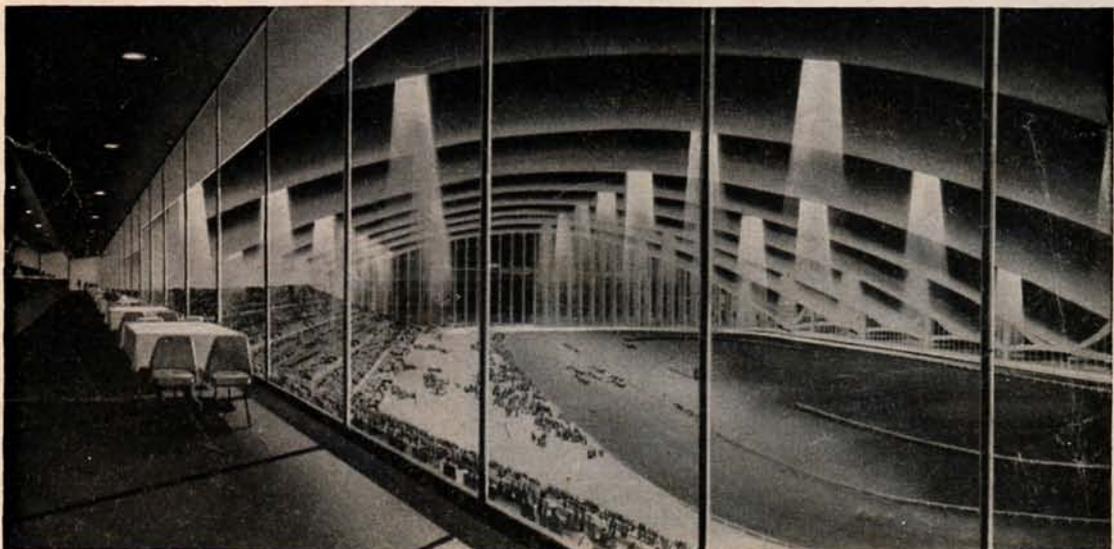
Dubbed the "world's largest room," its 250-foot-high ceiling will span 34.7 acres without a single supporting post to block a spectator's view. The building will contain an estimated 228,312,000 cubic feet of space. Seating capacity will be 150,000.

Architects designed the roof as a "series of hyperbolic paraboids," using plates of aluminum welded together and stiffened at the connecting ridges with extrusions. This design is expected to give the strength needed to span a width of 1080 feet and to withstand the usual snow and wind loads.

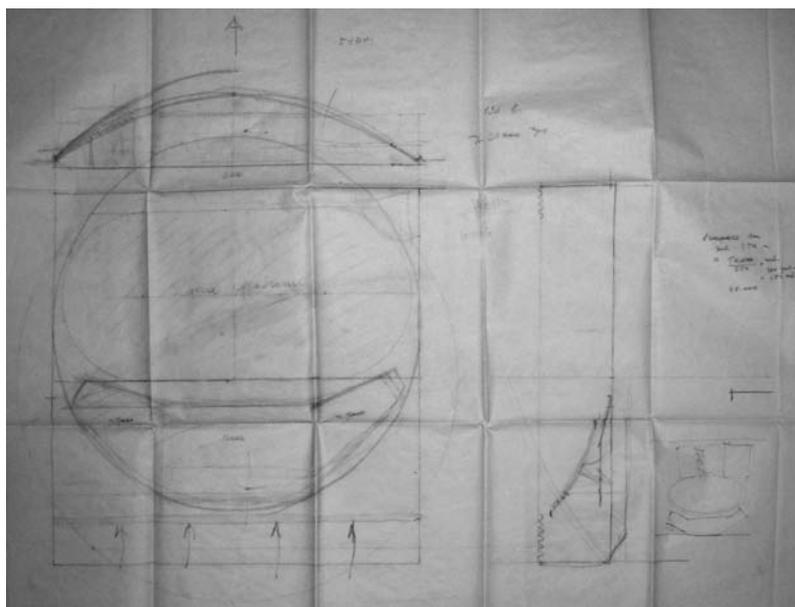


Roof of structure will reach height of a 25-story building. Weight load will be directed to foundation via walls at edge

At uppermost level of Olympic City clubhouse will be a promenade-restaurant with accommodations for 1000



Pagina precedente
Articolo sull'Olimpic
City Club House
 1957



202

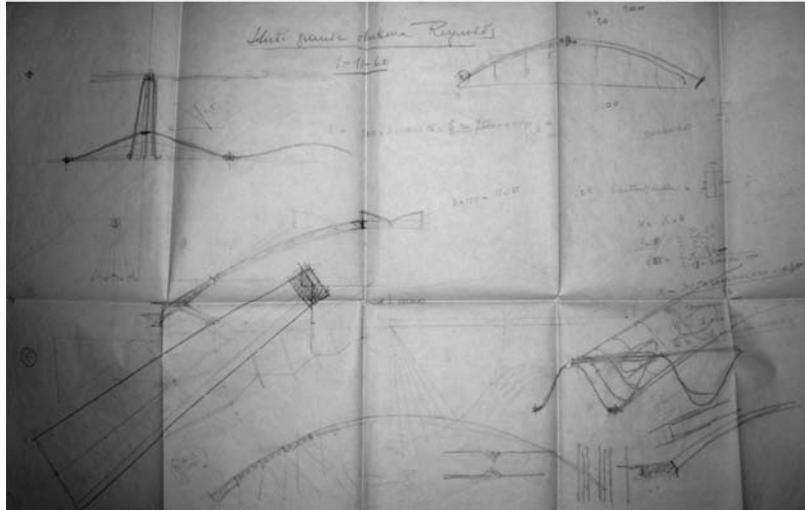
P.L. Nervi
Ippodromo coperto
Richmond Virginia 1960-61
studi preliminari copertura a cupola

con l'utilizzo di lastre di alluminio saldate tra loro e irrigidite trasversalmente.

Il funzionamento statico e soprattutto il ricorso a elementi ondulati irrigiditi rimanda immediatamente alla copertura a volta realizzate da Nervi per il Salone B di Torino Esposizioni. Sull'articolo sono presenti delle sottolineature a matita, quasi a rimarcare una serie di dubbi sulla composizione della struttura. Un punto interrogativo appare in corrispondenza della riga che indica la capienza dell'impianto, così come alcuni piccoli segni a matita sembrano completare "l'attacco a terra" del profilo parabolico evidenziando la criticità di uno spessore eccessivo.

Pier Luigi Nervi è dunque chiamato a elaborare una soluzione per l'ippodromo coperto partendo proprio da questo progetto. Dai documenti d'archivio non risulta chiaro se il progetto fosse stato segnalato semplicemente come spunto progettuale o in realtà venisse richiesta una nuova rielaborazione strutturale e formale attraverso l'impiego dell'alluminio. Siamo nel 1960, e fino a questo momento Nervi si è dedicato nei suoi diversi progetti allo sviluppo e perfezionamento del ferrocemento; non risulta avere particolare esperienza nell'impiego di materiali metallici, in particolare l'alluminio. L'unica esperienza professionale con elementi metallici, in questo caso l'acciaio, fa riferimento al progetto per il Palazzo del Lavoro di Torino (1959-61). Opera che vede la fattiva collaborazione di Gino Còvre per le strutture

P.L. Nervi
Ippodromo coperto
Richmond Virginia 1960-61
schizzi di studio della
struttura a elementi ondulati



203

44 L'ingegner Gino Còvre (1892-1981) dopo le prime esperienze in campo strutturale con il cemento armato si dedicò pienamente allo sviluppo di strutture metalliche. Analogamente a Nervi che realizzò la maggior parte dei suoi progetti tramite l'impresa Nervi & Bartoli, anche Còvre fece spesso ricorso a una sola ditta specializzata in carpenteria metallica: l'officina Badoni di Lecco

45 *MAXXI*, Roma, Archivio Pier Luigi Nervi, cartella P36, Nervi-Pro /115.

46 In un foglio con la dicitura *Da domandare a Ing. Wong* sono appuntate a matite le seguenti questioni: «Modulo elastico; Limite sicurezza; Carico sicurezza; Coefficiente dilatazione termica; coefficiente conduttività termica; Peso specifico; Spessore lamiera; Limiti saldatura; Limiti saldatura per punti; Misurazioni massime lamiera; Misurazioni massime elementi estrusi; Peso massimo elementi estrusi; Bullonatura (a caldo); Altre notazioni generali: esiste una deformabilità plastica nel tempo? (viscosità)». *MAXXI*.

47 Ivi, lo studio della cupola è documentato da un unico disegno a matita con un paio di annotazioni, mentre i fogli con la relazione di calcolo sono pari a 15.

metalliche e che rimarca la poca dimestichezza dello stesso Nervi con questo materiale.⁴⁴

Le prime ipotesi, come documentano i copialettere, vedono uno studio di massima su due soluzioni differenti: una copertura a volta e una copertura a cupola.⁴⁵

Lo scambio di corrispondenza con l'ing. Wong, capo progetto della divisione costruzioni della Reynolds Metals Company, consentono a Nervi di avere una serie di chiarimenti sull'impostazione del progetto e soprattutto sulle specifiche tecnologiche dell'alluminio.⁴⁶

Le prime considerazioni sull'impostazione progettuale fanno riferimento alla soluzione a cupola perché, come ormai risulta evidente nella strategia progettuale di Nervi, dove si presenta la necessità funzionale di una grande copertura il primo pensiero è sistematicamente rivolto a tale configurazione. Lo studio della cupola è limitato solo a qualche disegno a matita e da una serie di fogli di calcolo a mano denominati «Grande cupola Reynolds, prime considerazioni di massima».⁴⁷ Nel primo disegno la pianta circolare evidenzia l'impronta a terra dell'imposta della cupola. Singolare è notare come la sezione corrispondente riporti appuntato, come quota relativa alla luce libera tra i due appoggi della cupola, una dimensione di 400 m.

Il profilo parabolico della cupola di copertura mostra in realtà due inclinazioni differenti. Una freccia verso l'alto sottolinea lo studio della corretta inclinazione della cupola.

1-11-60

Grande cupola Reynolds

Prime considerazioni di massima

Peso cupola - Tomaccario (150)
 impermeabile
 Struttura all.
 spessore medio 3 cm. = $\frac{1}{2}$ gr. (100)
 Spanto protettivo (50)
300

Peso a ul. 150×300

Peso medio ≈ 250

Peso a ul. $250 \times 150 = 37.500$

Ponderato - pulsazioni ogni m. 15 P_2

$$P = 15 \times 37.500 = 550.000 \text{ g.}$$

$$N = 1.100.000 \text{ kg.}$$

Con una $\frac{1}{2}$ m. di sollecitazione di

kg 800 a cm^2 occorrono su m.

15 mi area d. Al. di

$$\frac{1.100.000}{800} = 1300 \text{ cm}^2$$

$$\text{Superficie Totale} = 0,200 = 71.000 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso Totale} \frac{1.100.000}{100} = \text{Struttura } 71.000 \times 100 = 7100000$$

$$\text{Tomaccario } 71.000 \times 200 = 14200000$$

Caratteristiche tipo All. $\approx 2-2,5$
 carico sic. $\approx 900 \text{ v.}$
 $E = 6000 - 1 \text{ cm}^2$

Coef. dil. T = 0,000024

Conduttività

tenacia molto forte -

48 Il disegno riporta la data del 1° novembre 1960 ed è denominato: *Studi grande struttura Reynolds*. Sono presenti diverse annotazioni e diverse approssimazioni di calcolo. Analogamente anche la relazione di calcolo riporta la stessa data. *MAXXI*.

Probabilmente i primi schizzi erano tesi allo studio della miglior conformazione della cupola, considerando che per una luce così notevole la spinta della stessa agli appoggi aumenta al diminuire della sua inclinazione.

Gli schizzi illustrano inoltre lo studio in pianta e in sezione delle tribune e del circuito dell'ippodromo.

Nell'ulteriore elaborato s'intravedono le prime ipotesi relative alla composizione della copertura a cupola. Schizzi dettagliati mostrano lo sviluppo dei consueti elementi a onda prefabbricati. Un'ulteriore sezione rimanda ai conci d'onda utilizzati, ad esempio, per il Palazzo dello Sport di Roma: il profilo parabolico della copertura è suddiviso in conci e gli stessi riportano una serie di tre "bucature" dalla quale si proiettano linee inclinate a simboleggiare l'illuminazione zenitale. Di particolare interesse un piccolo disegno che raffigura l'attacco a ventaglio degli elementi ondulati verso il corrispondente pilastro inclinato. Pilastro che in realtà è sagomato su un telaio impostato a cavalletto e presumibilmente è ipotizzato, da Nervi, in cemento armato. Un successivo disegno mostra lo studio di un sistema di copertura per l'apertura circolare della sommità della cupola.⁴⁸

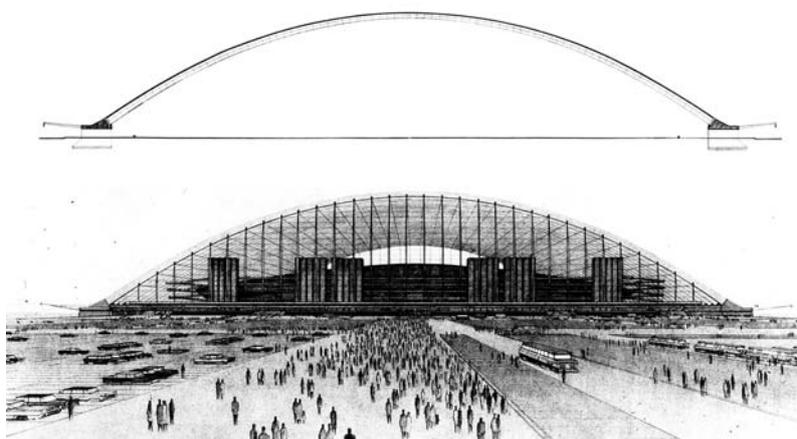
Di particolare interesse è anche l'analisi della relazione di calcolo. Da essa si rileva che lo spessore medio della struttura è pari a 3 cm, in perfetta analogia con quanto sperimentato con le analoghe strutture in ferrocemento; che l'elevato coefficiente di dilatazione termica dell'alluminio comporti una serie di criticità molto accentuate; che la lunghezza delle ondulazioni misurata alla sommità corrisponde ai 2,50 m e il loro peso si aggira intorno ai 1200 kg/m², in perfetta sintonia ancora una volta con le strutture in ferrocemento; che la conformazione dei cavalletti consente di sostenere il peso della copertura e convogliarla alla base; che l'anello di fondazione contrasta le spinte della volta.

Una frase sottolineata più volte chiude la relazione di calcolo: «è possibile». Poche sintetiche formule di calcolo sono sufficienti a Pier Luigi Nervi per affermare che è possibile ipotizzare una copertura a cupola del diametro di 400 m con elementi ondulati in alluminio.

Come delineato in premessa, questa non è l'unica soluzione che Nervi ipotizza per la copertura dell'ippodromo coperto. In parallelo è portata avanti anche l'ipotesi della copertura a volta, considerata anche la stretta somiglianza tra la copertura

*P.L. Nervi
Ippodromo coperto
Richmond Virginia 1960-61
relazione di calcolo per la
soluzione della copertura a cupola*

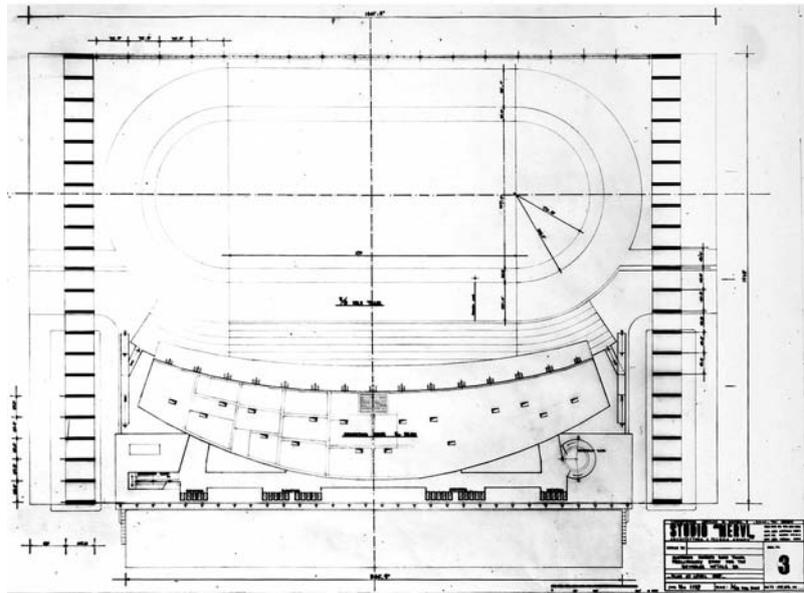
*P.L. Nervi
Ippodromo coperto
Richmond Virginia 1960-61
sezione e prospettiva*



dello Sports Arena di New York e alcuni dei progetti di Nervi.

I copialettere evidenziano come nello scambio di corrispondenza tra l'ingegnere e William G. Reynolds si riscontra l'invio di copia del progetto della volta ad arco parabolico brevettato nel 1943, indicandolo come miglior soluzione da tutti i punti di vista per tale tipologia di copertura. A differenza della proposta del 1943, la luce da coprire passa dai 300 ai 400 m e gli elementi prefabbricati in ferrocemento, costituenti la volta nervata, sono sostituiti da porzioni di elementi prefabbricati in alluminio, opportunamente assemblati in officina e adeguatamente dimensionati in funzione della capacità dei mezzi di sollevamento in cantiere.

La soluzione proposta è quindi quella della volta ad arco parabolico con luce libera di 400 m e lunghezza di 320 m, mentre l'altezza in chiave raggiunge gli 80 m. La copertura è orientata con l'asse perpendicolare allo sviluppo longitudinale della pista da corsa. La volta è impostata su una doppia serie di 22 pilastri in cemento armato posizionati a intervalli di circa 15 m. La volta parabolica è costituita da elementi prefabbricati della larghezza di 7,5 m, con un'altezza variabile di 5 m nella sezione d'imposta e 3,5 m in chiave. Le motivazioni sulle scelte adottate, sullo studio di due differenti soluzioni e sugli effettivi vantaggi dell'una rispetto all'altra sono accuratamente descritti in una lettera che Pier Luigi Nervi invia al referente della Reynolds Metals Company:



*P.L. Nervi
Ippodromo coperto
Richmond Virginia 1960-61
pianta*

Caro Sig. Reynolds,

Da quando, in occasione della sua gradita visita, Lei mi ha accennato al problema di una grandissima copertura, non ho mancato nei momenti liberi, di riportare la mia attenzione sull'argomento nel tentativo di inquadrare, se pure in forma orientativa, gli elementi fondamentali.

I chiarimenti sugli aspetti specifici del problema e le precisazioni di carattere tecnologico sull'alluminio datemi dall'Ing. Wong nei vari colloqui avuti con lui, mi hanno permesso di approfondire, se pur sempre in via preliminare, i termini del problema ed arrivare ad alcune conclusioni che qui Le espongo.

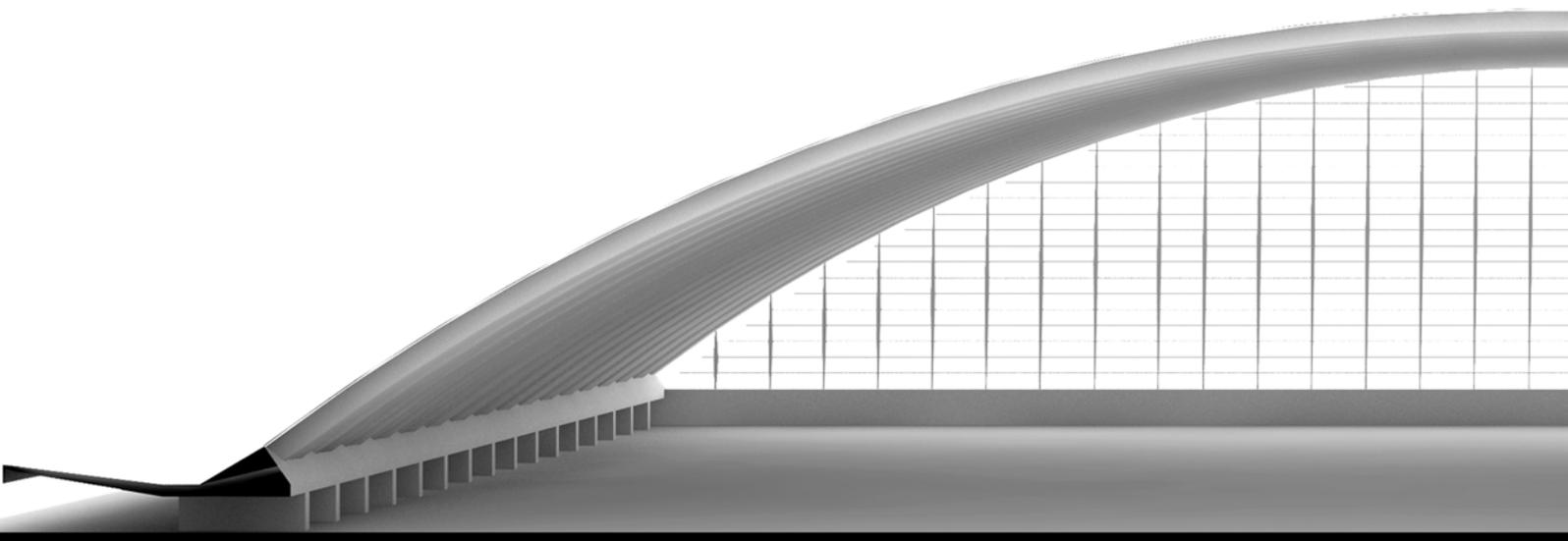
1) Ritengo che la realizzazione, in alluminio, di una volta ad arco parabolico di 400 m di luce o di una cupola a base circolare di 400 m di diametro, siano nei limiti delle possibilità tecniche di oggi e di quelle tecnologiche dell'alluminio.

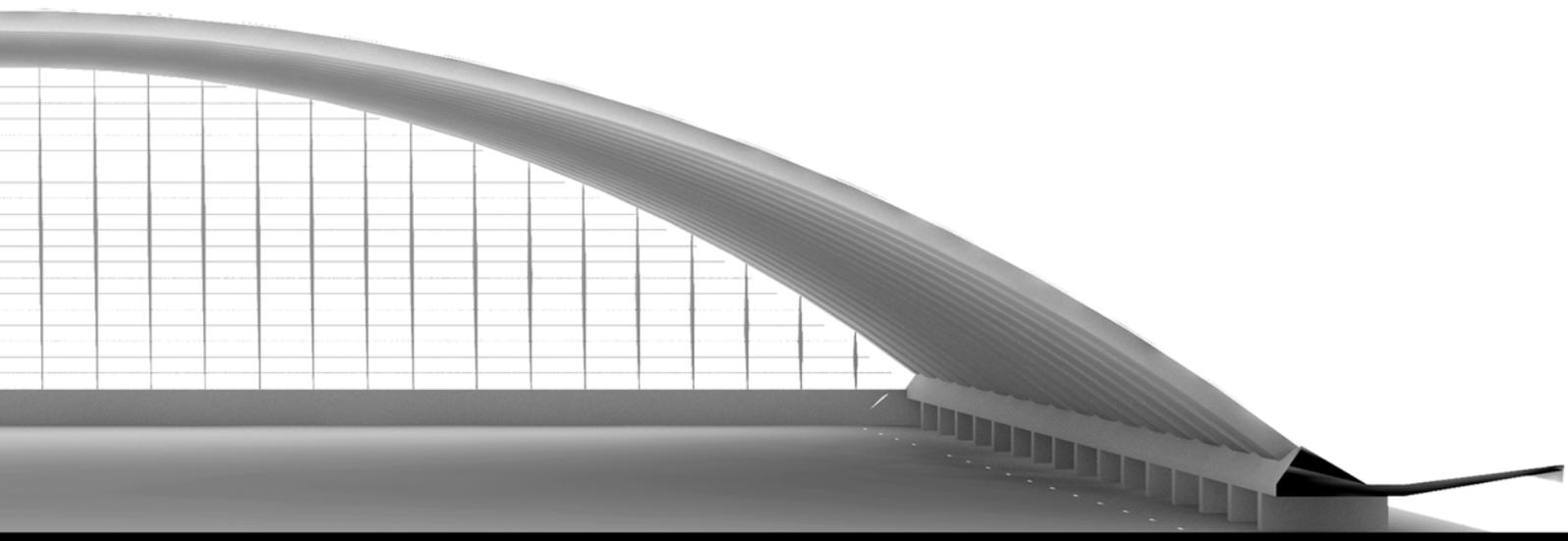
2) Per la copertura a volta la soluzione migliore, sotto tutti i punti di vista, mi sembra essere quella di una struttura ondulata del tipo dello studio di grande copertura in cemento armato, di cui Le diedi i disegni in occasione della sua visita, e che potrebbe realizzarsi in uno dei tre schemi di arco incastrato, arco a 2 o arco a 3 cerniere. Successive considerazioni di carattere architettonico e relative al comportamento della struttura alle variazioni termiche e a problemi costruttivi, potranno indicare più esattamente quale delle tre soluzioni sia preferibile.

3) Per la realizzazione della volta ondulata si potrebbe pensare alla preparazione in officina di elementi pre-fabbricati da unirsi in cantiere per la formazione di porzioni di volta corrispondenti ad una ondulazione e di lunghezza proporzionata alla potenza dei mezzi di sollevamento. La costruzione della volta potrebbe procedere per tronchi di circa 50 m di lunghezza corrispondenti ai giunti di dilatazione, adoperando un ponteggio spostabile.

4) Per la soluzione a cupola penserei invece alla preparazione di grandi elementi romboidali pre-fabbricati, opportunamente nervati, da saldarsi in opera. Naturalmente per la costruzione di una cupola è indispensabile poter disporre di un ponteggio completo.

5) La costruzione a cupola se pure offre una sua intrinseca capacità statica superiore a quella della volta ad arco, per cui può certamente realizzarsi con





49 Ivi, Lettera dattiloscritta con appunti e cancellature, indirizzata al sig. Reynolds si compone di 2 pagine, s.d.

210

minor impiego di materiale, presenta, in così eccezionali dimensioni, aspetti di più difficile indagine teorica e di realizzazione pratica (basta considerare il problema del disarmo) mentre si può ritenere che gran parte dell'economia dovuta al minor impiego di materiale possa essere in tutto o in parte annullata dal maggior costo del ponteggio totale. Si aggiunga che mentre una volta ad arco può studiarsi sperimentalmente costruendo una limitata striscia di essa, la cupola non può sottoporsi a prove se non completa. Un programma sperimentale di ricerche in scala sufficientemente grande, economicamente affrontabile per una volta, diventerebbe proibitivo per una cupola.

6) Per le considerazioni di cui sopra e per le altre di carattere architettonico, relative al caso specifico del campo di corse al trotto e annesse tribune, ritengo che sia meglio orientarsi verso la copertura a volta parabolica, con l'asse perpendicolare all'asse longitudinale della pista. Con questa disposizione (ruotata di 90 rispetto ai disegni portati dall'Ing. Wong) si avrebbe il vantaggio di avere l'entrata del pubblico (e quindi la facciata principale dell'edificio) in corrispondenza di una delle due grandi vetrate che potrebbero assumere un carattere architettonico di una non mai vista imponenza, mentre dalla tribuna si potrebbe godere la vista dell'esterno attraverso l'altra grande vetrata che servirebbe a ben illuminare la pista durante le riunioni diurne o gli allenamenti. Questa facciata per evitare il disturbo del sole, dovrebbe essere orientata a nord.

7) Con una volta di luce libera di m 400 si può coprire bene la pista di cui ai disegni dell'Ing. Wong disposta in senso longitudinale. Aggiungendo una tribuna per 100 000 spettatori di cui 30 000 in piedi potrebbe bastare una lunghezza complessiva (tra le due facciate vetrate) di circa m 320. Qualora tale lunghezza si portasse a m 420 potrebbero trovare anche posto diversi campi di foot-ball, base-ball ed altre installazioni sportive in uno spazio compreso tra la pista e la vetrata opposta all'ingresso. Ai vantaggi della soluzione a volta rispetto alla cupola mi pare che dovrebbe anche aggiungersi quello della elasticità della dimensione in senso longitudinale che potrebbe anche, previo smontaggio di una vetrata, permettere successivi ingrandimenti.

Sulla base delle considerazioni generali sopra esposte o su eventuali suoi diversi suggerimenti potrei in una ventina di giorni preparare un progetto preliminare di carattere orientativo e una prima valutazione approssimativa dei quantitativi di materiali occorrenti per i sostegni (escluse le opere di fondazione a meno che Ella non possa mandarmi al più presto dei dati relativi al terreno) affinché Lei possa fare una prima valutazione economica.⁴⁹

L'accurata esposizione di Nervi evidenzia come al variare di un materiale sostanzialmente estraneo alla sua tradizione costruttiva, il tutto vada comunque ricondotto al procedimento costruttivo adottato e perfezionato negli anni con il ferrocemento. In prima istanza la scelta tipologica: la cupola o la volta. A seguire la composizione per parti attraverso la tecnica della prefabbricazione, in questo caso utilizzando le lavorazioni in officina, e non a piè d'opera come risulta usuale nei suoi cantieri.

E per concludere la sagomatura degli elementi metallici secondo il principio della resistenza per forma. La duttilità offerta dall'alluminio deve dunque intendersi del tutto

50 La lettera è datata 28 febbraio 1961. *MAXXI*. I lavori urgenti a cui Nervi fa riferimento nella lettera possono essere riferiti, secondo una ricognizione del regesto cronologico delle opere, ai seguenti progetti: Aula polifunzionale a Kassel; quarto edificio della sede Unesco; cartiera Burgo; Torre della Borsa di Montreal. Vi sono ancora altri progetti che fanno riferimento all'anno 1961 come data di inizio.

similare al comportamento degli elementi prefabbricati in ferrocemento. Lo spessore esiguo delle lastre metalliche rafforza i punti di corrispondenza con il materiale primario delle realizzazioni di Nervi.

Nella relazione i rimandi a elementi ondulati per la composizione della volta o tavelloni romboidali per la composizione della cupola definiscono un'idea di forma strutturale che prescinde dal materiale impiegato.

Che sia ferrocemento o alluminio, la strategia adottata è sempre la medesima.

E non mancano i riferimenti formali a precedenti realizzazioni. Si prenda ad esempio il cavalletto di sostegno della cupola o la composizione della facciata vetrata nella soluzione della volta. Gli elementi di sostegno dei vetri sono i medesimi adottati sia per il Palazzetto dello Sport di Roma che per il Palazzo del Lavoro di Torino.

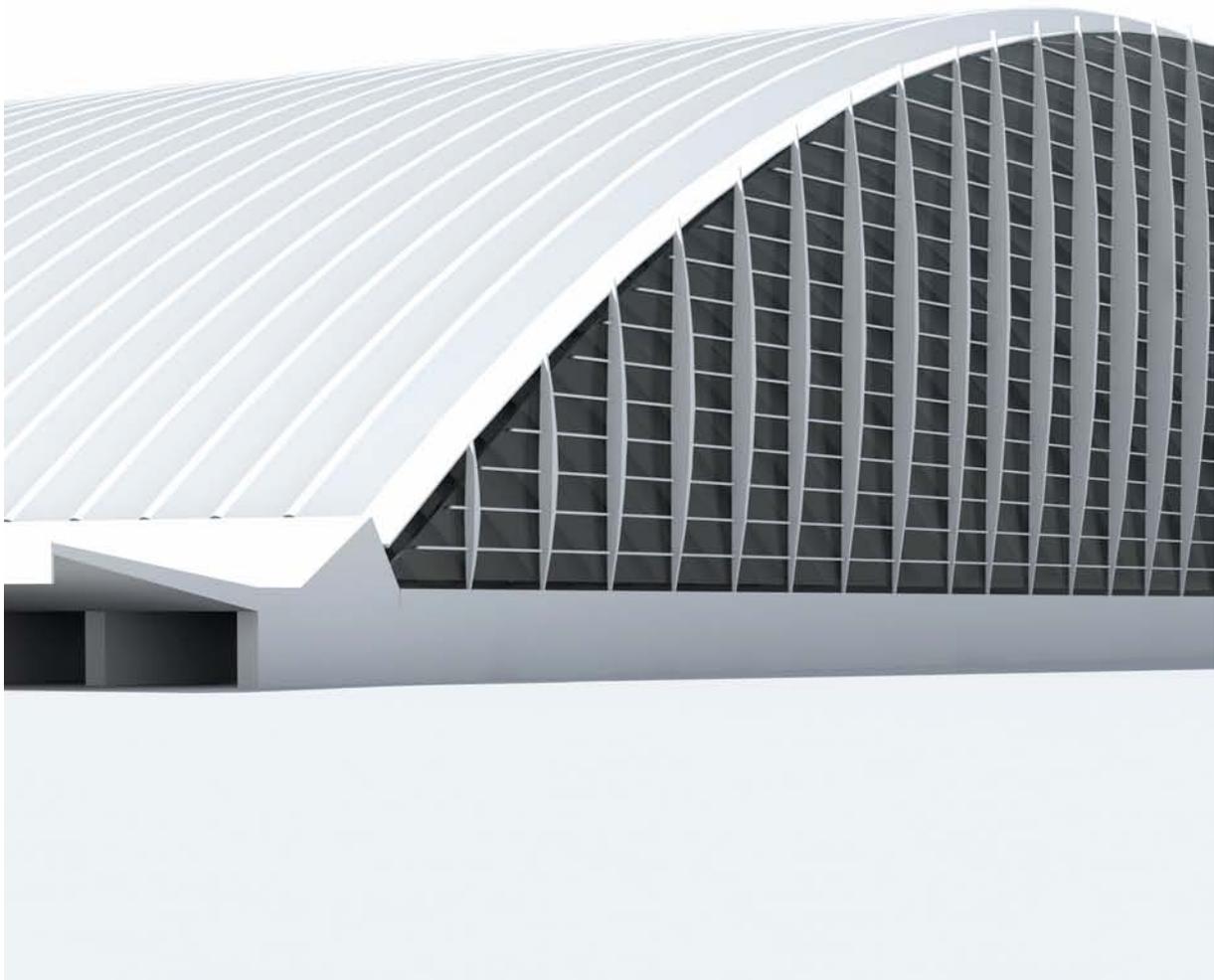
L'adozione degli stessi elementi strutturali è giustificata anche dalla concomitanza dei lavori sopracitati, di fatto il Palazzetto è appena terminato mentre il Palazzo del Lavoro è in corso d'opera proprio durante le fasi di studio del presente progetto sull'ippodromo coperto.

Il progetto non troverà ulteriori fasi di approfondimento rimanendo circostanziato alla fase preliminare così come documentato dallo scambio di corrispondenza tra lo Studio Nervi e la Reynolds Metals Company.

Nella lettera inviata all'Ing. Wong⁵⁰ risulta documentata una prima interruzione, da parte dello Studio Nervi, dovuta allo sviluppo di un lavoro urgente, di cui non si fa menzione nella missiva.

La lettera fa inoltre riferimento all'invio di alcune immagini sul nuovo progetto che Nervi sta elaborando in quel periodo: si tratta della copertura per la tribuna dell'ippodromo del Liberty Bell Park Inc. a Philadelphia (1961).

Il progetto prevede la realizzazione di una tribuna coperta con una copertura a sbalzo di circa 27 m in alluminio. Lo stesso Nervi comunica che ci sono buone possibilità che il progetto trovi concreta applicazione e richiede pertanto la fattiva collaborazione della Reynolds nello sviluppo della copertura. Evidentemente le prime considerazioni fatte sull'impiego dell'alluminio per l'ippodromo di Richmond hanno indotto Pier Luigi Nervi a riutilizzare lo stesso materiale in questa circostanza.



51 In archivio risulta presente solo la traduzione in italiano della lettera che l'Ing. Wong invia al Dr. Nervi. s.d. *MAXXI*.

Nella risposta alla presente lettera da parte del delegato della Reynolds⁵¹ viene comunicato che il progetto sulla copertura in alluminio dell'ippodromo di Richmond è sospeso e che per il momento non si richiedono ulteriori studi.

La lettera documenta inoltre dell'interesse che la vista della prospettiva della pensilina in alluminio del Liberty Bell Park Inc. ha suscitato nel signor Reynolds, il quale si dichiara molto interessato al progetto e dispone affinché i suoi collaboratori prendano contatto con lo Studio Nervi per seguire lo sviluppo del progetto.

Anche questo progetto non troverà successivi approfondimenti, ma rileva due questioni fondamentali: il ricorso a impostazioni formali e strutturali già adottate in precedenza e soprattutto l'approccio a un materiale nuovo e sostanzialmente estraneo allo Studio Nervi quale appunto l'alluminio.

213



3.3 Kuwait Sports Centre: oltre il cemento armato

Il concorso per il Kuwait Sports Centre

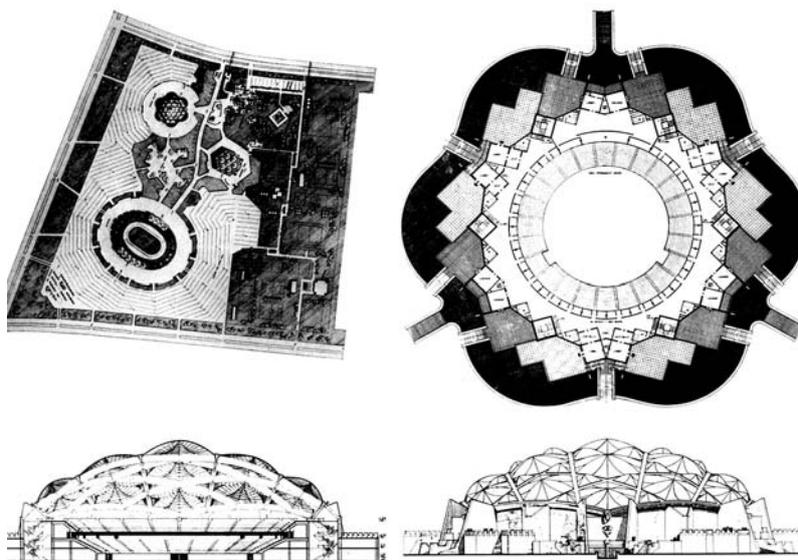
L'occasione offerta dall'invito al concorso per un nuovo complesso sportivo per la città di Kuwait, consente a Pier Luigi Nervi l'elaborazione del progetto per uno stadio olimpico con copertura a cupola del diametro di 300 m.

Nei primi mesi del 1968 l'Emirato del Kuwait indice un concorso internazionale a inviti per la definizione di un progetto preliminare per un impianto olimpico.

Nelle intenzioni del Ministry of Planning dell'Emirato del Kuwait il programma funzionale era notevolmente più ampio: oltre allo stadio olimpico coperto e relativi annessi erano previsti uno zoo, un luna park e un centro espositivo permanente. Tali progetti sarebbero stati discussi in un secondo momento con il gruppo di consulenti selezionati.

La fase preliminare di concorso prevedeva pertanto l'invito di quattro progettisti con precedenti esperienze in merito ad impianti sportivi olimpici. Sono selezionati Kenzo Tange, Felix Candela, Lloyd Morgan & Jones e appunto Pier Luigi Nervi.¹ Ai quattro concorrenti è richiesta la definizione di un progetto preliminare su un'area di circa 120 ettari secondo un programma funzionale molto dettagliato.²

Pagina precedente
P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
modello



216

F. Candela
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
progetto di concorso

1 *Kuwait Sports Centre*, in "Architectural Design", v. 40, n. 3, 1970, pp. 134-137.

2 Le richieste del concorso prevedevano: stadio olimpico attrezzato per il calcio con annessa pista di atletica con 40 000 posti a sedere espandibili a 60 000 e con almeno 10 000 posti a sedere coperti; piscina olimpica da 50 m a otto corsie e piscina per tuffi con capienza complessiva di 5000 persone a sedere di cui almeno 2300 coperte; palazzetto dello sport completamente condizionato con 7000 posti a sedere per gli eventi di basket, ampliabile fino a 10 000 posti per altri eventi quali boxe, wrestling, concerti, ecc.; caffetterie e negozi per gli atleti e gli spettatori; campi da allenamento per tennis, hockey, calcio, pallavolo e pallamano; parcheggio per 10 000 veicoli; sistemazione paesaggistica del contesto d'intervento.

3 *Kuwait Sports Centre*, in "Architectural Design", cit., pp. 134-137.

4 *Ibid.*

5 N. Bowan, C.A. Doherty, K.M. Doherty (a c. di), *The Houston Astrodome*, Blackbirch Press, San Diego 1996.

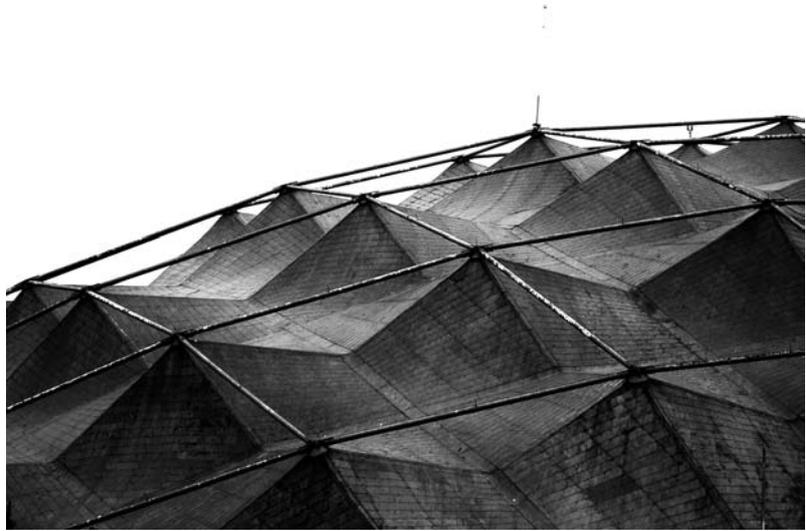
Tre delle quattro proposte di progetto prevedono la copertura integrale dello stadio olimpico.

Sia Felix Candela che Lloyd Morgan & Jones³ propongono per i due edifici principali, lo stadio olimpico e il palazzetto dello sport, una copertura a cupola su un impianto sostanzialmente circolare. In particolare la proposta di Felix Candela sembra replicare il progetto per il palazzo dello sport di Città del Messico (1965-68), destinato ai giochi olimpici di Messico 1968, in via di completamento proprio durante lo svolgimento del concorso per il Kuwait Sports Centre. Entrambi gli impianti si rifanno a una copertura geodetica, dove elementi metallici curvati suddividono tutta la copertura in riquadri convessi.

Lo studio di tale copertura a guscio è evidentemente riproposta da Candela con lievi modifiche nel progetto di concorso. Per quanto riguarda la sistemazione generale dell'impianto, l'architetto spagnolo imposta la sistemazione dei due maggiori edifici lungo l'asse Nord-Sud in adiacenza alla nuova viabilità. L'impianto planimetrico dello studio Lloyd Morgan & Jones si caratterizza per la copertura a cupola dello stadio olimpico, che impostata su un impianto circolare, è composto da un sistema radiale di travi metalliche.

Il contributo che Wilson, Morris, Crain and Anderson,⁴ associati al gruppo Lloyd Morgan & Jones nel concorso, è significativo in quanto progettisti del Houston Astrodome (1960-65),⁵ all'epoca il più grande impianto coperto con

*F. Candela
Palazzo dello Sport
Città del Messico 1965-68
particolare*



6 Il Ministry of Planning comunica allo studio Nervi l'esito del concorso, ne riconosce comunque la validità del progetto presentato dall'ing. Nervi e conferma il rimborso spese pari a 28 000 dollari americani. Alla comunicazione è inoltre allegata copia del verbale della giuria. Nervi-Pro/230 Copialettere. *MAXXI*, Roma, Archivio Pier Luigi Nervi.

copertura a cupola del mondo. Con i suoi 210 m di diametro per un'altezza di circa 60 m è anch'essa formata da un sistema di travi reticolari a sviluppo radiale.

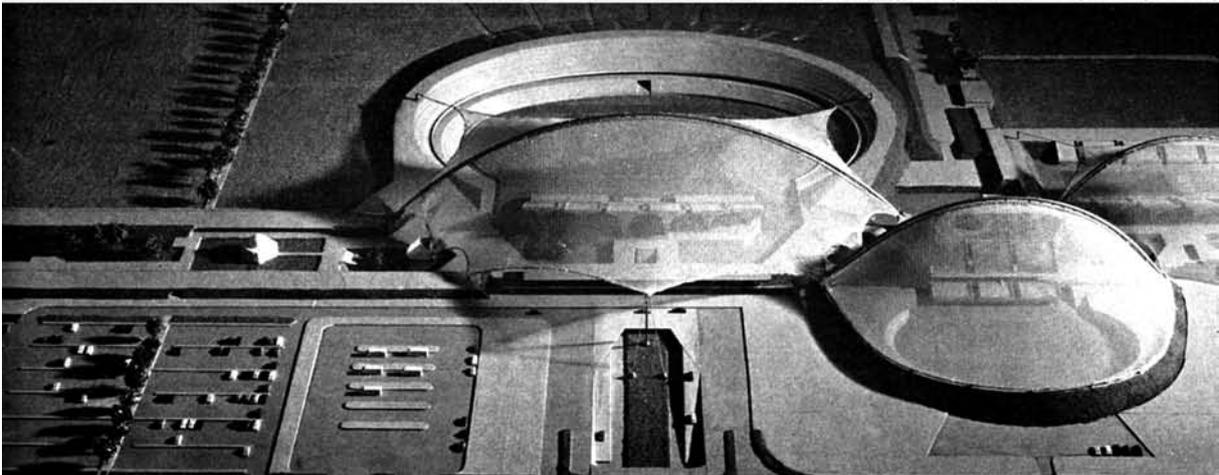
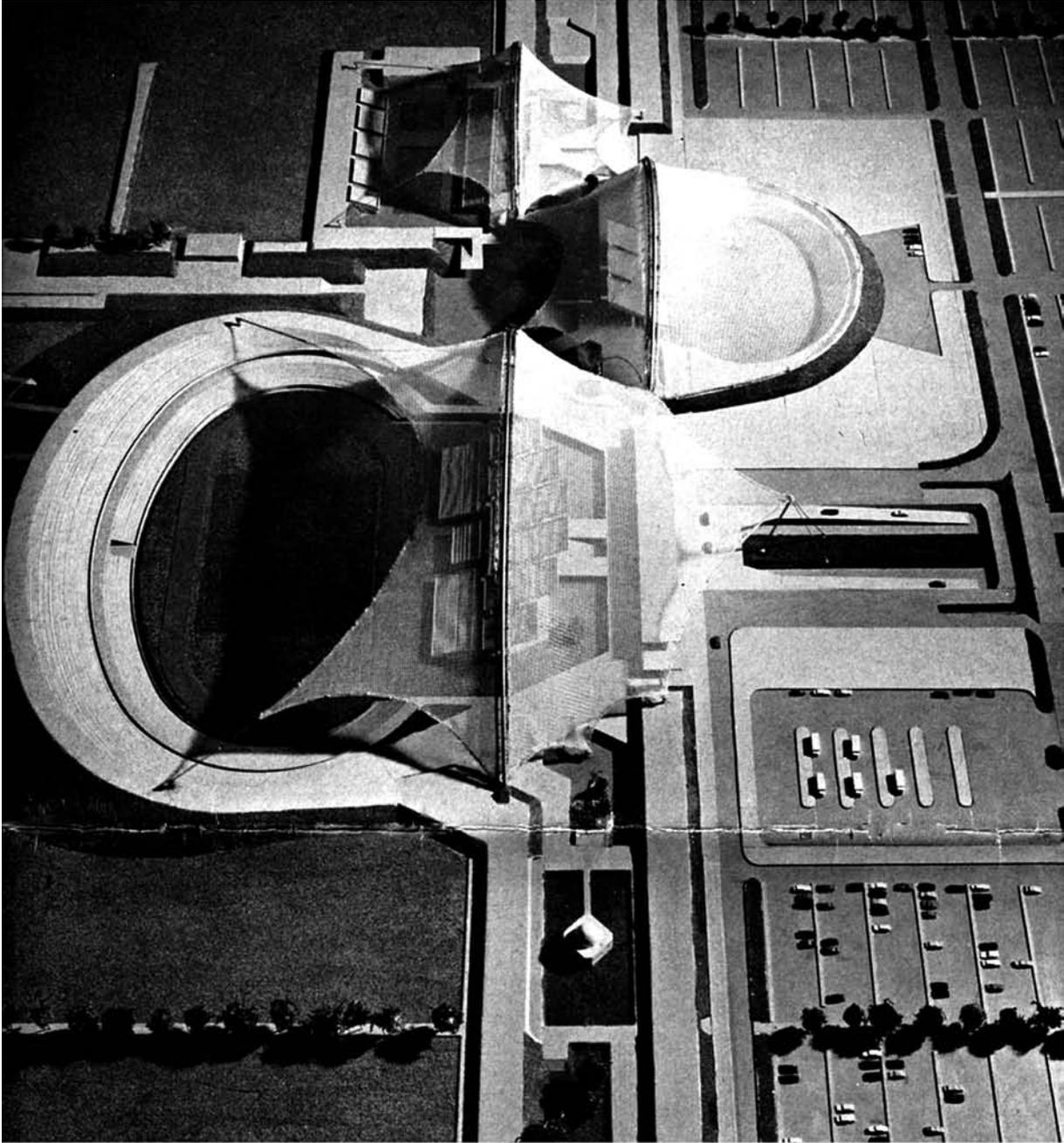
Pertanto la proposta di progetto che lo studio americano avanza per il Kuwait Sports Centre è sostanzialmente orientata alla creazione di un grande impianto coperto, ubicato a ridosso dell'incrocio della viabilità principale.

Le connessioni tra i diversi ambiti funzionali non sono ben calibrate, l'impianto sembra dunque frammentato e orientato esclusivamente all'assolvimento del programma funzionale. L'impianto sportivo proposto da Kenzo Tange, elaborato con la collaborazione di Urtec e Frei Otto, si contraddistingue per l'uso innovativo di tensostrutture di copertura di parte degli impianti olimpici.

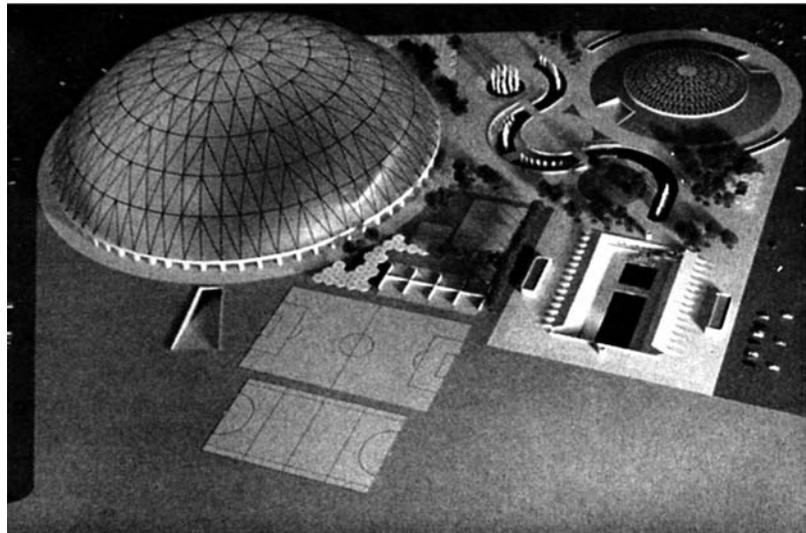
Il contributo di Frei Otto è alquanto significativo nell'elaborazione della proposta di progetto con coperture leggere a tensostruttura.

Negli stessi anni Frei Otto è impegnato con Günther Behnisch nella realizzazione dello stadio olimpico di Monaco (1968-72) in vista delle XX Olimpiadi di Monaco (1972). Intorno alla fine di marzo del 1969 la giuria, composta da Sir Leslie Martin, Franco Albini e Omar Azzam, decreta vincitore la proposta di progetto di Kenzo Tange.⁶

Il progetto riscontra l'unanime approvazione della giuria di concorso sia per la funzionalità dell'impianto che per il sistema di copertura a tensostruttura.



*K. Tange e F. Otto
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
progetto di concorso*



*Lloyd Morgan e Jones
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
progetto di concorso*

219

7 Nel suo saggio J.K. Mauro Pierconti afferma che Pier Luigi Nervi rappresentava per Kenzo Tange una delle fonti che si richiamavano più sovente nella sua testa. Nel particolare il caso più eclatante è rappresentato dai disegni di concorso per la cattedrale di Hiroshima (1948) con il suo caratteristico soffitto a volta con nervature incrociate. Vedi a tal proposito J.K.M Pierconti, *Il Yoyogi National Gymnasium di Tange Kenzo: il Giappone delle Olimpiadi*, in "Casabella", n. 782, ottobre 2009, pp. 5-27. Come documentato nel capitolo 2.1 *Ambiti culturali: un confronto*, intorno ai primi anni sessanta vi è una fitta corrispondenza tra Pier Luigi Nervi e Frei Otto.

La disposizione lineare degli edifici, raggruppati intorno ad un asse pedonale attrezzato e ombreggiato, e il ricorso a un sistema di tende consente la creazione di grandi zone d'ombra e un efficace sistema di ventilazione naturale.

Sistema che evita il ricorso a un sistema di condizionamento meccanico, quanto mai oneroso in termini di gestione e manutenzione, soprattutto se rapportato al contesto geografico. Risulta efficace, come si evince dal verbale della giuria, il rimando alle oasi ombreggiate e alle tende riccamente ornate. Va rilevato come diverse sono le questioni che accomunano e mettono in correlazione Pier Luigi Nervi sia con Kenzo Tange sia con Frei Otto.⁷

L'applicazione delle tensostrutture, nella proposta di progetto di Kenzo Tange, è evidentemente ancora poco nota all'interno dello Studio Nervi, al punto da provocare una serie di perplessità che Antonio Nervi non esita a sottoporre all'attenzione di Franco Albini, membro della giuria:

Egregio Professore, [...] Personalmente, e nei limiti delle mie esperienze, avendo avuto modo di vedere il progetto vincitore in modo molto sommario e superficiale, [...] mi rimane qualche dubbio circa la possibilità tecnica di eseguire un progetto come quello vincitore, esattamente nella maniera come era presentato, ma capisco anche che la tecnica fa continuamente progressi giganteschi e pertanto quello che oggi può sembrare di difficile realizzazione domani non lo sia più.

A questo riguardo, al momento dell'esecuzione, sarei lieto di poterne seguire gli sviluppi in modo da imparare nuove tecnologie ed ampliare il campo delle mie conoscenze.

*F. Otto e G. Behnisch
Stadio Olimpico
Monaco Germania 1968-72*



8 La lettera è datata 20 maggio 1969.
Nervi-Pro/230 Copialettere. *MAXXI*.

9 *Ibid.*
10 *Ibid.*

Il progetto prescelto, dal punto di vista distributivo e formale mi è sembrato ottimo e senz'altro meritevole della vittoria.⁸

Alla delusione per la mancata vittoria dello Studio Nervi si contrappone la vera e propria presa di posizione di Felix Candela, che in una lettera dai toni alquanto accesi contesta l'esito del concorso.

In questa lettera, datata 19 aprile 1969,⁹ si rivolge a Pier Luigi Nervi chiamandolo «My querido y siempre admirado maestro» si lamenta del pessimo trattamento ricevuto da entrambi nell'esito del concorso.

Inoltre accusa la giuria stessa di aver adottato poco “fair play” nella scelta del progetto vincitore. Felix Candela gli allega inoltre copia della lettera da inviare ai componenti della giuria, chiedendogli un consiglio sull'opportunità dell'invio della lettera stessa.

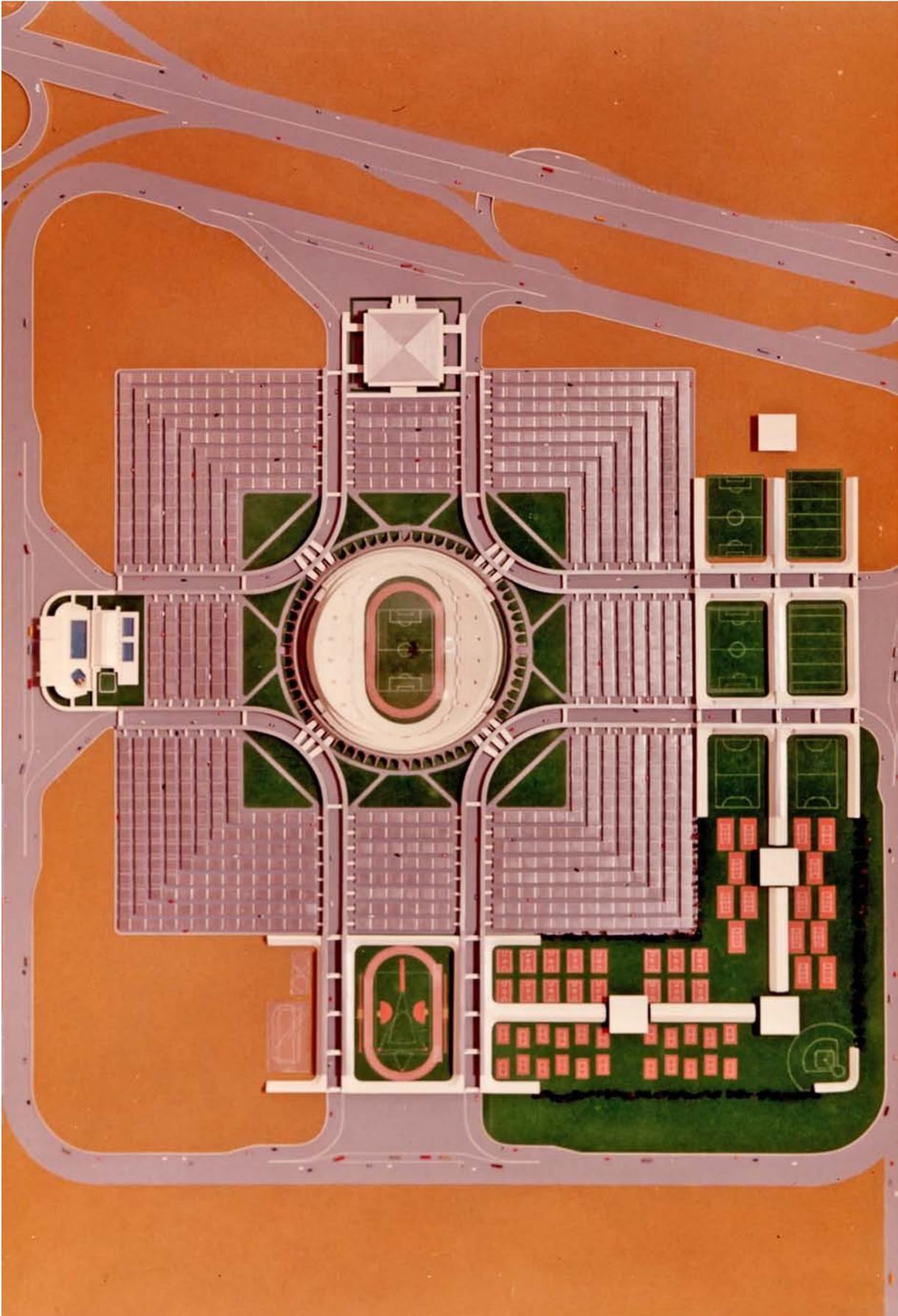
È lo stesso Nervi che gli risponde in data 20 maggio 1969:

Caro Candela, [...] Ho letto la copia della lettera che Lei vorrebbe spedire al Sig. Ahmed Duaj e personalmente La sconsiglierei di spedirla nella forma illustrata. Anche noi, mio figlio Antonio ed io, abbiamo lavorato su questo progetto con grande passione ed entusiasmo e ci è logicamente dispiaciuto di non essere risultati aggiudicatari dell'opera e in questo senso saremmo ben lieti di conoscere le ragioni per trarne nuove competenze ed esperienze. Pertanto, in piena confidenza ed amicizia, e considerando il fatto che Lei chiede la opinione di un collega più anziano, mi permetto di consigliarLa di alleggerire un po' il tono della Sua lettera. Intanto non servirà a niente.¹⁰

¹¹ La descrizione del complesso sportivo e dei singoli impianti è desunta in parte dalla relazione di progetto redatta dallo Studio Nervi. La relazione si compone di 11 pagine dattiloscritte con numerose correzioni ed integrazioni a penna e matita. La versione definitiva datata febbraio 1969, in lingua inglese, si compone di 8 pagine dattiloscritte, alle quali si aggiungono le pagine di relazione sulle specifiche tecniche della cupola in alluminio a cura della Vickers Limited Engineering Group Vickers-Armstrong, Swindon. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

Il progetto dello Studio Nervi

La proposta di progetto per il concorso dello Studio Nervi si caratterizza per un impianto planimetrico a schema quadrato con sostanziale doppio asse di simmetria. Il centro sportivo è suddiviso in due categorie principali: la prima relativa agli impianti per le manifestazioni sportive (stadio, palazzo dello sport, stadio del nuoto) e impianti per lo spettacolo; la seconda relativa a impianti per la pratica sportiva e gli allenamenti. Un sistema di quattro assi viari collega lo stadio coperto, posto al centro dell'impianto planimetrico, con i quattro lati della pianta. Su questi sono posti quattro accessi principali e diverse attrezzature sportive: a nord il palazzetto dello sport, a ovest lo stadio del nuoto, a sud lo stadio di atletica e a est i campi di allenamento. Un sistema ad anelli radiali su base quadrata, composta da otto file di pensiline con copertura metallica sulle quali trovano collocazione i parcheggi, la viabilità interna e le aree attrezzate a verde, distribuisce e collega i differenti ambiti. Le aree di fruibilità sono suddivise in quattro settori con i relativi parcheggi di pertinenza. Il numero complessivo dei posti auto è pari a 10 000, suddivisi nei relativi quattro ambiti di pertinenza. Lo scopo primario di questa sistemazione è di ridurre al minimo i flussi pedonali concentrando l'arrivo e la sosta delle auto direttamente a ridosso delle aree attrezzate oggetto dell'evento. L'insieme dei percorsi pedonali è posto a un livello sopraelevato rispetto al livello dei parcheggi, collegato a un sistema di scale opportunamente distribuito. Gli impianti per le manifestazioni sportive sono sistemati verso la città, al fine di agevolare l'accesso e il flusso veicolare degli spettatori. Analogamente gli impianti dedicati agli allenamenti sono collocati in adiacenza alla città universitaria per consentire la più ampia utilizzazione da parte degli studenti.¹¹ Il progetto, elaborato da Pier Luigi Nervi alla soglia degli ottanta anni con la partecipazione dei figli e in particolare di Antonio, contiene in buona parte la sintesi delle soluzioni strutturali e figurative adottate e perfezionate nel corso della sua carriera professionale, al punto da configurarsi come vero e proprio progetto "manifesto". L'analisi puntuale del complesso sportivo relativo ai singoli impianti, consente di inquadrare l'operato di Pier Luigi Nervi in relazione ai suoi diversi ambiti figurativi: teorico, progettista, sperimentatore, tecnico, organizzatore di cantiere, imprenditore.



12 Nella prefazione al testo curata dall'altro figlio Carlo emerge un'immagine tutt'altro che idilliaca del padre: «[...] Mio padre è vissuto come un sacerdote depositario di un originalissimo e sublime concetto estetico che ha fortemente condizionato la sua esistenza. Solamente quello che si avvicina alle divine leggi della natura può essere giusto, bello, funzionale. Questa verità che ha sempre seguito nel lavoro lo ha isolato dal suo prossimo perché non ha incontrato persone in grado di condividere le sue idee al punto di metterle in pratica. [...] Ciò ha comportato una profonda incommensurabile sfiducia nel suo prossimo. Nel contempo, la sua verità si andava trasformando in una visione globale della vita al punto da ritenere suo dovere imporla alle persone care». V. Nervi, *La vela rossa*, Trauben, Torino 1997, pp. 7-8.

13 Estratto da una lettera che Nervi invia ai propri figli alla fine degli anni settanta. Vedi C. Olmo, *Nella scia del Pequod*, in C. Chiorino, C. Olmo (a c. di), *Pier Luigi Nervi*, cit., pp. 29-37.

14 Cfr. nella sezione *Apparati* il Quadro cronologico.

Genesi progetto

Per chiarire ed evidenziare le scelte di progetto dello Studio Nervi, al fine di evidenziare gli elementi di continuità e le incongruenze, è necessario indagare il contesto nel quale il progetto del Kuwait Sports Centre è maturato.

Innanzitutto l'anno: siamo nel 1968, Pier Luigi Nervi ha 77 anni e il suo nome è riconosciuto in tutto il mondo: molteplici sono gli incarichi internazionali e le onorificenze conferite, al punto da dover rifiutare diversi incarichi da consulente vista la mancanza di tempo.

Lo studio è a conduzione familiare: lo affiancano i figli Antonio e Vittorio, architetti, e Mario ingegnere, coadiuvati dalla collaborazione di diversi disegnatori.

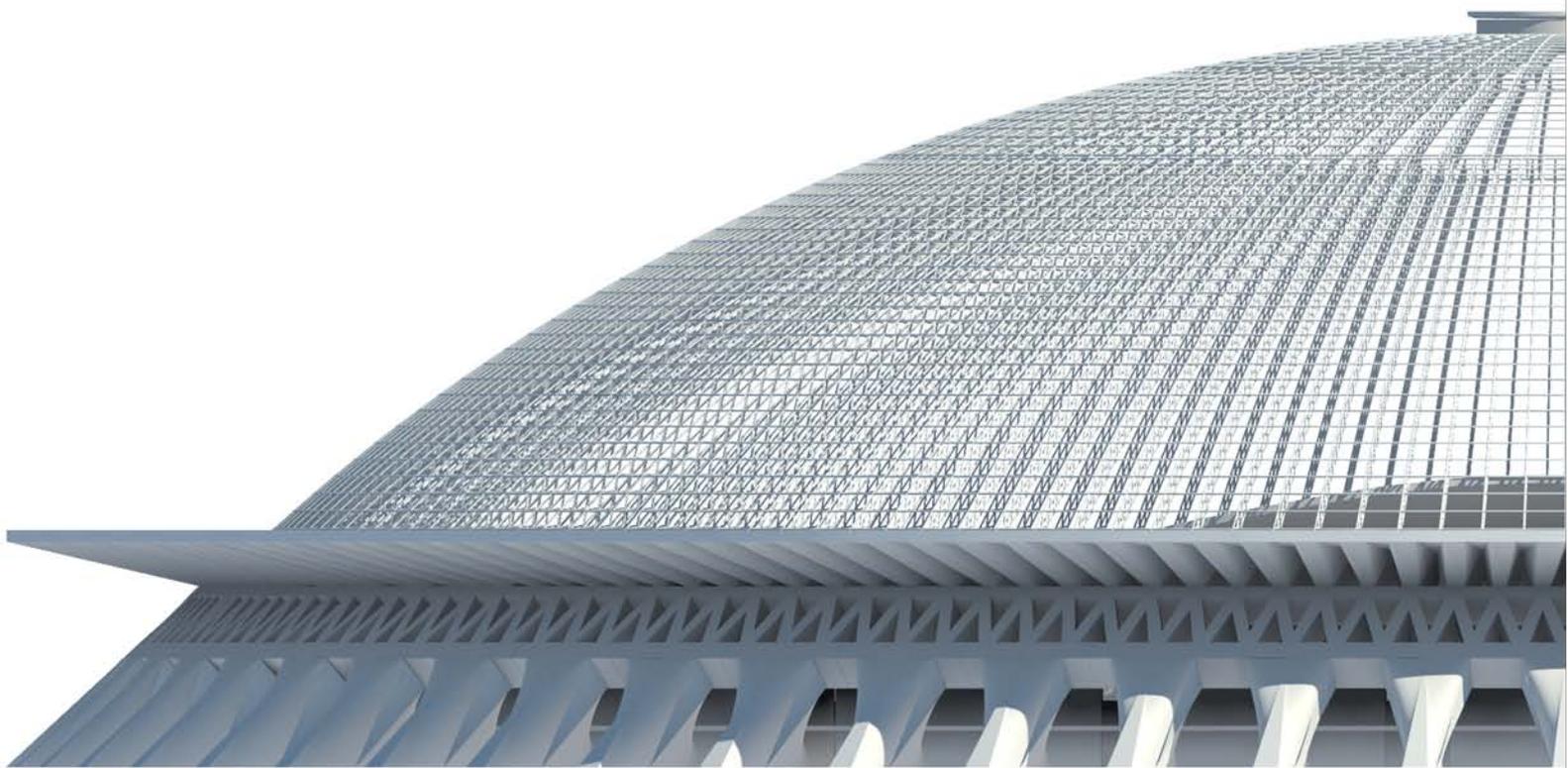
È impressionante notare come lo studio, a vocazione sostanzialmente artigianale, riuscisse a gestire in tempi relativamente brevi, una considerevole quantità di progetti, paragonabili per la mole di lavoro prodotto alle attuali società d'ingegneria.

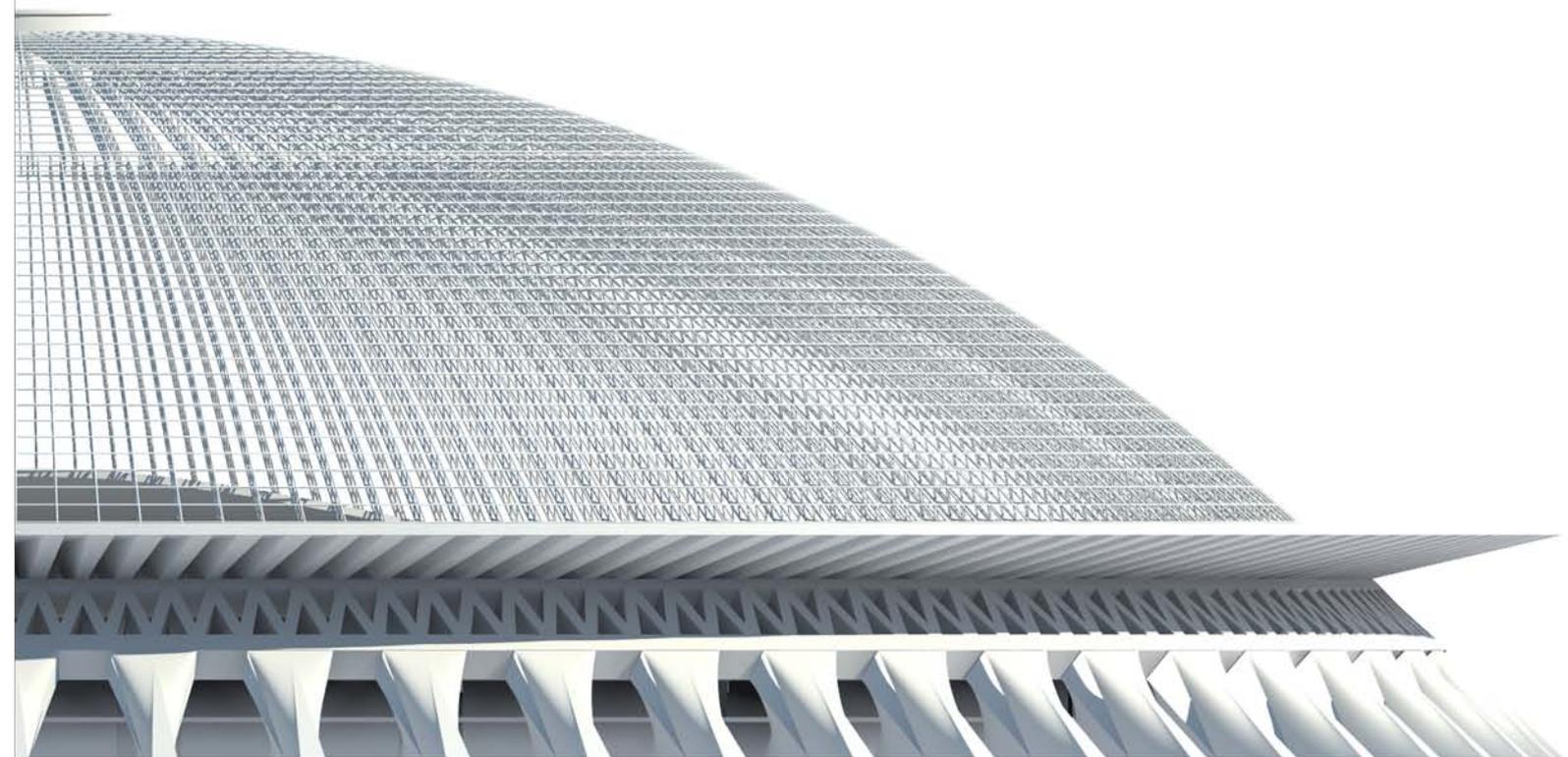
La struttura dello studio era assolutamente gerarchica: al vertice naturalmente stava Pier Luigi Nervi, al quale si affiancava come braccio destro il primo genito Antonio.

A partire dal progetto dell'Unesco, il nome di Antonio sarà quasi sempre presente come co-progettista nella quasi totalità dei progetti dello studio.

Agli altri due figli toccherà un ruolo secondario nella gestione dello studio. Vittorio Nervi nel suo testo *La vela rossa*¹² traccia un profilo quanto mai severo del padre, orientato esclusivamente alla professione a scapito degli affetti familiari. Il lavoro è vissuto da Pier Luigi Nervi come autentica ossessione e le parole che l'ingegnere rivolge ai figli sono quanto mai sintomatiche di tale condizione: «Riguardando il passato con occhio obiettivo mi accorgo di aver più volte trascurato la naturale realtà del vivere per un'astratta passione progettistica. È un errore nobile e bello che alla fine si paga».¹³ La fine degli anni sessanta vede inoltre lo Studio Nervi impegnato in una serie di significativi lavori: in particolare questi sono gli anni del cantiere dell'Aula per le Udienze Pontificie in Vaticano (1963-71) e l'avvio delle prime fasi di progettazione per il Good Hope Centre di Cape Town e per l'Ambasciata d'Italia a Brasilia (1969-79).¹⁴

I progetti e le principali commesse di quelli anni sono principalmente ubicati all'estero.





15 Lo scambio di corrispondenza con Mr. Abdul Lateef Al Kazemi, intermediario nella gestione d'impresе nell'Emirato del Kuwait, fa emergere come siano attivi tali contatti. Nella lettera si trova, in calce, appuntato a matita, il riferimento ad alcuni testi di Pier Luigi Nervi che presumibilmente sono stati inviati al destinatario della missiva: *Aesthetics and Technology in Building*, *Costruire Correttamente*, *Catalogo Imprese*. La lettera è datata 14 novembre 1968: «Dear Al-Kazemi, As agreed I am sending you, under separate covers, the books and brochure requested. Would you please let me also know the name of the General Director of the future University City, with whom you had fixed me a meeting, which I have forgotten to annotate. With kindest regards, Yours sincerely, Antonio Nervi». Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

16 La lettera è datata 5 settembre 1968. Non vi è riscontro dell'autore della lettera, probabilmente si tratta dell'ambasciatore Diego Soro. *MAXXI*.

17 La corrispondenza è rigorosamente raccolta e ordinata all'interno di una carpetta dal titolo *Corrispondenza Ambasciata d'Italia*. In totale vi sono contenuti 10 documenti tra lettere dattiloscritte, lettere scritte a mano e copia di documenti. Tale documentazione, come quasi tutta la totalità dei documenti dello studio, era ordinata e catalogata in maniera sistematica. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

I contatti con l'Emirato del Kuwait risalgono ai primi mesi del 1968. Nelle prime corrispondenze non si fa riferimento al concorso per il Kuwait Sports Centre, ma vengono richieste allo Studio Nervi l'invio di una serie di referenze: in particolare oltre all'invio di una brochure esplicativa delle principali opere dello studio, vengono trasmesse una serie di immagini fotografiche relative allo Stadio Flaminio.

Nelle intenzioni dell'Emirato vi è la creazione di una sorta di lista di accreditamento per il successivo conferimento d'incarichi di lavoro.

Pier Luigi Nervi è particolarmente attento nello stabilire nuovi contatti utili alla creazione di ulteriori occasioni di lavoro: ed è il figlio Antonio che si occupa di gestire le relazioni internazionali.

Durante lo svolgimento del concorso, diversi sono i contatti che i Nervi stabiliscono con personalità locali. Dai copia lettera relative al progetto, emerge come i contatti che Antonio ha stabilito durante il sopralluogo effettuato in loco, si rivelino come occasioni propizie per l'invio di materiale informativo sull'operato dello Studio Nervi.¹⁵

L'invito alla partecipazione al concorso dello Studio Nervi è seguito, inoltre, con molto interesse dal Governo Italiano attraverso il Ministero degli Esteri e l'Ambasciata d'Italia a Kuwait. La missiva indirizzata al Cav. Alfredo Buffoni mostra l'attenzione e il sostegno che il Governo Italiano dedica al suo illustre connazionale:

Caro Buffoni, [...] Le accludo anche la minuta di una lettera inviata dallo Studio Nervi al Planning Board in risposta ad un invito ufficiale che il Planning Board aveva di sua iniziativa inviato all'Ing. Nervi per un grossissimo piano di progettazione per lo stadio sportivo. Bisognerebbe assicurarsi che la lettera sia regolarmente pervenuta e che non siano scaduti i termini dato che la lettera di invito a Nervi è arrivata con grandissimo ritardo.

Probabilmente l'Ing. Nervi verrà in Kuwait prima del mio rientro e si appoggerà all'Ambasciata. Prego di usargli ogni cortesia (ivi compresa se lo richiede un dissetamento di whisky) e di accompagnarlo, se lo richiede dal Sig. Duaji [...]. Faccia notare, se se ne presenterà l'opportunità, l'interesse che noi nutriamo nel vedere coronata di successo un'attività di Nervi in Kuwait.¹⁶

Molteplici sono gli scambi di corrispondenza tra lo Studio Nervi e l'Ambasciata d'Italia, soprattutto in seguito al viaggio che Antonio Nervi effettua nell'autunno del 1968.¹⁷

Viaggio reso necessario per verificare le condizioni del contesto ma anche per stabilire nuovi contatti professionali e occasioni di lavoro.

Sports Center - Progetto

Spese presunte 12 miliardi. Parcella 6% = 720 milioni. 5/11/68

1) Report (progetto di massima stima)	5% della stima = 35 mil.
2) Preliminary (alcuni nuove stime precise e indicative (tecniche delle finanze))	20% della nuova stima = 140 milioni.
3) Final drawings (esecutivo completo di base building - Tulle?)	30% della stima 2) 210 milioni
4) Book of tender (specifiche e capitolati)	20% della stima 2) 140 "
5) Garanzie	10% del valore della gara 70 "
6) 50% lavori	7,5% " " 50
7) fine lavori	7,5% " " 50
Adjustment finale - Proporzioni ad un mil. dopo gara e dopo attuazione	100% 400

Studio Nervi
Stima dell'ammontare della
parcella per la progettazione
del Kuwait Sports Centre

227

18 La lettera è datata 17 dicembre 1968 e si compone di due pagine. Nervi-Pro/230. MAXXI.

19 La lettera è datata 11 settembre 1968. Inviata direttamente dal direttore del Planning Board, in risposta alla lettera di accettazione da parte dello Studio Nervi alla partecipazione al concorso, contiene le linee guide per la progettazione del complesso sportivo. La scadenza è fissata al 1 giugno 1969. I materiali minimi da produrre sono: relazione, progetto preliminare, stima approssimativa dei costi e modello della proposta progettuale. La partecipazione al concorso prevede un rimborso spese di KD 10 000 (Kuwaiti Dinars). Nervi-Pro/230. MAXXI.

Nella nota che l'ambasciatore Diego Soro invia ad Antonio, si evince come sia attiva la collaborazione della sede istituzionale italiana:

Caro Architetto Nervi, Le trasmetto la documentazione che lei aveva richiesto all'Ambasciata in occasione del suo viaggio in Kuwait. [...] Ho avuto occasione di incontrarmi un paio di volte con Dueij ed ovviamente ho parlato della loro questione: mi ha detto apertamente "in my opinion they have very good chances I don't want to say the best even if I think so". Speriamo che le previsioni si avverino. Ne ho anche parlato con il Direttore Generale degli Affari Politici del Ministero degli Esteri, [...].

È stato a Tokio e in Messico per le Olimpiadi ed ha visitato tutti gli impianti di Roma. È assai lieto che l'incarico sia stato affidato anche allo "Studio Nervi" e sa tante cose su di voi che neppure io sapevo. Può rivelarsi a suo tempo un elemento di opportuno utilizzo ma avremo tempo di parlarne.

Ho letto sui giornali che a suo papà è stato assegnato il premio Feltrinelli. Felicitazioni vivissime; d'altra parte chi più di lui era qualificato ad averlo? Sarebbe utile che io ricevessi il testo della motivazione e lo statuto che regola l'istituzione del premio perché vorrei far pervenire il tutto a chi di dovere.

Qui si è sensibili a tali cose e tale documentazione potrà rappresentare una ulteriore carta da utilizzare; certo non farà alcun male se si utilizzerà.¹⁸

Le attività preliminari relative all'impostazione dei primi disegni per il complesso sportivo risalgono ai primi del mese di settembre del 1968.¹⁹

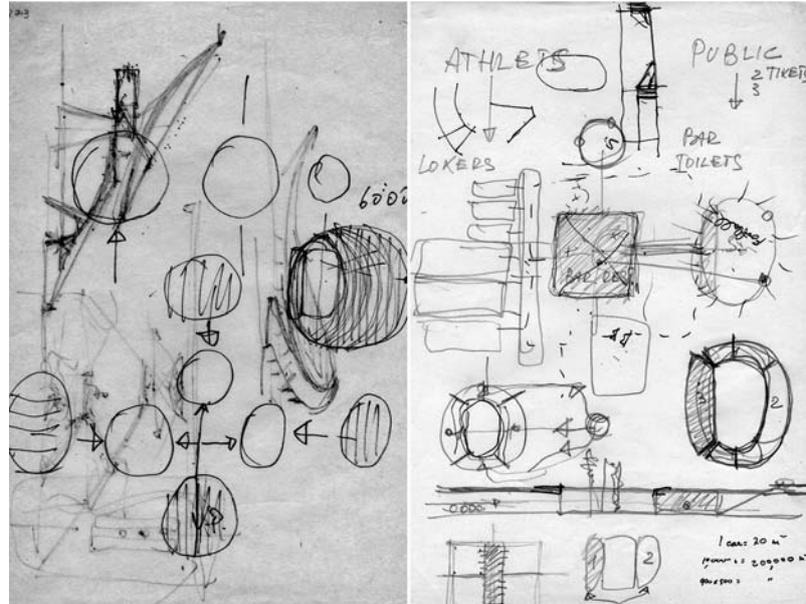
Allo sviluppo di ogni singolo progetto, lo Studio Nervi dedica particolare attenzione sia dal punto di vista progettuale e realizzativo, sia dal punto di vista economico.

La stima dei costi presunti per il complesso sportivo è azione basilare per il conteggio della parcella.

Impieghi Spentini - Kuwait

10-9	- ass. Alphe Noggi	L.	105'300	✓
18-10	- ass. G. St. Alphe Diappi	L.	270'100	✓
25-10	- spese viaggio Arch. Antonino	"	105'250	✓
13-11	- spese rappresentanze con Sohail Shoaibi	"	40'000	✓
25-11	- " " " " " "	"	25'000	✓
29-1	- ass. G. St. Arch. O 10	"	88'800	✓
31-1	- Media disegno Vickers	"	67'10	✓
11-2	- pagam. Dini's Alberto Shuston	"	71'820	✓
12-2	- ass. Arch. O 10	"	344'400	✓
21-2	- insolva Molly Schachtel	"	10'000	✓
22-2	- lettera invaso per plastics	"	15'000	✓
"-2	- ritino facce disegno - Fumicino	"	4'550	✓
25-2	- trasport plastics Fumicino	"	17'000	✓
25-2	- ass. Arch. O 10	"	440'400	✓
27-2	- stredamenti disignatori Studio	"	53'255	✓
1-3	- spese nett. Arch. Pasletti - H. Grey	"	15'000	✓
"	- bigl. viaggio Kuwait	"	785'200	✓
"	- spese viaggio "	"	449'38	✓
"	- s/fatt. Troncelli - modelli in ottone	"	50'000	✓
12-3	- spese viaggio Milano - Arch. Antonino, bigl.	"	59'905	✓
1-4	- bigl. aereo Kuwait	"	270'100	✓
"	- spese viaggio	"	87'400	✓
3-4	- s/fatt. Antonelli - plastics BATH	"	1'300'000	✓
		L.	4'212'348	
	{ Medicione Air Indip (ancora de lazare)	"	77'555	
	{ Shuston Hotel (cicp 150 Dini) Jania aice	"	300'000	
	{ ancora de lazare			
	<u>Totale</u>	L.	4'589'914	

Studio Nervi
Nota spese relativo
al progetto del
Kuwait Sports Centre



P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
prime ipotesi di progetto

20 Con una nota datata 5 novembre 1968 sono appuntati a penna i conteggi relativi alle singole fasi del progetto: 1. Report; 2. Preliminary; 3. Final Drawings; 4. Book of tender; 5. Gara; 6. 50% lavori; 7. Fine lavori. Nervi-Pro/230. MAXXI.

21 La lettera del 16 novembre 1968, indirizzata a Mr. Ahmed A. Duaij, è direttamente firmata da Antonio Nervi. Nervi-Pro/230. MAXXI.

Da una nota risulta come il calcolo della parcella ammonta a circa 700 milioni di Lire suddiviso secondo le diverse fasi del progetto: dal progetto di massima all'esecutivo, compreso i capitolati, le relazioni specialistiche, la direzione lavori e le relazioni finali.²⁰ La nota spesa è analogamente molto accurata. Le singole spese, annotate cronologicamente, hanno come periodo temporale l'intervallo dal 10 settembre 1968 al 3 aprile 1969, e ammontano a quasi 4 600 000 Lire.

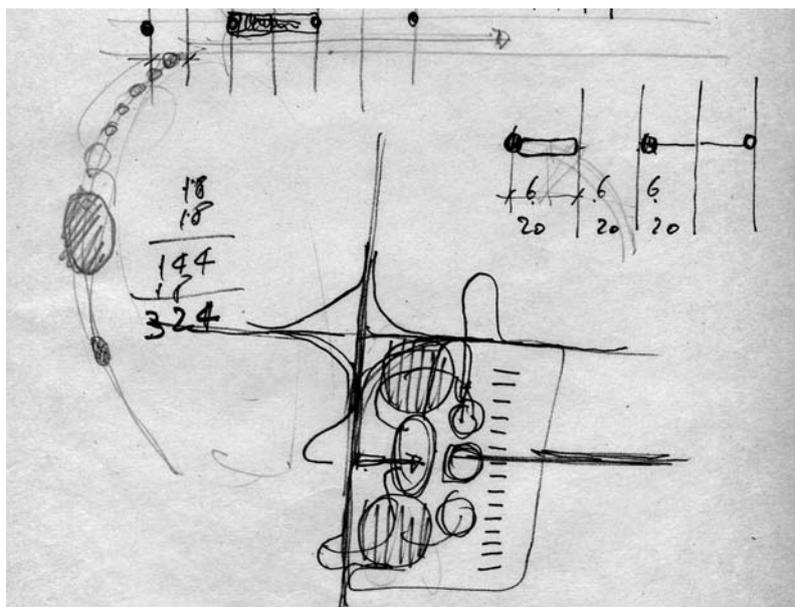
Non sono solo i costi a essere attentamente valutati: pur trattandosi di un progetto preliminare, Pier Luigi Nervi valuta la fattibilità del progetto sotto ogni punto di vista.

Alla fattibilità economica e al ritorno per lo studio, si affianca la valutazione del contesto per una corretta impostazione delle scelte di progetto. Al direttore generale del Planning Board sono richieste le seguenti informazioni:

natura e qualità del terreno fino ad una profondità di circa 50 m; profondità prevista della falda freatica; rilievo approssimativo del sito e delle aree circostanti.²¹

Le intenzioni dello studio sono quanto mai evidenti: impostare il progetto, soprattutto il sistema delle fondazioni, con una definizione prossima a quella di un progetto definitivo. Il controllo della spesa è prassi consolidata per Pier Luigi Nervi, si vuole evitare che nelle fasi successive dello sviluppo del progetto si manifesti un eventuale aumento dei costi di realizzazione, non opportunamente valutato nelle fasi precedenti. Se la stima dei costi delle strutture fuori terra

*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
prime ipotesi schema
impianto planimetrico*



22 Nella lettera datata 15 gennaio 1969 il direttore generale del Planning Board, Mr. Ahmed Duaij, comunica che in allegato alla missiva vi è la relazione sulla natura e qualità del terreno; che la falda freatica è a circa 30 m di profondità; e che al momento non esiste uno studio dell'area di concorso. Inoltre dichiara che non viene assunta nessuna responsabilità in merito all'attendibilità delle informazioni fornite. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

23 Gli schizzi conservati nella cartella di progetto ammontano a 12 fogli e sono in parte a matita e in parte a pennarello. Lo stile dei disegni mostra come questi appartengano a persone differenti. Secondo la testimonianza di Irene Nervi, figlia di Antonio, il padre era solito disegnare con il pennarello. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

è perfettamente definibile, la stima delle fondazioni è invece quanto mai complessa.

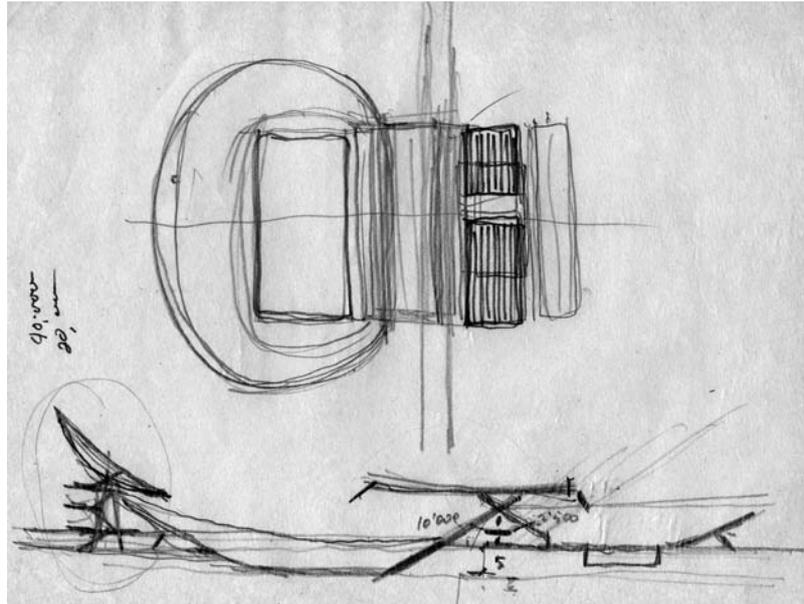
La natura del terreno e la presenza di acqua influenzano le scelte e i costi relativi. In particolare è il sistema di fondazione per l'anello d'imposta della cupola, con i suoi 300 m di diametro, a costituire un'incognita nella stima dei costi complessivi. Le risposte, a parte dei quesiti dello Studio Nervi, troveranno riscontro in una nota del Planning Board a inizio gennaio 1969.²²

Dall'intestazione della corrispondenza sembra che tali informazioni siano inviate esclusivamente allo studio dell'ingegnere. Non vi sono riscontri sull'eventuale comunicazione di tali dati agli altri partecipanti alla competizione.

I disegni iniziali mostrano come nelle intenzioni dello Studio Nervi vi fosse un'idea completamente differente rispetto alla configurazione finale della proposta di concorso.²³

Alcuni schizzi mostrano come le prime ipotesi di progetto erano tese alla ricerca della miglior configurazione planimetrica e allo studio dei singoli impianti.

Mentre per questi ultimi si ritrova immediato riscontro nella riproposizione di schemi formali già collaudati, la ricerca dell'impostazione planimetrica sembra perseguire più ipotesi. In un primo schema si evidenzia come gli impianti sportivi e le strutture ricettive sono impostate su un impianto a croce, dove lo stadio olimpico è posto in una delle sue estremità. Analogamente un altro schizzo evidenzia come



*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
schizzi di studio
stadio olimpico e piscina*

²⁴ I singoli impianti sono dettagliatamente analizzati nei paragrafi successivi.

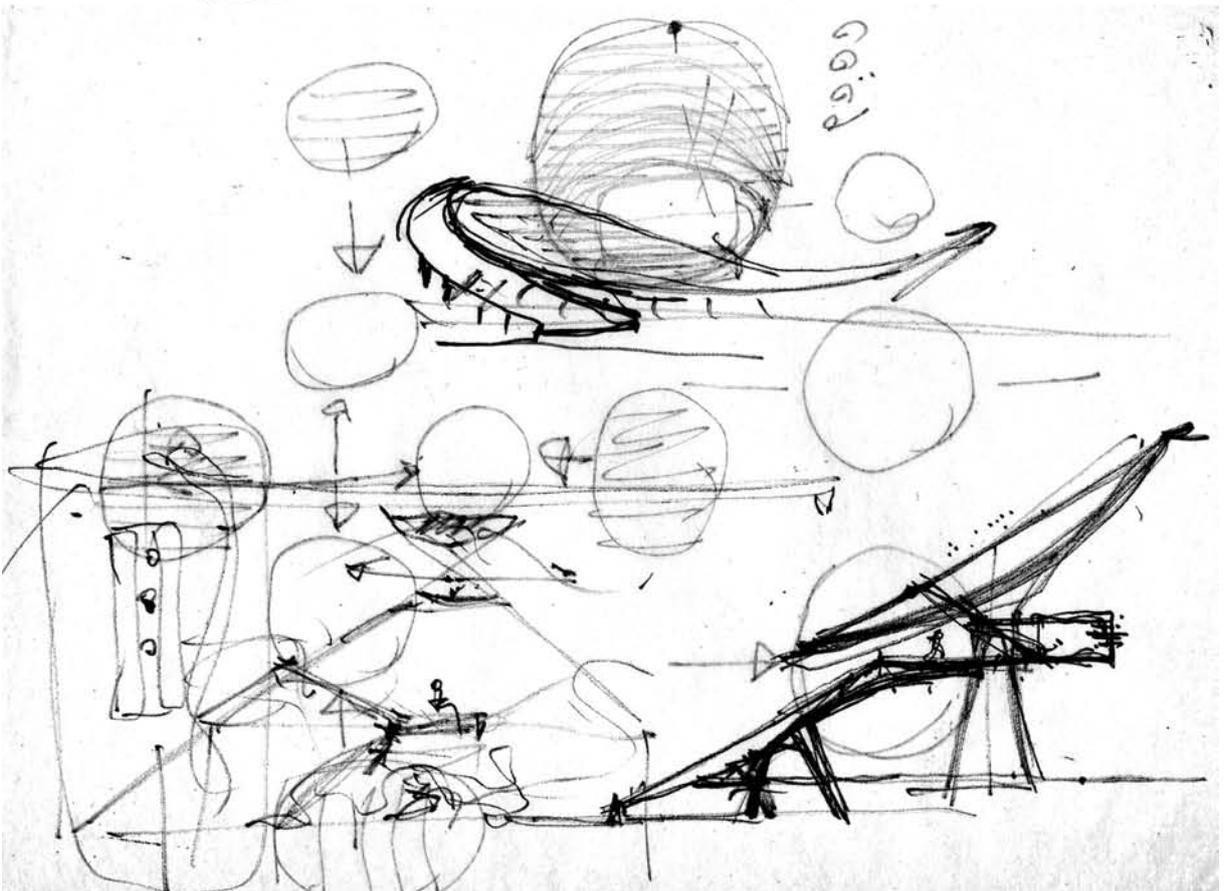
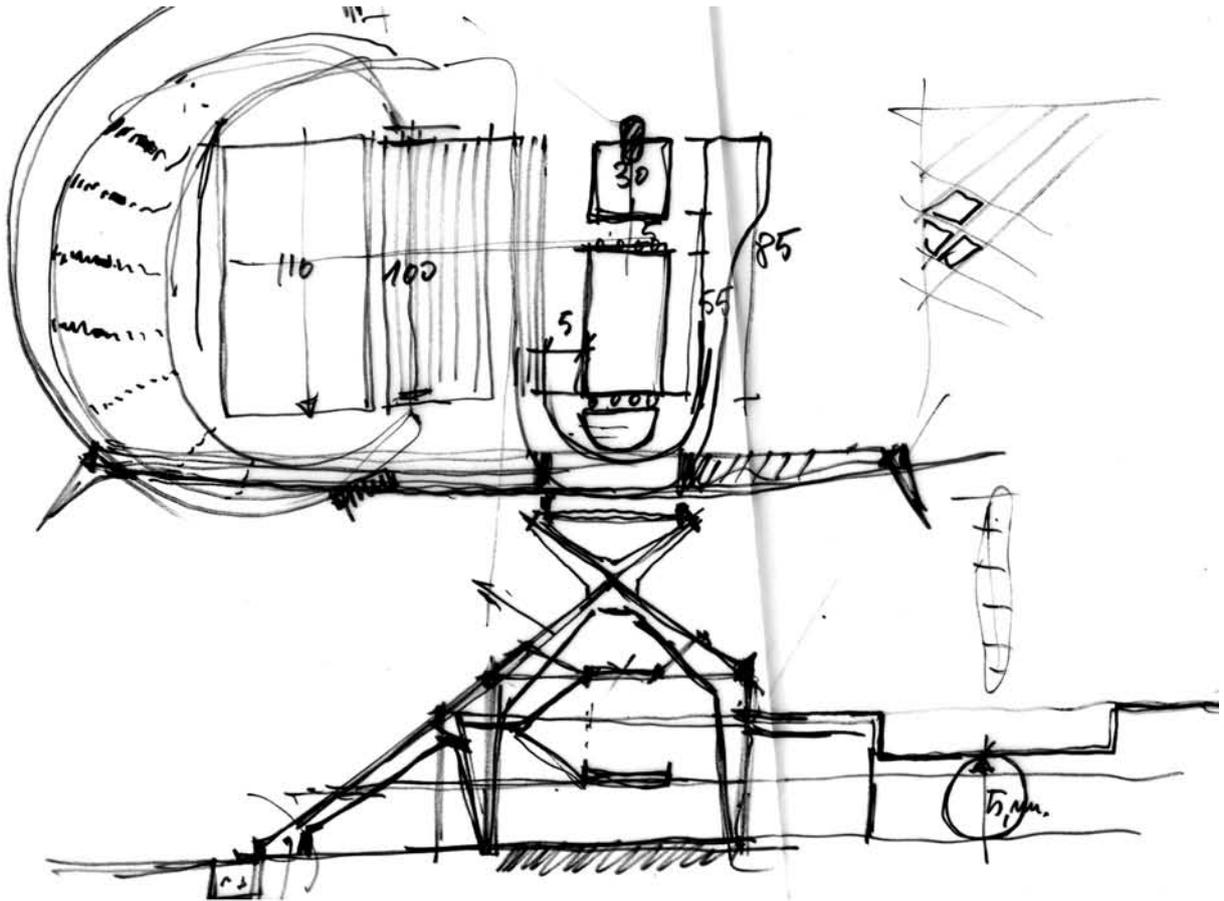
lo studio della sistemazione planimetrica vada ricercando la configurazione a croce con un primo insieme di quattro impianti, ai cui estremi sono collocati un ulteriore insieme che presumibilmente potrebbe configurarsi come la sistemazione a parcheggio. In successivi schizzi si nota come la configurazione planimetrica prende forma iniziando ad approssimarsi alla soluzione definitiva.

All'interno dello schema planimetrico s'iniziano a evidenziare le griglie per la distribuzione dei posti auto a parcheggio. Verosimilmente, lo stadio olimpico occupa sempre la posizione baricentrica rispetto alla conformazione dell'area d'intervento, ma a differenza degli altri schemi, si riscontra la presenza di un solo asse di simmetria.

Gli impianti principali sono collocati a ridosso della viabilità principale esistente, relegando gli impianti minori e le altre strutture sul lato opposto.

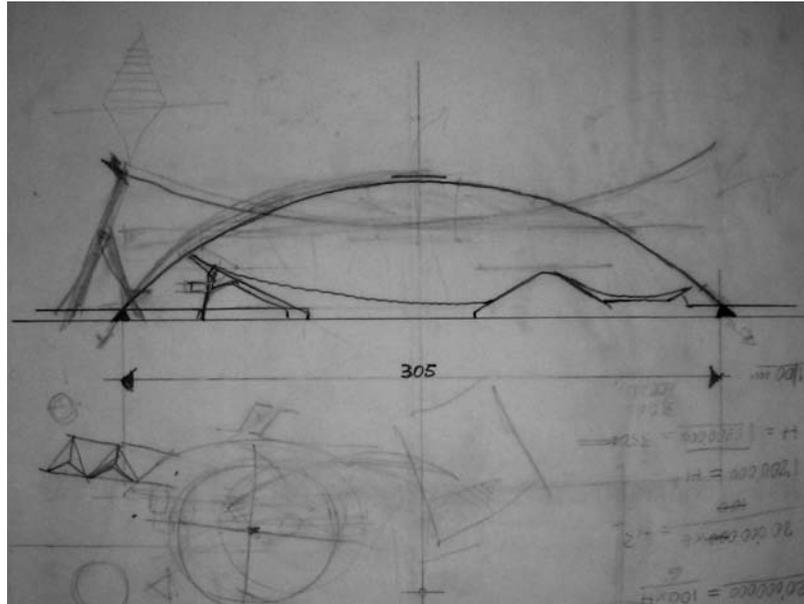
I primi disegni per lo stadio olimpico mostrano un impianto planimetrico completamente differente rispetto all'esito finale. Innanzitutto lo stadio è direttamente collegato alla piscina olimpica attraverso una tribuna con gli spalti contrapposti. La doppia tribuna è impostata su un sistema di cavalletti a "X", su cui s'innesta un sistema di copertura asimmetrico.²⁴

La tribuna principale dello stadio olimpico è conformata a catino e con il suo sviluppo, in pianta, a "C" abbraccia l'estensione del campo sportivo.



*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
studio delle tribune dello
stadio olimpico e della piscina*

*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
prime ipotesi di copertura
stadio olimpico e piscina*



25 Realizzata a Mantova nel 1961-62, la cartiera Burgo presenta il profilo tipico di un ponte, caratterizzata dalla presenza di due piloni a "Y" rovesciata, distanti circa 164 m, ai quali è ancorata, tramite un sistema di funi d'acciaio, una scatola di copertura in cemento. Lo studio della tirantatura metallica è opera dell'ing. Gino Còvre, già collaboratore di Nervi nella copertura in acciaio del Palazzo delle Esposizioni di Torino.

Diverse sono le ipotesi sulla configurazione dell'impianto comprendente lo stadio olimpico e l'impianto natatorio, testimoniata dai numerosi schizzi.

I disegni preparatori palesano come fosse adeguatamente ricercata la soluzione con lo stadio olimpico annesso a quello del nuoto. Il materiale d'archivio contiene alcuni disegni nei quali tale ipotesi è sufficientemente approfondita. Infatti, dagli schizzi si passa a disegni tecnici veri e propri.

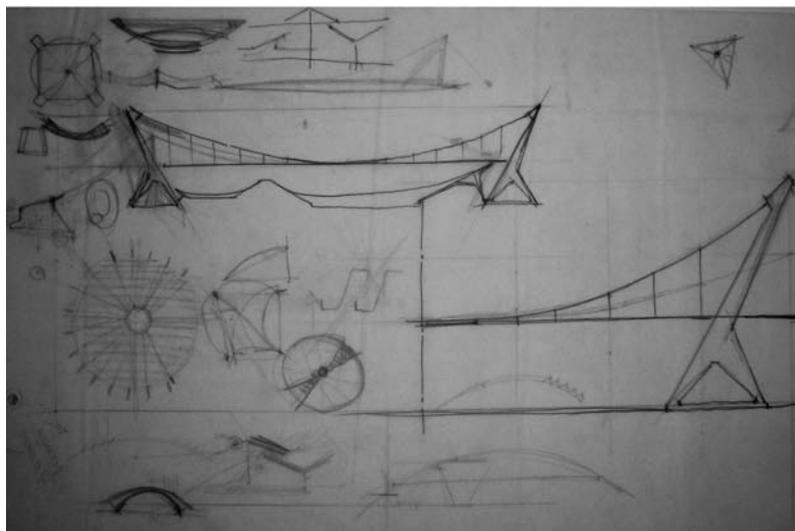
In contrapposizione alla copertura asimmetrica della doppia tribuna, è presente la copertura della tribuna parabolica dello stadio olimpico.

Verosimilmente ipotizzata in ferrocemento, con il suo profilo rastremato ai bordi, assume nel suo sviluppo longitudinale la tipica conformazione a sezione variabile: a spessore contenuto nei bordi esterni e a maggior spessore a ridosso dei punti di appoggio, dove evidentemente si manifestano le massime sollecitazioni della struttura.

Quello che sorprende è lo studio della copertura complessiva per i due impianti. Gli elaborati presentano due soluzioni sovrapposte: una copertura con sezione ad arco (presumibilmente una cupola) con tratto a pennarello e, sovrapposta a matita, la soluzione di una copertura sospesa analoga al progetto della Cartiera Burgo.²⁵

Dai disegni emerge l'idea di una copertura sospesa, sempre a pianta circolare, sostenuta da una struttura funicolare di cavi d'acciaio ancorati a due cavalletti in cemento armato di

*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
studio di copertura sospesa con cavi
d'acciaio e cavalletti portanti in c.a.*



26 L'architetto Maurizio Cagnoni, collaboratore dello studio Nervi dal 1967 in avanti, ha partecipato alla stesura del concorso per il Kuwait Sports Centre. Ricorda come il "professor Nervi" vietasse assolutamente il ricorso a strutture tese. Una delle regole fondamentali dello studio era il divieto di ricorrere a strutture tese. La riproposizione della soluzione analoga alla Cartiera Burgo, proposta dal figlio Antonio, è dunque immediatamente scartata da Pier Luigi Nervi. Vi sono poche eccezioni nell'ampia produzione dello studio, dove le strutture lavorano anche a tensione: oltre alla Cartiera Burgo si segnala il progetto di concorso per il Ponte sullo stretto di Messina (1969-71). Il concorso internazionale sarà vinto da Sergio Musmeci, allievo di Pier Luigi Nervi. Il progetto di Nervi, secondo classificato, prevede un ponte sospeso a campata unica con una luce di circa 3 km. Quattro piloni, due per sponda, con un'altezza di quasi 400 m sostengono i cavi in acciaio che a loro volta sostengono l'impalcato conformato a sezione trapezoidale a travatura reticolare.

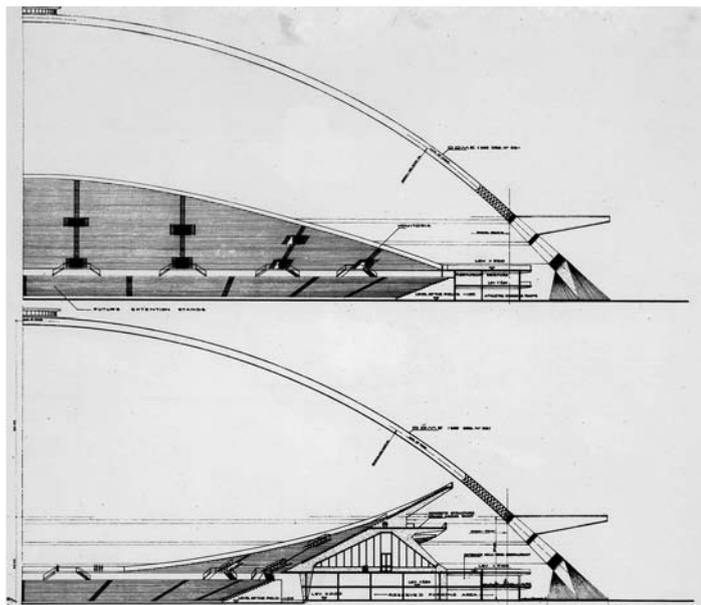
notevole altezza, posti radialmente su tutta la circonferenza dell'impianto. Il disegno evidenzia il profilo delle tribune e il sistema di copertura ad arco, ma è l'eloquenza della quotatura che fissa ai 305 m l'ampiezza della sezione da coprire.

È necessario rilevare come la soluzione della copertura sospesa, con il sistema della tirantatura, è quanto mai insolito nella tradizione costruttiva di Pier Luigi Nervi.

Per consuetudine, tutte le strutture di Nervi lavorano sempre a compressione.²⁶

Altri disegni rivelano come tra le proposte iniziali vi fosse lo studio della copertura col "tradizionale" sistema delle onde di ferrocemento per la copertura a cupola.

Tutte queste soluzioni saranno precocemente abbandonate a favore di una soluzione innovativa; innovativa almeno per le consolidate abitudini dello studio: una copertura a cupola a elementi reticolari spaziali in alluminio.



*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
sezione definitiva stadio
olimpico con copertura a cupola*

27 I nomi dei singoli impianti sono citati così come espressamente nominati nella relazione di progetto dello Studio Nervi. Nervi-Pro/230. *MAXXI*

Stadio²⁷

Indubbiamente è la grande cupola dello stadio, con il suo diametro di circa 300 m, a esercitare il ruolo di elemento generatore di tutta la sistemazione planimetrica, caratterizzando l'intero complesso sportivo.

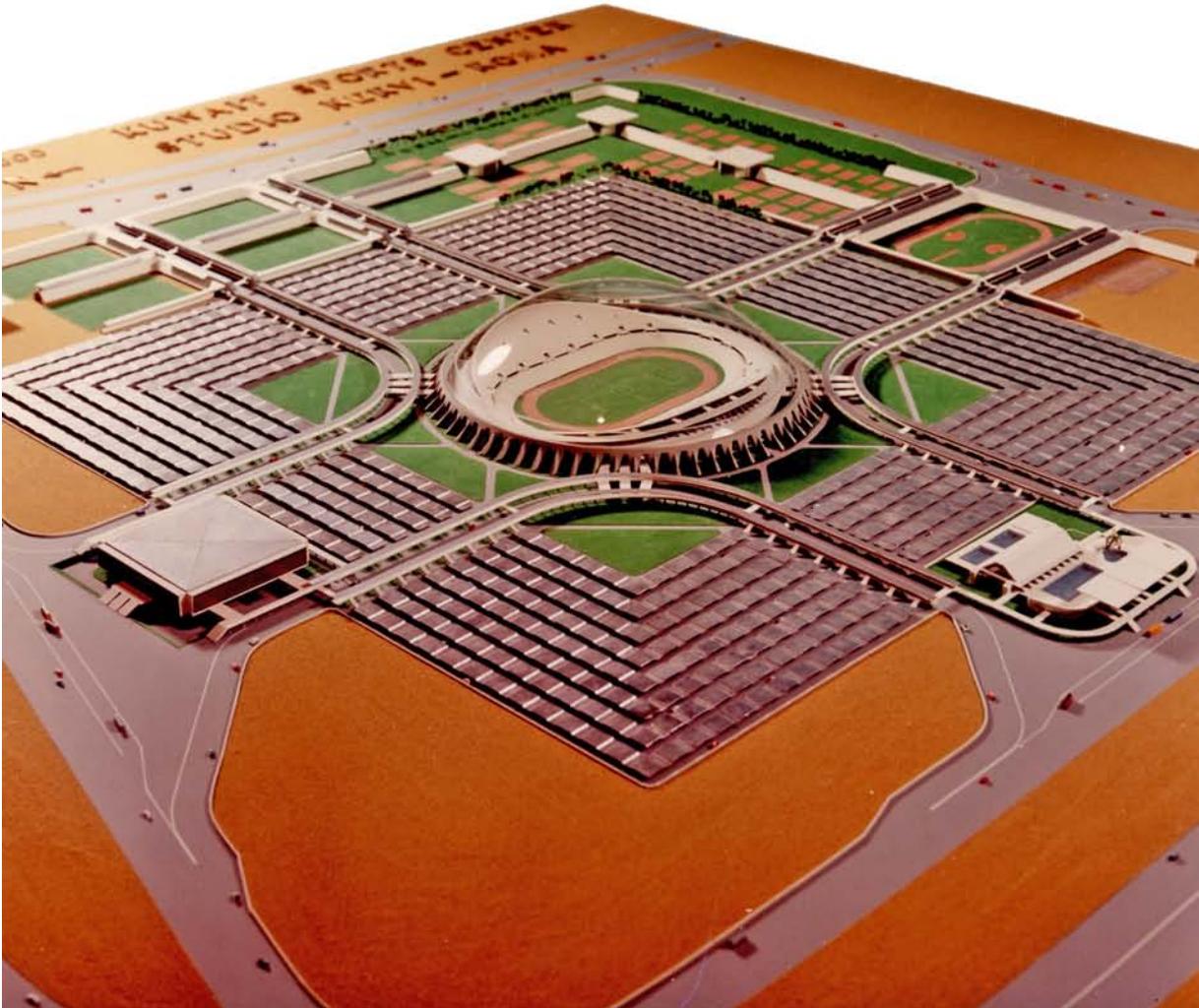
Lo stadio olimpico è l'unico impianto dell'intero complesso sportivo ad avere pianta circolare, tutti gli altri impianti hanno una forma sostanzialmente rettangolare, quasi a voler ulteriormente sottolineare l'importanza dello stadio olimpico rispetto alle altre strutture.

Lo stadio risponde alle richieste del bando con una capienza degli spettatori pari ad almeno 40 000 posti a sedere, anche se gli elaborati di progetto mostrano come sia già rappresentata la configurazione finale con l'ampliamento dei posti a sedere fino alla quota dei 60 000 spettatori.

L'impianto sportivo che contiene il campo da calcio e la relativa pista di atletica, è così descritto da Nervi nella relazione di progetto:

La forma studiata per le gradinate risponde alla duplice esigenza di permettere la migliore visibilità del campo di gioco e di atletica sistemando il maggior numero possibile di spettatori lungo l'asse maggiore del campo (crescent) e di essere coperto da una cupola di minor diametro possibile.

La soluzione adottata risolve entrambe le esigenze permettendo così di avere uno stadio con una disposizione ottima indipendentemente dalla presenza della cupola che essendo completamente indipendente potrà essere costruita anche in un secondo tempo. Dai passaggi pedonali a qt. 3,5 il pubblico arriva ad un grande ambiente che disimpegna sia il bar sia il ristorante che i passaggi



*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
modello*



*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
modello dell'anello
d'imposta della cupola*

237

28 Ivi, pp. 3-4.

29 Il Triodetic system, su brevetto della Vickers Limited Engineering Group, è una struttura a base di tubi di alluminio o acciaio uniti col nodo Triodetic, idonea alla costruzione di grandi luci.

30 F. Mariano, G. Milelli (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Una scienza per l'architettura*, Istituto Mides, Roma 1982, p. 51.

che sono sistemati in posizione tale da permettere un ordinato afflusso alla rampa di disimpegno dei vomitori.

Detti passaggi sono infatti sistemati nei punti meno interessanti dal punto di vista della visibilità in maniera da evitare pericolosi affollamenti in quel punto. La rampa di disimpegno dei vomitori sovrappassa le grandi palestre destinate al pugilato-lotta, sollevamento pesi, scherma, ginnastica, tiro a segno ecc., che restano così completamente libere dal traffico del pubblico dello stadio permettendone la contemporaneità di utilizzazione con le grandi manifestazioni sportive. I servizi di gabinetto sono sistemati nelle immediate vicinanze dei vomitori in modo da evitare lunghi tragitti al pubblico degli spettatori. Tutti i passaggi sono calcolati sulla base dei Regolamenti per gli Ambienti di Pubblico Spettacolo Italiani.²⁸

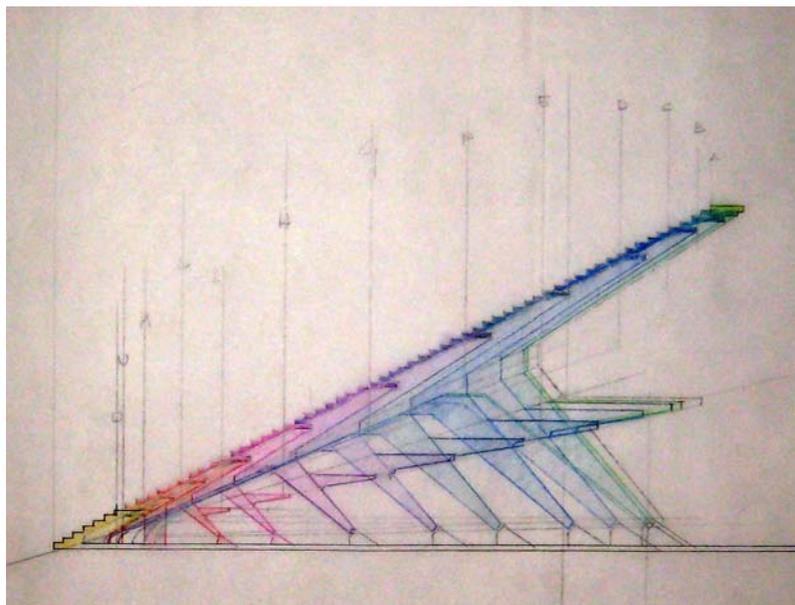
La cupola poggia su una struttura che è completamente indipendente dall'impalcato delle gradinate dello stadio; si compone di 64 pilastri radiali sagomati a sezione variabile in cemento armato sui quali s'innestano a loro volta due ordini di travature reticolari perimetrali a maglia triangolare, sempre in cemento armato.

La pensilina in aggetto di 27 m di luce completa e bilancia l'anello d'imposta della cupola.

La struttura della cupola è costituita da un sistema a elementi radiali spaziali in alluminio, il *Triodetic system*,²⁹ e rivestito con materiale plastico trasparente. Un sistema di oscuramento estensibile su tutta la superficie della cupola permette il controllo dell'irraggiamento solare.³⁰

L'anello d'imposta della cupola è quindi completamente indipendente dal sistema di gradinate.

*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
sviluppo dei cavalletti rampanti
delle tribune dello stadio olimpico*



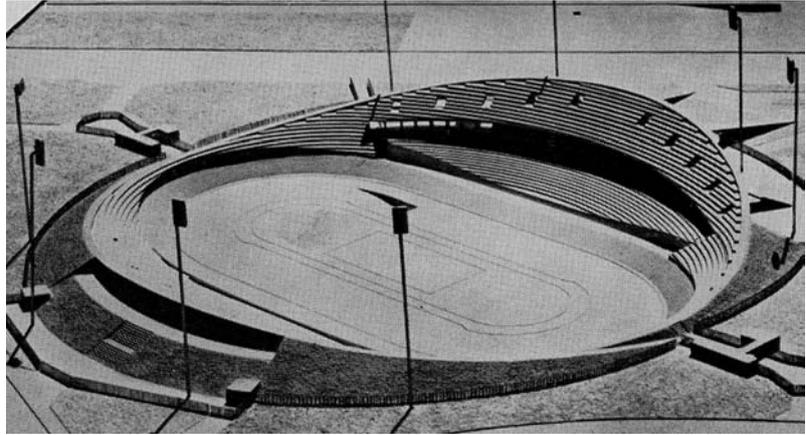
³¹ *Ibid.*

³² Il concorso per la realizzazione del velodromo risale intorno al 1954. Tra i circa trenta partecipanti il concorso fu aggiudicato da Cesare Ligini, Dagoberto Ortensi e Silvano Ricci. Il progetto di Pier Luigi Nervi si classificò al secondo posto, divenendo di fatto l'unica delle cinque nuove opere commissionate per le Olimpiadi che non venne realizzata da Nervi tramite la sua impresa. Dai materiali di archivio la data di progetto è presunta, e fa riferimento alla data di pubblicazione del bando di concorso.

Questa struttura, sempre in cemento armato, è formata da cavalletti rampanti su cui sono ancorate le gradinate a profilo variabile in funzione della curva di visibilità.³¹

I disegni preparatori delle tribune a profilo variabile mostrano l'attenzione riservata alla riproposizione di un sistema modulare che assume come fondamento la prefabbricazione a piè d'opera, tipico di tutti i cantieri di Pier Luigi Nervi.

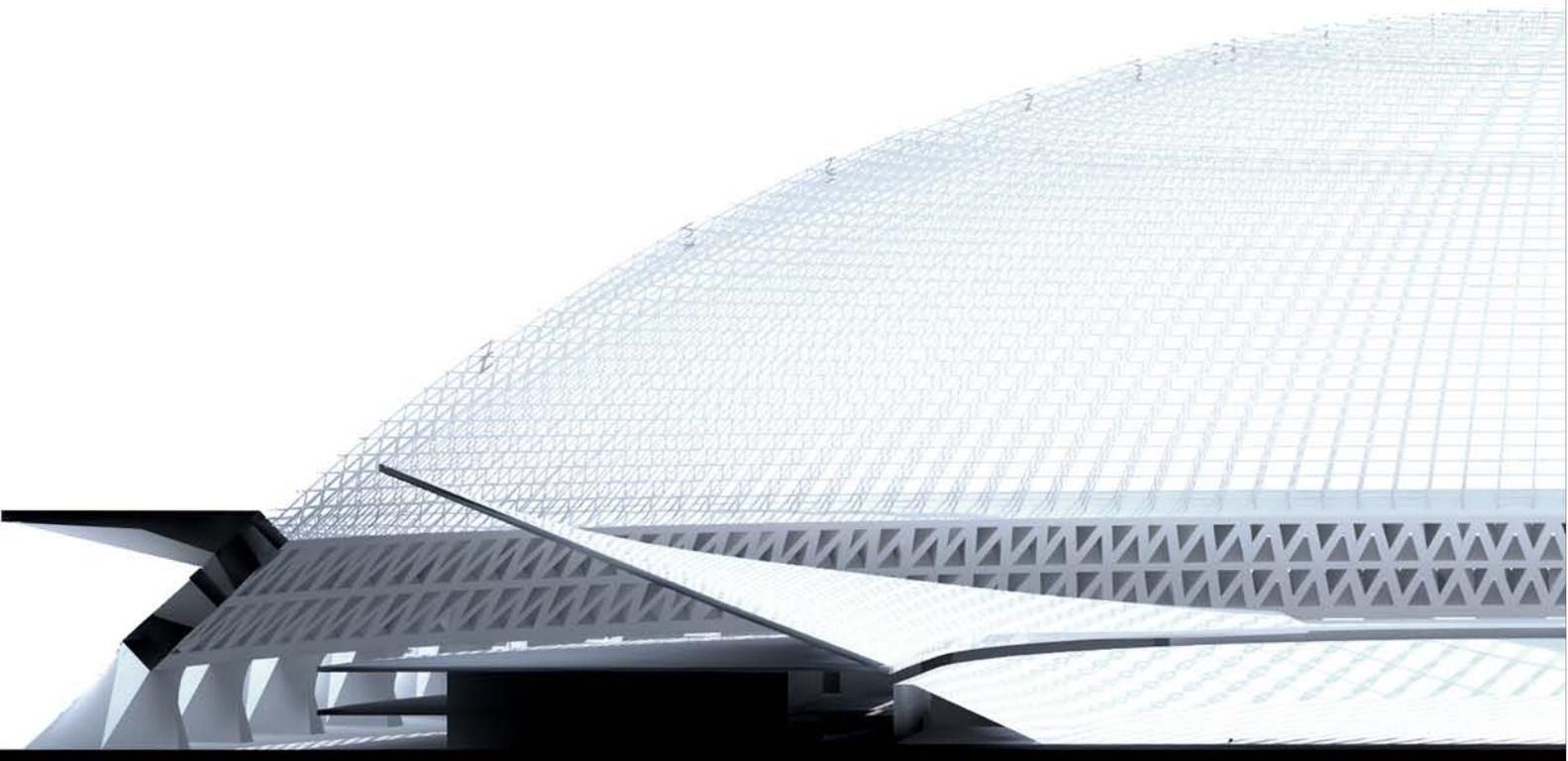
Lo stesso elemento geometrico è riprodotto "n" volte, secondo una logica di standardizzazione e ottimizzazione del cantiere, attraverso l'adeguata preparazione delle casserature che saranno riutilizzate per la produzione seriale del manufatto. Il processo di razionalizzazione utilizzato per la geometria degli elementi strutturali diviene funzionale all'efficienza del cantiere, mantenendo al contempo il controllo sull'esito formale dell'intera struttura. Le variazioni di sezione, rappresentate attraverso variazioni cromatiche, illustrano come il medesimo elemento altera la geometria mantenendo invariata la proporzione della forma. Le gradinate a profilo variabile sono ricorrenti nelle proposte progettuali dello Studio Nervi. Lo stadio Flaminio di Roma (1956-59) rappresenta la prima vera concreta realizzazione di tale impostazione geometrica, anche se studi analoghi erano già stati proposti nel progetto di concorso per il Velodromo Olimpico di Roma, commissionato dal CONI per i giochi delle XVII Olimpiadi.³² La forma a catino del velodromo, il sistema dei cavalletti in cemento armato sui quali sono ancorate le

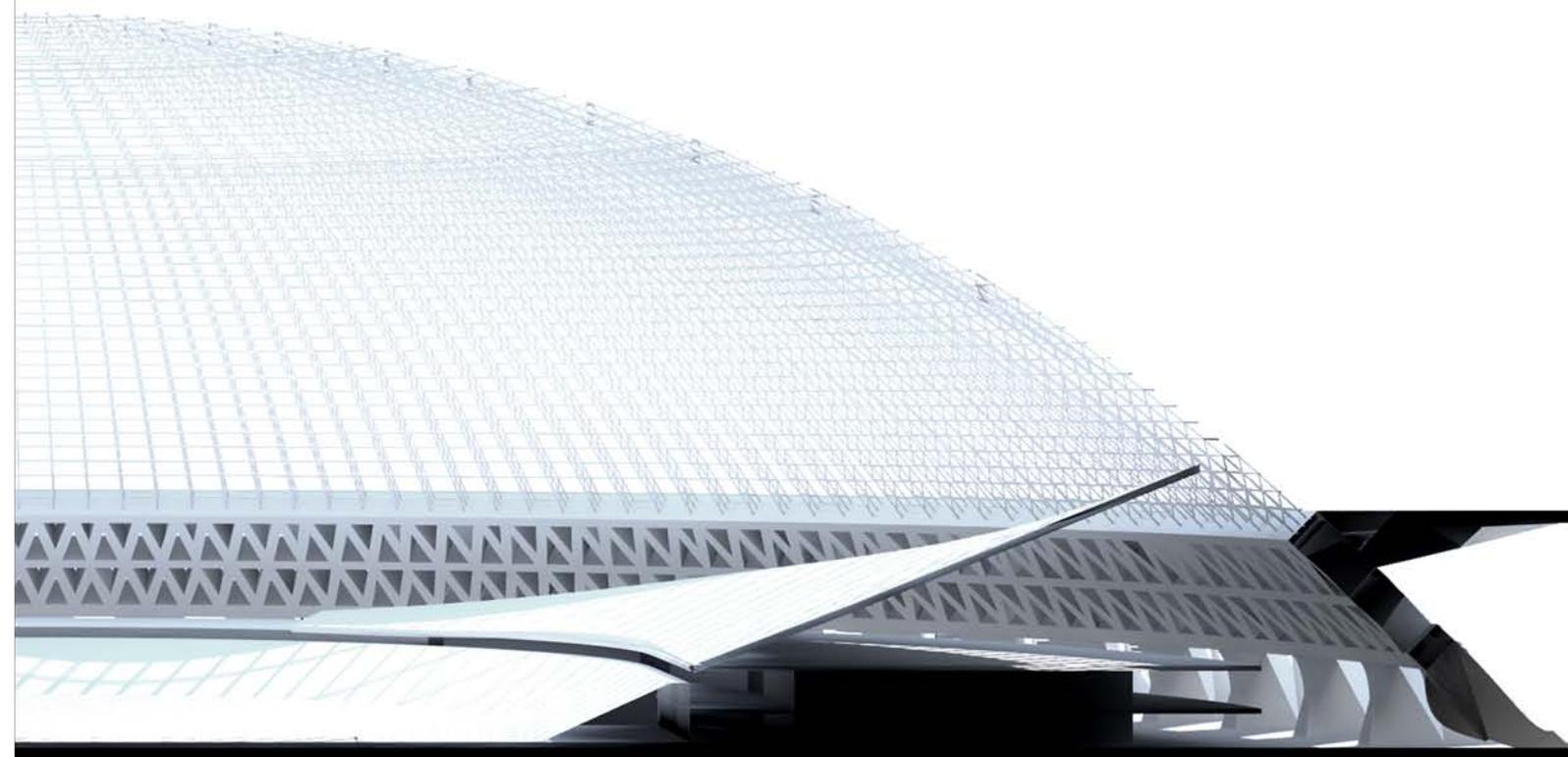


*P.L. Nervi
Velodromo Olimpico
Roma (1954)
modello*

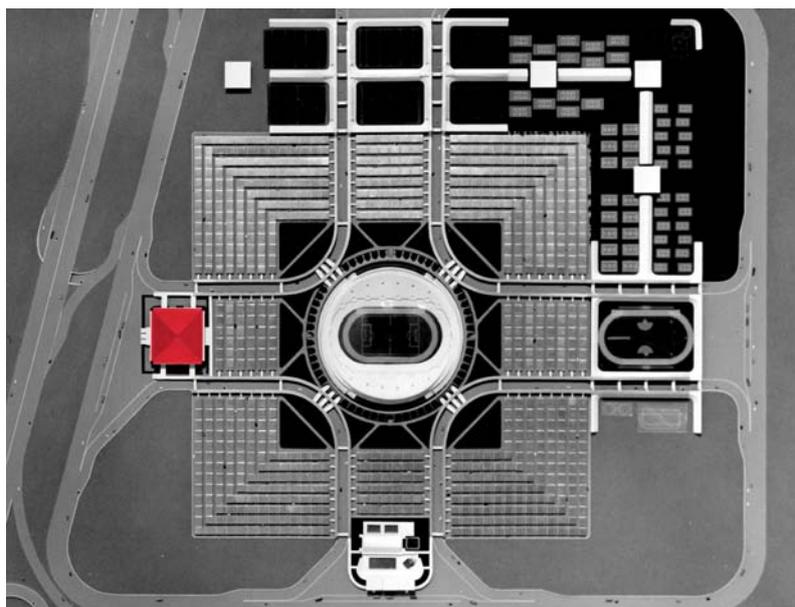
gradinate anch'esse in cemento armato, la sistemazione degli spogliatoi e dei servizi ubicati nelle sottostanti tribune rendono quanto mai omologhe le diverse proposte di progetto per questi impianti sportivi.

Ogni progetto realizzato contiene costantemente una serie di rimandi a progetti precedenti, quasi a voler sottolineare la volontà di Nervi di affinare continuamente i risultati raggiunti. Il confronto del sistema dei diversi cavalletti portanti è funzionale alla comprensione della costante attenzione che Nervi rivolge a questi aspetti progettuali. Lo studio della forma ottimale, funzionale al miglior comportamento statico e parallelamente soddisfacente sotto il profilo estetico, è riscontrabile nelle diverse prospettive che mostrano come il ritmo e la proporzione delle parti assumano una valenza dinamica, quasi a volersi confrontare con il dinamismo delle discipline sportive esercitate negli impianti stessi.





Pagine precedenti
P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
stadio olimpico
sezione prospettica
rielaborazione digitale



242

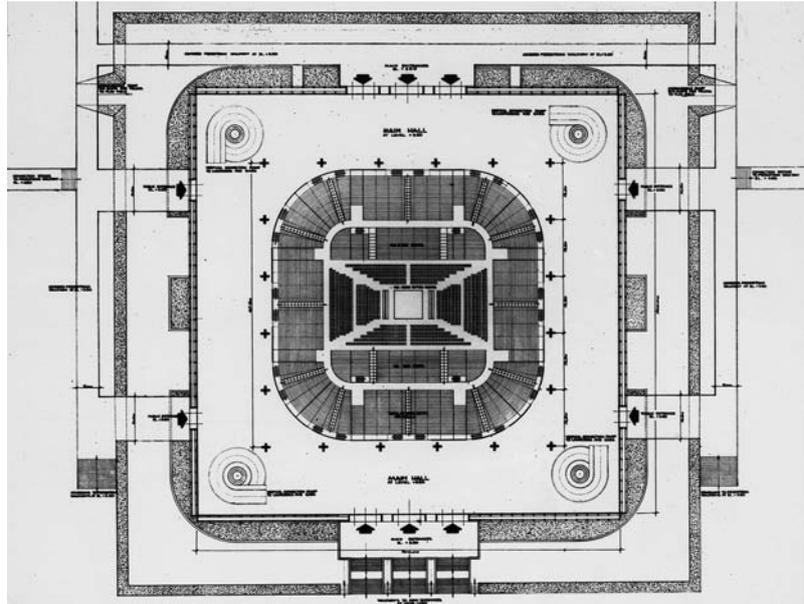
P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
Palazzo dello Sport

Palazzo dello sport

Il palazzo dello sport, a pianta quadrata con lato esterno di 100 m, è concepito, secondo le indicazioni del bando, come impianto polifunzionale.

La struttura, analogamente allo stadio olimpico, prevede l'ingresso alla quota di 3,5 m. Il piano terreno, adibito a grande hall, è completamente libero. L'edificio ha come sistema portante della copertura un reticolo quadrato di pilastri cruciformi in cemento armato a sezione variabile. I pilastri, in numero di sei per lato, arretrati rispetto al perimetro esterno, sono posizionati all'interno della pianta con un interasse di 13,5 m, configurando una facciata libera. Facciata che, in analogia con il Palazzo dello Sport di Roma, permette attraverso grandi vetrate di illuminare l'interno dell'edificio. Secondo la relazione di progetto, la facciata è composta da un sistema di doppi vetri, opportunamente distanziati, per limitare al minimo il condizionamento dell'interno.

Il solaio di piano della grande hall a quota 3,5 m altro non è che la riproposizione del solaio ad elementi nervati, già utilizzato da Pier Luigi Nervi nella Manifattura Tabacchi di Bologna. Il solaio, a modulo quadrato di 13,5 m, è a sua volta costituito da nove casseforme a perdere in ferrocemento, con caratteristica sezione variabile delle nervature in corrispondenza degli incroci. La sezione è maggiore lungo l'interasse dei pilastri, secondo la costante di Nervi di corretto dimensionamento degli elementi in funzione degli sforzi.



*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
Palazzo dello Sport
pianta*

33 Dalla relazione di progetto: la capienza massima di 10 000 posti a sedere, per gli incontri di pugilato, si riduce ai 7500 per il tennis e la pallacanestro, fino ad arrivare ai 2500 posti nell'ipotesi dell'installazione di un velodromo. Nella configurazione a sala conferenze e spettacoli, la capienza si attesta intorno ai 4200 posti, mentre il completo accantonamento delle tribune mobili consente la definizione di una superficie libera di circa 14 000 mq per le manifestazioni espositive. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

La struttura di copertura è organizzata secondo un sistema ortogonale di travi a sezione rettangolare in ferro, poggianti direttamente sui pilastri cruciformi. Le travi sono opportunamente traforate per permettere il passaggio delle diverse canalizzazioni. Un insieme di lunotti metallici rialzati, sono collocati sopra la copertura con funzione di schermo solare. La comunicazione fra i diversi livelli del palazzetto è assicurata da quattro grandi scale elicoidali poste ai vertici della pianta. Tutti i locali di servizio quali servizi igienici, caffetteria, spogliatoi atleti, ufficiali di gara, pronto soccorso, vigili del fuoco, uffici sono posti nel livello seminterrato. L'accesso degli atleti e degli addetti ai lavori è opportunamente separato dagli ingressi del pubblico.

Alla funzione primaria d'impianto sportivo al coperto si affiancano quelle delle manifestazioni espositive, conferenze, ecc., secondo le diverse configurazioni che lo Studio Nervi ha improntato nel layout di progetto.

Elemento di rilievo è la configurazione delle tribune, in parte fisse ed in parte mobili. La disposizione delle tribune mobili è studiata in maniera tale da poter variare la sua configurazione con delle strutture telescopiche in occasione delle differenti manifestazioni.³³

Già nel 1961 Pier Luigi Nervi insieme al figlio Antonio aveva proposto un progetto analogo per una grande aula polifunzionale a Kassel, Germania. Il progetto, che non ha avuto seguito, era definito da un'aula a pianta quadrata con il lato

*P.L. Nervi e A. Nervi
Aula polifunzionale
Kassel Germania 1961
modello*



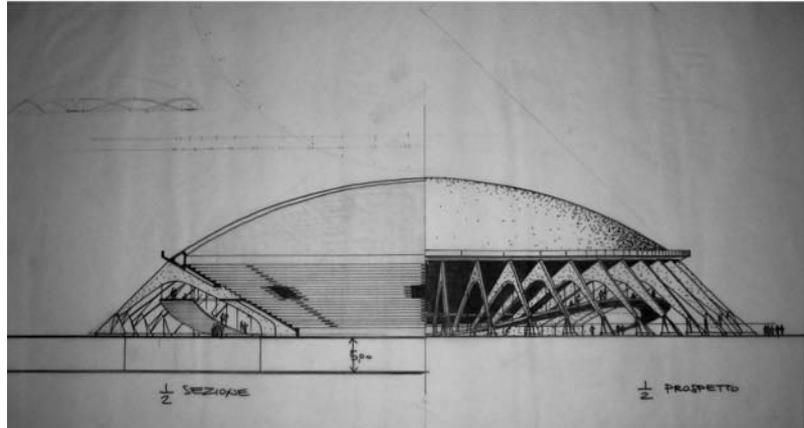
34 A. Pica, *Pier Luigi Nervi*, cit., p. 38.

di 91 m ed era destinata a diverse funzioni: rappresentazioni teatrali, gioco della palla a mano, velodromo, concorsi ippici, concerti. La copertura dell'aula polifunzionale, formata da una piastra nervata a maglia quadrata di 10x10 m, orientata in diagonale, era prevista in cemento armato precompresso con altezza costante e sezione variabile. La copertura nervata era a sua volta sostenuta da una fila di pilastri posti lungo il perimetro interno di un quadrato di 70 m di lunghezza. I pilastri, in cemento armato, sono a sezione variabile: alla base la sezione si approssima al cerchio mentre alla sommità assume la configurazione della sezione a croce per ottimizzare l'appoggio delle sovrastanti nervature.³⁴

Nonostante l'asse del campo da gioco sia disposto in diagonale, così come tutta la sovrastante piastra nervata, le analogie con il palazzo dello sport per il concorso del Kuwait sono quanto mai evidenti.

La pianta quadrata, la maglia dei pilastri arretrati, la piastra di copertura, la facciata libera, i pilastri a sezione variabile e soprattutto il ricorso a un sistema di gradinate retrattili e smontabili per le diverse configurazioni, permettono un confronto immediato tra i due progetti, evidenziandone le analogie. Indubbiamente i tempi rapidi come quelli di un concorso, condizionano le scelte dello Studio Nervi che, forte di un'esperienza consolidata dalle numerose commesse e realizzazioni, opta frequentemente per la riproposizione d'impianti formali e soluzioni strutturali consolidate.

*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
Palazzo dello Sport
ipotesi di progetto con impianto
circolare e copertura a cupola*



245

35 Cartella *Kuwait Sport Center*, n. inv. PRA 856, n. id. 14523, Coll. 155/2. CSAC, Parma, Archivio Pier Luigi Nervi.

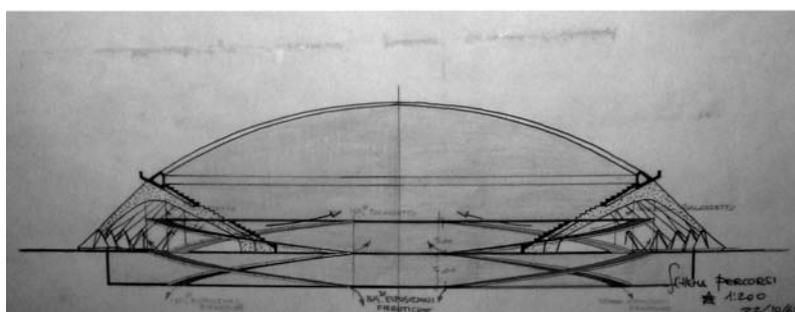
Questo però non impedisce a Pier Luigi Nervi di introdurre sempre nuove variazioni.

Secondo gli schizzi di studio,³⁵ la prima bozza di progetto per il Palazzo dello Sport prevedeva un impianto circolare con copertura a cupola del diametro di 70 m. Analogamente ad altri progetti, come quello del Palazzetto dello Sport di Roma simile per forma e dimensione, la copertura della cupola sembra realizzata tramite una volta sottile, presumibilmente in ferrocemento, così come il sistema portante di tutta la struttura è affidato a un sistema radiale di cavalletti in cemento armato. A differenza del più celebre palazzetto romano, in questo caso i cavalletti portanti, conformati a “V” rovesciata, si sviluppano anche all’interno dell’edificio, garantendo l’appoggio per le gradinate fisse.

Il sistema dei cavalletti portanti a “V” rovesciata è già stato utilizzato da Pier Luigi Nervi con Luigi Carlo Daneri nel progetto di concorso per il padiglione fieristico e il palazzo dello sport a Genova. L’aspetto più rilevante resta comunque l’adozione di un sistema aperto per quanto riguarda l’accesso e la visibilità.

I cavalletti portanti scandiscono i prospetti e a differenza di altri progetti analoghi, in questo caso l’interno del palazzetto è filtrato esclusivamente da una vetrata arretrata che consente la percezione dell’invaso delle gradinate. Elemento di novità di questa proposta è il sistema della doppia rampa elicoidale incrociata che collega e distribuisce tre livelli:

*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
Palazzo dello Sport
sezione della soluzione
con copertura a cupola*



quello del piano seminterrato destinato alle attività espositive, quello del piano terra destinato alle attività sportive e il livello del piano rialzato destinato alla distribuzione delle gradinate. Dal confronto dei diversi schizzi di studio sembra che tali rampe, a sezione estremamente sottile, siano direttamente ancorate ai cavalletti radiali. In altri schizzi tali rampe sono sostenute da pilastri a sezione variabile.

Alcune di queste proposte sembrano derivare dalle elaborazioni che erano in corso proprio in quegli anni per il Cultural and Convention Center di Norfolk.

Si rileva la volontà di mantenere una configurazione del prospetto esterno ove la calotta semisferica della copertura sembra adagiarsi lievemente sul sistema di pilastratura perimetrale. Ne deriva una percezione immediata della lettura della sezione e dell'andamento delle forze, con la netta distinzione tra elementi portati ed elementi portanti.

Questa lettura è in forte analogia se si mettono a confronto i prospetti del palazzetto del Kuwait e del Norfolk. Similmente si ritrova l'imposta a terra dei cavalletti portanti che hanno una forma approssimativamente romboidale allungata, anche se nel Norfolk i cavalletti si sdoppiano per andare a sostenere la calotta di copertura, in sostanziale analogia con il Palazzetto dello Sport di Roma.

L'elemento di novità sembra comunque, per la proposta del Palazzo dello Sport del Kuwait Sports Centre, l'idea di sviluppare questo sistema di rampe elicoidali.

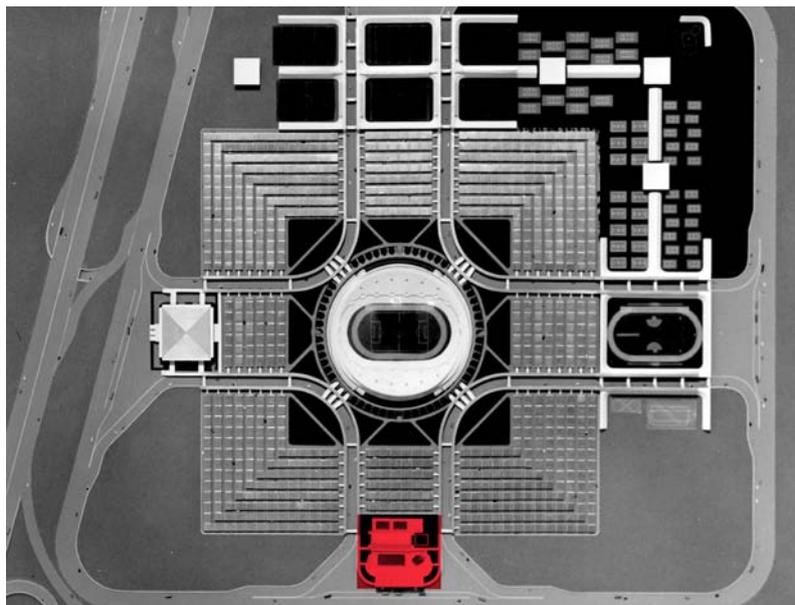
*Williams and Tazewell
P.L. Nervi e A. Nervi
Cultural and Convention Center
Norfolk Virginia 1965-71
prospettiva dell'interno*



Le rampe a sviluppo elicoidale, eccezion fatta per le scale dello stadio Berta di Firenze e per le scale della palazzina al Lungotevere Arnaldo da Brescia a Roma (1928-30), non trovano ulteriore riscontro nei progetti realizzati.

Un tentativo è comunque riscontrato nella prospettiva di studio per il palazzetto a Norfolk. Qui una rampa, anch'essa appoggiata ai cavalletti, collega il piano terra con il piano intermedio di accesso alle gradinate, raggiungibili dai vomitori che si aprono in corrispondenza. Tale impostazione di progetto, così come quello del Kuwait, saranno abbandonate a favore di altre soluzioni formali.

*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
Stadio del Nuoto*



36 Completano la dotazione dei locali sotto le tribune un sistema di spogliatoi, suddivisi tra 32 piccole cabine e i grandi spogliatoi collettivi. La capienza massima delle piscine e dei solarium è pari a circa 1500 persone. L'accesso alle gradinate e al bordo vasca è fissato, analogamente agli altri impianti sportivi, sempre al livello a 3,5 m. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

Stadio del Nuoto

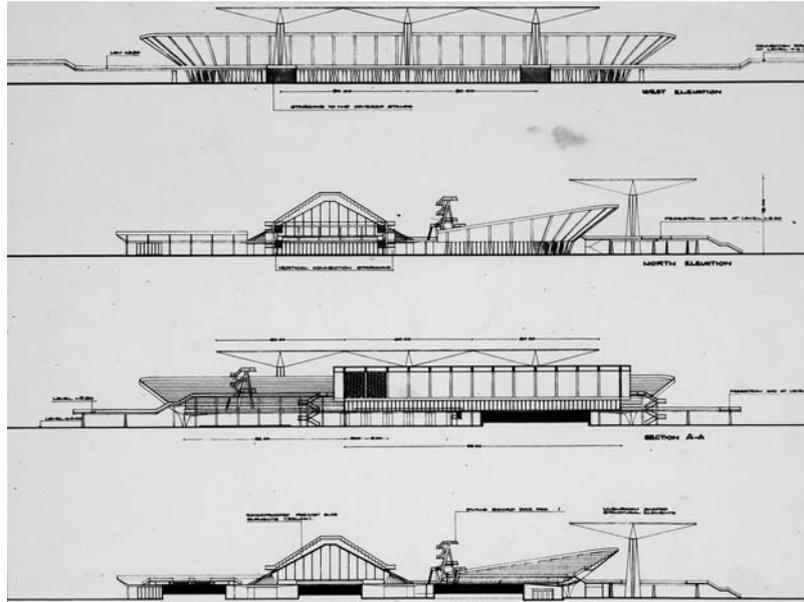
Lo stadio del nuoto ha un impianto che si caratterizza per la duplice funzione agonistica e amatoriale.

In particolare per quanto riguarda la pratica sportiva l'impianto ha una capacità di 5000 posti a sedere, di cui la metà è al coperto, secondo le indicazioni del bando di concorso.

La piscina per le gare di nuoto a otto corsie con una lunghezza di 50 m è affiancata da una piscina per tuffi di forma quadrata, ruotata di 45° rispetto all'asse longitudinale della piscina. La disposizione è giustificata dalla possibilità di garantire una migliore visibilità del tuffatore da parte degli spettatori.

La tribuna della piscina principale e della piscina per tuffi, conformata ad "U", con il suo profilo parabolico richiama in analogia, ancora una volta, l'impianto dello stadio Flaminio di Roma. Sul lato opposto della piscina un doppio sistema di gradinate contrapposte permette la visibilità degli spettatori verso la piscina agonistica sia verso le due piscine amatoriali. Sotto le due gradinate contrapposte sono sistemate la palestra e la vasca per gli allenamenti invernali e per il riscaldamento pre-gara degli atleti.³⁶

È sicuramente il sistema di copertura che caratterizza questa porzione del complesso sportivo. Tre grandi pilastri, in cemento armato con base a croce e sezione a profilo variabile, sostengono ciascuno un piano di copertura a pianta quadrata incavata di lato 30 m, sempre in cemento armato.



*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
Stadio del Nuoto
prospetti della soluzione definitiva*

37 Inizialmente le piastre di copertura dovevano essere in cemento armato come i pilastri. Ma vista l'impossibilità di rispettare i tempi alquanto stretti per la realizzazione dell'intera struttura, Pier Luigi Nervi affida a Gino Còvre lo studio e la realizzazione delle piastre in acciaio. Tale soluzione consentì infatti l'abbattimento dei tempi di realizzazione e quindi il rispetto della data di consegna dell'opera. Per ulteriori approfondimento vedi C. Chiorino, *Palazzo del Lavoro*, in C. Chiorino, C. Olmo (a c. di), *Pier Luigi Nervi*, cit., pp. 168-173.

Con un'altezza complessiva di 18 m, questi tre pilastri a fungo, definiscono l'accesso ovest allo Sports Centre.

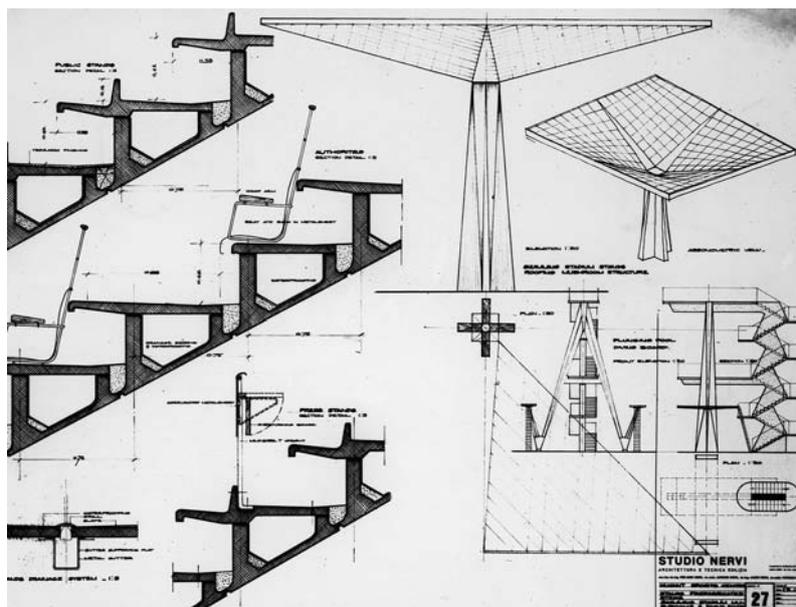
Immediato è il rimando ai grandi pilastri del Palazzo delle Esposizioni di Torino dove un insieme di 16 piastre quadrate di 20 m di lato definisce la grande sala ipostila. Con i suoi 20 m di altezza, ogni pilastro ha una sezione variabile che dalla forma a croce della base varia fino ad assumere la sezione circolare alla sommità. La struttura delle grandi piastre quadrate è in metallo ed è sostenuta da un insieme di travi poste a raggiera.³⁷

La concezione delle piastre di copertura e i pilastri, per entrambi i progetti, è quanto mai simile.

Nel ricorso a progetti analoghi, Pier Luigi Nervi introduce costantemente elementi di variazione, quasi sempre nel tentativo di introdurre nelle proprie sperimentazioni una sorta di continua variazione sul tema. Ed ecco che nel caso della piastra di copertura per lo stadio del nuoto, il solaio incavato è generato sullo sviluppo di quattro travi a sezione rastremata, posti in parallelo con la base a croce del pilastro, e raccordati al profilo orizzontale della esigua sezione di bordo.

La copertura con il sistema pilastro-piastra, dopo la realizzazione del Palazzo del Lavoro, trova un ulteriore riscontro nello studio per il Cultural and Convention Center di Norfolk. Un sistema di due pilastri, sempre a sezione variabile, sostiene una piastra quadrata di 10 m di lato e connota l'ingresso al centro culturale.

*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
Stadio del Nuoto
particolare delle tribune
della piastra di copertura
e del trampolino dei tuffi*



38 Mentre l'impostazione planimetrica della doppia tribuna contrapposta per il campo da calcio e per la piscina è già stata ampiamente descritta nel paragrafo relativo allo *Stadio*, la soluzione prevista per la copertura della doppia tribuna merita un ulteriore approfondimento.

Le dimensioni di questo progetto sono modeste, ma se si esclude l'elevazione dei pilastri, i rapporti di proporzione con gli altri progetti citati, sono simili.

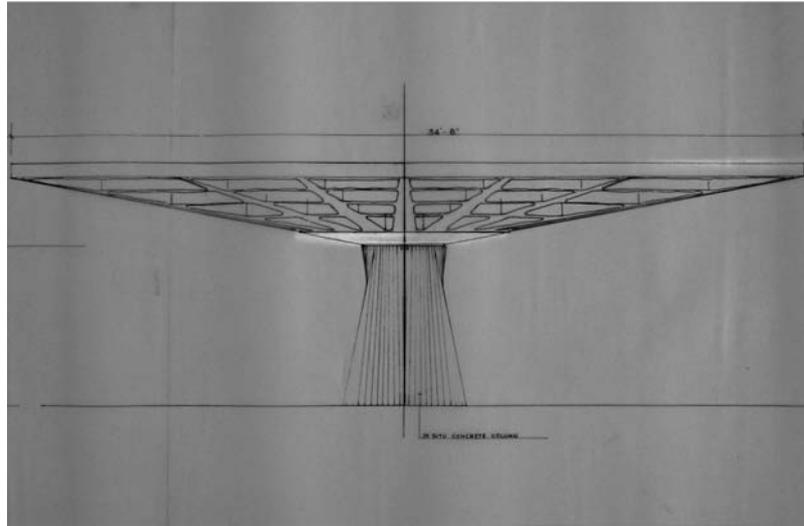
L'altezza complessiva del "portale d'ingresso" non raggiunge i 4 m, ma è interessante confrontare lo studio del solaio di copertura. Solaio che, in questo caso, sembra derivato direttamente dal sistema con le travi disposte a raggiera della copertura metallica del Palazzo del Lavoro.

L'uso del ferrocemento rende però necessario il ricorso a un insieme di travi d'irrigidimento, parallele ai bordi.

Questa soluzione, a doppio asse di simmetria, caratterizza la vista dell'intradosso del solaio di copertura che assume il tipico aspetto del solaio nervato.

Diverse sono le analogie che accompagnano l'elaborazione dello stadio del nuoto del Kuwait Sports Centre. Le tribune contrapposte affacciate rispettivamente sulla piscina principale e su quella amatoriale, negli elaborati iniziali contemplavano una soluzione differente, sia per l'impostazione planimetrica sia per la copertura.³⁸

In primo luogo la sezione della tribuna presenta due diverse soluzioni: probabilmente la prima soluzione contemplava uno sbalzo differente per le due tribune, maggiore per quella dello stadio e minore per quella della piscina. Invece nella soluzione datata 17 ottobre 1960, presumibilmente successiva alla proposta asimmetrica, la dimensione dello sbalzo è identica per entrambe le tribune.



*Williams and Tazewell
P.L. Nervi e A. Nervi
Cultural and Convention Center
Norfolk Virginia 1965-71
studio del portale d'ingresso*

251

39 L'edificio per la tribuna e il Club-house «si svolge su pianta rettangolare. Lungo il lato maggiore si stende la Club-house con quattro piani fuori terra e copertura a terrazza praticabile. Sul lato lungo opposto si svolgono le tribune, a due ordini sovrapposti, coperte da una pensilina larga m 51. La pensilina è a doppio sbalzo, quello anteriore, sopra le tribune, di m 28, quello posteriore, che copre parzialmente la terrazza del Club-house, di m 7. L'ossatura portante è in cemento armato, la pensilina è prevista sia in cemento armato che in alluminio. La capienza complessiva dei vari ordini è di 10 000 posti». Scheda descrittiva del progetto in A. Pica, *Pier Luigi Nervi*, cit., p. 25.

La sezione della copertura della tribuna, a prescindere dalla due diverse soluzioni, rimanda al progetto della Tribuna e Club per l'ippodromo Liberty Bell Park, Philadelphia (1961). Con una luce libera di 28 m e un profilo a sezione variabile, la copertura della tribuna del Liberty Bell Park si caratterizza per la rastremazione delle nervature superiori, analogamente a quanto già sperimentato con la copertura dello stadio Flaminio.³⁹

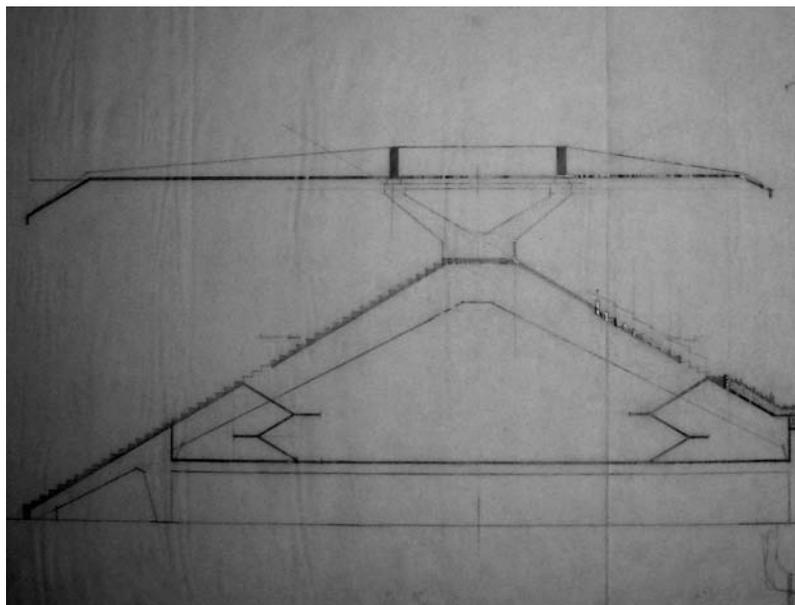
L'elemento di maggior assonanza è sicuramente la piega terminale del bordo della copertura a "becco di civetta", anche se, come spesso accade nell'elaborazione della sezione di riferimento, le variazioni sul tema si configurano come costanti dell'operato di Nervi, quasi a voler perseguire il perfezionamento della sezione stessa.

E se la luce libera degli sbalzi nei suoi progetti assume sempre maggiore rilevanza, è la sperimentazione di nuovi materiali come l'alluminio, estranei alla consolidata tradizione dello Studio Nervi circa l'uso del ferrocemento, a porsi in maggiore rilievo.

Si può ipotizzare che anche per la copertura della doppia tribuna Nervi avesse optato per l'alluminio, in considerazione della forte similitudine tra le sezioni del Liberty Bell Park e del Kuwait Sports Centre.

La diversa configurazione planimetrica e la volontà di separare fisicamente l'impianto dello stadio olimpico da quello dello stadio del nuoto sono probabilmente le motivazioni

*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
Stadio del Nuoto
studio preliminare struttura
di copertura delle tribune*



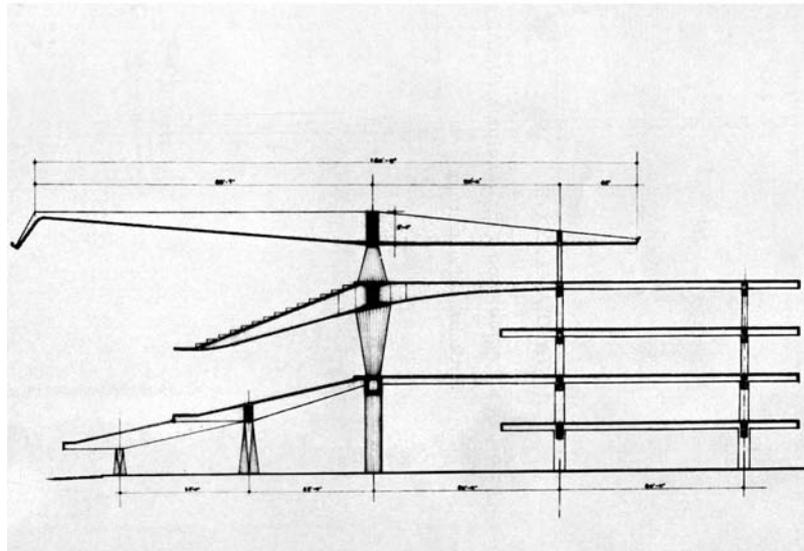
⁴⁰ Cfr. copialettere d'archivio. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

che hanno indotto Pier Luigi Nervi ad abbandonare questa soluzione a favore della copertura con il sistema dei tre pilastri a fungo. Configurazione che è stata influenzata sicuramente dalle indicazioni di bando e dalla volontà di contenere i costi complessivi dei singoli impianti.⁴⁰

Nella proposta dello stadio del nuoto si evidenzia inoltre lo studio per il trampolino in cemento armato.

L'analisi della sua struttura è interessante dal punto di vista compositivo: con un sistema a doppia "V" rovesciata a sezione variabile, sui bordi esterni trovano collocazione due trampolini simmetrici posti a 3 m di altezza, mentre a metà e sulla sommità della "V" rovesciata sono posizionati i restanti due trampolini, posti rispettivamente a 5 e 10 m di altezza. In pianta la lettura della sezione mostra come il sistema statico sia definito da tre setti rettangolari che sostengono tutta la struttura: due laterali a ridosso dei trampolini minori e uno centrale posto in asse con la scala. Le rampe della scala, ancorate al setto centrale in cemento armato, sono a sbalzo e raccordate da un pianerottolo di giro circolare.

Particolarità del setto centrale è l'articolazione della parete di elevazione che risulta inclinata, al fine di rendere indubbiamente più dinamico il prospetto laterale ma soprattutto per rispettare il principio fondamentale dell'operato di Pier Luigi Nervi sullo svuotamento della sezione ove le forze sono nulle, in ossequio alla corretta impostazione statica col minimo uso di materiale.



*P.L. Nervi e A. Nervi
Ippodromo Liberty Bell Park
Philadelphia Pennsylvania 1961
sezione*

⁴¹ Data presunta.

⁴² C. Greco, *Pier Luigi Nervi*, cit., p. 123.

Pier Luigi Nervi si era già cimentato nella progettazione e realizzazione di trampolini.

La prima occasione professionale di sperimentazione è quella relativa al Circolo del Golf dell'Ugolino a Firenze (1934-35),⁴¹ su progetto dell'architetto Gherardo Bosio

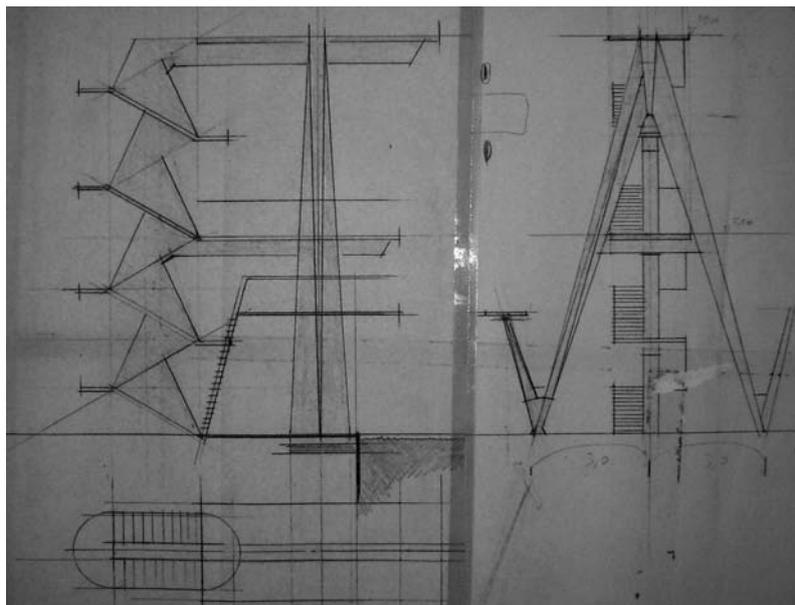
per il quale Nervi progetta le strutture e realizza la costruzione con la sua impresa. Grazie a questo ruolo l'ingegnere trova il modo di inserire il carattere del suo già riconoscibile stile nel piccolo trampolino della piscina: un mirabile cammeo in cui sono applicati alcuni di quei concetti strutturali che verranno ripresi e sviluppati in futuri progetti, come la continuità tra lo sbalzo e l'attacco a terra, oppure la fondazione eccentrica che bilancia, invisibile, i carichi e le sollecitazioni.⁴²

L'eleganza della forma è ottenuta, in questo progetto, attraverso il ricorso alla sezione variabile delle mensole in cemento armato.

Analogamente alle strutture del Circolo del Golf dell'Ugolino, Nervi è chiamato da Attilio Lapadula a collaborare alla progettazione e realizzazione delle strutture per lo stabilimento balneare Kursaal al Lido di Castelfusano (1950).

La paternità del progetto si deve all'architetto Lapadula, il quale inventa un'articolata struttura per i tuffi, affidando a Pier Luigi Nervi e all'impresa Nervi & Bartoli l'onere dell'esecuzione. La struttura che si eleva per un'altezza di 10 m, si sviluppa secondo una forma circolare posta in verticale, rinforzata a sua volta da nervature che sostengono le piattaforme per i tuffi e le relative rampe di risalita.

*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
Stadio del Nuoto
studi per il trampolino*



⁴³ Per ulteriori approfondimenti vedi S. Mornati, *Lo stabilimento Kursaal di Lapadula e Nervi*, Gruppo Mancosu Editore, Roma 2007.
⁴⁴ Ivi, p. 42.

La disposizione delle nervature d'irrigidimento assume anche la funzione iconografica di citazione della lettera K, iniziale dello stabilimento marittimo.⁴³

L'obiettivo di rendere ancora più scenografico un evento sportivo già di per sé spettacolare è offerta dalla possibilità che più atleti possano effettuare contemporaneamente l'esibizione. Ecco quindi che il castello dei tuffi può diventare una struttura più articolata, con le piattaforme non allineate sulla verticale ma sfalsate. La presenza delle incastellature più alte, quelle per i tuffi da 7,5 o 10 m, diventa un attributo di qualità delle piscine e le distingue da altre che ne sono prive conferendo a queste una maggiore importanza, poiché diventano visibilmente adatte all'addestramento o allo svolgimento di campionati.⁴⁴

Trattandosi di un insolito schema strutturale Nervi commissiona a Lapadula la realizzazione di un modello per approfondire lo studio tensionale della struttura.

Lo studio di tale modello consente a Nervi di apportare alcune modifiche geometriche, tra cui principalmente quella di modificare l'appoggio della pedana intermedia a una quota di 5 m rispetto a quella prevista di 7,5 m.

Va segnalata inoltre l'eccezionalità della struttura del trampolino del Kursaal.

La struttura portante è in tubolari metallici, vista la necessità di proteggere le strutture metalliche dall'azione corrosiva della salsedine marina, e considerata la complessità geometrica dell'insieme, il ricorso a tradizionali casseforme per il getto in calcestruzzo risultava impraticabile in termini di costo e di effettiva eseguibilità.



*A. Lapadula e P.L. Nervi
Stabilimento balneare Kursaal,
Lido di Castelfusano 1950
trampolino*

255

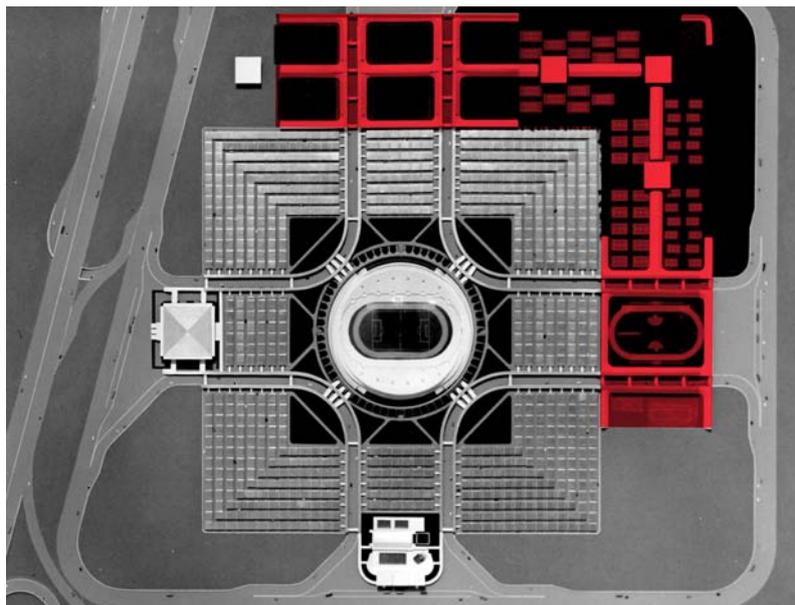
45 Ivi, p. 84.

Pier Luigi Nervi ricorre ancora una volta al ferro-cemento col quale riveste l'intera struttura metallica.

Le sagome sinuose delle parti che compongono il trampolino plasmate sul rigido traliccio metallico, con i loro morbidi spigoli e l'esilità delle sezioni, sarebbero state irrealizzabili con qualsiasi altro sistema costruttivo e conferiscono una straordinaria leggerezza ad un oggetto che ha, comunque, 10 m di altezza. Nella trasposizione strutturale Nervi interpreta la 'forma' ideata da Lapadula che, così trattata, conserva il suo astratto rigore geometrico, non tradisce alcuna fatica fisica, non sembra pesare sul terreno ma è semplicemente adagiata.⁴⁵

L'esperienza maturata in questo progetto fu evidentemente significativa per il successivo sviluppo della proposta di progetto per l'impianto del Kuwait, anche se i risultati formali risultarono assolutamente eterogenei.

*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
Zona di pratica sportiva*



⁴⁶ L'esempio più eloquente è senza dubbio lo stadio Flaminio di Roma con le sue cinque palestre e la piscina coperta.

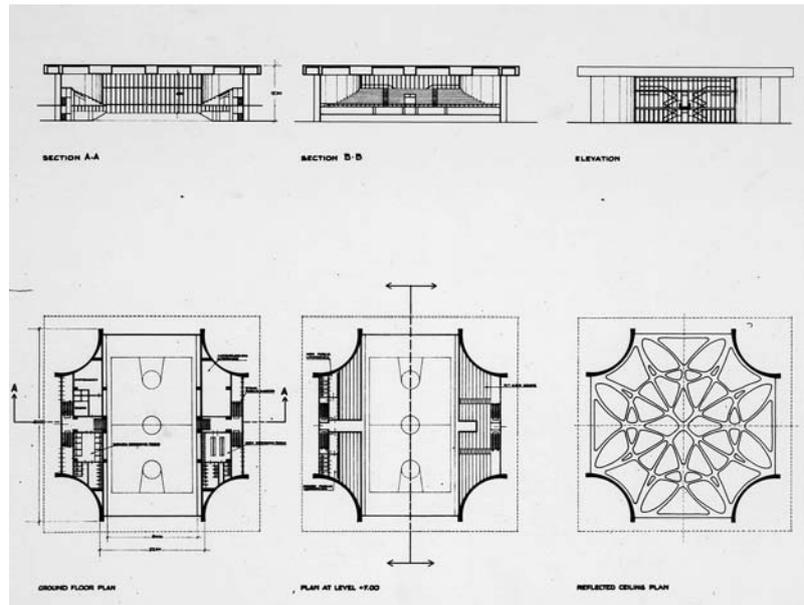
Zona di pratica sportiva

Il settore dedicato ai campi di allenamento, collocati intorno a uno dei vertici del complesso sportivo, è caratterizzato da un orientamento degli stessi con l'asse longitudinale lungo l'asse Nord-Sud, vista la possibilità di utilizzare gli impianti in qualunque momento della giornata.

Questa configurazione consente, secondo le indicazioni della relazione di progetto, oltre alla previsione di successivi ampliamenti, una comoda e rapida connessione tra gli spogliatoi e i campi da gioco.

Le tribune per gli spettatori sono collocate in adiacenza ai campi da gioco principali, e collegate tra loro attraverso un sistema di sovrappassi pedonali, consentono una circolazione continua dei pedoni in piena autonomia rispetto al sottostante traffico veicolare.

I locali spogliatoi, previsti sotto le tribune, potranno essere sviluppati e ampliati in tempi differenziati secondo le diverse esigenze funzionali. Diversi sono i progetti nei quali Pier Luigi Nervi definisce tutta una serie di locali ricavati nell'intradosso delle tribune.⁴⁶ Alcune delle tribune sono accostate l'una all'altra a formare delle gallerie coperte, utili in caso di pioggia o forte insolazione, per differenti attività sportive quali footing e ginnastica. In prossimità dei differenti campi di allenamento sono previste quattro palestre, ciascuna della capienza di circa 900 spettatori, da utilizzarsi per gli allenamenti e per le diverse attività ginniche.



*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
Zona di pratica sportiva
piante prospetto sezioni
della palestra*

47 Questo tipo di solaio è già stato ampiamente sperimentato nei diversi progetti, a partire proprio da quello per il Lanificio Gatti a Roma.

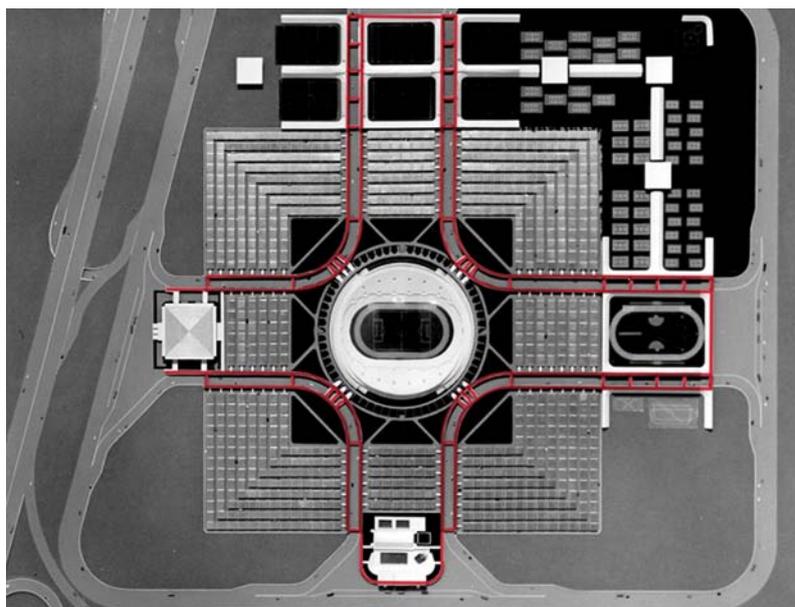
48 La dotazione iniziale prevista per le diverse attività sportive nelle aree attrezzate contempla: 1 stadio per atletica leggera con 9000 posti a sedere; 2 campi da hockey; 2 campi da football; 2 campi da rugby; 1 campo da baseball; 24 campi da pallavolo; 16 campi da basket; 14 campi da tennis; 1 zona per lo sport equestre suddiviso in maneggio e percorso ippico. Dalla relazione di progetto. Nervi-Pro/230. MAXXI.

Di forma pressoché quadrata con lato di 40 m, con doppio asse di simmetria, le palestre pongono in rilievo una configurazione atipica rispetto alla vasta produzione dello Studio Nervi. I quattro vertici del quadrato della pianta sono incavati secondo lo sviluppo di un quarto di cerchio, riducendo l'ampiezza dei singoli fronti alla misura di 23,5 m. All'interno trovano collocazione due tribune contrapposte con relativi sottostanti servizi, quali locali spogliatoi, deposito, servizi igienici e infermeria.

Le tribune che vanno rastremando in altezza, secondo lo sviluppo della curva dei muri perimetrali, sembrano non assicurare un adeguato campo visivo agli spettatori posti agli estremi delle file più alte delle tribune, soprattutto per quanto riguarda le porzioni terminali del campo da gioco.

Le ampie vetrate disposte a ridosso delle due tribune segnalano l'accesso e le scale di distribuzione ai diversi livelli degli spalti, garantendo simultaneamente un'adeguata illuminazione all'interno dell'impianto. La sovrastante piastra di copertura mantiene la forma quadrata con uno sviluppo per lato di circa 44 m. Il solaio di copertura è definito secondo le nervature disposte lungo le isostatiche dei momenti principali.⁴⁷ L'immagine che ne deriva acquista notevole valore formale richiamando lo stile ornamentale degli arabeschi, tipico del contesto kuwaitiano. L'altezza complessiva della palestra è di 12,5 m, mentre lo sbalzo di copertura consente un adeguato ombreggiamento.⁴⁸

*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
Percorso pedonale sopraelevato*



49 Secondo la descrizione della relazione di progetto: «Il parcheggio è studiato in maniera da indurre l'automobilista a percorrere quanta più strada possibile in automobile, in modo da ridurre al minimo il percorso pedonale e trovarsi l'auto in posizione privilegiata per l'uscita del parcheggio stesso. Questa caratteristica dovrebbe garantire un ordinato flusso di riempimento e successivo svuotamento del parcheggio stesso». Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

La viabilità e il percorso pedonale sopraelevato

Il percorso pedonale sopraelevato, posto ai lati della viabilità carrabile principale a una quota di 3,5 m, collega e distribuisce tutti i singoli impianti del complesso sportivo.

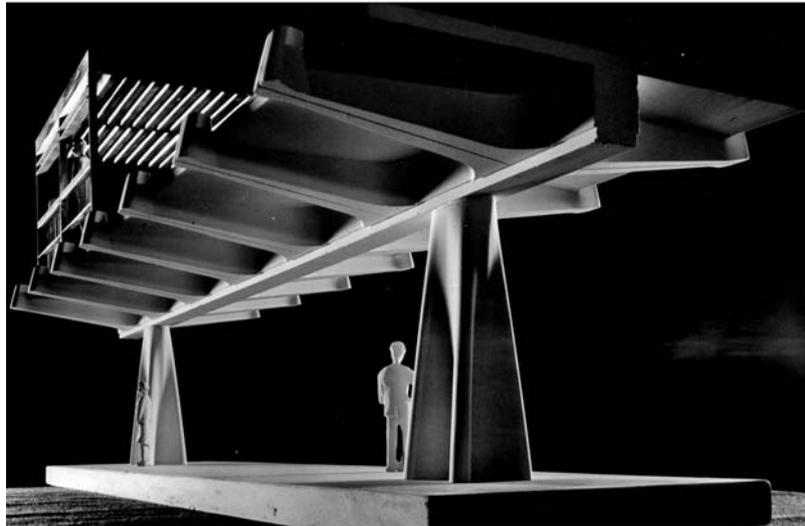
Con il suo doppio sistema di distribuzione, opportunamente collegato da diverse passerelle di attraversamento poste a una quota di 4,75 m, permette la connessione tra i diversi ambiti e i parcheggi di pertinenza, garantendo un'adeguata separazione dei diversi flussi pedonali e veicolari.

La suddivisione dei parcheggi in quattro settori mira a razionalizzare il traffico.⁴⁹

Lo studio dei percorsi è opportunamente documentato da una tavola di progetto che illustra la distribuzione attraverso un sistema viario ad anelli. Il percorso pedonale sopraelevato è sostenuto da un insieme di pilastri in cemento armato, a sezione variabile, posti ad interasse costante di 10 m.

La base del pilastro è a pianta cruciforme con orientamento dei suoi bracci a 45° rispetto all'asse longitudinale. La sommità del pilastro, in analogia con molti altri progetti dello Studio Nervi è a forma circolare. Una trave continua a sezione rettangolare sorregge un sistema di doppie mensole con profilo a elle rovesciata, anch'esse a sezione variabile sul quale s'impone un piano di calpestio, formato presumibilmente da una soletta in ferrocemento. La larghezza complessiva del percorso pedonale è di 5 m.

*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
Percorso pedonale sopraelevato
modello con tettoia in
lamelle di alluminio*



259

⁵⁰ Dalla relazione di progetto. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

Una tettoia in lamelle di alluminio, a sezione rettangolare, impostata su pilastri sempre in alluminio, completa la dotazione del percorso. Mentre negli elaborati di progetto e nel plastico generale le tettoie del percorso sopraelevato e quelle del parcheggio risultano debitamente illustrate, la relazione di progetto specifica che:

Anche le leggere coperture metalliche, a protezione delle automobili al parcheggio, previste in alluminio anodizzato potranno non essere costruite, o costruite in un secondo tempo senza variare con questo l'essenza architettonica e distributiva dell'impianto.⁵⁰

Le immagini relative al plastico del percorso sopraelevato, mostrano chiaramente come la tettoia in alluminio vada considerata come elemento aggiuntivo e assolutamente indipendente rispetto al percorso pedonale. Pur tuttavia considerando come abituale, per lo Studio Nervi, la ricerca continua della soluzione economicamente più vantaggiosa, la scelta di rendere queste proposte eseguibili in tempi diversi se non addirittura la loro eliminazione, rileva, in un ambito come quello del concorso di progettazione, la debolezza delle diverse scelte di progetto. Anche il percorso pedonale sopraelevato, come già evidenziato per gli altri impianti sportivi del Kuwait Sports Centre, si rifà a soluzioni formali già adottate dallo Studio Nervi in altri progetti.

Pur trattandosi di un viadotto per il traffico veicolare, il viadotto di Corso Francia, realizzato a Roma nel 1960,

V. Cafiero A. Libera A. Luccichenti
V. Monaco L. Moretti e P.L. Nervi
Viadotto di Corso Francia
Roma 1960



51 In occasione delle Olimpiadi di Roma sono indette una serie di gare per la costruzione d'impianti e infrastrutture. Su cinque opere in appalto Pier Luigi Nervi si aggiudica ben quattro opere: il Palazzetto dello Sport (1956-57) con Annibale Vitellozzi; lo Stadio Flaminio (1957-59) con Antonio Nervi; il Palazzo dello Sport (1958-60) con Marcello Piacentini, e appunto il viadotto di Corso Francia. Il progetto è realizzato con la collaborazione di Vittorio Cafiero, Adalberto Libera, Amedeo Luccichenti, Vittorio Monaco e Luigi Moretti. Tutte le opere sono state realizzate dalla Soc. Ingg. Nervi & Bartoli. Per ulteriori approfondimenti vedi: *Il viadotto di Corso Francia a Roma*, in "Casabella-Continuità", n. 246, dicembre 1960, pp. 20-25.

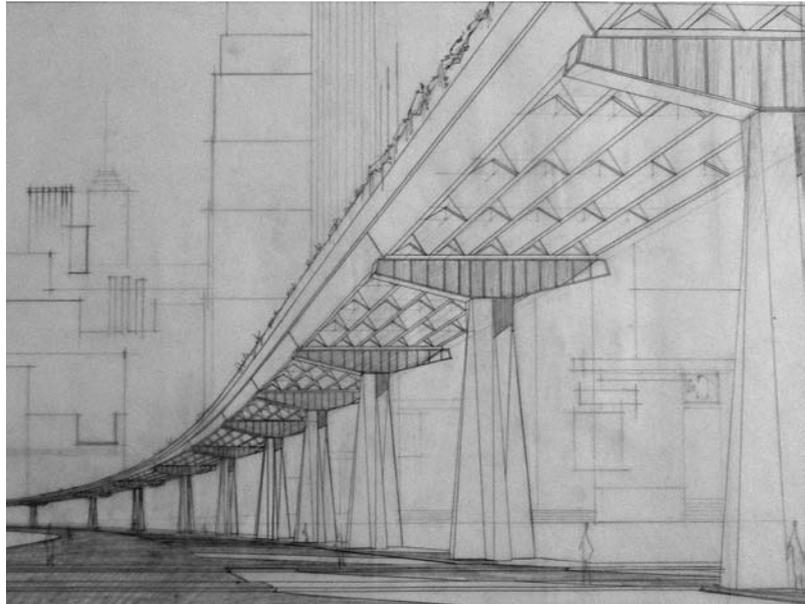
52 Ivi, p. 20.

53 Il successo delle opere olimpiche per Roma 1960 consolida ulteriormente la fama dell'ingegnere a livello internazionale. È dei primi anni sessanta lo studio preliminare per un viadotto in acciaio commissionato dalla industria siderurgica californiana Kaiser Steel. I riferimenti formali e le analogie, analogamente a quanto documentato con il progetto del percorso pedonale sopraelevato del Kuwait Sports Centre, si rifanno esplicitamente alle esperienze maturate con il progetto e soprattutto con il cantiere di Corso Francia. Lo studio preliminare dei viadotti riguardava l'Embercadero Viaduct a San Francisco e il Fort Sutter Viaduct a Sacramento. Per entrambi i progetti Nervi studia sia una soluzione in acciaio che in cemento armato. Per approfondimenti vedi A. Bologna, *Pier Luigi Nervi: rapporti statunitensi inesplorati 1952-1979*, cit., pp. 1120-1129.

contiene in larga misura le scelte formali e strutturali successivamente adottate nel progetto per l'impianto del Kuwait Sports Centre.⁵¹ In particolare le corrispondenze riguardano la composizione del viadotto con due sedi stradali sopraelevate, a sviluppo parallelo, distanziate di circa 5 m e collegate tra loro con passerelle pedonali ogni 48 m. I pilastri di sostegno delle due sedi stradali sopraelevate

[...] hanno forma variabile secondo una superficie rigata che unisce i punti omologhi della sezione di sommità costituita da un rettangolo con quella di base a sezione cruciforme dimensionata in modo da fornire il necessario momento resistente.⁵²

I pilastri nel caso del viadotto sostengono delle mensole a sezione variabile che a loro volta supportano una serie di travi a "V" in ferrocemento, lunghe 16 m e parzialmente precomprese. La sezione a "V" è direttamente derivata, quale ulteriore processo di sviluppo e affinamento, dai "conci d'onda" utilizzati per il Palazzo dello Sport di Roma. Trattandosi di ambiti differenti le corrispondenze tra il progetto romano e quello per il Kuwait Sports Centre si limitano a questi elementi. Eppure ancora una volta lo Studio Nervi dimostra di attingere a un bagaglio di elementi strutturali già collaudati in precedenti cantieri, sperimentando successivi affinamenti alla ricerca della forma migliore, sia sotto il profilo statico sia sotto quello formale.⁵³



P.L. Nervi
*Studi preliminari di viadotti e
sopraelevate per la Kaiser Steel*
1962-63

261

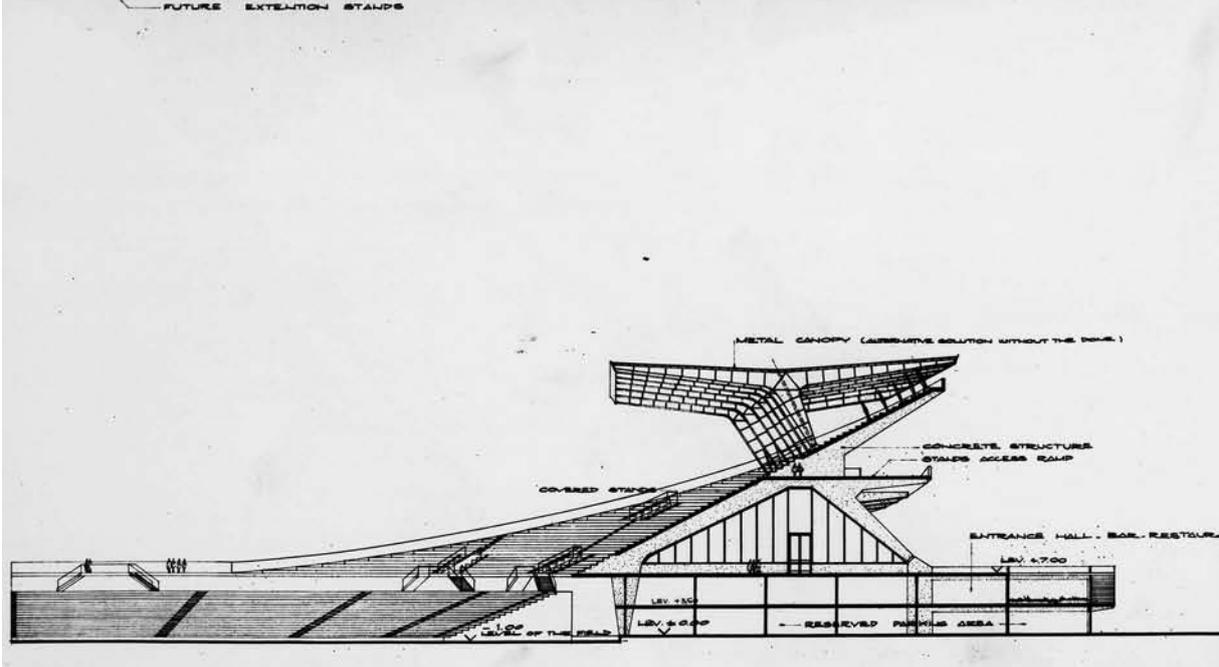
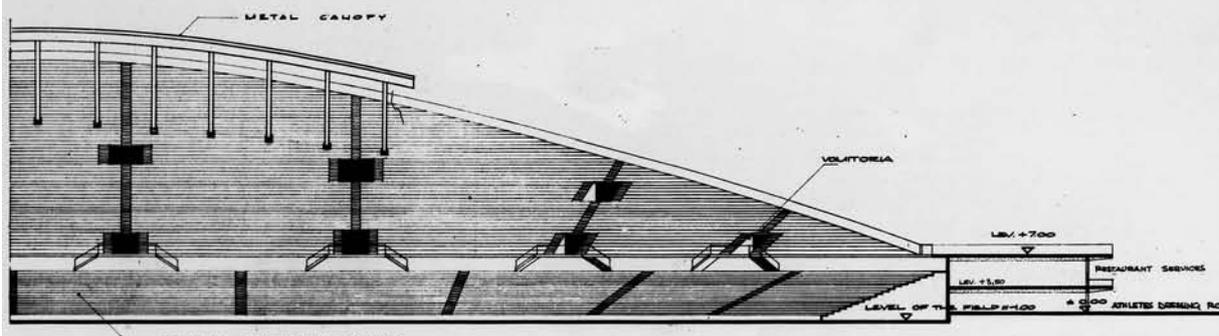
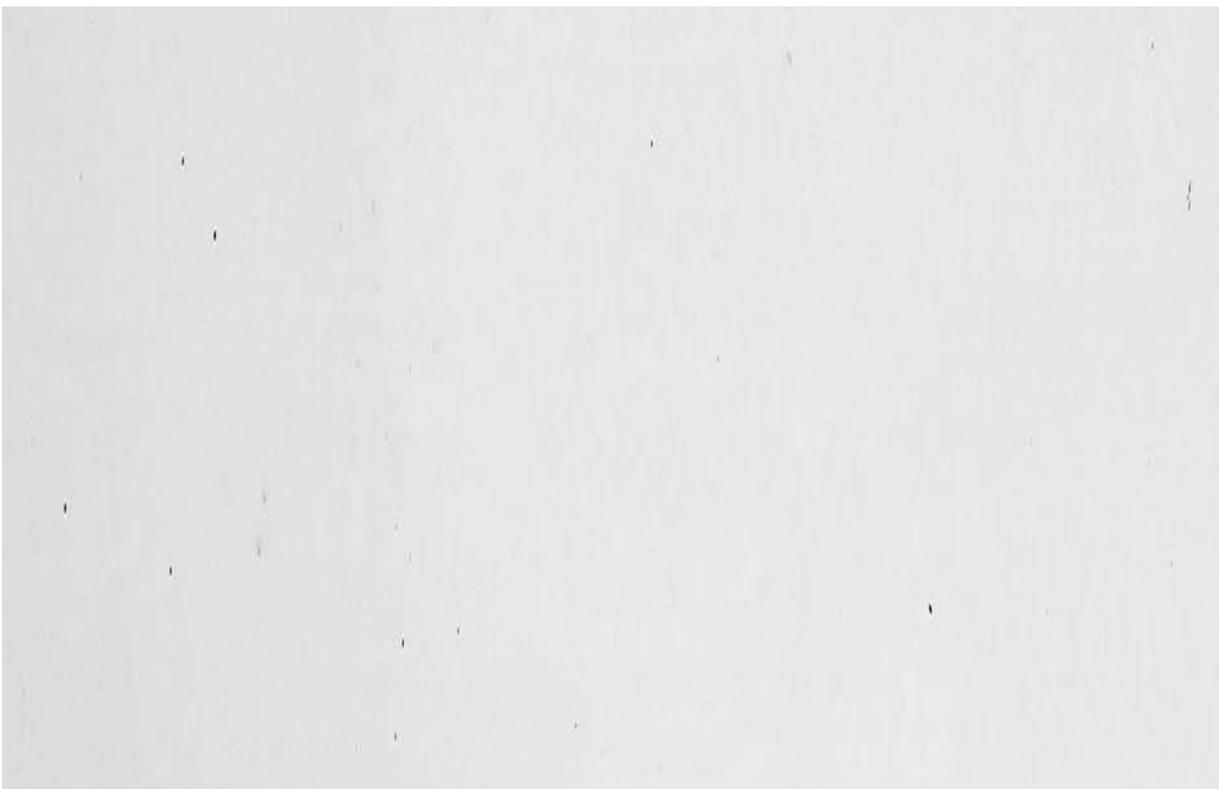
54 A partire dal testo *Scienza o arte del costruire?* Pier Luigi Nervi pone grande attenzione ai temi della corretta impostazione statica, della funzionalità e soprattutto dell'economia di un progetto. Tali questioni saranno continuamente riaffermate nei diversi scritti, in particolare nei testi *Costruire correttamente* e successivamente in *Aesthetics and Technology in Building*.

Anomalia della norma

Pur nella coerenza di una continuità di forme già sperimentate in precedenza, Pier Luigi Nervi nel progetto di concorso per lo Sports Centre, propone l'utilizzo di un materiale sostanzialmente estraneo alla sua tradizione costruttiva: una cupola trasparente sostenuta da una serie di travi reticolari in metallo. Il progetto, articolato e complesso, sembra contraddire i principi costruttivi di razionalità, economia e funzionalità che hanno sempre contraddistinto le opere e gli scritti di Pier Luigi Nervi.⁵⁴ Il Kuwait Sports Centre si configura come progetto di crisi, al punto da scardinare gli schemi consolidati che hanno sempre distinto l'operativa razionalità dello Studio Nervi. Una serie di anomalie contraddice lo sviluppo di questo progetto.

Prima anomalia: la proposta di progetto per lo stadio olimpico con copertura a cupola deve essere considerata una variante al progetto che può funzionare anche senza la stessa. Il bando di concorso richiedeva uno stadio olimpico con capienza di circa 60 000 posti a sedere, di cui solo una parte dovevano essere necessariamente coperti. La relazione di progetto chiarisce le motivazioni di tali scelte:

La soluzione presentata e illustrata sia dai disegni che dal plastico prevede una grande cupola di circa 300 m di diametro che copre il grande stadio sportivo. Questa soluzione, studiata per permettere al pubblico di utilizzare gli impianti anche durante i mesi estivi, deve essere considerata come una variante al progetto che infatti funziona perfettamente anche senza la cupola. Infatti come si



*P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
stadio olimpico
soluzione alternativa
senza la copertura a cupola*



*P.L. Nervi
Stadio Comunale
Novara 1963-73*

55 Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

56 Lo stadio comunale, realizzata dall'Impresa Nervi & Bartoli in seguito a un appalto concorso bandito dal Comune di Novara, è firmato da Antonio Nervi quale progettista dell'intera opera insieme allo Studio Nervi. L'impianto sportivo comprende lo stadio da calcio con una capienza complessiva di 25 000 posti, a cui si aggiunge la dotazione di diversi servizi, tra cui palestre, spogliatoi, uffici e servizi igienici, il tutto collocato sotto le tribune.

potrà vedere dai disegni e dal plastico, questa è completamente indipendente dalle strutture portanti lo stadio e le necessarie attrezzature di servizi e potrà anche essere costruita eventualmente in un secondo tempo. Noi pensiamo che questa soluzione possa essere di grande interesse sia architettonico che funzionale perché è sempre possibile sia utilizzarla come previsto e cioè una grande copertura la quale eliminando l'irraggiamento diretto del sole e quindi creando un ambiente in ombra facilita l'utilizzazione durante i mesi estivi, sia chiudendo con vetrate le aperture appositamente lasciate aperte per avere una naturale ventilazione dell'ambiente e condizionando il tutto avere la soluzione tecnicamente e funzionalmente ineccepibile.⁵⁵

La soluzione alternativa proposta, rispetto alla valenza formale della copertura a cupola, è alquanto modesta al punto da sembrare non studiata. Una copertura metallica, disomogenea rispetto al profilo parabolico della tribuna, protegge parte della tribuna longitudinale.

La conformazione della pensilina metallica di copertura richiama ancora una volta schemi consolidati nella tradizione costruttiva di Pier Luigi Nervi. I pilastri inclinati sorreggono il sistema di copertura a doppio braccio. Il profilo della sezione è come sempre a sviluppo variabile, con uno spessore maggiore a ridosso dei punti di appoggio e minore nelle parti estreme dello sbalzo. Il materiale utilizzato, secondo l'indicazione riportata nell'elaborato grafico, è metallo. Non è chiaro se si tratta di acciaio oppure alluminio. Si riscontra comunque che la copertura di parte degli spalti è realizzata con un profilo del tutto simile al progetto realizzato per lo stadio di Novara (1963-73).⁵⁶

La soluzione della copertura in metallo, adottata per la realizzazione di questo progetto, si rivela come novità nella produzione dello Studio Nervi.

Prima dello stadio di Novara sono solo due le opere realizzate che includono la presenza simultanea del cemento armato e dell'acciaio: il Palazzo del Lavoro di Torino e la Cartiera Burgo di Mantova.

Mentre per questi progetti fattori temporali ed esigenze tecniche impongono la presenza simultanea dei due materiali, per lo stadio di Novara, questa impostazione, sembra ricoprire il carattere di pura scelta formale.

Il periodo temporale esistente tra la progettazione e la realizzazione dello stadio novarese, soprattutto la fase di cantiere, sostanzialmente contemporanea alla progettazione del concorso per il Kuwait, evidenzia come le strategie progettuali maturate, siano immediatamente recuperate e adattate ai nuovi progetti, come appunto quello per lo stadio olimpico. Mentre nel progetto per lo stadio di Novara l'inclinazione dei pilastri di sostegno della copertura segue l'inclinazione dei pilastri d'appoggio delle tribune, secondo una corretta impostazione dell'equilibrio delle forze, analogamente a diversi altri progetti, nel caso del Kuwait la sezione mostra, inequivocabilmente, come questo equilibrio, sia dal punto di vista statico che formale, non sia conseguito. L'armonia delle forme, l'armonia delle parti, il fluire sapiente delle forze verso il sistema di fondazione è disatteso in questa proposta, che come la definisce Nervi, deve intendersi come alternativa. Alternativa che non convince e che sembra mettere in discussione anche la soluzione della copertura a cupola.

Se la lettura della sezione non convince, dal punto di vista formale, analogamente anche il prospetto della tribuna non sembra trovare un felice riscontro nella soluzione proposta.

L'ambito del concorso, e non di un incarico diretto, deve far riflettere sul fatto che di prassi non si sottopongono al giudizio della giuria soluzioni diverse, almeno che non siano espressamente richieste dal bando. In questo caso il bando richiedeva solo una copertura di parte delle tribune.

La soluzione di ripiego si configura come tentativo maldestro e quanto mai frettoloso di soddisfare le richieste minime del bando, anche se quello che emerge e che, forse, nemmeno gli autori erano così convinti della copertura a cupola. Il risultato conseguito, dalla presentazione della doppia

57 Il sistema fa riferimento all'utilizzo del ferrocemento nella prefabbricazione strutturale.

58 La società è l'unica ad essere in grado di realizzare i progetti dello Studio Nervi. Le maestranze della società sono altamente specializzate nell'applicazione della prefabbricazione strutturale in ferrocemento.

59 La lettera datata 25 febbraio 1969, è confermata da Pier Luigi e Antonio Nervi. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

soluzione, è un indebolimento complessivo della strategia progettuale.

Quali sono dunque le reali motivazioni che spingono Pier Luigi e Antonio Nervi a proporre due soluzioni per la copertura dello stadio olimpico?

Va premesso che Nervi ha sempre contraddistinto la propria pratica professionale nella scelta di soluzioni formali dettata da una corretta soluzione statica, funzionale ed economica. Ed era proprio l'economia delle sue soluzioni che gli ha permesso, attraverso il cosiddetto "Sistema Nervi"⁵⁷ l'aggiudicazione di numerose commesse tramite la società di costruzioni Ingg. Nervi & Bartoli.⁵⁸

Questa strategia dell'economia e fattibilità della costruzione, è una regola che Nervi persegue costantemente nei cantieri italiani. L'economia e la fattibilità tecnica sono questioni inderogabili quando l'onere della costruzione spetta alla sua impresa, poiché vanno sempre rispettati i tempi, i costi e soprattutto va salvaguardato il contenimento delle spese.

L'idea di costruire correttamente non trova riscontro all'estero. Principalmente perché la propria impresa non lavora all'estero, al massimo si limita alla formazione delle maestranze locali per la corretta esecuzione dei numerosi brevetti delle strutture in ferrocemento. Quando Pier Luigi Nervi è chiamato all'estero, i suoi committenti richiedono il suo "stile", la sua impronta stilistica. Non pretendono da Nervi una costruzione economica, bensì richiedono la "firma" sull'opera da realizzare, perché il nome dell'ingegnere possa essere speso quale miglior pubblicità nel mondo.

Del resto lo stesso Nervi, per i cantieri all'estero, non tenta nemmeno di avere il controllo della produzione, si limita, per modo di dire, a trasmettere i caratteri della sua notevole capacità di modellare il cemento armato, che l'hanno reso progettista di fama internazionale. Vale il principio della riconoscibilità dell'opera.

La soluzione della cupola proposta per il Kuwait va dunque in questa direzione. Nervi non ricerca la soluzione più economica, semmai quella più esaltante.

Nella lettera di accompagnamento indirizzata al Ministry of Plannig,⁵⁹ relativo alla consegna del progetto preliminare, Nervi rileva come questo progetto con la cupola da 300 m di diametro diverrebbe la più grande al mondo, poiché all'epoca la più grande, sempre secondo quanto scrive Nervi:

IO NERVI
DOTT. ING. PIERLUIGI NERVI
ET. ARCH. ANTONIO NERVI
DOTT. ING. MARIO NERVI
DOTT. ARCH. VITTORIO NERVI

ARCHITETTURA E TECNICA EDILIZIA
00196 ROMA - LUNGOTEVERE ARNALDO DA BRESCIA, 9 - TEL. 380.841

February 25th, 1969.

Mr. Ahmad Duaij,
Director-General,
The Planning Board,
Kuwait, Arabian Gulf.

Dear Sir,

Following your welcome invitation dated July 29th, 1969 and September 11th, 1969, we have the pleasure of sending you the preliminary project for the Sports Center.

The project which we propose is demonstrated by drawings and a model and a report.

We wish to draw your attention to the fact that the project also foresees the construction of two works which may be eliminated without altering in any way the functional or distributive characteristics of the Center.

These works are :

- (a) the covering to the car parking area
- (b) the large dome covering the main stadium.

These works have been foreseen by us in order to prolong the utilization of the Center during the warmest months.

It is however evident that the realization of these works can be totally eliminated or may be postponed in time owing to the relevant incidence of their cost in the economy of the scheme.

We would like to point out that the dome of the main stadium would be the largest to exist in the world. At the present day the largest is that of the Astrodome of Houston (USA) which is 368 ft. smaller in diameter than that proposed by us.

The preliminary design of the dome has been developed by us in collaboration with Vickers Ltd. Co.

./.

STUDIO NERVI

PROF. DOTT. ING. PIERLUIGI NERVI
DOTT. ARCH. ANTONIO NERVI
DOTT. ING. MARIO NERVI
DOTT. ARCH. VITTORIO NERVI

ARCHITETTURA E TECNICA EDILIZIA

00196 ROMA - LUNGOTEVERE ARNALDO DA BRESCIA, 9 - TEL. 380.841

- 2 -

Should this alternative solution be taken into consideration by you, there would be a direct arrangement and contract between the Vickers company, independently of our studio, and the Government of Kuwait.

We include a preliminary cost estimate of the project in which we have made clear the cost of the basic solutions (A+B) and separately the cost of the works proposed in variation, that is the covering to the car parking area (C) and the covering to the main stadium. (D)

We hope sincerely that our project will meet your approval, in that we would be extremely proud to participate in the realization of one of the most qualified Sports Centers in the world.

Yours faithfully,



Pier Luigi Nervi

Antonio Nervi

60 L'importo complessivo stimato riferito all'anno del progetto (1968), secondo una nota dello studio, è pari a \$ 180 milioni, equivalenti a circa 12 miliardi di Lire italiane. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

268

era «l'Astrodome di Houston con i suoi 112 m di diametro, di molto inferiore a quella proposta da noi». Come sempre traspare in Nervi una costante vocazione al monumentale. Sempre nella stessa lettera, Pier Luigi Nervi rileva come l'alto costo della copertura possa prevedere o l'eliminazione o una sua realizzazione in un secondo momento.

Analogamente anche le leggere coperture in alluminio anodizzato, previste per la protezione delle automobili nel parcheggio, potranno non essere costruite o eventualmente realizzate in un secondo tempo, senza pregiudicare, secondo le parole dello stesso Nervi, l'essenza architettonica e distributiva dell'impianto.

Nella relazione di progetto non si fa alcun riferimento alla soluzione con copertura metallica della tribuna in sostituzione della copertura a cupola. Le uniche tracce sulla soluzione alternativa sono dunque riferite a questa lettera di accompagnamento e alla relativa tavola di progetto.

La lettera specifica inoltre la suddivisione della stima dei costi in due macro punti: nel primo la sistemazione urbanistica e le relative infrastrutture, nell'altro l'analisi dei costi dei singoli impianti sportivi. In calce sono indicati l'importo per la copertura del parcheggio e la cupola per lo stadio. L'importo complessivo delle lavorazioni, escluse queste ultime, ammonta a 8 milioni di Kuwaiti Dinars.

Il costo delle lavorazioni suppletive ammonta a 4,2 milioni di Kuwaiti Dinars, e se si considera che il costo presunto dello stadio ammonta a 1,43 milioni, il costo della sola cupola è praticamente il doppio con un valore di 2,85 milioni di Kuwaiti Dinars.⁶⁰ Questa lettera conferma ulteriormente le contraddizioni della strategia adottata dallo Studio Nervi: da un lato le immagini del plastico, con la sua cupola trasparente, e le stesse tavole di progetto restituiscono l'eloquenza di una proposta dal carattere fortemente evocativo, legato alla possibilità di rendere il complesso sportivo celebre in tutto il mondo per la scala delle sue proporzioni; dall'altro lato la discrezionalità della realizzazione dell'opera nella sua totalità o di alcune sole parti.

Seconda anomalia: la cupola trasparente.

È particolarmente complesso comprendere le motivazioni di una scelta progettuale come questa della cupola trasparente. In considerazione della posizione geografica, visti gli sbalzi termici che nel periodo estivo possono raggiungere i 50° C,



*Wilson Morris Crain and Anderson
Astrodome
Houston Texas 1960-65*

61 La società Vickers Limited con sede a Swindon, Inghilterra, che annovera tra le sue consociate la British Aluminium Company Ltd., si occupa di applicazioni nel campo dell'ingegneria civile, navale e aerospaziale. Sorta nel 1894, in seguito all'acquisizione dei diritti di produzione dell'alluminia (ossido di alluminio), nel 1959 il controllo di parte della società passa alla Reynolds Metals di Richmond, Virginia (U.S.A.).

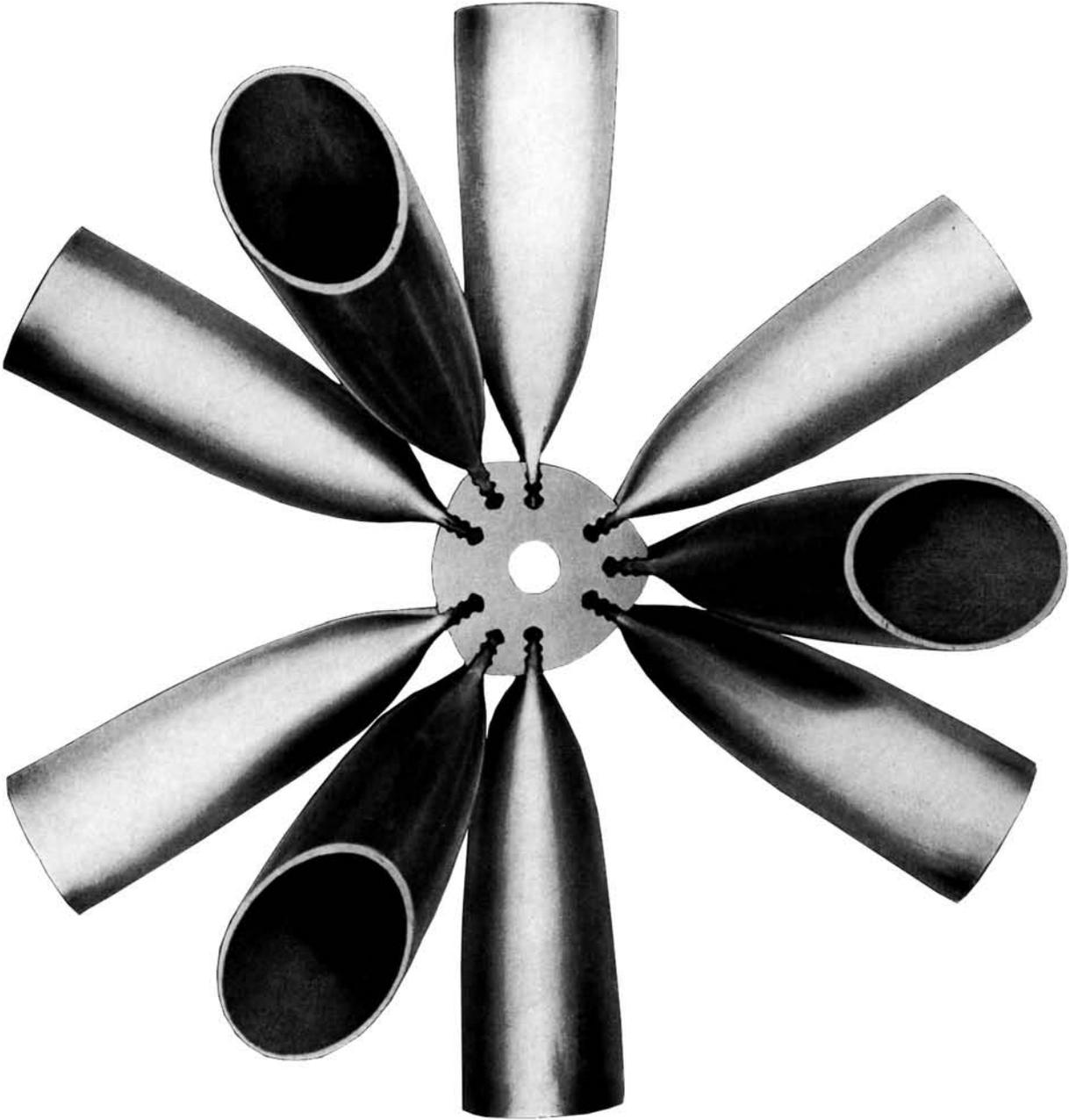
immaginare di utilizzare una schermatura a tendaggi mobili, tra l'altro sistemati all'interno del vetro e quindi inadeguato a garantire una corretta protezione dall'irraggiamento solare, appare certamente un grave errore progettuale. Ne consegue che il surriscaldamento del volume interno della cupola comporta un considerevole dispendio di energia per il suo condizionamento.

E anche volendo ipotizzare una ventilazione naturale, grazie all'effetto camino, generato attraverso l'apertura dell'oculo della cupola, così come lo descrive Nervi nella relazione di progetto, difficilmente si può ipotizzare di garantire un livello minimo di benessere.

Le perplessità legate a questa impostazione progettuale vanno soprattutto rapportate al sistema strutturale di sostegno della cupola stessa.

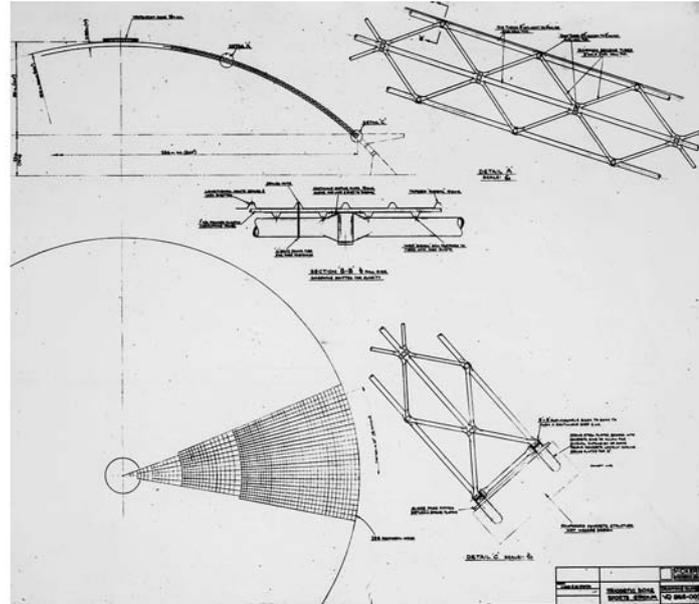
Riferendosi alla tradizione costruttiva dello Studio Nervi, legata quasi esclusivamente a soluzioni in ferrocemento, risulta singolare il ricorso a un sistema di copertura a elementi radiali spaziali in alluminio, secondo il brevetto *Triodetic system* della società Vickers Limited Swindon.⁶¹

Il Triodetic system, di derivazione aerospaziale, inventato in Canada, è un sistema reticolare spaziale, che sfruttando l'utilizzo di un giunto meccanico, senza l'ausilio di rivetti, viti o saldature connette nel nodo le diverse aste che compongono il sistema reticolare. In sostanza si tratta di un mozzo estruso che contiene degli slot seghettati in cui saranno inserite le



Triodetic system
particolare del nodo

P.L. Nervi e A. Nervi
Kuwait Sports Centre
Kuwait City 1968-69
stadio olimpico
schema della struttura
reticolare della cupola



62 La relazione di calcolo a firma della Vickers, datata febbraio 1969, si compone di 7 pagine e risulta allegata alla relazione generale dello Studio Nervi. Nervi-Pro/230. MAXXI.

aste da collegare che sono state in precedenza formate a freddo. La preparazione delle aste e dei nodi avviene in officina, semplificando le operazioni di assemblaggio in cantiere. I nodi disponibili con slot da 4, 6, 8 o 9 disposti in posizione angolare in multipli di 30° o 45° consentono la creazione di una vasta gamma di forme strutturali.

Con un raggio di curvatura di 189 m la struttura reticolare in alluminio del Kuwait, conformata a tre bracci collegati tra loro con aste diagonali, s'innesta nell'anello di bordo in cemento tramite piastre di acciaio. La connessione, secondo la relazione di calcolo della Vickers,⁶² tiene conto delle dilatazioni termiche e delle sollecitazioni relative. In sommità un foro di 18 m di diametro dovrebbe garantire una ventilazione naturale. Il rivestimento in materiale plastico trasparente rastremato secondo il raggio di curvatura completa la sezione della struttura reticolare.

La tavola di progetto con il disegno dei nodi, i particolari e le relative specifiche sono forniti direttamente dalla Vickers. Riguardo questa parte di progetto, lo Studio Nervi si limita a far proprio il disegno fornitogli, limitandosi a inserirlo all'interno del proprio cartiglio ma lasciando comunque l'indicazione della paternità dello studio alla Vickers.

Quali sono le motivazioni che inducono lo studio a valutare nuove ipotesi costruttive accantonando le soluzioni strutturali in ferrocemento della copertura a cupola, per le quali Nervi ha dimostrato grande padronanza e grazie alle quali

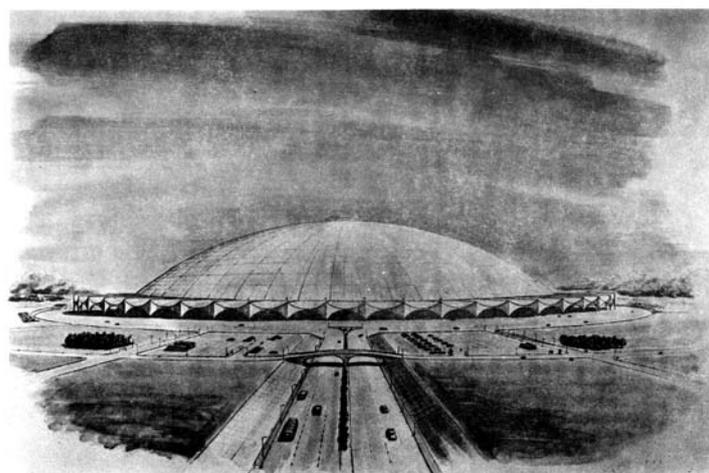


FIG. 1. SPORTS STADIUM



*Vickers Limited Swindon
esempio di stadio olimpico con
l'impiego del nodo Triodetic system*

⁶³ Una possibile giustificazione all'introduzione di nuovi sistemi costruttivi, specialmente nell'ultimo decennio di attività dello studio, può essere motivata dal continuo avvicinarsi di giovani praticanti che hanno portato alcune novità, magari anche dall'estero, sia in chiave di materiali che di forme. Gli ultimi anni di attività dello studio non sono contrassegnati da progetti di particolare rilievo. Alla morte di Pier Luigi Nervi che avviene il 9 gennaio 1979, farà seguito la scomparsa del figlio Antonio. La morte di entrambi segna inevitabilmente la fine dello Studio Nervi che chiuderà i battenti nel 1981.

⁶⁴ Cartella P36, Nervi-Pro/115. *MAXXI*, Roma, Archivio Pier Luigi Nervi,

ha sbaragliato la concorrenza, aggiudicandosi gli appalti con importi nettamente inferiori rispetto ai concorrenti?

Il sistema di prefabbricazione, la possibilità di costruire grandi luci, l'economia del sistema strutturale sono indubbiamente alla base dei criteri utilizzati da Pier Luigi Nervi e dai suoi collaboratori per la scelta di tale sistema costruttivo.

Dal confronto dei diversi disegni preparatori è emerso come gli studi iniziali della copertura dello stadio olimpico prevedevano differenti soluzioni formali, ma che queste erano ancora prettamente rivolte all'uso delle onde di ferrocemento per la cupola. Pur avendo elaborato diversi progetti di notevoli dimensioni, le realizzazioni con copertura a cupola in ferrocemento si limitano ai soli Palazzo e Palazzetto dello Sport di Roma e al Palazzetto del Norfolk Arena, e che comunque la dimensione massima raggiunta è pari ai 100 m di diametro del Palazzo dello Sport.⁶³

Tentativi di utilizzare materiali e sistemi costruttivi trovano comunque riscontro nell'archivio dello Studio Nervi. Prima di questo progetto Pier Luigi Nervi si era già cimentato con l'idea di grandi coperture a cupola con diametri oltre i 300 m come appunto per l'ippodromo coperto di Richmond. La società che commissiona allo Studio Nervi la verifica preliminare della copertura in alluminio per l'ippodromo è la Reynolds Metals Company,⁶⁴ che ha tra le sue controllate proprio la società Vickers Limited Swindon, ed è forse questo una possibile giustificazione all'uso di un materiale e di una



Fig. E. Auditorium built in Mexico by Ing. Castano.

Vickers Limited Swindon
esempio di auditorium



Q.9165

65 La lettera, datata 18 Dicembre 1969, è indirizzata a C. Chester-Browne, manager della Vickers, Design & Procurement Division:

«Dear Mr. Chester-Browne, Your kind letter datet November 8th was a real surprise. As a matter of fact, for the project we are studying for the Kuwait Governement, we have foreseen a variant, im which the main stadium is covered by a dome of about 1000 ft. of diameter. We have already started studying the dome in reinforced concrete, but we think that Triodetic structure may be very interesting, because of its lower cost and its rapidity of construction. We would therefore be extremely glad to meet one of your collaborators in our office here in Rome within the first ten days of January, in order to discuss with him the project. You will certainly know that we must present the preliminary project at the end of February next and that consequently there will be only a month left for you prepare the study. We look forward to hearing from you soon. You sincerely, Mario Nervi». Nervi-Pro/230. MAXXI.

tecnologia sostanzialmente estranea al “modus operandi” dello Studio Nervi.

Da quanto si evince dai copialettere la Vickers Limited Swindon, venuta a conoscenza del concorso in atto per lo Sports Center, invia allo Studio Nervi copia di una brochure illustrativa sulle caratteristiche principali del *Triodetic system*, il tutto corredato da alcune realizzazione e illustrazioni di prototipi. La Vickers Limited Swindon offre la propria collaborazione allo studio di una cupola con il proprio sistema.

La reazione dello Studio Nervi è di grande sorpresa alla vista di questo nuovo sistema costruttivo, evidentemente ignoto a Pier Luigi Nervi e ai suoi collaboratori.

Nell'immediata lettera di risposta alla Vickers Limited Swindon, il figlio Mario comunica che lo studio stava già elaborando il progetto di una cupola da 300 m di diametro in cemento armato, ma la proposta di valutare lo studio della cupola con il *Triodetic system* è molto interessante, soprattutto se valutato in relazione al minor costo e alla rapidità di costruzione.⁶⁵

Lo Studio Nervi pertanto invita fattivamente la Vickers a collaborare alla stesura del progetto preliminare, anche se, come riporta sempre la lettera, il tempo a disposizione è alquanto ridotto, visto l'approssimarsi della data di consegna del progetto di concorso.

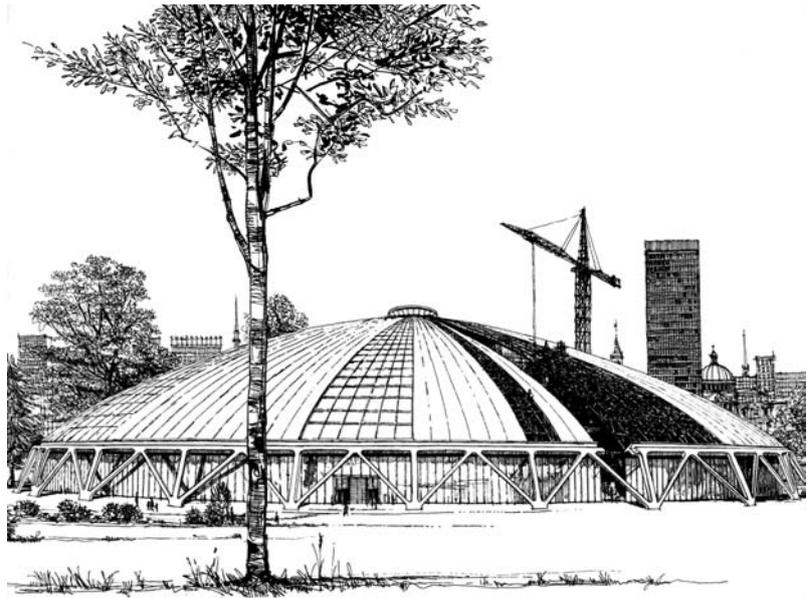
La prefabbricazione col Sistema Nervi non è dunque più competitiva? O la distanza geografica rende il controllo



66 FT DIAMETER DOME RESTAURANT

This dome constructed in aluminium alloy tube with cedarwood decking on steel purlins was constructed to provide an attractive restaurant as part of a service station near Toronto, Canada.

*Vickers Limited Swindon
esempio di copertura a cupola
per un ristorante*



*Vickers Limited Swindon
esempio di impianto sportivo con
l'impiego del nodo Triodetic system*

275

dell'intero processo costruttivo alquanto complesso? Le motivazioni possono essere molteplici. Evidentemente il Sistema Nervi della prefabbricazione strutturale con l'uso del ferrocemento si stava lentamente avviando al crepuscolo, soppiantato da nuovi materiali e sistemi di costruzione. Se la scelta di adottare quale sistema costruttivo quello della struttura in alluminio, risulta più economico del cemento armato, così come dichiara lo stesso Nervi, è tuttavia vero che la proposta della cupola con il Triodetic system rimane molto onerosa per l'economia dell'intero complesso sportivo, al punto di prevedere una sua possibile realizzazione in un secondo momento o addirittura la sua eliminazione.

Pier Luigi Nervi non rinuncia comunque alla possibilità di proporre una grande copertura a cupola, nonostante gli alti costi di realizzazione che lo stesso denuncia in maniera eloquente, anche se questa scelta formale contraddice i criteri di massima economia e razionalità, verso i quali ha dimostrato di porre sempre grande attenzione.

Gli anni sessanta sono anche gli anni della sperimentazione e delle avanguardie.

Si pensi agli Archigram con il loro progetto-manifesto a favore di una nuova idea di architettura legata al sistema della tecnologia modulare o allo stesso Buckminster Fuller che nel 1961 propone di coprire con un'immensa cupola geodetica l'isola di Manhattan a New York. Come afferma lo stesso Nervi in un'intervista televisiva:

⁶⁶ Pier Luigi Nervi: *la poetica della struttura*, dalla trasmissione televisiva *Incontri*, a cura di Gastone Favero, Archivio Teche Rai, data trasmissione 11.01.1969.

⁶⁷ La lettera, datata 7 novembre 1968, indirizzata a Mario Nervi è a firma di Alfonso Bagnulo. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

Non è più pazzesco pensare a delle città fatte a isole. Non è più pazzesco [...]. Ossia creare degli ambienti chiusi, chiusi però con passaggi di luce naturalmente, i quali poi potrebbero essere o adibiti anche ad abitazioni relativamente piccole con giardini, con ambienti protetti e lasciare la circolazione automobilistica al di fuori. [...] il mio pensiero va un po' più in là perché è probabile che fra qualche decina d'anni non i 300 m, ma non i 400 m ma anche i 500-600 m di luce allora pensando dei metalli possono essere coperti. Insomma la tecnica ha tante possibilità, ha infinite possibilità, ma le deve mettere a servizio. Prima di tutto non le deve mettere come finalità ma come mezzo per raggiungere qualche cosa, e nel campo dell'architettura la deve mettere come mezzo per raggiungere delle costruzioni che soddisfino le loro funzionalità, che nel limite della loro funzione siano economiche e che creano un ambiente serio, per me l'unica finalità è quella, un ambiente serio che serva di educazione per gli uomini.⁶⁶

Ed è sicuramente in questo clima che va rapportata la proposta di progetto per la grande cupola del Kuwait Sports Centre. Del resto Nervi non ha mai fatto mistero di rincorrere la possibilità di realizzare la cupola più grande del mondo.

Terza anomalia: Europe Études.

Dalla lettura della corrispondenza con la società francese Europe Études, società d'ingegneria specializzata nella consulenza gestionale e nella progettazione esecutiva nei settori delle infrastrutture e delle costruzioni, emerge come lo Studio Nervi affidi alla società transalpina, in caso di vittoria, il progetto esecutivo.

I primi contatti tra lo Studio Nervi e l'Europe Études avvengono in maniera indiretta grazie all'interessamento dell'ing. Alfonso Bagnulo, direttore della S.A.C.A.P. (Società per l'applicazione del cemento armato precompresso). Siamo ai primi di novembre del 1968, e la questione vede l'interessamento dell'ing. Mario Nervi a cui è rivolta la missiva del direttore della S.A.C.A.P.:

Egregio Ingegnere, [...] In merito a particolari punti di cui si parlò per una eventuale, e per ora ipotetica collaborazione tra la sua Impresa (ufficio Progetti) e l'Europe Études (Organizzazione della STUP di Parigi) devo aggiungere che, avendo occasionalmente riparlato con i miei amici della STUP, mi è stato confermato che l'Europe Études sarebbe in grado di accollarsi tutta la progettazione inerente alle strutture, siano esse in cemento armato, in cemento armato precompresso, in carpenteria di acciaio ovvero in legno, e inoltre lo studio di tutti gli impianti e installazioni sia sportive che accessorie (riscaldamento, impianto elettrico, ecc.). Quanto alla preoccupazione della distanza "geografica" tra i due uffici studi (Roma e Parigi) i miei amici fanno presente che l'attività della ripetuta loro Organizzazione si svolge – praticamente – in tutta l'Europa; e che sarebbero essi a prendere l'iniziativa di ogni più frequente incontro a Roma che fosse necessario stabilire per la migliore messa a punto della complessa progettazione.⁶⁷

68 La lettera è datata 13 novembre 1968. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

69 "Societe Technique pour l'Utilisation de la Precontrainte" ovvero società tecniche per l'utilizzo del calcestruzzo precompresso. Tale organismo, fondato a Parigi nel 1944, si poneva come obiettivo la diffusione delle invenzioni sul cemento armato precompresso di Eugène Freyssinet.

70 La lettera, indirizzata allo Studio Nervi, è firmata dal direttore J. Gaillard. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

71 Il Governo del Kuwait chiarisce che il nominativo di società esterne, con funzioni specialistiche e di supporto alla progettazione dello studio incaricato, in questo caso lo Studio Nervi, deve essere preventivamente inserito nel raggruppamento di concorso e che comunque resta subordinato al progettista capogruppo. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

72 La lettera è data 25 febbraio 1969 e porta in calce la firma di Antonio Nervi. Nervi-Pro/230. *MAXXI*.

La replica di Mario Nervi non si fa attendere:

Caro Ingegnere, [...] La sua proposta di collaborazione con l'Europe Études ci sembra molto interessante e vedremo di approfondire la cosa non appena conosceremo l'esito del concorso. Con l'occasione La informiamo che il Concorso prevede, oltre il progetto di massima, anche un preventivo orientativo di spese. Sarebbe per noi interessante avere un'idea dei costi di costruzione in Kuwait o meglio di tutto un parametro per poter trasformare il costo in Italia in costo in Kuwait. Può aiutarci in questo? La cosa non è eccessivamente urgente, in quanto come Lei sa dovremo presentare il ns/progetto a fine Febbraio 1969.⁶⁸

L'avvio dei contatti e dei presupposti di collaborazione con l'Europe Études, è quindi diretta conseguenza della richiesta di informazioni da parte della S.A.C.A.P. sui costi di costruzione in Kuwait.

L'Europe Études si configura dunque come società di servizi per la progettazione integrata nel campo dell'architettura e dell'ingegneria, essendo parte della STUP.⁶⁹

In seguito a ulteriori contatti, con una nota del 14 febbraio 1969,⁷⁰ la società Europe Études accetta la proposta di collaborazione dello Studio Nervi per le fasi successive del progetto di concorso.

Le condizioni che la società francese pone sono le seguenti: lo Studio Nervi predisporrà il progetto preliminare fino al dettaglio della scala architettonica; la società Europe Études provvederà a sua volta a sviluppare il progetto esecutivo, ivi compreso calcoli strutturali e computi metrici, sulla scorta del progetto preliminare presentato.

La ripartizione delle responsabilità è definita secondo le relative competenze. Sorprende, nella lettura dei successivi carteggi, che lo Studio Nervi e l'Europe Études avanzano nei confronti del Ministry of Planning dell'Emirato del Kuwait la proposta di una stipula separata degli eventuali incarichi, stabilendo uno svincolo totale dello Studio Nervi dalle fasi successive della progettazione e realizzazione.

La proposta non sarà accolta.⁷¹ Con grande rammarico dello Studio Nervi, viene comunicato all'Europe Études che la loro proposta non può, dunque, essere accolta.⁷²

L'esito negativo di tale richiesta sancisce l'interruzione dei rapporti di collaborazione. Lo Studio Nervi, sempre nella missiva, si dichiara dispiaciuto dell'impossibilità di proseguire nel rapporto di collaborazione, secondo le condizioni

imposte dall'Europe Études, augurandosi tuttavia di stabilire future nuove collaborazioni.

Il tentativo di collaborazione con l'Europe Études stupisce innanzitutto per il mancato accordo tra le parti, ma soprattutto perché Pier Luigi Nervi ha sempre mantenuto un rigoroso controllo sull'iter progettuale e sul processo realizzativo, almeno per i progetti che lo vedevano coinvolto come unico progettista. L'anomalia di fondo è indubbiamente legata a questo tentativo di snaturare tutto il processo organizzativo del progetto e del cantiere, del quale Nervi si è sempre fatto avanti, delegando lo sviluppo e la gestione del processo edilizio ad altre figure. Eppure questi sono gli anni nei quali lo studio elabora numerosi altri progetti, soprattutto all'estero, sviluppandone il progetto esecutivo e mantenendo il controllo del cantiere. Basti pensare all'Ambasciata d'Italia a Brasilia e al Good Hope Centre di Cape Town, Sud Africa. Quello che suscita maggior perplessità è che pur trattandosi di un concorso, e quindi dall'esito quanto mai incerto, lo Studio Nervi mette in pratica una serie di azioni tipiche di un incarico diretto: stima il costo dell'intero complesso desumendone il valore della parcella professionale; configura due soluzioni alternative, presupponendone eventualmente lo sviluppo differito nel tempo; contatta una società di ingegneria per lo sviluppo del progetto esecutivo.

Quarta anomalia: le schede progetto.

Lo studio era solito schedare i progetti secondo un rigido protocollo interno che prevedeva la messa in ordine di tutti i materiali. La classificazione era definita da: nome, località, anno, committente, dimensioni, funzione, costo, ruolo dello studio e breve descrizione. Per il progetto del Kuwait Sports Centre le schede progetto sono due: una in lingua italiana, l'altra in inglese. Apparentemente identiche, differiscono nella breve descrizione del progetto. Mentre nella versione italiana la descrizione si limita a elencare la composizione del complesso sportivo, la versione inglese fornisce una descrizione completamente differente:

il complesso sportivo prevede la realizzazione di una delle cupole più grandi al mondo mai progettata. La struttura, concepita in alluminio, ha caratteristiche tecniche derivate direttamente dall'ingegneria aerospaziale.

Un'altra caratteristica del progetto è l'ingegnoso sistema di climatizzazione, che sfruttando il differenziale di temperatura tra il giorno e la notte, tipico del clima locale, consente un elevato risparmio energetico.

NOME : Centro Sportivo

LOCALITA' : Kuwait

ANNO : 1968

COMMITTENTE : Ministero della Pianificazione - Kuwait

DIMENSIONI : 1.200.000 mq.

FUNZIONE : Attività sportive a livello olimpionico

COSTO : \$USA 180 milioni (1968)

RUOLO DELLO STUDIO : Architettura e ingegneria per il progetto di massima (1^a fase concorso internazionale)

DESCRIZIONE :
Il complesso sportivo è costituito :
- Campo di calcio e atletica completamente coperto
- Palazzo dello sport per pugilato, lotta, pallacanestro tennis e attività similari
- Campi e attrezzature esterni per allenamento
- Fabbricati per uffici direzionali, servizi e parcheggi generali coperti per il personale e il pubblico.

NAME : Sports Centre

LOCATION : Kuwait

YEAR : 1968

OWNER : Ministry of Planning Kuwait

SIZE : 1,200,000 sq. m.

FUNCTION : Indoor sports arena

COST : \$ USA 180 million (1968)

ROLE : Architects and engineers for the basic and preliminary project (international competition)

DESCRIPTION : The Project featured, among other things, one of the largest domes ever designed. The Structure, designed in aluminium, used many of the characteristics of aircraft engineering. Another feature of the project consisted in an ingenious system of energy saving climatization based on the difference of temperature between night and day typical of the local climate.

*Studio Nervi
Kuwait Sports Centre
scheda progetto
versione italiana
e inglese*

La descrizione in lingua inglese enfatizza il valore del progetto, o almeno ne rivela le intenzioni.

È singolare notare come l'attenzione sia posta alla "quantità" delle opere previste nella versione italiana, mentre nell'altra l'accento è posto sul primato della dimensione e l'innovazione tecnologica.

Il progetto riserva pertanto eccezioni che non riescono a inquadrare i principi ideologici e teorici posti a fondamento della concezione architettonica di Pier Luigi Nervi.

Bibliografia

Bowan N., Doherty C.A., Doherty K.M. (a c. di), *The Houston Astrodome*, Blackbirch Press, San Diego 1996.

Chiorino C., C. Olmo (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Architettura come sfida*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo 2010.

Colonnetti G., *La tecnica delle costruzioni: le pareti sottili*, Torino, Edizioni Scientifiche Einaudi 1957, Vol. III.

Desideri P., Nervi jr P.L., Positano G. (a c. di), *Pier Luigi Nervi*, Zanichelli, Bologna 1979.

Greco C., *Pier Luigi Nervi. Dai primi brevetti al Palazzo delle Esposizioni di Torino 1917-1948*, Quart Verlag, Lucerna 2008.

Heller R., Salvadori M. (a c. di), *Structure in Architecture*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs New Jersey 1963, trad.it., *Le strutture in architettura*, Etas Libri, Milano 1992.

Iori T., *Pier Luigi Nervi*, Motta Architettura, Milano 2009.

Iori T., Poretti S. (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Architettura come Sfida. Roma. Ingegno e costruzione*, Electa, Milano 2010.

Mariano F., Milelli G. (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Una scienza per l'architettura*, Istituto Mides, Roma 1982.

Mornati S., *Lo stabilimento Kursaal di Lapadula e Nervi*, Gruppo Mancosu Editore, Roma 2007.

Nervi P.L., *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Edizioni della Bussola, Roma 1945.

Nervi P.L., *Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate*, Hoepli, Milano 1955 (II ed. rivista e ampliata, Milano 1965).

Nervi P.L., *Nuove strutture*, Edizioni di Comunità, Milano 1963.

Nervi V., *La vela rossa*, Trauben, Torino 1997.

Pace S. (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Torino, la committenza industriale, le culture architettoniche e politecniche italiane*, Silvana Editoriale, Milano 2011.

Pica A., *Pier Luigi Nervi*, Roma, Editalia, 1969.

Salvadori M., *Why Buildings Stand Up*, W. W. Norton & Company, New York 1980, trad. it., *Perché gli edifici stanno in piedi*, Strumenti Bompiani, Milano 2010.

Storia dell'Ingegneria. Atti del 3° Convegno Nazionale, Cuzzolin, Napoli 2010, vol. II.

Trentin A., Trombetti T. (a c. di), *La lezione di Pier Luigi Nervi*, Bruno Mondadori, Milano-Torino 2010.

Iori T., Poretti S., *Le opere di Pier Luigi Nervi alle Olimpiadi di Roma del 1960*, in "Rassegna di architettura e urbanistica", nn. 121/122, gennaio-agosto 2007, pp. 105-119.

Iori T., *Un prototipo ripetibile e a buon mercato (Pier Luigi Nervi, Annibale Vitellozzi, Palazzetto dello Sport a Roma)*, in "Casabella", n. 782, ottobre 2009, pp. 51-66.

Kuwait Sports Centre, in "Architectural Design", v. 40, n. 3, 1970, pp. 134-137.

Moretti L., *Un progetto di Pier Luigi Nervi per un'aviorimessa a Buenos Aires*, in "Spazio", n. 1, luglio 1950, pp. 50-51.

Nervi A., Nervi P.L., *Il Palazzo dello Sport di Vienna*, in "Rassegna critica di architettura", n. 29, 1954, pp. 37-46.

Nervi P.L., *Il viadotto di Corso Francia a Roma*, in "Casabella-Continuità", n. 246, dicembre 1960, pp. 20-25.

Pierconti J.K.M., *Il Yoyogi National Gymnasium di Tange Kenzo: il Giappone delle Olimpiadi*, in "Casabella", n. 782, ottobre 2009, pp. 5-27.

283

Incontro con Pier Luigi Nervi dalla trasmissione televisiva *Incontri*, Archivio Teche Rai, data trasmissione 28.11.1961.

Pier Luigi Nervi: la poetica della struttura, dalla trasmissione televisiva *Incontri*, a cura di Gastone Favero, Archivio Teche Rai, data trasmissione 11.01.1969.

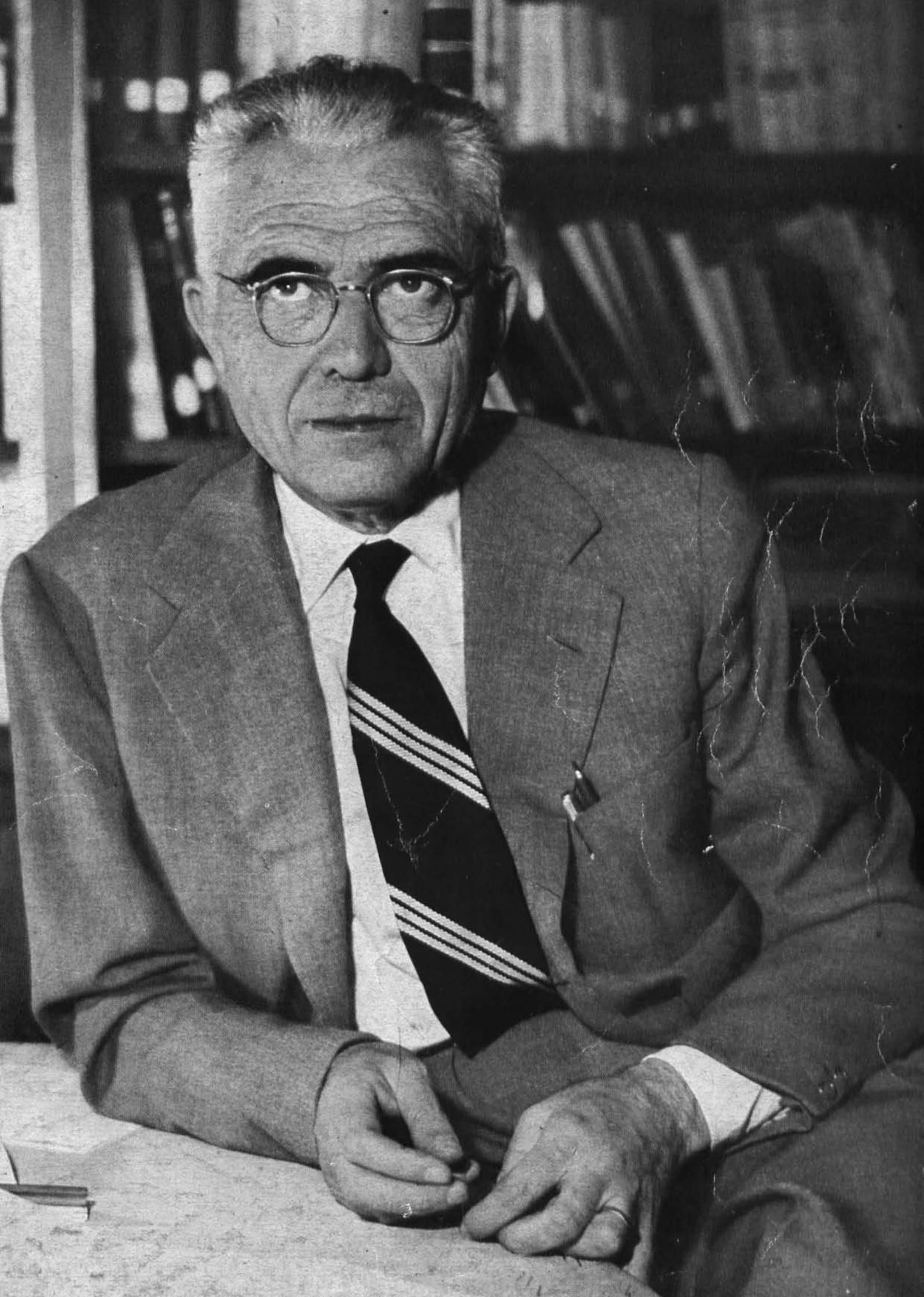
Ritratti contemporanei: Pier Luigi Nervi, dalla trasmissione televisiva *Ritratti contemporanei*, Archivio Teche Rai, data trasmissione 23.08.1960.

CSAC, Centro Studi e Archivio della Comunicazione, Università di Parma, Archivio Pier Luigi Nervi.

MAXXI, Museo Nazionale delle arti del XXI Secolo, Roma, Archivio Pier Luigi Nervi.

Alvar Aalto's Architecture <http://file.alvaraalto.fi>

Conclusioni



Conclusioni

Variazione sul tema

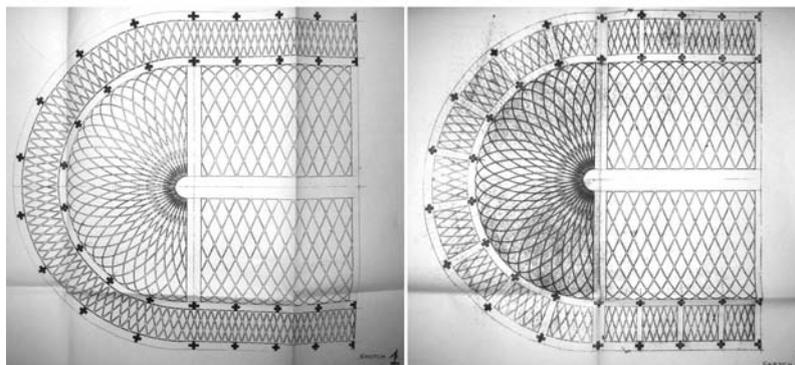
La sperimentazione ha sempre accompagnato l'attività professionale di Nervi nella continua ricerca di nuove soluzioni strutturali in grado di rinnovare l'esito formale dei propri edifici. La sperimentazione deve rapportarsi oltre alla variazione sul tema, alle applicazioni inedite di materiali sostanzialmente nuovi come il ferrocemento e l'alluminio.

Le forme base delle architetture di Nervi, specialmente per gli edifici con copertura voltata, sono riconducibili agli essenziali impianti basilicali e circolari, nell'ossequiosa rispondenza della forma-funzione e nell'ottimizzazione dei costi di costruzione. La sperimentazione è dunque funzionale al rinnovamento di un esito formale che risente di una certa ripetitività delle soluzioni planimetriche a doppia simmetria o a simmetria radiale.

Come ricorda Mario Nervi

In effetti mio padre detestava ripetere modelli e soluzioni già realizzate per non correre il rischio di imitare se stesso. Prendiamo ad esempio un Palazzetto dello Sport: c'è quello a pianta circolare di Roma, forse il più noto progettato in collaborazione con Vitellozzi. Uno con volta a botte per il Dartmouth College, uno con volta a crociera studiato con Antonio per il concorso del

Seely-Paget e P.L. Nervi
 Ampliamento cattedrale
 Portsmouth Inghilterra 1964-68
 soluzione 1 e 2 nervature



1 M. Nervi, L'insegnamento professionale e universitario di P.L. Nervi, in L. Ramazzotti (a c. di), *Nervi oggi: scritti dalle mostre e dai convegni*, Kappa, Roma 1983, pp. 66-67.

2 La breve introduzione che accompagna il fascicolo dei principali lavori dello studio sintetizza il pragmatismo di questo procedimento: «L'attività dello Studio Nervi è caratterizzata dall'opera del suo fondatore Ing. Pier Luigi Nervi, ispirata al principio di una fondamentale unità degli aspetti formali e tecnico-costruttivi della moderna edilizia. Su queste basi e per la spinta del rapido e costante sviluppo della tecnica, che investe la progettazione e la realizzazione di un moderno edificio, lo Studio Nervi è stato organizzato in due sezioni: la sezione di architettura e la sezione di ingegneria, operanti in stretto collegamento con le imprese costruttrici. Tale organizzazione e collegamento rende possibile lo sviluppo integrale dei progetti, in considerazione di tutti gli aspetti architettonici, statici e tecnologici della costruzione e consente allo Studio di controllare gli aspetti tecnico-esecutivi in ogni fase della progettazione stessa. Lo Studio si avvale infatti di tale strutturazione fortemente integrata, per promuovere studi e ricerche che dalla fase teorica, sviluppata nell'ambito del proprio organismo, vengono nella maggior parte dei casi sottoposti a verifica nel quadro delle attività realizzative delle imprese. Si conseguono così vuoti nelle fasi progettuali, vuoti in quelle esecutive, risultati altamente produttivi e particolarmente aderenti alle esigenze della moderna attività del costruire. In questo fascicolo lo studio Nervi presenta una parte del lavoro - progetti e realizzazioni - prodotto in questi ultimi anni. La scelta è stata suggerita dal desiderio di fornire una visione generale dei problemi tecnici e tipologici affrontati, mescolando realizzazioni, progetti ed idee al fine di rendere chiaro e completo il panorama degli interessi e delle possibilità dello Studio». *Studio Nervi. Progetti dal 1950 al 1971*, a cura dello Studio Nervi, s.e., Roma 1971.

CONI per palestre e piscine tipo. C'è quello con volta a padiglione annesso al Salone Agnelli di Torino, destinato a Palazzo del Ghiaccio. Sosteneva che la fantasia era illimitata e pertanto lo stesso tema lo stimolava a trovare soluzioni formalmente diverse. [...] perché il Palazzo dello Sport di Kassel ha una copertura piana? Unicamente perché l'ultimo in senso anagrafico e le dimensioni non consentivano di coprirlo con una volta a vela. Penso che fatta anche questa in un'occasione che lo avesse consentito, avrebbe detto: basta con i Palazzetti! È un tema che non mi diverte più!¹

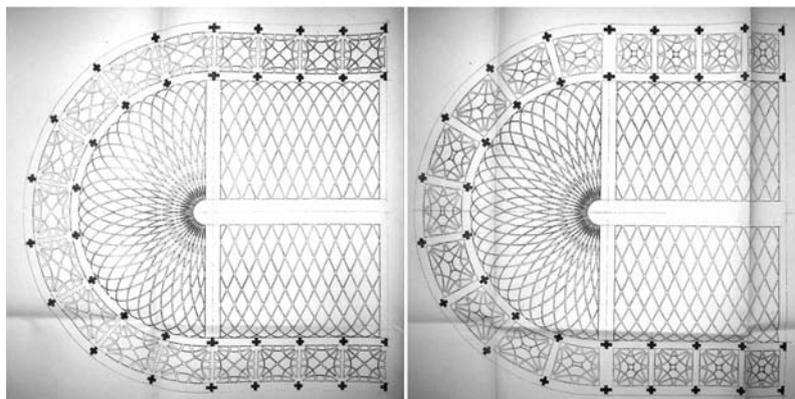
Eppure la ripetizione di modelli consolidati, sia nell'impostazione del sistema di copertura, sia nel sistema dell'attacco a terra, riflette quello che era il modo di procedere dello Studio Nervi.

Anche dove le soluzioni proposte assumono il carattere di novità, in realtà si cela un precedente tentativo di attuazione. I diversi impianti del complesso sportivo per il Kuwait Sports Centre documentano in maniera univoca questo metodo: la riproposizione di elementi formali e strutturali ampiamente collaudati è garanzia per Nervi di assoluto controllo del processo realizzativo.²

Del resto le sperimentazioni sulla soluzione strutturale ottimale si sono ampiamente esaurite intorno ai primi anni sessanta. Da quel momento in avanti ogni nuova progettazione era indissolubilmente conseguenza di una precedente esperienza progettuale.

Nervi al riguardo conferma il proprio giudizio sul concetto di *Modello e imitazione*:³

*Seely-Paget e P.L. Nervi
Ampliamento cattedrale
Portsmouth Inghilterra 1964-68
soluzione 3 e 4 nervature*



3 P.L. Nervi, *Critica delle strutture. Modello e imitazione*, in "Casabella-continuità", n. 227, maggio 1959, pp. 50-51.

4 *Ibid.*

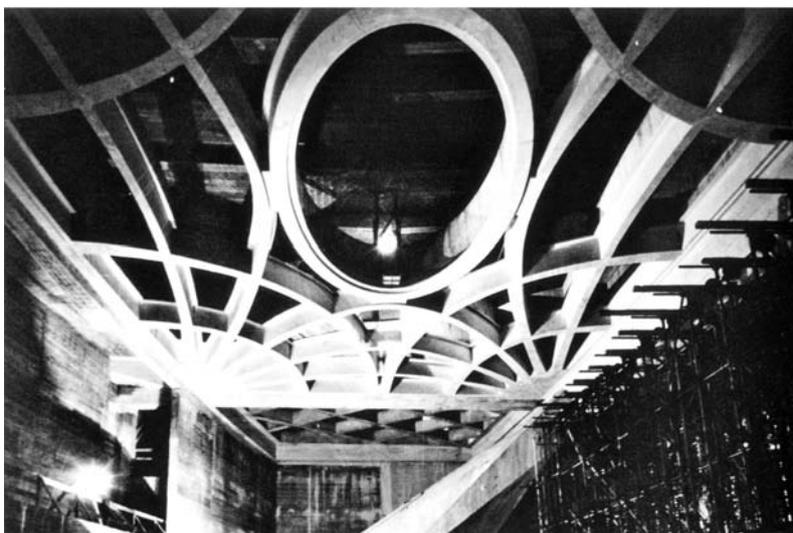
5 Il progetto, non realizzato, prevedeva la collaborazione di Pier Luigi Nervi con lo studio Seely&Paget di Londra. La consulenza fornita da Nervi era relativa allo studio strutturale del prolungamento della navata principale e delle due laterali, il tutto concluso da un'abside semicircolare.

[...] la stretta ubbidienza alle leggi statiche e la ricerca di buone soluzioni costruttive sono le più sicure premesse per il raggiungimento di una efficiente espressività architettonica. [...] la guida statico-costruttiva non è rigida e lascia in ogni caso un notevole margine di libertà più che sufficiente a permettere la spontanea estrinsecazione della personalità del progettista. Anche in quei casi in cui l'imponenza del problema statico costringe con più stretti vincoli l'adozione di soluzioni-tipo, restano liberi elementi secondari e particolari di dettaglio sufficienti a dare all'opera un carattere che la distingue da altre simili. Non si deve quindi temere che il progressivo avvicinamento delle opere staticamente importanti verso soluzioni-tipo porti a quella desolante uniformità che è stata qualche volta preconizzata quale conseguenza dell'inevitabile crescente tecnicismo delle opere architettoniche di grandi o grandissime dimensioni. [...] le vere e più sostanziali conclusioni cui sono arrivato nel vasto campo dell'architettura strutturale per esperienza personale o per osservazioni delle esperienze altrui e precisamente:

- 1) La guida statica lascia sempre una notevole libertà di interpretazione personale.
- 2) Le soluzioni architettonicamente migliori sono quasi sempre quelle che più esattamente interpretano gli schemi statici.
- 3) Il metodo costruttivo ha una determinante influenza architettonica e deve essere studiato e definito fin dal momento della prima ideazione architettonica.⁴

Gli esempi più evidenti di questa strategia progettuale sono riferibili allo studio dei solai di piano rispettivamente per l'ampliamento della cattedrale di Portsmouth (1964-68)⁵ e per le soffittature dell'atrio d'ingresso e del trono papale per l'aula delle Udienze Pontificie (1963-71). Il riferimento primario è relativo alla realizzazione dei solai a cassettoni nervati per la Manifattura Tabacchi di Bologna e ai soffitti a linee isostatiche del Lanificio Gatti. In entrambi i progetti il valore delle nervature perde il primato della rispondenza delle isostatiche a favore di una scelta di tipo formale.

P.L. Nervi
Aula per le udienze pontificie
Città del Vaticano 1963-71
 vista del soffitto in
 corrispondenza del trono papale



6 «Nel corso delle sue progettazioni successive Nervi ritornerà spesso alle sue nervature isostatiche. Se all'inizio però obbedivano a una "logica statica", presto diventeranno un virtuosismo ornamentale, che culminerà nel loro utilizzo esclusivamente decorativo nell'Aula delle udienze, dove Nervi unisce i diversi sistemi di soffitto in modo quasi eclettico, e a livello di pianta produce l'effetto di un pavimento cosmatesco. I soffitti dell'atrio, della galleria di gala o dell'auletta non hanno nessun legame con la statica, poiché la loro configurazione dipende dalla visione d'insieme voluta da Nervi, non dalle leggi fisiche né dai metodi costruttivi. Il soffitto isostatico diventa ora un arabesco architettonico, un soffitto pseudo isostatico». C. Cosa, *Modernismo all'ombra. La sala delle udienze pontificie di Pier Luigi Nervi*, Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 2010, p. 136.

Soprattutto per la definizione del soffitto del trono papale, oltre alle numerose immagini che testimoniano le diverse soluzioni ipotizzate, la questione rilevante è da riferirsi alla totale indipendenza del soffitto da necessità di tipo statiche e costruttive. In sostanza il soffitto è definito secondo esclusive esigenze formali: l'articolazione geometrica assume il valore di elemento simbolico.⁶

La rispondenza tra corretto schema statico e libertà d'interpretazione, così come affermato da Nervi, è puntualmente disatteso. L'eccezionalità dell'incarico può in parte giustificare la mancanza di coerenza da parte di Nervi nel rispetto di quelle che erano le sue regole etiche del costruire correttamente. Tuttavia l'esempio della cattedrale di Portsmouth dimostra come in Nervi fosse presente una precisa volontà indirizzata al perseguimento di determinate scelte formali. Sono ben quattro le soluzioni ipotizzate per le soffittature della navata laterale, a riprova di una prevalenza degli esiti formali a scapito delle economie di gestione degli elementi prefabbricati che risultano non raggruppabili in pochi elementi tipo. Gli anni che si riferiscono agli incarichi professionali all'estero, soprattutto dopo il 1960, dimostrano come questa prevalenza del raggiungimento di determinati esiti formali prevalga su logiche di tipo statico-costruttive. Del resto la figura di Nervi ha raggiunto una notorietà tale per cui è il valore formale delle sue realizzazioni a essere esplicitamente pretesa dai committenti.

Verso nuove strutture

Le variazioni sul tema che si sono susseguite nel tempo possono essere ricondotte a un'altra questione particolarmente cara a Pier Luigi Nervi: il primato della grande luce.

Il tentativo di perseguire nei diversi progetti il successo di una grande struttura di copertura, realizzata con economia di mezzi e materiali, assume il valore di costante nella vocazione progettuale di Nervi. Mentre nei progetti realizzati riscontriamo un'adeguata attinenza tra uno schema statico semplificato e un'apparente semplicità di esecuzione, rapportata all'economia dei materiali impiegati, nei progetti non realizzati gli elementi basilari di queste regole "nerviane" sono parzialmente disattesi. Così il tentativo di costruire la cupola o la volta più grande del mondo si scontra in primo luogo con la mancata realizzazione: i 100 m della cupola per l'impianto sportivo del Palazzo dello Sport di Roma sono effettivamente di luce modesta se rapportati alla dimensione della cupola del Kuwait Sports Centre.

Analogamente i quasi 100 m di luce libera del Salone B di Torino sono addirittura un quarto della proposta di progetto per la copertura dell'ippodromo di Richmond.

La questione della grande scala e della più ampia luce libera e un tema preminente che Nervi tenta di affrontare continuamente con il proprio personale metodo costruttivo.

Il limite è però definito da questa mancata realizzazione che non permette di verificare appieno le intuizioni di Nervi su luci così complesse. Nervi ha dimostrato di gestire con abilità le potenzialità offerte dalla plasmabilità del ferrocemento nell'impostazione statica e nella resa estetica.

Questo materiale ha indubbiamente contraddistinto tutta la sua produzione, affrancandolo dal vincolo delle cassetture di legno. Gli anni sessanta evidenziano una sorprendente apertura di Nervi verso differenti materiali: si registrano le prime sperimentazioni nell'utilizzo di materiali come l'acciaio e l'alluminio. Il Palazzo del Lavoro di Torino (1959-61) rappresenta la prima concreta applicazione di una struttura mista, dove al cemento armato dei pilastri è abbinata la copertura in acciaio.

A questo lavoro farà seguito la realizzazione della Cartiera Burgo di Mantova (1961-62), con la sua tirantatura in cavi d'acciaio e nella copertura della tribuna dello stadio comunale di Novara (1963-73), anch'essa realizzata in acciaio.

7 I progetti non realizzati che presentano l'impiego di strutture metalliche sono: Capannoni per la West End Iron Works, Cambridge (1958-59); Ippodromo coperto per la Reynolds Metals Co., Richmond (1960-61); Tribuna e Club per ippodromo Liberty Bell Park, Philadelphia (1961); progetto di n. 5 autostrade sopraelevate per la Kaiser Steel Co., San Mateo Creek Bridge, Fort Sutter Viaduct, Embarcadero Viaduct, California (1962-63); Kuwait Sports Centre (1968-69); Palazzo dello Sport di Milano (1969); Ponte sullo stretto di Messina (1969-71).

8 Il progetto, impostato su una pianta rettangolare con uno sviluppo di circa 64x25 m, riprende nelle proporzioni lo schema strutturale delle aviorimesse realizzate a Orvieto. Cartella *Capannoni per la West End Iron Works, Cambridge 1958-59*. CSAC, Parma, Archivio Pier Luigi Nervi.

9 *Ibid.*

Nella vasta produzione “nerviana” questi sono gli unici progetti eseguiti, dove la struttura portante è eterogenea.

Inoltre la compresenza di Gino Covre per i primi due progetti sembra confermare la scarsa competenza di Nervi con l'acciaio. Ma in parallelo a queste realizzazioni, i documenti di archivio rivelano come diversi sono stati i tentativi da parte di Nervi di sfruttare le potenzialità del cemento armato e delle strutture metalliche.⁷

Oltre ai tentativi documentati con i casi studio dell'ippodromo coperto di Richmond, del Kuwait Sports Centre, e ulteriormente con la tribuna per il Liberty Bell Park e lo studio dei viadotti per la Kaiser Steel, già a partire dal 1958 Nervi è incaricato dalla società West End Iron Works di Cambridge dello studio di un capannone con l'impiego di strutture metalliche.⁸

Nervi ipotizza differenti soluzioni partendo da una configurazione derivata direttamente dalle impostazioni planimetriche delle aviorimesse della I e II serie. Su un impianto rettangolare la volta di copertura è sostenuta da un insieme di pilastri inclinati. La prima soluzione, sostanzialmente fedele al procedimento costruttivo sin qui sviluppato da Nervi, prevede l'utilizzo quasi esclusivo del cemento armato.

I pilastri inclinati in cemento armato, analoghi per forma e sviluppo a quelli delle aviorimesse, sostengono un reticolo di aste prefabbricate, presumibilmente in ferrocemento, collegate tra loro da piastre di ferro.

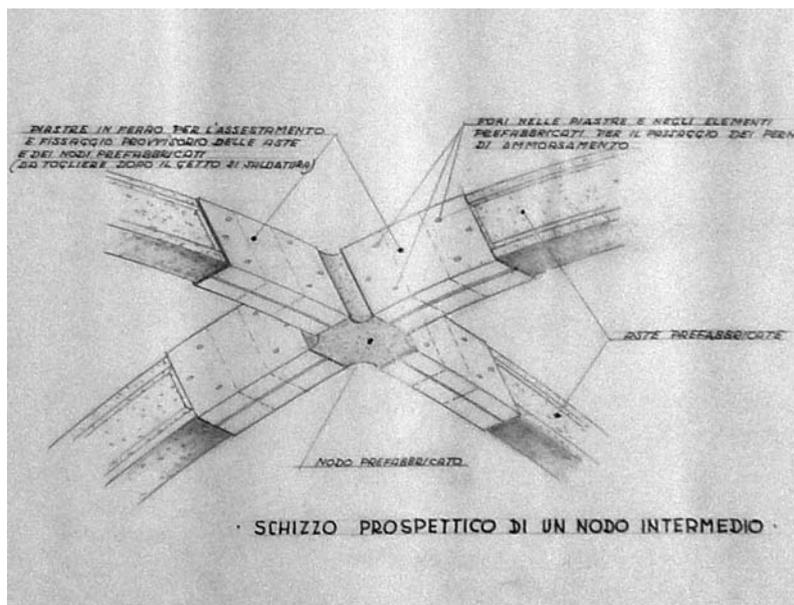
Lo schizzo prospettico di un nodo intermedio illustra come le aste prefabbricate siano unite tra loro tramite un nodo prefabbricato, presumibilmente sempre in ferrocemento.

L'unione tra le parti è assicurata, secondo quanto riporta la nota descrittiva del disegno, dall'impiego di «piastre in ferro per l'assessamento e fissaggio provvisorio delle aste e dei nodi prefabbricati (da togliere dopo il getto di saldatura)».⁹ Le piastre sono opportunamente forate per il passaggio dei perni di ammorsamento necessari a rendere solidali il nodo e la relativa asta.

Questa prima soluzione utilizza gli elementi metallici esclusivamente per il processo esecutivo. Il risultato finale è una struttura in cemento armato con parti eseguite in opera, i pilastri e le fondazioni, e parti prefabbricate a piè d'opera.

La seconda soluzione prevede invece l'esclusivo utilizzo di aste metalliche. A parità di volume i pilastri inclinati

*P.L. Nervi
Capannoni West End Iron Works
Cambridge Inghilterra 1958-59
particolare del nodo*



293

mantengono una sostanziale omogeneità di profilo ma l'utilizzo degli elementi metallici priva la sezione della sua compattezza, conformando l'immagine d'insieme a un risultato insignificante.

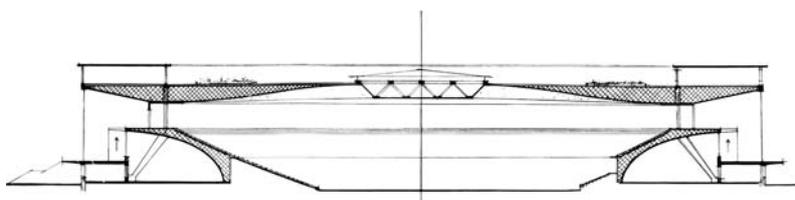
La terza soluzione rappresenta un compromesso tra le due precedenti soluzioni: i pilastri in cemento armato sostengono la volta di copertura assemblata con l'ausilio delle aste metalliche. Questi tentativi sono la riprova della ricerca di Nervi di un equilibrio statico e soprattutto formale nell'impiego di materiali eterogenei.

Qual è il reale contributo di Nervi nell'elaborazione di queste nuove strutture?

Le vicende legate allo sviluppo dei singoli progetti, rivelano come in realtà fattori esterni hanno direttamente condizionato le scelte di Nervi nell'impiego di strutture metalliche.

Nel Palazzo del Lavoro di Torino, ad esempio, esigenze temporali hanno imposto l'utilizzo di una copertura a elementi metallici per salvaguardare i tempi di consegna del cantiere. Analogamente per la cartiera Burgo esigenze di tipo funzionale, legate ai processi produttivi dell'azienda e all'eventuale raddoppio di tutta la struttura, hanno indotto Pier Luigi Nervi a configurare l'edificio secondo una struttura a ponte. Inoltre per i capannoni della West End Iron Works, così come per l'ippodromo coperto di Richmond e per lo studio delle autostrade sopraelevate della Kaiser Steel sono

*P.L. Nervi
Palazzo dello Sport
Roma 1955
sezione relativa alla soluzione con
copertura piana a elementi radiali*



proprio le richieste della committenza a imporre lo studio dei progetti con l'impiego di strutture metalliche.

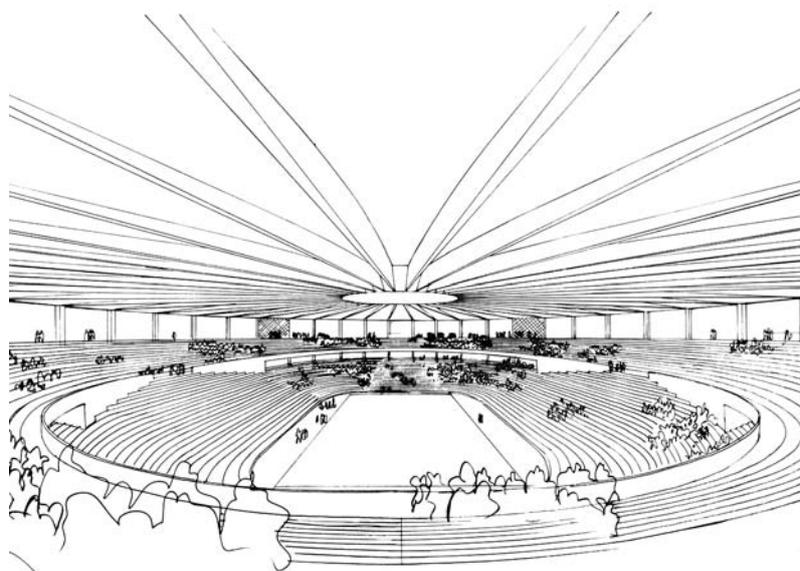
Non a caso le società che commissionano questi incarichi a Nervi sono tutte altamente specializzate nella produzione e lavorazione del metallo.

È altrettanto vero che Nervi si è comunque cimentato nello sviluppo di nuove strutture metalliche con la precisa volontà di rinnovare la propria immagine, strettamente correlata all'utilizzo del cemento armato. Ne è riprova la realizzazione della copertura in acciaio della tribuna dello stadio di Novara: le uniche innovazioni sono esclusivamente dettate dall'impiego della struttura metallica; la configurazione della tribuna e della copertura rimanda ad altri progetti precedentemente elaborati.

Non vi è nessun tentativo di configurare nuove soluzioni formali e strutturali: fedeli a un modello consolidato, Nervi e i suoi collaboratori riutilizzano quanto già sperimentato. Lo stesso si può affermare per lo studio della copertura per la tribuna dell'ippodromo Liberty Bell Park.

Il profilo della sezione riprende soluzioni analoghe: la novità, se di vera innovazione si può parlare, risiede esclusivamente nel cambio di materiale che passa dal ferrocemento all'alluminio. L'eccezione può essere riscontrata nella scelta di configurare la cupola di copertura dello stadio olimpico del Kuwait Sports Centre con il sistema a elementi radiali in alluminio. La singolarità di questo progetto va rapportata

P.L. Nervi
Palazzo dello Sport
Roma 1955
prospettiva della soluzione con
copertura piana a elementi radiali



10 Il disegno che riporta come data il 14 luglio 1955, si riferisce a una prima ipotesi per la definizione del Palazzo dello Sport. Questa soluzione non sarà presa in considerazioni per ragioni economiche. Cfr. P.L. Nervi, *Nuove strutture*, Edizioni di Comunità, Milano 1963, pp. 82-83.

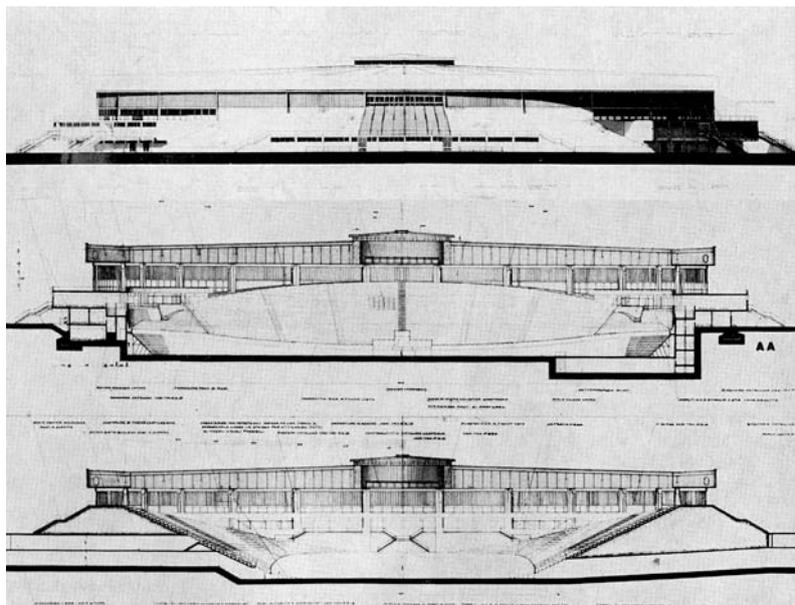
all'utilizzo di una tecnologia estranea allo Studio Nervi e alla finalità dell'impiego del materiale stesso.

Le vicende del progetto hanno documentato come lo scopo esclusivo di questa elaborazione è il primato della grande luce. La propensione verso nuove strutture deve essere intesa come mero tentativo di rielaborare "soluzioni tipo", ampiamente collaudate in ferrocemento, attraverso l'impiego di strutture metalliche.

E in particolare l'alluminio sembra riassumere le specifiche caratteristiche del ferrocemento: leggerezza, resistenza, malleabilità. Anche il progetto per l'appalto concorso del Palazzo dello Sport di Milano (1969) non si sottrae a questa regola. L'impianto sportivo a forma circolare con un diametro esterno di 130 m è caratterizzato dall'impiego di un sistema di pilastri radiali in cemento armato a sezione variabile su cui sono appoggiate delle travi metalliche a sezione variabile convergenti verso l'anello centrale. Il progetto che presenta alcune novità legate principalmente all'utilizzo delle travi metalliche, in realtà riprende e rielabora un precedente progetto denominato *Studio Palazzo Sport Roma*.¹⁰

La sezione e la prospettiva di questa soluzione mostrano la configurazione dell'impianto sportivo a copertura piana a elementi radiali in cemento armato. La continuità di forma è evidente a riprova della costante variazione sul tema attraverso l'impiego di materiali differenti.

*P.L. Nervi e A. Nervi
Palazzo dello Sport
Milano 1969
prospetto e sezioni*



11 R. Einaudi, *Pier Luigi Nervi: lezioni romane. Lectures Notes, Roma 1959-60*, in A. Trentin, T. Trombetti (a c. di), *La lezione di Pier Luigi Nervi*, Bruno Mondadori, Milano-Torino 2010, p. 93.

Le nuove strutture che Nervi ha cercato di rielaborare, in quello che è stato l'ultimo decennio di concreta attività dello studio, confermano in parte il tentativo di rinnovamento di un procedimento costruttivo con l'impiego di nuovi materiali come i metalli e le leghe leggere.

Se per diversi anni la titolarità del ferrocemento come procedimento costruttivo quanto mai esclusivo dello Studio Nervi e dell'impresa a esso collegata, ha garantito una sorta di monopolio nella realizzazione di determinate costruzioni, è altrettanto vero che la stessa esclusività ha finito col determinare un forzato isolamento di Nervi dal rinnovamento in atto nel settore delle costruzioni, specialmente nell'impiego di nuove tecnologie costruttive.

L'ideazione di queste nuove strutture deve essere dunque circoscritta all'impiego di elementi metallici all'interno di un consolidato abaco di modelli formali.

Eppure Nervi era solito affermare:

Non ho mai riutilizzato un mio progetto adattandolo alle nuove condizioni: bisogna sempre partire da zero.

All'inizio il foglio deve essere bianco, così come la mente.¹¹

Bibliografia

Cossa C., *Modernismo all'ombra. La sala delle udienze pontificie di Pier Luigi Nervi*, Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 2010.

Nervi P.L., *Nuove strutture*, Edizioni di Comunità, Milano 1963.

Ramazzotti L. (a c. di), *Nervi oggi: scritti dalle mostre e dai convegni*, Kappa, Roma 1983.

Studio Nervi. Progetti dal 1950 al 1971, a cura dello Studio Nervi, s.e., Roma 1971.

Trentin A., Trombetti T. (a c. di), *La lezione di Pier Luigi Nervi*, Bruno Mondadori, Milano-Torino 2010.

297

Nervi P.L., *Critica delle strutture. Modello e imitazione*, in "Casabella-continuità", n. 227, maggio 1959, pp. 50-51.

CSAC, Centro Studi e Archivio della Comunicazione, Università di Parma, Archivio Pier Luigi Nervi.

Apparati

Quadro cronologico

Il quadro cronologico è stato redatto secondo le fonti edite e sulla base dei documenti d'archivio del *Fondo Nervi* conservati presso lo *CSAC* di Parma e il *MAXXI* di Roma. Attraverso una linea temporale i principali avvenimenti della vita privata, professionale e accademica di Pier Luigi Nervi sono posti in relazione con lo sviluppo delle sue principali opere.

I progetti riportati fanno esclusivo riferimento ai temi trattati nella presente ricerca, sono quindi da non considerarsi esaustivi della vasta produzione dello Studio Nervi. Le opere citate sono suddivise in due colonne: la prima fa riferimento agli edifici realizzati e riporta tra parentesi la data di ultimazione; la seconda colonna riporta l'elenco dei progetti non realizzati.

1880

—
—
—
—

—
—
—
—
—

1890

—
—
—
—

—
—
—
—

1900

—
—
—
—

NASCITA 21 GIUGNO ASONDRIO

DIPLOMA PRESSO IL LICEO RINALDINI DI ANCONA

1910

LAUREA PRESSO LA SCUOLA DI APPLICAZIONI PER GLI INGEGNERI REGIA UNIVERSITA' DI BOLOGNA

ARRUOLATO PRESSO LA 69^a COMPAGNIA DEL GENIO MILITARE (1918)

1920

SOCIETA' ING. NERVI E NEBBIOSI

SPOSARE NECALOSI

CINEMA-TEATRO AUGUSTEO (1928); TEATRO BRUNO BANCHINI (1933)

1930

STADIO COMUNALE FIRENZE (1932)

1930

SCIENZA ARTE DELL'INGEGNERIE

SOCIETA' ING. NERVI E BARTOLI

AVTORIMESSE CIRCOLARI IN CEMENTO ARMATO E ACCIAIO

MAGAZZINO PER SALLI FOSFATI

1° SERIE AVTORIMESSE (1938)

PADIGLIONI ESPOSIZIONE ROMA '42; ARCO MONUMENTALE '42

2° SERIE AVTORIMESSE (1942);
AVTORIMESSA A ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A. (1941)

PADIGLIONE CIVILTA' ITALIANA '42

1940

BREVETTO N. 406286

TETTOLO STAZIONE FERROVIARIA ALICE 300 METRI;
COPERTURA FEROCHEMENTO LUCE 300 METRI

BREVETTO N. 429331

SCIENZA ARTE DEL COSTRUIRE
CARATTERISTICHE POSSIBILITA' DEL CEMENTO ARMATO

MAGAZZINO MAGLIANA; RIMESSA AGRICOLA TORRE IN PIETRA

CATTEDRA FACOLTA' DI ARCHITETTURA ROMA (1961)

TETTOLO STAZIONE PALERMO

PISCINA ACCADEMIA NAVALE LIVORNO; PADIGLIONE AEMICICLO MILANO;
CANTIERE NAVALE CONTE TROSSI SALONE (1948)

BREVETTO N. 445781

AVTORIMESSA BUENOS AIRES

MAGAZZINO PER IL DEPOSITO DEL SALE (1951)

LAUREA HONORIS CAUSA IN ARCHITETTURA BUENOS AIRES

1950

SAONEG; STABILIMENTO BALNEARE KURSAL

EL LENGUAJE ARQUITECTONICO

STUDIO NERVI ARCHITETTURA E TECNICA EDILIZIA

LANIFICIO GATTI (1951)

SAONE FESTE TERME CHIANCIANO; SEDE UNESCO (1958)

PALAZZO SPORT VIENNA; CNT

PALAZZO SPORT FIRENZE

COSTRUIRE CORRETTAMENTE.
CARATTERISTICHE POSSIBILITA' DELLE STRUTTURE CEMENTIZIE ARMATE

COSTRUIRE CORRETTAMENTE.
CARATTERISTICHE E POSSIBILITÀ DELLE STRUTTURE CEMENTIZIE ARMATE

PALAZZO ESPOSIZIONI CARACAS BASILICA SOTTERRANEA LOURDES
ATRIO PALAZZO ESPOSIZIONE TORINO

PALAZZETTO SPORT ROMA (1957)

STADIO FLAMINIO ROMA (1959)

PALAZZO SPORT ROMA (1960)

CATEDRALE NEW NORCIA CAPANNONI WEST END IRON WORK

PALAZZO LAVORO TORINO (1961)

PALAZZO DEL GHIACCIO

1960

LAUREA HONORIS CAUSA UNIVERSITÀ DI EDIMBURGO;
LAUREA HONORIS CAUSA TECNICHE HOCHSCHULE DI MONACO

VIADOTTO CORSO FRANCIA
NATHANIEL LEVERONE FIELD HOUSE DARTMOUTH (1962)

FIERA DEL MARE GENOVA;
IPPODROMO COPERTO RICHMOND

LAUREA HONORIS CAUSA COLLE POLYTECHNIQUE DI VARSAVIA;
CHARLES ELIOT NORTON LECTURES HARVARD (1962)

CARTIERA BURGO MANTOVA (1962)

AULA POLIFUNZIONALE KASSEL; TRIBUNA IPPODROMO LIBERTY BELL.

KAISER STEEL CO 5 SO PRAELEVATE

AULA UDENZE FONTICIE (1971); STADIO NOVARA (1973)

AMPLIAMENTO CATEDRALE PORTSMOUTH

ARTS, SCIENCE AND TECHNOLOGY IN BUILDING; COSTRUIRE CORRETTAMENTE (II ED., AGGIORNATA E AMPLIATA);
LAUREA HONORIS CAUSA UNIVERSITÀ DEL MICHIGAN

CULTURAL AND CONVENTION CENTER NORFOLK (1971)

PITTS RIVERS MUSEUM

LAUREA HONORIS CAUSA ALTA SCUOLA POLITECNICA DI VARSAVIA

ICE ARENA DARTMOUTH (1976)

KUWAIT SPORTS CENTRE

GOOD HOPE CENTRE CARE TOWN (1979);
AMBASCIATA D'ITALIA A BRASILIA (1979)

PALAZZO SPORT MILANO

1970

MOORE IL 9 GENNAIO A ROMA

CHIUDELO STUDIO NERVI

1980

Registro critico architetture voltate

Il registro critico delle architetture voltate è stato redatto sulla base delle schede progetto che lo Studio Nervi era solito redigere per ogni progetto. Rispetto alle schede originali si è inserita la voce relativa ai progettisti, considerata la presenza in alcuni progetti di altri professionisti, mentre si è omessa la voce dei costi per l'oggettiva difficoltà di reperire l'importo dei singoli interventi. Elencati in ordine cronologico, i progetti in corsivo indicano quelli non realizzati. I dati inseriti tra parentesi s'intendono come presunti.

1924-29	Cinema-Teatro Augusteo Napoli	1
1924-33	Teatro Bruno Banchini Prato	2
1932	<i>Aviorimessa Circolare in cemento armato</i> <i>Aviorimessa circolare in acciaio</i>	
(1934)	Magazzino per sali fosfati Margherita di Savoia	3
1935-38	Aviorimesse a struttura geodetica I serie Orvieto	4
(1938)	<i>Arco monumentale per l'E42 Roma</i>	5
1939	<i>Padiglione Civiltà Italiana E42 tipo A Roma</i> <i>Padiglione Civiltà Italiana E42 tipo B Roma</i>	6 7
1939-41	Aviorimessa ad elementi prefabbricati in c.a.	
1939-42	Aviorimesse a struttura geodetica II serie Orbetello	8
1943	<i>Tettoia per stazione ferroviaria</i>	
(1943-44)	<i>Copertura in ferro cemento</i>	
1945	Copertura magazzino Torre in Pietra	9
1946	<i>Tettoia stazione ferroviaria Palermo</i>	10
1947	Piscina Accademia Navale Livorno	11
(1947)	Cantiere Conte Trossi San Michele in Pagana	12
1947-48	Salone B Palazzo delle Esposizioni Torino	13
1948	<i>Aviorimessa Buenos Aires</i>	14
1949-51	Magazzino per il deposito del sale Tortona	15
1950	Salone C Palazzo delle Esposizioni Torino Stabilimento Kursaal Lido di Castelfusano	16 17
1952	Salone delle Feste alle Terme Chianciano	18
1953	<i>Palazzo dello Sport Vienna</i>	19
1953-56	<i>Cnit Parigi</i>	20
1954-56	<i>Palazzo dello Sport Firenze</i>	21
1956	<i>Basilica Sotterranea Lourdes</i> <i>Palazzo per Esposizioni Caracas</i>	22 23
1956-57	Palazzetto dello Sport Roma <i>Atrio Palazzo delle Esposizioni Torino</i>	24 25
1958	<i>Cattedrale di New Norcia Perth</i>	26
1958-60	Palazzo dello Sport Roma	27
1959	<i>Palazzo del Ghiaccio Roma</i>	28
1960	<i>Fiera del Mare Genova</i>	29
1960-61	<i>Ippodromo coperto Richmond</i>	30
1960-62	Nathaniel Leverone Field House Dartmouth	31
1963-71	Aula Udienze Pontificie Città del Vaticano	32
1964-68	<i>Ampliamento cattedrale Portsmouth</i>	33
1965-71	Cultural and Convention Center Norfolk	34
1966-68	<i>Pitt Rivers Museum Oxford</i>	35
1967-76	Rupert Thompson Ice Arena Dartmouth	36
1968-69	<i>Kuwait Sports Centre Kuwait City</i>	37
1969-79	Good Hope Centre Cape Town	38





31 36

30

34

23

14



35

33

20

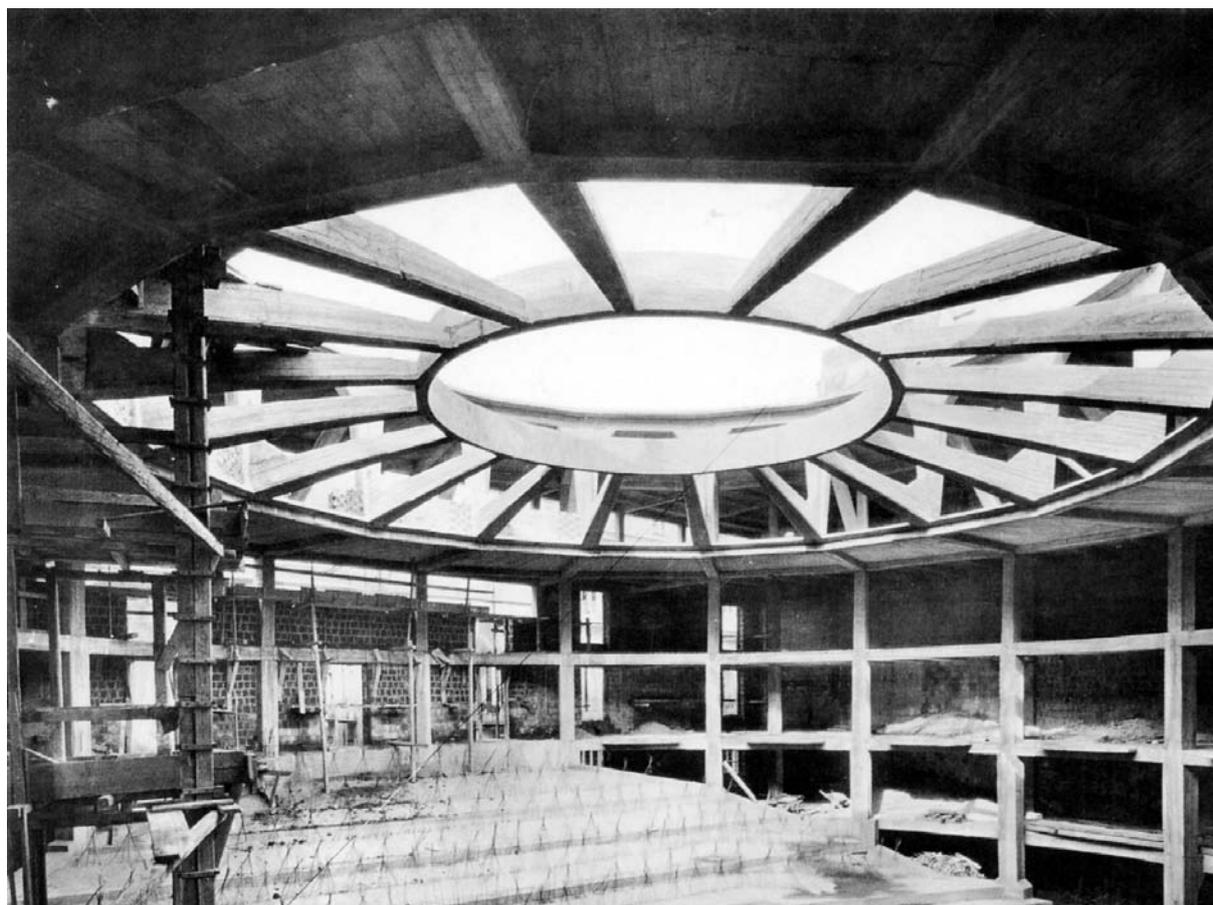
19

22

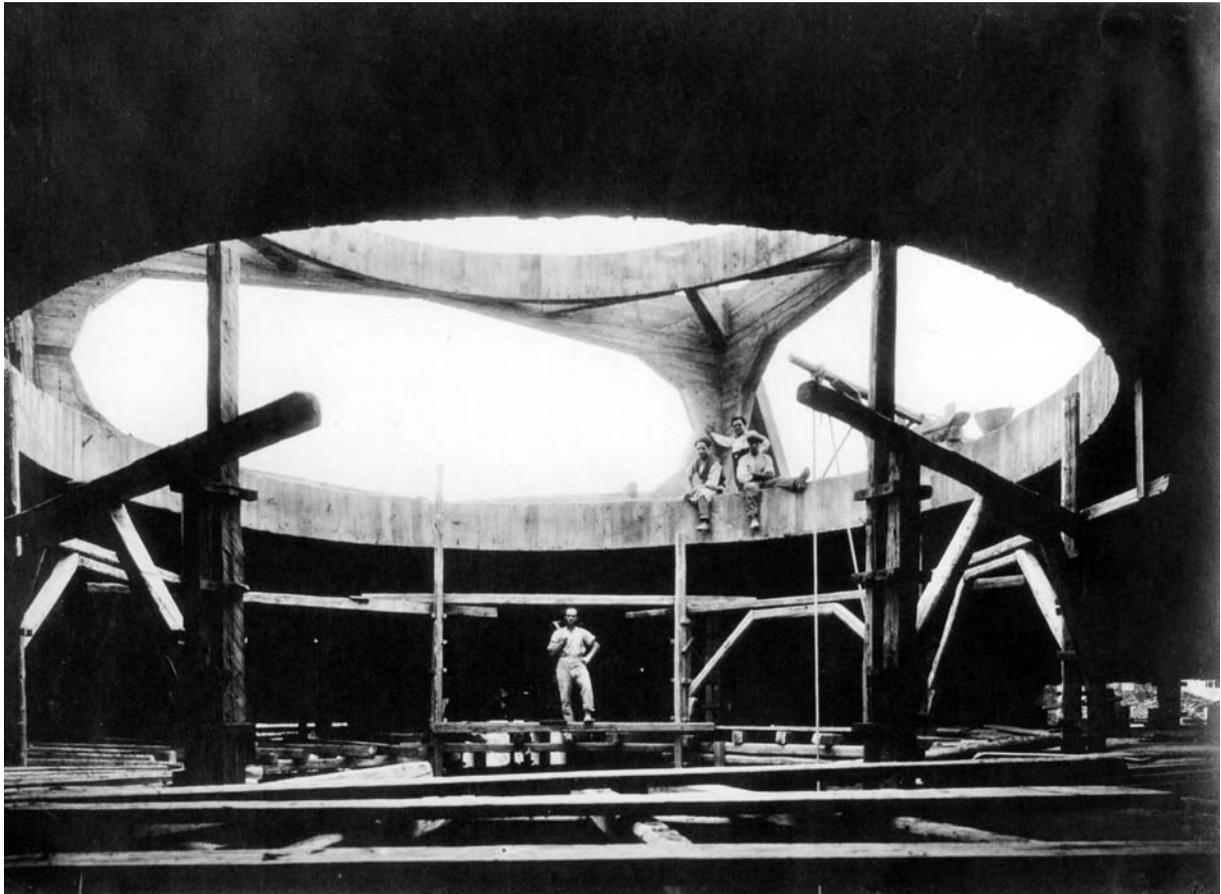
37

38

26



Nome	CINEMA-TEATRO AUGUSTEO
Progettisti	Arnaldo Foschini – Pier Luigi Nervi
Località	Napoli
Anno	1924-29
Committente	S.A.FU.CE. (Società Anonima Funicolare Centrale)
Dimensioni	Diametro 30 m
Funzione	Cinema - Teatro
Impresa	Ingg. Nervi & Nebbiosi, Roma
Ruolo	Progetto strutturale
Descrizione	La copertura del teatro è costituita da un insieme radiale di 18 travi reticolari che terminano nell'intradosso con delle mensole rastremate, collegate in punta da un anello che delimita il vuoto circolare. L'ampio vuoto circolare è tipico delle sale cinematografiche e teatrali di inizio secolo.



TEATRO BRUNO BANCHINI

Antonio Ignesti – Pier Luigi Nervi

Prato

1924-33

Bruno Banchini

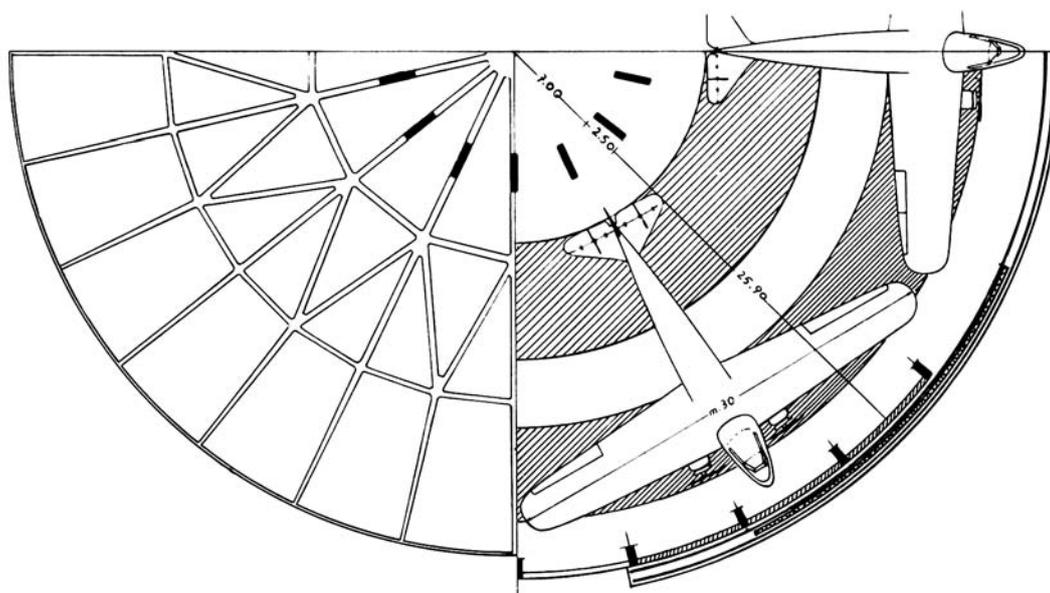
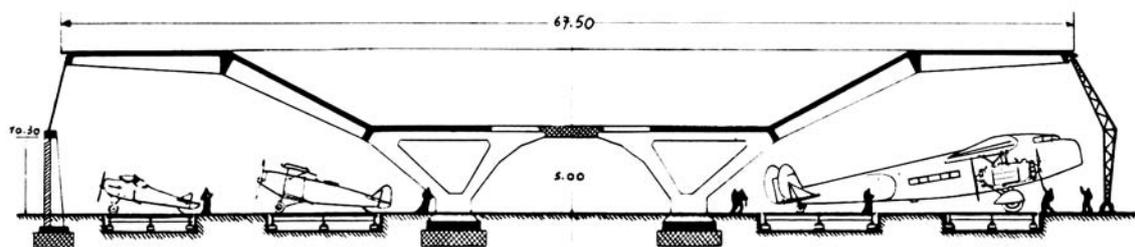
23x24 m

Teatro

Ingg. Nervi & Nebbiosi, Roma

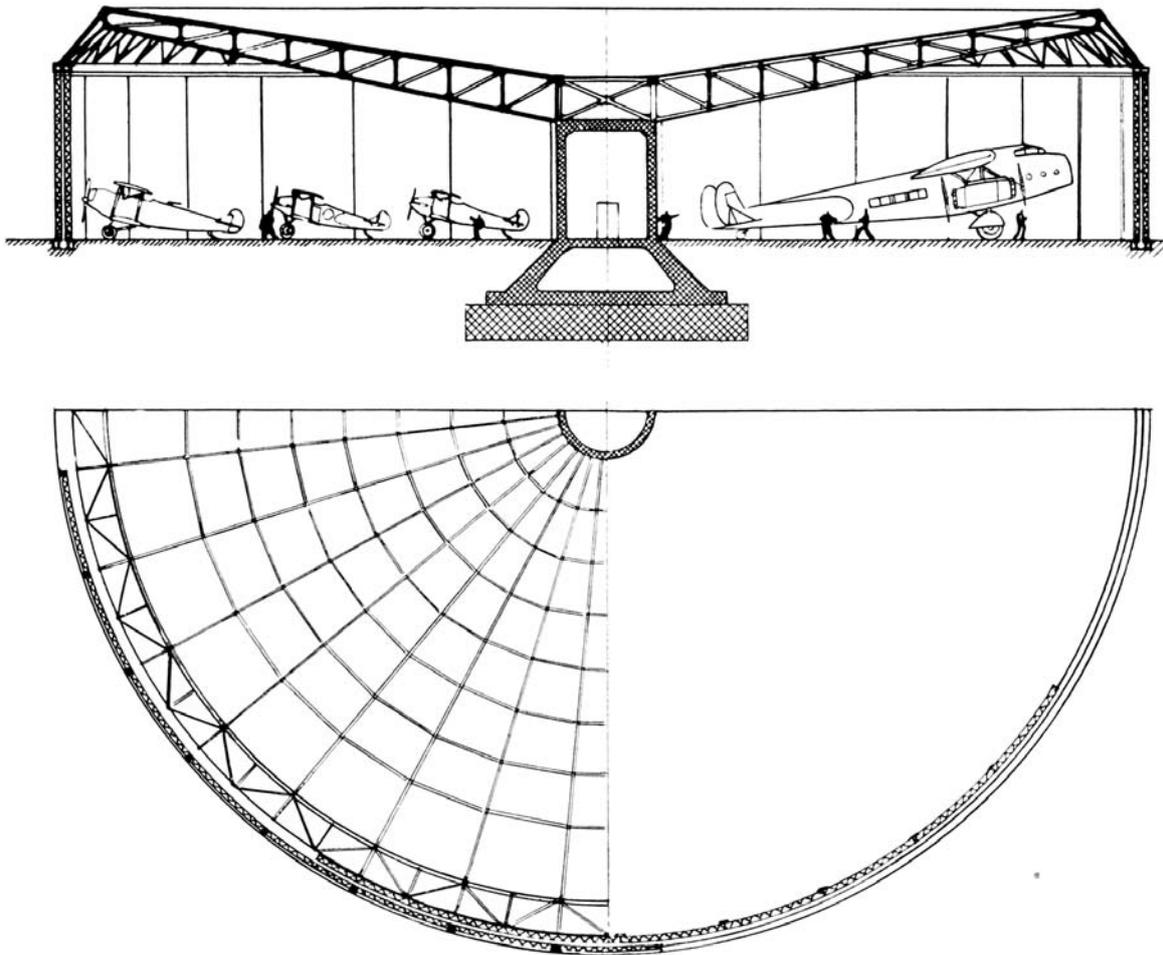
Progetto strutturale

La copertura del teatro è composto da un insieme di due travi anulari sovrapposte, su pianta quadrata con foro centrale (oculo), costituito a sua volta da un lucernaio metallico apribile. Il sistema portante estradossato delle travi è sostenuto da puntoni e tiranti direttamente appoggiati alle murature esistenti.



314

Nome	AVIORIMESSA CIRCOLARE IN CEMENTO ARMATO
Progettisti	Pier Luigi Nervi
Località	-
Anno	1932
Committente	-
Dimensioni	Diametro 67,5 m
Funzione	Aviorimessa
Impresa	-
Ruolo	Progetto architettonico
Descrizione	La struttura a sbalzo è sostenuta da un nucleo centrale di sostegni a "V" ed è formata da travi disposte a raggiera. Lo sbalzo è pari a 25,9 m mentre la parete esterna è a elementi fissi e mobili. Una piattaforma girevole a pavimento consente lo spostamento degli aerei all'interno del perimetro coperto.



AVIORIMESSA CIRCOLARE IN ACCIAIO

Pier Luigi Nervi

-

1932

-

Diametro 67,5 m

Aviorimessa

-

Progetto architettonico

Il principio costruttivo è analogo a quello del progetto della aviorimessa circolare in cemento armato, fatta eccezione per le 32 travi a sbalzo che sono in metallo a struttura reticolare.

La parte centrale, che sorregge l'intera struttura, è in cemento armato.

316



Nome	MAGAZZINO PER SALI FOSFATI
Progettisti	Pier Luigi Nervi
Località	Margherita di Savoia
Anno	(1934)
Committente	-
Dimensioni	(Luce 20-30 m)
Funzione	Deposito
Impresa	Ingg. Nervi & Bartoli, Roma
Ruolo	Progetto architettonico, progetto strutturale, realizzazione
Descrizione	La struttura caratterizzata da un insieme di membrature voltate in cemento armato, è funzionale al deposito per la sofisticazione dei sali.



317

AVIORIMESSE A STRUTTURA GEODETICA I serie

Pier Luigi Nervi

Orvieto

1935-38

Regia Aeronautica Militare

100x40 m

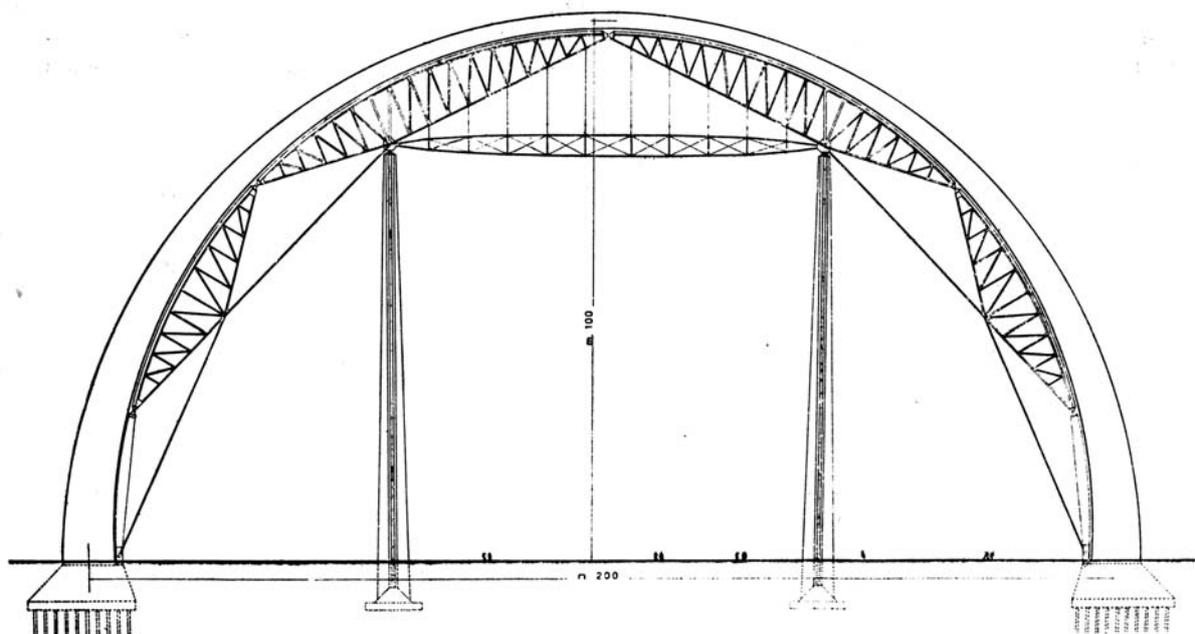
Aviorimessa

Ingg. Nervi & Bartoli, Roma

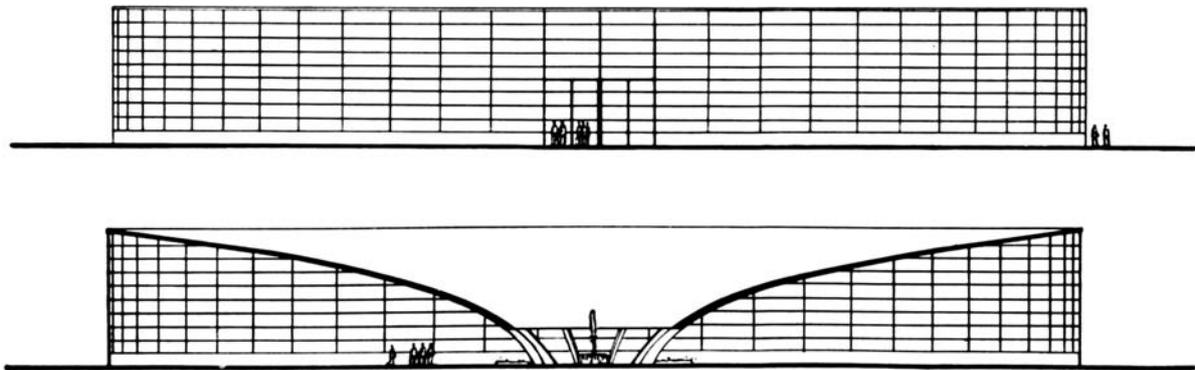
Progetto architettonico, progetto strutturale, realizzazione

La struttura di copertura a volta, su pianta a padiglione, è costituita da una travatura incrociata in cemento armato. Il sistema di travi incrociate è sostenuto dal lato corrispondente ai portali di accesso da tre macro pilastri, mentre sui restanti lati un sistema minore di pilastri convoglia gli sforzi a terra.

318



Nome	ARCO MONUMENTALE PER L'E42
Progettisti	Adalberto Libera – Pier Luigi Nervi
Località	Roma
Anno	(1938)
Committente	-
Dimensioni	Luce 200 m
Funzione	Arco monumentale
Impresa	-
Ruolo	Progetto strutturale
Descrizione	Il progetto, simbolo dell'esposizione universale di Roma E42, è inizialmente proposto da Adalberto Libera e Vittorio di Bernardino. Pier Luigi Nervi subentra in un secondo momento per risolvere le questioni di fattibilità dell'arco in cemento.



PADIGLIONE DELLA CIVILTÀ ITALIANA PER L'E42 TIPO A

Pier Maria Bardi - Pier Luigi Nervi

Roma

1939

-

Diametro 252 m

Padiglione espositivo

-

Progetto architettonico

Progetto di concorso per la realizzazione del padiglione della civiltà italiana per l'esposizione universale di Roma E42.

Il padiglione a pianta circolare, si caratterizza per la copertura con struttura a nucleo centrale ad elementi in ferrocemento posti a sbalzo verso il perimetro esterno.

320



Nome	PADIGLIONE DELLA CIVILTÀ ITALIANA PER L'E42 TIPO B
Progettisti	Pier Maria Bardi - Pier Luigi Nervi
Località	Roma
Anno	1939
Committente	-
Dimensioni	(Luce 100 m)
Funzione	Padiglione espositivo
Impresa	-
Ruolo	Progetto architettonico
Descrizione	Rispetto alla soluzione Tipo A il progetto è a pianta rettangolare con struttura portante a travi paraboliche in acciaio incrociate a cavalletto.

7



AVIORIMESSA A ELEMENTI PREFABBRICATI IN C.A.

Pier Luigi Nervi

-

1939-41

-

60x40 m

Aviorimessa

Ingg. Nervi & Bartoli, Roma

Progetto architettonico, progetto strutturale, realizzazione

L'aviorimessa utilizza elementi prefabbricati in cemento armato a struttura reticolare, per ridurre al minimo il peso complessivo.



Nome	AVIORIMESSE A STRUTTURA GEODETICA II serie
Progettisti	Pier Luigi Nervi
Località	Orvieto, Orbetello, Torre del Lago
Anno	1939-42
Committente	Regia Aeronautica Militare
Dimensioni	100x40 m
Funzione	Aviorimessa
Impresa	Ingg. Nervi & Bartoli, Roma
Ruolo	Progetto architettonico, progetto strutturale, realizzazione
Descrizione	La serie di sei aviorimesse in c.a. a struttura geodetica è simile al progetto delle aviorimesse del 1935 a Orvieto. In questa soluzione i pilastri di appoggio sono ridotti a sei, la struttura è divenuta simmetrica semplificando e migliorando il sistema statico. Sono state distrutte nel 1944 a seguito degli eventi bellici.



TETTOIA PER STAZIONE FERROVIARIA

Pier Luigi Nervi

-

1943

-

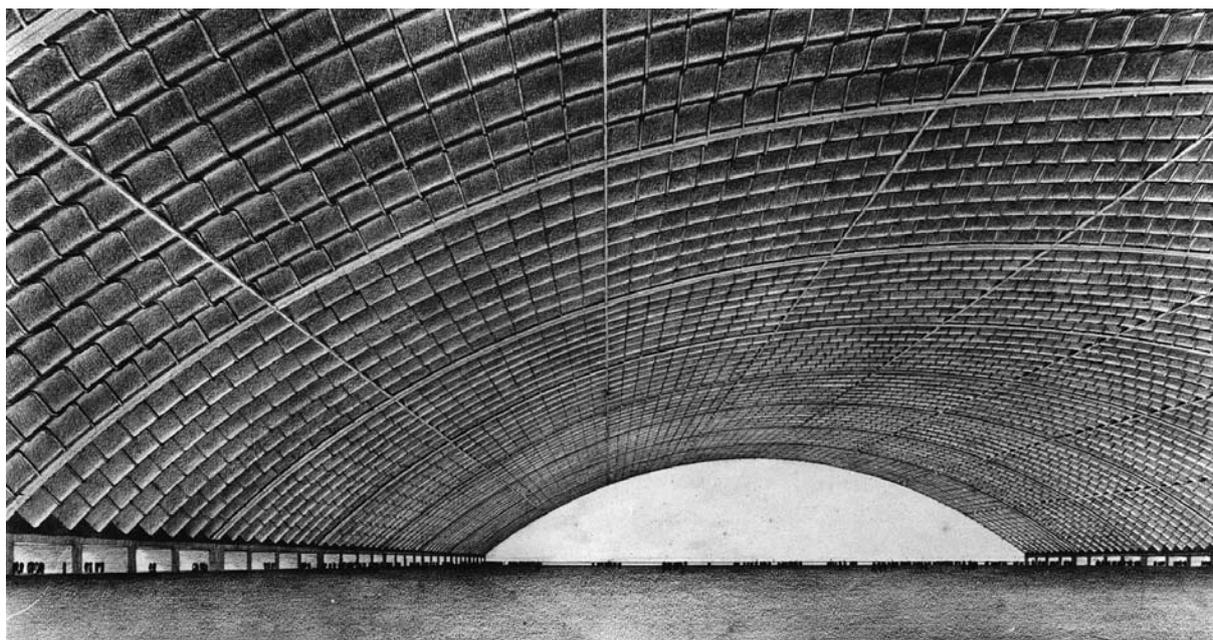
Luce 200 m

Copertura

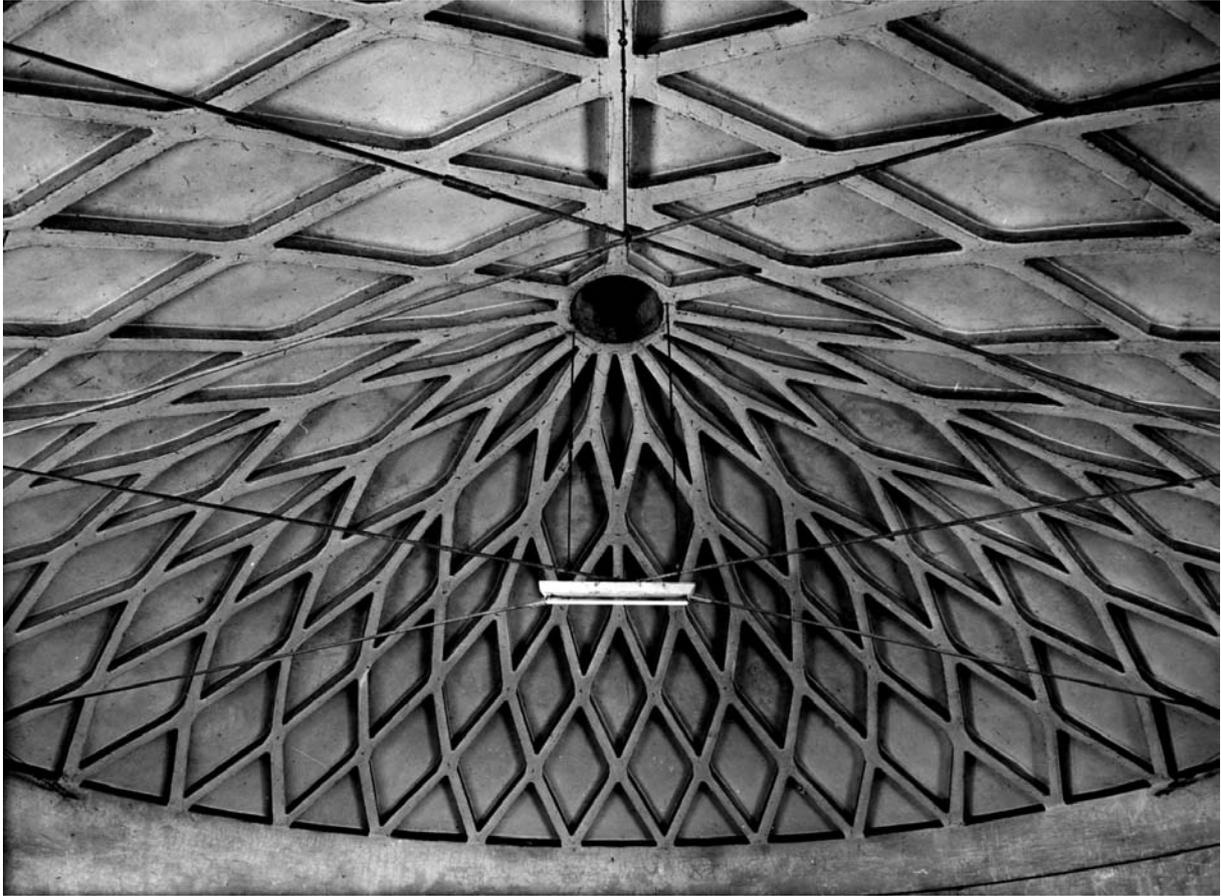
-

Progetto architettonico

Progetto di una tettoia di 200 m di luce a volta parabolica per la copertura di una stazione. Le parti prefabbricate sono a traliccio; ogni imposta ha una struttura orizzontale che riporta le spinte ai grandi pilastri di appoggio.



Nome	COPERTURA IN FERROCEMENTO
Progettisti	Pier Luigi Nervi
Località	-
Anno	(1943-44)
Committente	-
Dimensioni	Luce 300 m
Funzione	Copertura
Impresa	-
Ruolo	Progetto architettonico
Descrizione	Progetto di una grande copertura in ferroceemento. La struttura è ad elementi ondulati parzialmente prefabbricati.



325

COPERTURA MAGAZZINO

Michele Busiri Vici - Pier Luigi Nervi

Torre in Pietra

1945

Bonifica di Torre in Pietra

18x36,6 m

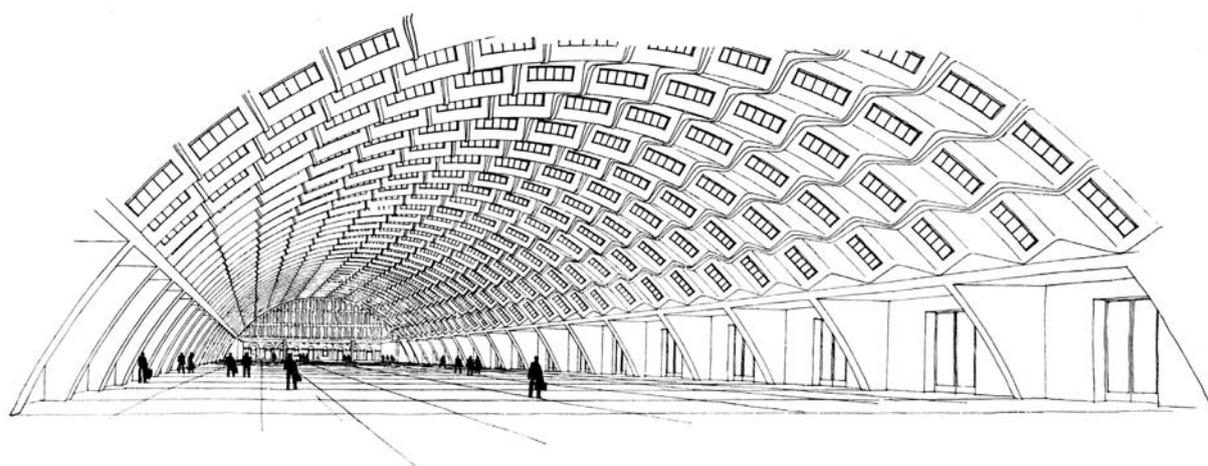
Rimessaggio mezzi agricoli

Ingg. Nervi & Bartoli, Roma

Progetto strutturale copertura, realizzazione

Nel progetto di un complesso di fabbricati rurali, P.L. Nervi interviene nella ideazione della copertura della grande sala a pianta rettangolare, con una volta ribassata e raccordata nei due semicerchi con due semicupole. La volta sottile è realizzata con elementi romboidali in ferrocemento

326



Nome	TETTOIA STAZIONE FERROVIARIA
Progettisti	Palermo
Località	Pier Luigi Nervi
Anno	1946
Committente	-
Dimensioni	-
Funzione	Copertura
Impresa	-
Ruolo	Progetto architettonico
Descrizione	Progetto di copertura del salone della stazione ferroviaria di Palermo con volta parabolica composta da elementi prefabbricati ondulati in ferrocemento.



327

PISCINA ACCADEMIA NAVALE

Pier Luigi Nervi

Livorno

1947

-

16,8x40,76x8,25 m

Impianto sportivo

Ingg. Nervi & Bartoli, Roma

Progetto architettonico, progetto strutturale, realizzazione

Il corpo di fabbrica principale su pianta rettangolare, ha una copertura a volta ad arco di cerchio ed è composta da elementi prefabbricati di ferrocemento. La volta è retta da pilastri inclinati secondo la tangente all'arco di cerchio nel punto corrispondente al piano di imposta.



Nome	CANTIERE CONTE TROSSI
Progettisti	Luigi Carlo Daneri – Pier Luigi Nervi
Località	San Michele in Pagana
Anno	(1947)
Committente	Conte G.F. Trossi
Dimensioni	Luce 30 m
Funzione	Cantiere navale
Impresa	Ingg. Nervi & Bartoli, Roma
Ruolo	Progetto strutturale, realizzazione
Descrizione	Edificio industriale a due piani a pianta rettangolare per la costruzione di barche. Al piano terra la struttura è composta da quattro arconi ribassati con luce 30 m e interasse 10 m, mentre il piano superiore è diviso da esili pilastri in una navata centrale larga 11,5 m e due laterali larghe circa 9,25 m.



SALONE B PALAZZO DELLE ESPOSIZIONI

Pier Luigi Nervi

Torino

1947-48

Torino Esposizioni

95,1x110,5x18,4 m

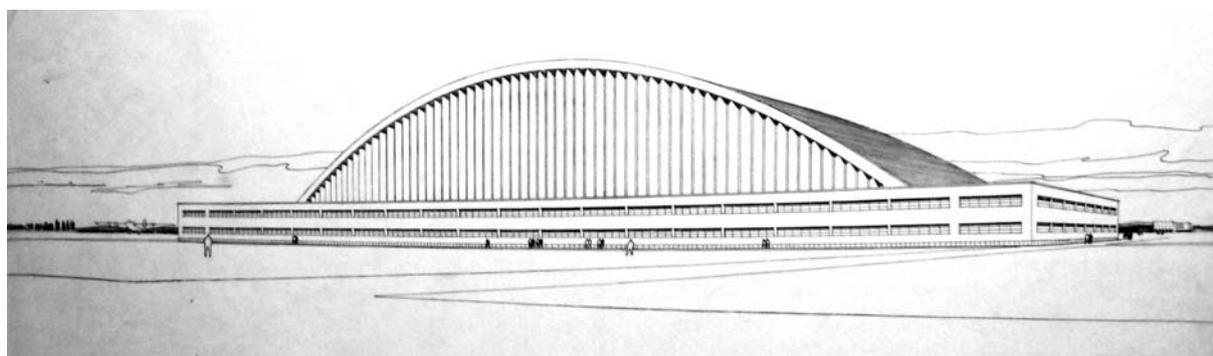
Padiglione espositivo

Ingg. Nervi & Bartoli, Roma

Progetto architettonico, progetto strutturale, realizzazione

Il salone “Agnelli” è un unico edificio composto da due volumi: il primo a pianta rettangolare è coperto da un'unica volta sottile ondulata ad elementi prefabbricati; il secondo è un abside a pianta semicircolare con diametro 60 m coperto da una semicupola (d=40 m) composta da elementi prefabbricati in ferrocemento.

330



Nome	AVIORIMESSA
Progettisti	Pier Luigi Nervi
Località	Buenos Aires
Anno	1948
Committente	-
Dimensioni	Luce 180 m
Funzione	Aviorimessa
Impresa	-
Ruolo	Progetto architettonico
Descrizione	L'aviorimessa è a pianta rettangolare di 180x60 m, con copertura a volta parabolica di 180 m di luce e altezza esterna in chiave di 38,85 m. Gli elementi della volta sono prefabbricati in ferrocemento, sostenuti da una struttura continua in cemento armato.



MAGAZZINO PER IL DEPOSITO DEL SALE

Pier Luigi Nervi

Tortona

1949-51

-

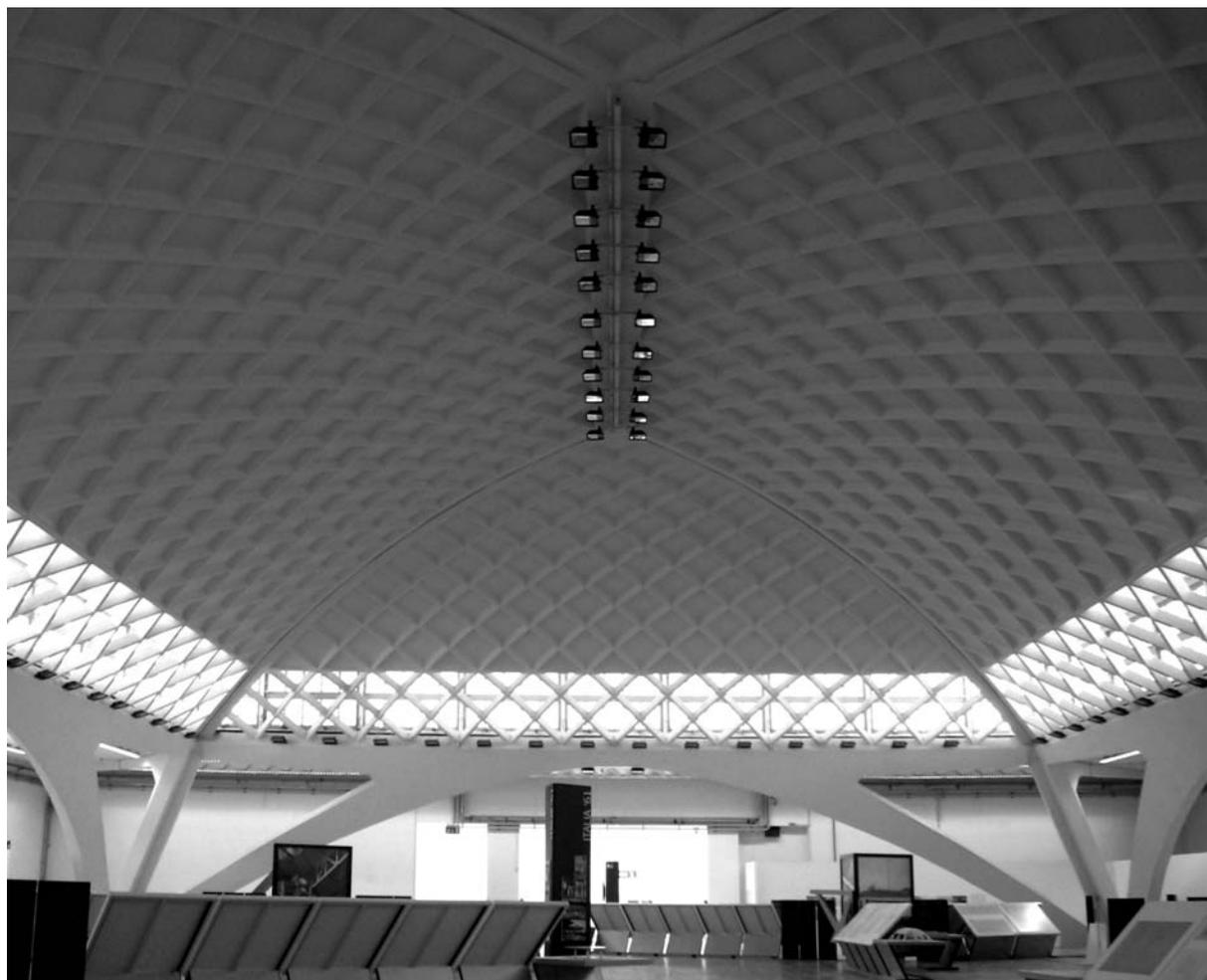
-

Deposito

Ingg. Nervi & Bartoli, Roma

Progetto architettonico, progetto strutturale, realizzazione

Deposito a pianta rettangolare con copertura a volta parabolica,
costituita da elementi prefabbricati in ferrocemento.



Nome	SALONE C PALAZZO DELLE ESPOSIZIONI
Progettisti	Pier Luigi Nervi
Località	Torino
Anno	1950
Committente	Torino Esposizioni
Dimensioni	50,3x65,5x13,7 m
Funzione	Padiglione espositivo
Impresa	Ingg. Nervi & Bartoli, Roma
Ruolo	Progetto architettonico, progetto strutturale, realizzazione
Descrizione	Salone espositivo coperto da una volta a botte ad elementi nervati, supportata da quattro archi inclinati e da un solaio perimetrale a travi ondulate.



333

STABILIMENTO BALNEARE KURSAAL

Attilio Lapadula – Pier Luigi Nervi

Lido di Castelfusano

1950

Società Kursaal

Diametro 23 m

Sala ristorante

Ingg. Nervi & Bartoli, Roma

Progetto strutturale, realizzazione

Sala circolare con copertura a volta, a elementi prefabbricati in ferroceamento, sostenuta da un pilastro centrale. La pensilina a sbalzo, posta al di sotto dell'anello circolare, è sostenuta dai pilastrini della sala. Per lo stabilimento Nervi progetta anche il trampolino.



Nome	SALONE DELLE FESTE ALLE TERME
Progettisti	Mario Loreti – Mario Marchi – Pier Luigi Nervi
Località	Chianciano
Anno	1952
Committente	Terme di Chianciano
Dimensioni	32x25 m
Funzione	Salone delle feste
Impresa	Ingg. Nervi & Bartoli, Roma
Ruolo	Progetto strutturale, realizzazione
Descrizione	Salone a pianta ellittica, con solaio di copertura a cupola, formato da elementi prefabbricati a nervature incrociate in ferrocemento. Sulla parte perimetrale della cupola filtra la luce naturale proveniente dalle soprastanti vetrate.



335

PALAZZO DELLO SPORT

Pier Luigi Nervi – Antonio Nervi

Vienna

1953

-

Diametro 146 m

Impianto sportivo

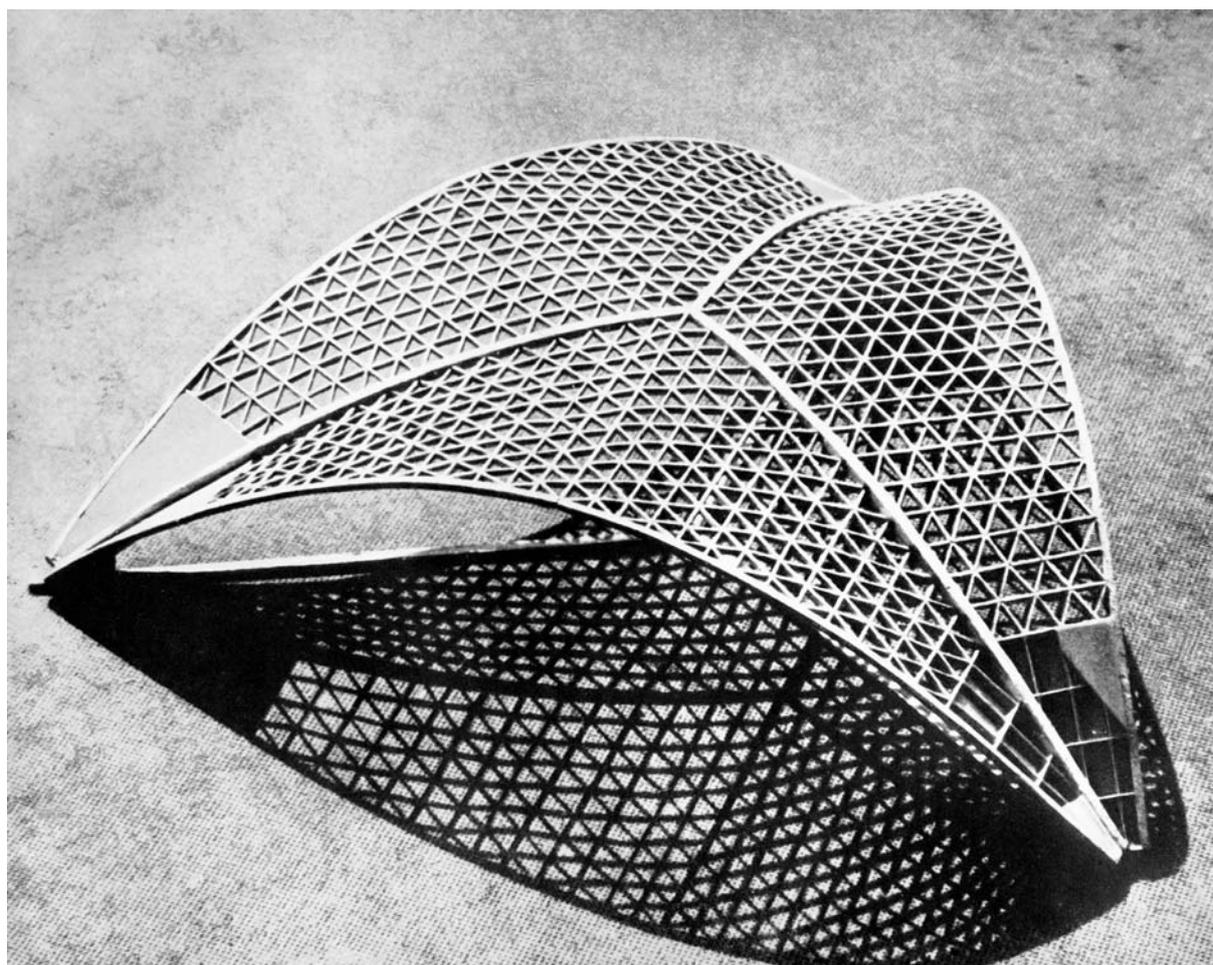
-

Progetto architettonico

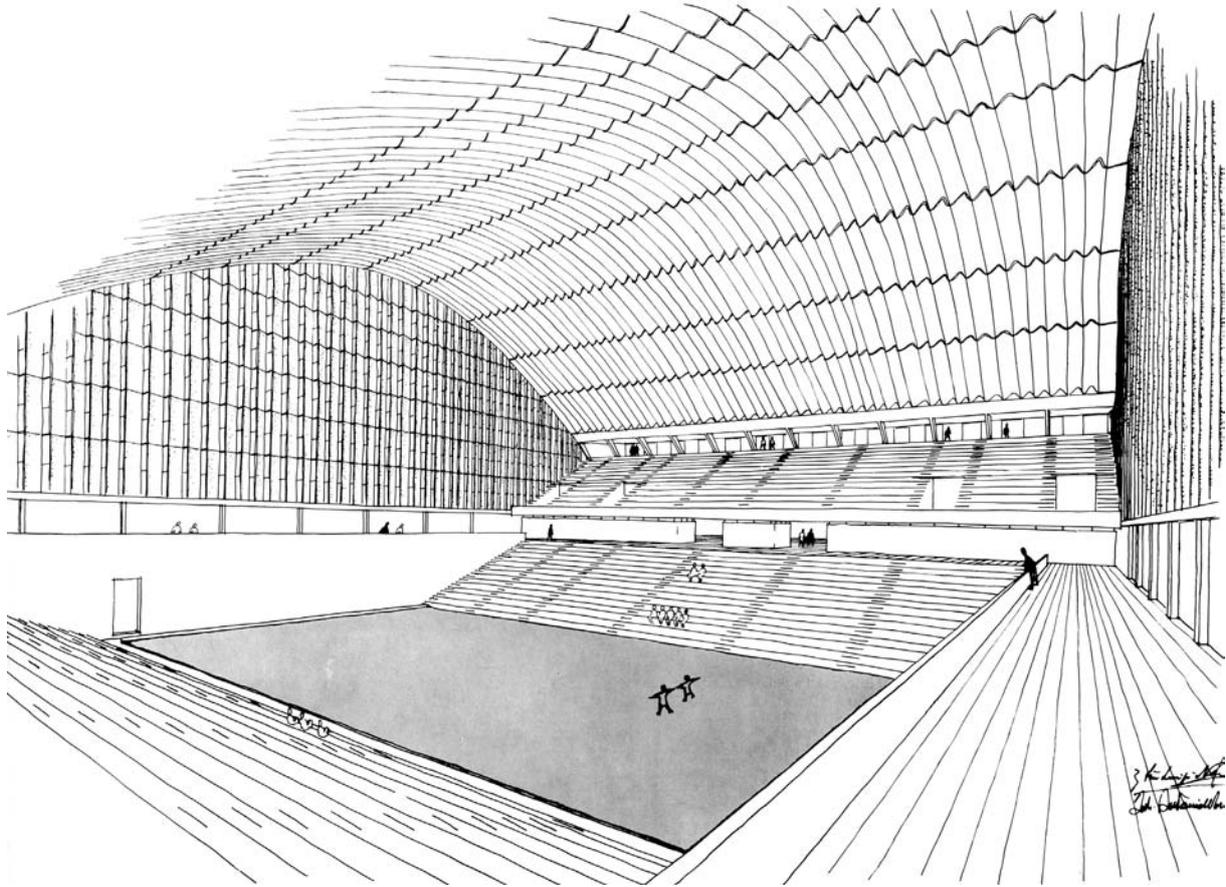
Progetto per il concorso a inviti del nuovo palazzo dello sport.

Lo stadio a pianta circolare ha una copertura a cupola composta da elementi ondulati prefabbricati in ferrocemento. L'altezza in chiave è di 36 m.

336



Nome	CNIT- CENTRE NATIONAL DES INDUSTRIES ET TECHNIQUES
Progettisti	Robert Camelot – Jean de Mailly – Bernard Zehrffuss – Pier Luigi Nervi
Località	Parigi
Anno	1953-56
Committente	-
Dimensioni	Luce 225 m
Funzione	Padiglione espositivo
Impresa	-
Ruolo	Progetto strutturale copertura
Descrizione	Edificio a pianta triangolare equilatera composta da tre vele che formano una volta a crociera, costituita da elementi prefabbricati in ferrocemento, disposti su una struttura reticolare. Verrà realizzata secondo il progetto strutturale di Nicolas Esquillan.



337

PALAZZO DELLO SPORT

Pier Luigi Nervi – Antonio Nervi

Firenze

1954-56

Comune di Firenze

73x60 m

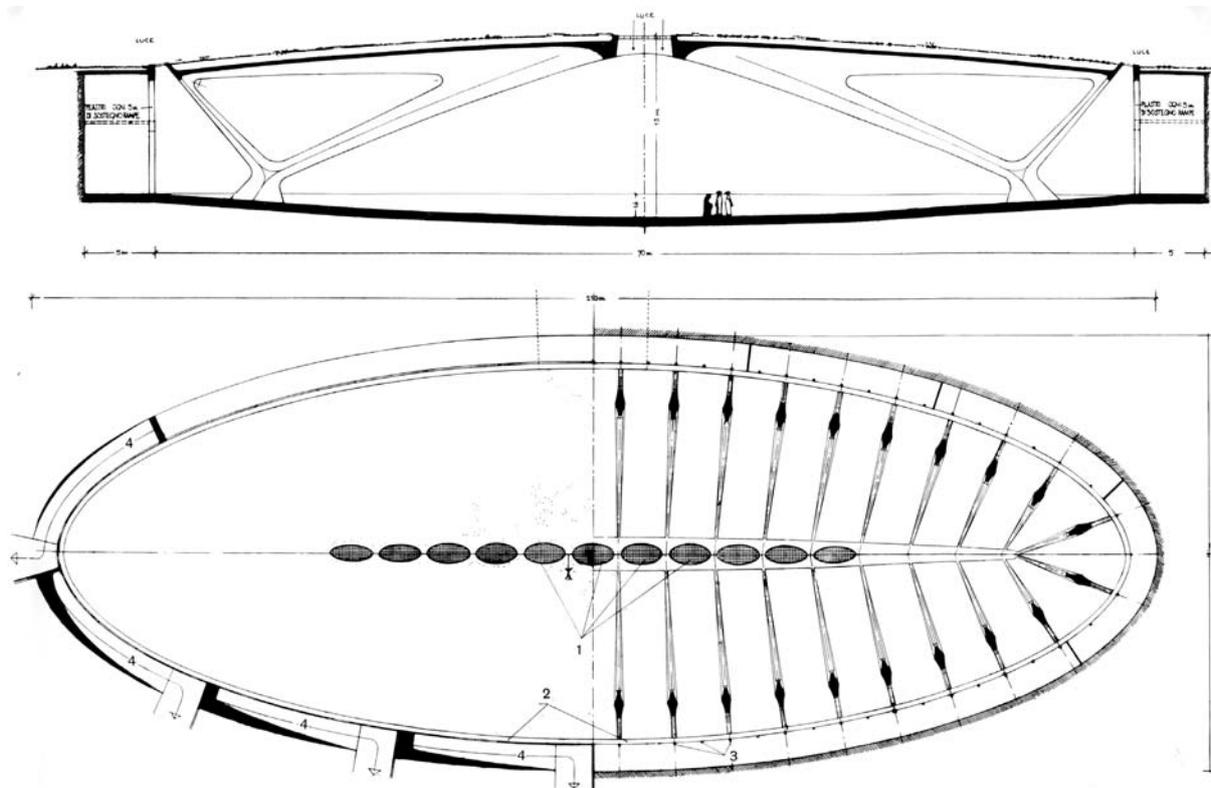
Impianto sportivo

-

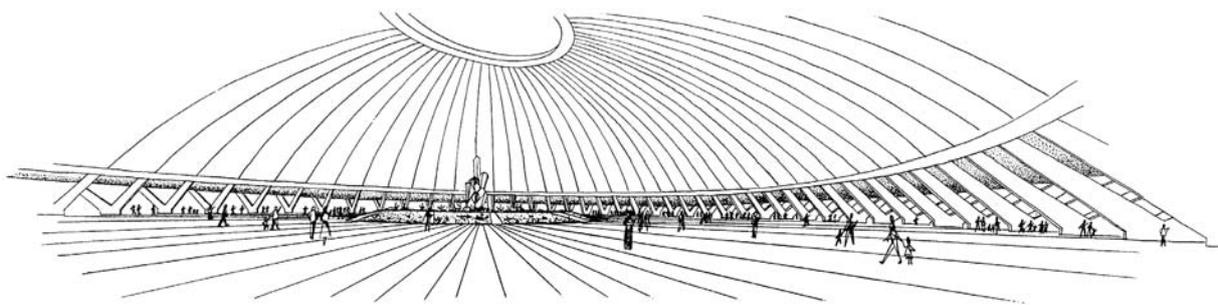
Progetto architettonico

Edificio a pianta rettangolare con copertura a volta parabolica di luce netta di 62,15 m, composta da nervature di ferrocemento ad elementi prefabbricati.

338



Nome	BASILICA SOTTERRANEA
Progettisti	Pierre Vago – Pier Luigi Nervi
Località	Lourdes
Anno	1956
Committente	Santuario di Lourdes
Dimensioni	185x70x13 m
Funzione	Edificio per il culto
Impresa	-
Ruolo	Progetto strutturale
Descrizione	Basilica ipogea a pianta ellittica con capienza di 20 000 posti a sedere. La struttura è composta da 40 telai a sviluppo triangolare disposti a mensola. Verrà realizzata secondo il progetto strutturale di Eugène Freyssinet.



PALAZZO PER ESPOSIZIONI

Pier Luigi Nervi – Antonio Nervi

Caracas

1956

-

Diametro 180 m

Centro espositivo

-

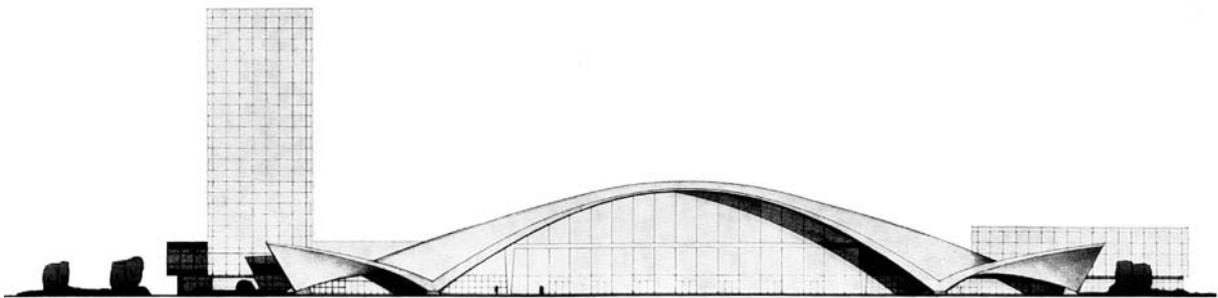
Progetto architettonico

L'edificio è costituito da un grande salone centrale a cupola di 180 m di diametro, intorno al quale si svolge una galleria più bassa larga 75 m. La struttura della cupola è a grandi elementi prefabbricati in ferroceemento ed è illuminata zenitalmente dal grande oculo.

340



Nome	PALAZZETTO DELLO SPORT
Progettisti	Annibale Vitellozzi – Pier Luigi Nervi
Località	Roma
Anno	1956-57
Committente	CONI Roma
Dimensioni	Diametro 60 m
Funzione	Impianto sportivo
Impresa	Ingg. Nervi & Bartoli, Roma
Ruolo	Progetto architettonico, progetto strutturale, realizzazione
Descrizione	L'edificio a pianta circolare è composta da 36 cavalletti conformati ad "Y" disposti radialmente che sostengono la cupola a calotta sferica. La cupola è formata da elementi romboidali prefabbricati in ferrocemento. Il diametro esterno alla base dei pilastri è di 78,5 m.



ATRIO PALAZZO DELLE ESPOSIZIONI

Mario Passanti – Paolo Perona – Luigi Ravelli – Pier Luigi Nervi

Torino

1956-57

Torino Esposizioni

-

Atrio coperto, uffici e servizi

-

Progetto architettonico

Progetto di completamento del salone tramite la costruzione di un grande atrio per la sosta al coperto dei veicoli e la relativa discesa e partenza dei visitatori, oltre alla presenza di uffici, servizi e un ristorante. La struttura a volta a sezione variabile è in ferrocemento, con nervature di irrigidimento.

342



Nome	CATTEDRALE DI NEW NORCIA
Progettisti	Francesco Vacchini – Carlo Vannoni – Pier Luigi Nervi – Antonio Nervi
Località	Perth, Australia
Anno	1958
Committente	-
Dimensioni	35,4x35,4x30,85 m
Funzione	Edificio per il culto
Impresa	-
Ruolo	Progetto architettonico
Descrizione	Edificio a pianta rettangolare su cui s'imposta un secondo livello a pianta triangolare dalla quale si eleva una volta a crociera a sviluppo parabolico di lato 35,4 m e altezza in chiave di 30,85 m. La volta è formata da elementi prefabbricati in ferrocemento.



PALAZZO DELLO SPORT

Marcello Piacentini – Pier Luigi Nervi

Roma

1958-60

CONI Roma

Diametro 130 m

Impianto sportivo

Ingg. Nervi & Bartoli, Roma

Progetto architettonico, progetto strutturale, realizzazione

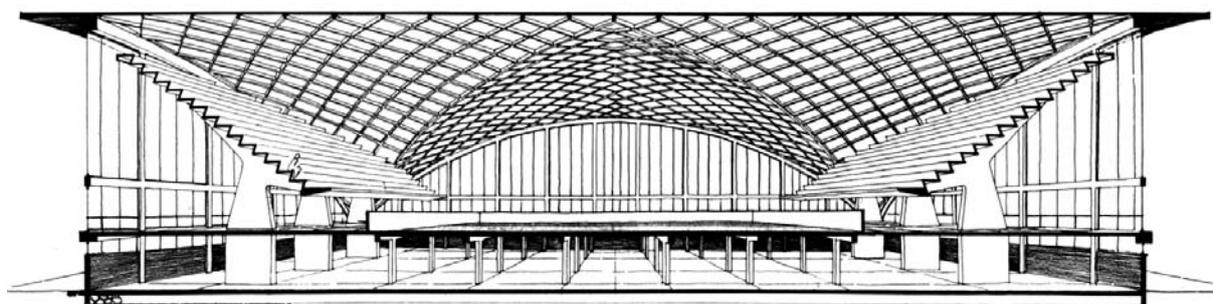
Impianto sportivo coperto per le manifestazioni olimpiche di Roma

1960, caratterizzato da una calotta sferica poggiante su 48 pilastri

di cemento armato a sezione variabile inclinati secondo la risultante

dei carichi. La cupola è composta da elementi radiali a “V” in

ferrocemento.



Nome	PALAZZO DEL GHIACCIO
Progettisti	Pier Luigi Nervi – Antonio Nervi
Località	Roma
Anno	1959
Committente	-
Dimensioni	Luce 70 m
Funzione	Impianto sportivo
Impresa	-
Ruolo	Progetto architettonico
Descrizione	Impianto sportivo a pianta quadrata con copertura a volta a crociera con sezione a segmento circolare. La struttura è a elementi prefabbricati in ferrocemento.



FIERA DEL MARE

Luigi Carlo Daneri – Pier Luigi Nervi – Antonio Nervi

Genova

1960

Ente fiera

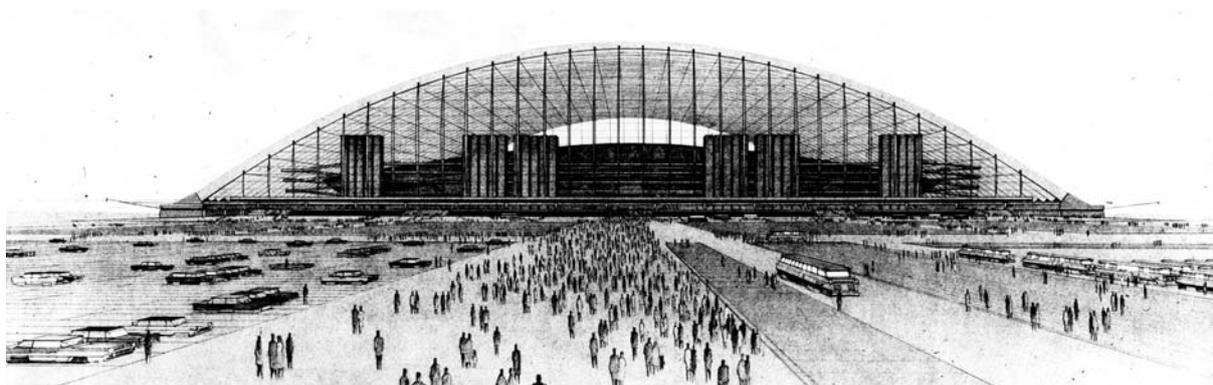
Diametro 100 m

Padiglione fieristico e impianto sportivo

-

Progetto architettonico

Progetto di concorso per un centro espositivo e sportivo. La cupola e la volta torica esterna sono costituiti da elementi prefabbricati in ferrecemento. La cupola centrale è sostenuta da un sistema di cavalletti a “V” rovesciati in cemento armato. Il diametro complessivo dell’impianto è di 160 m.



Nome	IPPODROMO COPERTO
Progettisti	Pier Luigi Nervi
Località	Richmond, Virginia
Anno	1960-61
Committente	Reynolds Metals Co., Richmond
Dimensioni	Luce 400 m
Funzione	Impianto sportivo
Impresa	-
Ruolo	Progetto architettonico
Descrizione	Progetto per un ippodromo coperto a struttura mista di cemento armato e alluminio. La copertura è una grande volta parabolica con una luce di 400 m su una lunghezza di 320 m e un'altezza in chiave di 80 m. La volta è costituita da elementi ondulati prefabbricati in alluminio.



NATHANIEL LEVERONE FIELD HOUSE

Campbell & Aldrich Architects – John Minnich – Pier Luigi Nervi

Dartmouth, Hanover, New Hampshire

1960-62

Dartmouth College

79x109x18 m

Impianto sportivo

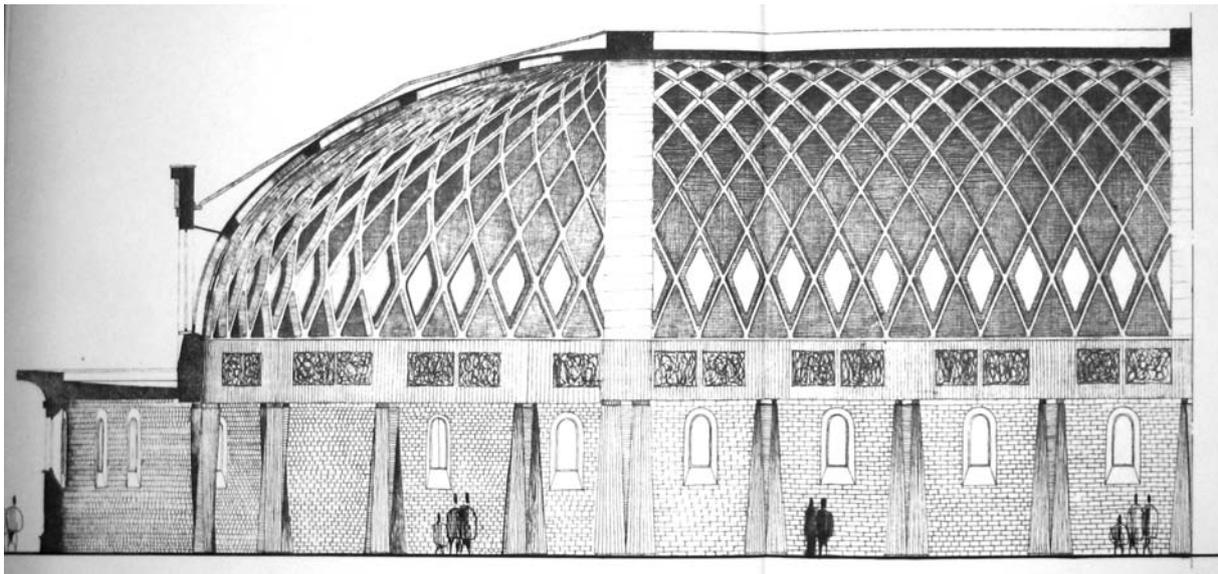
Wexler Construction Company, New Hampshire

Progetto architettonico, progetto strutturale

Impianto sportivo coperto per l'allenamento e le pratiche sportive degli studenti. La copertura è a volta con profilo parabolico ed è formata da elementi prefabbricati in ferrocemento.



Nome	AULA DELLE UDIENZE PONTIFICIE
Progettisti	Pier Luigi Nervi – Antonio Nervi
Località	Città del Vaticano
Anno	1963-71
Committente	Papa Paolo VI
Dimensioni	Luce 80,3 m
Funzione	Auditorium
Impresa	Ingg. Nervi & Bartoli, Roma
Ruolo	Progetto architettonico, progetto strutturale, realizzazione
Descrizione	L'aula a forma trapezoidale è cosituata da una grande volta composta da elementi prefabbricati in ferrocemento convergenti verso il trono papale. La volta è sostenuta da due pilastri sul lato del trono papale, mentre sul l'altro lato è sostenuta da dieci pilastri. Tutti i pilastri sono in cemento armato bianco a sezione variabile.



AMPLIAMENTO CATTEDRALE

Seely & Paget – Pier Luigi Nervi

Portsmouth, Inghilterra

1964-68

-

-

Edificio per il culto

-

Progetto architettonico, progetto strutturale

Progetto per l'ampliamento della cattedrale. Il progetto prevede il prolungamento della navata principale e delle due laterali ed è conclusa da un'abside semicircolare. La semicupola è formata da elementi romboidali prefabbricati, il tutto sostenuto da pilastri in cemento armato a sezione variabile.

350



Nome	CULTURAL AND CONVENTION CENTER
Progettisti	Williams and Tazewell & Associates – Pier Luigi Nervi – Antonio Nervi
Località	Norfolk, Virginia
Anno	1965-71
Committente	-
Dimensioni	Diametro 100 m
Funzione	Centro culturale e impianto sportivo
Impresa	Daniel Construction Co., Virginia
Ruolo	Progetto strutturale
Descrizione	L'edificio principale, a pianta circolare, è coperto da una cupola a calotta sferica sorretta da 24 pilastri ad "Y" inclinati secondo l'angolazione che segue la curvatura della cupola. Essa è formata da una struttura nervata a sezione variabile



351

PITT RIVERS MUSEUM

Powell and Moya Architects – Pier Luigi Nervi

Oxford

1966-68

Oxford University

Diametro 40 m

Museo

-

Progetto architettonico, progetto strutturale

Il progetto prevede la costruzione di una cupola ad elementi triangolari prefabbricati in ferrocemento cavi al fine di permettere l'ingresso della luce. Una rotonda alla base della cupola con il solaio nervato composto da elementi prefabbricati completa il progetto.

352



Nome	RUPERT THOMPSON ICE ARENA
Progettisti	Pier Luigi Nervi – Antonio Nervi
Località	Dartmouth, Hanover, New Hampshire
Anno	1967-76
Committente	Dartmouth College
Dimensioni	(55x95 m)
Funzione	Impianto sportivo
Impresa	Jackson Construction Company Inc., Dedham, Massachusetts
Ruolo	Progetto architettonico, progetto strutturale
Descrizione	Impianto sportivo coperto per gli incontri di hockey su ghiaccio. La copertura è a volta con profilo parabolico ed è formata da elementi prefabbricati in ferrocemento. Due tribune ad andamento parabolico in cemento armato sono posizionate sui due lati corti dell'impianto sportivo.



353

KUWAIT SPORTS CENTRE

Pier Luigi Nervi – Antonio Nervi

Kuwait City

1968-69

Emirato del Kuwait

Diametro 300 m

Impianto sportivo

-

Progetto architettonico

Progetto di concorso per uno stadio con campo da calcio e pista di atletica. Da un sistema radiale di 64 pilastri a sezione variabile in cemento armato si innalza una cupola prevista in materiale trasparente, supportata da travi reticolari in alluminio.



Nome	GOOD HOPE CENTRE
Progettisti	Colyn & Meiring - Pier Luigi Nervi – Antonio Nervi
Località	Cape Town, Sud Africa
Anno	1969-79
Committente	Amministrazione comunale Cape Town
Dimensioni	Luce 78,1 m
Funzione	Auditorium
Impresa	Murray & Stewart, Cape Town
Ruolo	Centro espositivo – Auditorium – Manifestazioni sportive
Descrizione	L'edificio si caratterizza per l'estensione della copertura a volta a crociera in cemento armato. Gli elementi della copertura sono prefabbricati in ferrocemento. Catene in cemento armato precompresso neutralizzano le spinte degli archi delle strutture principali.

Bibliografia

Alla prolifica attività professionale di Pier Luigi Nervi si affianca una vasta produzione editoriale che contempla l'ambito teorico e la rassegna critica dei suoi progetti.

Per un'opportuna consultazione, l'ampia bibliografia è stata suddivisa in "scritti di" e "scritti su" Pier Luigi Nervi, ordinati secondo un ordine cronologico e suddivisi a loro volta in volumi, monografie, saggi e articoli di riviste.

Scritti di Pier Luigi Nervi

Nuove possibilità per le costruzioni navali in cemento armato, Roma, Edizioni Novissima, s.d. [1943].

Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato, Edizioni della Bussola, Roma 1945 (rist. Città Studi Edizioni, Milano 1997, con introduzione di Aldo Rossi).

El Lenguaje Arquitectónico, Ed. Ministero dell'Educazione-Università di Buenos Aires, Buenos Aires 1951.

Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate, Hoepli, Milano 1955 (II ed. rivista e ampliata, Milano 1965; trad. ingl. *Structures*, a cura di G. e M. Salvadori, F. W. Dodge, New York 1956).

Nuove strutture, Edizioni di Comunità, Milano 1963 (trad. ingl. *Buildings, projects, structures 1953-1963*, Frederick A. Praeger, New York 1963; trad. ted. *Neue Strukturen*, Verlag Gerd Hatje, Stuttgart 1963).

Aesthetics and Technology in Building: Charles Eliot Norton Lectures (1961-1962), traduzione dall'italiano di R. Einaudi, Harvard University Press, Cambridge, MA 1965.

Ponte in cemento armato sul fiume Cecina tra Pomarance e Saline di Volterra, in "Ingegneria", 5, novembre 1922, pp. 126-127.

Stimoli e consenso, in "Ingegnere Italiano", dicembre 1922.

Gazogeno in cemento armato tipo "Verity" per distillazione di lignite, in "Ingegneria", n. 2, agosto 1922, p. 43.

Gazogeni in cemento armato, in "Il Cemento", n. 1, 1923, pp. 8-9.

Ponte sul fiume Pescia, in "Ingegneria", n. 8, agosto 1923, pp. 232-233.

Scienza o arte del costruire?, in "L'ingegnere", n. 7, 1931, pp. 3-4.

Problemi dell'architetto, in "Casabella", VI, maggio 1933, p. 34.

Arte e tecnica del costruire, in "Quadrante", n. 2, giugno, anno XII (1933), p. 28.

Idee sulla costruzione di uno stadio per 120 000 persone, in "Quadrante", n. 4, agosto anno XII (1933), pp. 36-37.

Pensieri sull'ingegneria, in "Quadrante", n. 6, ottobre anno XII (1933), pp. 20-21.

Monumento alla bandiera, in "Quadrante", n. 8, dicembre anno XII (1933), pp. 44-45.

Banca d'America e d'Italia a Firenze. Ing. M. Luccioli, in "Architettura", XII, n. 10, ottobre 1933, pp. 639-642.

Progetto di stadio per 50 000 spettatori, nel fascicolo speciale di "Architettura", dicembre 1933, p. 166.

Considerazioni tecniche e costruttive sulle gradinate e pensiline per stadi, in "Casabella", dicembre 1933, pp. 10-13.

La torre Maratona dello Stadio Berta di Firenze, in "Rassegna di Architettura", anno V, n. 12, dicembre 1933, pp. 534-535.

La riforma delle scuole di Ingegneria e il prestigio dell'ingegnere, in "Il Lavoro Fascista", 4 gennaio 1934, p. IV.

Una casa girevole, in "Quadrante", n. 13, maggio, anno XIII (1934), p. 27.

Problemi della realizzazione architettonica, in "Casabella", n. 74, gennaio 1934, pp. 2-3.

Progetto Auditorium Roma (Nervi-Valle-Guidi), in "Quadrante", n. 25, 1934, pp. 13-15.

Il golf dell'Ugolino a Firenze, in "Casabella", n. 88, aprile 1935, pp. 8-15.

Ingegneria nelle Scuole d'Ingegneria, in "Meridiano di Roma", n. 1, 3 gennaio 1937, p. XI.

Un'aviorimessa in cemento armato, in "Casabella-Costruzioni", n. 124, aprile 1938, pp. 4-9.

Per l'autarchia, i problemi economici delle costruzioni e la politica dell'architettura, in "Il Giornale d'Italia", 23 luglio 1938, p. 3.

La nuova piazza al Mare alla Foce di Genova. Arch. Luigi Carlo Daneri, in "Architettura", n. 7, luglio 1938, pp. 417-427.

Referendum sull'acciaio. Risposta dell'ing. Pier Luigi Nervi, in "Casabella-Costruzioni", n. 129, settembre 1938, p. 51.

Flugzeughhalle aus Eisenbeton in Italien, in Forum, n. 8, 1938, pp. 154-158.

Considerazioni sulle lesioni della cupola di Santa Maria del Fiore e sulle probabili cause di esse, in *Rilievi e studi sulla cupola del Brunelleschi*, Tipografia Ettore Rinaldi, Firenze 1939, pp. 44-49.

Chiesa di San Marcellino a Genova. Arch. Luigi Carlo Daneri, in "Architettura", n. 10, ottobre 1939, pp. 627-630.

La tecnica e i nuovi orientamenti estetici, Atti del convegno di ingegneria dell'anno XVIII, VII Triennale di Milano, s.d. [1939-40].

Per la massima autarchia edilizia, in "Casabella-costruzioni", n. 147, 1940, p. 3.

Un arco monumentale in conglomerato non armato, in "Casabella-Costruzioni", n. 176, agosto 1942, pp. 23-25.

La tecnica e i suoi orientamenti estetici, in "Stile", nn. 19-20, luglio-agosto 1942, pp. 9-15.

Aspetti e problemi della ricostruzione edilizia, in "Architettura. Rassegna di Architettura", nn. 6-8, giugno 1943, pp. 171-173.

Per gli studi e la sperimentazione nell'edilizia, in "Metron", n. 31, 1945, pp. 34-36.

Le basi della ricostruzione, in "Ricerca scientifica e ricostruzione", n. 1, luglio 1945, pp. 3-7.

Aspetti e problemi della ricostruzione edilizia, in “Ricerca scientifica e ricostruzione”, nn. 4-5, ottobre-novembre 1945, pp. 2-4.

L'architettura verso forme e caratteri immutabili?, in “La città. Architettura e politica”, 1, gennaio-febbraio 1946, pp. 7-9.

Corretto costruire, in “Strutture. Rivista di Scienza e arte del costruire”, n. 1, aprile 1947, pp. 4-5.

Il ferro cementato e le sue possibilità costruttive, in “Atti e Rassegna tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti di Torino”, nn. 3-4, marzo-aprile 1948, pp. 66-67.

Le strutture portanti del Palazzo per le Esposizioni al Valentino, in “Atti e Rassegna tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti di Torino”, n. 7, luglio 1948, pp. 118-122.

La estructuras resistentes del palacio Expositions à Turin, in “La Ingegneria”, n. 8, 1949, pp. 228-234.

Le Hall du Palais des Expositions à Turin, in «La Technique des Travaux», nn. 9-10, settembre-ottobre 1949, pp. 272-278.

Le strutture cementizie del palazzo Esposizioni di Torino, in “Le costruzioni nel mondo”, n. 1, 1949, pp. 3-8.

Nouvelle Halle du Palais des Expositions à Turin, in « Architecture d'Aujourd'hui », n. 27, dicembre 1949.

Economia edilizia, in “La Casa”, aprile 1950, pp. 150-152.

Ancora sul senso dell'architettura, in “Domus”, 244, marzo 1950.

Le costruzioni navali in ferro-cemento, in “L'Industria italiana del cemento”, nn. 7-8, 1950, pp. 163-166.

Il ferro-cemento: sue caratteristiche e possibilità, in “Annali della Società degli Ingegneri e degli Architetti Italiani”, n. 1, 1951, pp. 17-25.

The reinforced concrete members from Turin exhibition halls, in “Civil Engineering”, 1, 1951, pp. 6-11.

La resistenza per forma – caratteristica statico-architettonica del cemento armato, in “Pirelli. Rivista di informazione e tecnica”, 4, agosto 1951, pp. 11-12.

Le proporzioni della tecnica, in “Domus”, nn. 264-265, dicembre 1951, pp. 45-47.

Possibilità costruttive e architettoniche della pre-fabbricazione strutturale, in “Architettura Cantiere”, n. 1, 1952, pp. 33-43.

Il ferro-cemento, le sue caratteristiche e applicazioni, in “Il Cantiere”, n. 1, 1952, pp. 3-7.

Nervi P.L., Nervi A., Balletti I., *Concorso per lo Sportpalast di Vienna*, in “Architettura Cantiere”, n. 4, 1953.

Precast concrete offers new possibilities for design of shell structures, in “Journal of the American Concrete Institute”, n. 6, febbraio 1953, pp. 68-73.

Bardi P. M., Nervi P. L., *Il complesso Guajanazes a San Paolo*, in “Domus”, n. 282, 1953, pp. 4-7.

A review of 25 buildings by Italy's master of concrete construction and the three new construction techniques which made these spectacular buildings possible, in "Architectural Forum", n. 5, november 1953, pp. 140-149.

L'architecture du beton armé et le problème des coffrages, in « Architecture d'Aujourd'hui », n. 48, luglio 1953.

Costruire correttamente, in "Casabella-continuità", n. 202, 1954, pp. 57-64.

Considerations for a curriculum, in "Student Publication of the School of Design North Carolina State College", vol. IV, n. 2, 1954, pp. 3-6.

La moderna tecnica costruttiva e i suoi aspetti architettonici, in *Architettura d'oggi* (con L. Cosenza, F. Marescotti, G. Levi Montalcini, L. Quaroni, G. Astengo), Edizioni Vallecchi, Firenze 1955, pp. 7-14.

Nervi P.L., Campanella M., Vaccaro G., *Progetto di concorso per il nuovo fabbricato viaggiatori stazione ferroviaria Napoli*, in "Ingegneri Architetti-Roma", n. 6, 1955, pp. 1-4.

Uniting design and construction, "Highways and bridges and engineering works", n. 10, 1955.

Concrete and structural form, in "The Structural Engineer", n. 5, may 1956, pp. 155-172.

A philosophy for building correctly, in "The Architectural Record", aprile 1956 (traduz. di un estratto da *Costruire correttamente*).

The place of structure in architecture, in "The Architectural Record", luglio 1956, p. 189.

The importance of construction techniques, in "Student Publications of the School of Design. North Carolina State College", vol. 6, n. 1, 1956, pp. 6-12.

On relations between constructions process and architecture, in "Student Publications of the School of Design. North Carolina State College", vol. 6, n. 2, 1956, pp. 2-8.

New technique for Turin factory, in "Prefabrication", n. 43, 1957.

Palazzetto dello Sport fur die Olympischen Spiele 1960 in Rom, in "Bauwelt", n. 49, 1957.

L'evoluzione delle strutture in cemento armato, in G. Colonnetti, *La Tecnica delle costruzioni: vol. III, le pareti sottili*, Edizioni Scientifiche Einaudi, Torino 1957, pp. 9-59.

Soluzione tecnico-costruttiva della copertura per la chiesa dell'architetto Vaccaro a Borgo Panigale, in Quaderni di "Chiesa e Quartiere", N. 4, 1957, *Architettura e Religione*, pp. 32-35.

Rapporti tra la tecnica e l'estetica del costruire, in "Atti dell'Accademia Nazionale di San Luca", nuova serie, vol. III, 1957/58, pp. 85-96.

Critica delle strutture, in "Casabella-continuità", n. 223, gennaio 1959, pp. 56-57.

Critica delle strutture. Cinque ponti, in "Casabella-continuità", n. 224, febbraio 1959, pp. 53-54.

Critica delle strutture. Rapporti tra ingegneria e architettura, in "Casabella-continuità", n. 225, marzo 1959, p. 50.

Le strutture dell'UNESCO, in "Casabella-continuità", n. 226, aprile 1959, pp. 17-25.

Critica delle strutture. Modello e imitazione, in "Casabella-continuità", n. 227, maggio 1959, pp. 50-51.

Contributo al numero monografico sul tema *L'insegnamento dell'architettura nell'università italiana*, "Architettura Cantiere", 1959, pp. XL-XLI.

Nervi P.L., Rogers E.N., *Architettura e strutturalismo*, in "Casabella-continuità", n. 229, luglio 1959, pp. 4-5.

Zum thema architekt und ingenieur, in *Bauwelt*, n. 21, maggio 1959.

Nervi P.L., Nervi A., *Lo stadio Flaminio a Roma*, in "Casabella-continuità", n. 236, 1960, pp. 23-34.

Funzionalità, solidità, economia e bellezza, in "Ingegneri Architetti Roma", anno X, n. 12, dicembre 1960.

Espressività dell'architettura strutturale dal gotico ad oggi, in "Le conferenze dell'associazione culturale italiana", fascicolo quinto, 1960-61, pp. 7-16.

Architettura strutturale con riferimento al Palazzo del Lavoro di Torino, in "Atti e rassegna tecnica – Società degli ingegneri e architetti di Torino", n. 9, 1961.

Struttura e forma in architettura, in "Domus", n. 374, gennaio 1961, pp. 1-6.

Il palazzo del Lavoro, in "L'architettura cronache e storia", n. 70, anno VII, n. 4, 1961, pp. 224-237.

Chiesa e complesso parrocchiale del Cuore Immacolato di Maria: quartiere INA-Casa a Borgo Panigale 1952-1962, in "Chiesa e quartiere", n. 20, 1961, pp. 74-98 (con G. Vaccaro).

L'influenza del cemento armato e del progresso tecnico-scientifico sull'architettura di oggi e di domani, in "L'architetto", nn. 7-8, luglio-agosto 1961, pp. 26-36.

Relations entre architectes. Ingenieurs et constructeurs, in "L'architecture d'Aujourd'hui", n. 99, 1962.

Stahlbeton in der Architektur, in "Architektur und Wohnform – Innerdekoration", n. 2, 1962.

Le strutture in cemento armato, in "Il Cemento", n. 9, 1962, pp. 13-17.

La formazione dell'architetto oggi, in "Il Veltro", n. 1, 1963, pp. 49-54.

Some considerations about structural architecture, in "Student Publications of the School of Design. North Carolina State College", vol. 11, n. 2, 1963, pp. 41-47.

È già iniziato l'immutabile stile del futuro?, numero monografico di "Atti dell'Accademia Nazionale di San Luca", n.s., vol. VII, fasc. 1, 1963-64.

Considerazioni sullo stile costruttivo e produttivo del prossimo e lontano futuro, in "Il mondo di domani", 1964, pp. 373-380.

La prefabrication en beton armé dans la torture des grands locaux des batiments industriels, in “Cahiers de l’Institut Italien de Culture pour la Rau”, n. 24, 1964.

L’architecture inspiré per la construction, in “De Ingenieur”, n. 37, 1964, pp. 535-544.

Tecnica costruttiva ed espressività architettonica, Quaderni di S. Giorgio “Arte e Cultura Contemporanee”, n. 23, 1964, pp. 593-604.

Presentazione a M. Salvadori, R. Heller, *Le strutture in architettura*, ed. it. Etaslibri, Milano 1964, pp. VIII-IX.

Cartiera Società Burgo Mantova, in “Il Capomastro”, n. 21, 1965, pp. 548-551.

Espressione architettonica e tecnica costruttiva, in “Casabella”, n. 299, 1965, pp. 38-39.

Umiltà della perfezione artistica, in “Nuove Chiese”, n. 3, 1965, pp. 8-10.

I meravigliosi cento anni che non avranno repliche, in “I Rotary Club di Roma”, n. 102, dicembre 1965, pp. 8-10, 43.

Is architecture moving toward unchangeable forms?, in G. Kepes, *Structure in Art and in Science*, George Braziller, New York 1965, pp. 96-104.

Forme estetiche e leggi fisiche, dibattito tra Gillo Dorfles, Bruno de Finetti e Pier Luigi Nervi, in “Civiltà delle macchine”, n. 3, 1966, pp. 16-30.

La preparazione didattica degli architetti, in “Arte e Cultura nella Civiltà contemporanea”, 1966, pp. 507-516.

Considerazioni sull’architettura di oggi e sulla formazione dell’architetto, in “Rotary Club Roma Sud”, n. 74, 1967, pp. 9-14.

Edificio ad utilizzazioni multiple per la Fiera di Catania, in “L’architetto”, nn. 7-8, luglio-agosto 1968.

Struttura, intuito, architetti, in “L’Ingegnere”, n. 3, 1969, pp. 233-236.

Fecondità tecnica, estetica ed economia dei conglomerati cementizi armati, in “Atti dell’Accademia Nazionale dei Lincei”, n. 168, 1969.

Considerazioni sull’estetica del costruire, in Accademia Nazionale dei Lincei - Fondo Antonio Feltrinelli, *Adunanze straordinarie per il conferimento dei Premi A. Feltrinelli*, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma 1969, vol. I, fasc. 6, pp. 115-119.

Le barche in ferro cemento, in “Nautica”, n. 9, 1970.

La ricerca sperimentale in campo costruttivo, in “Rapporto sulla ricerca”, Roma 1970, p. 164.

Il progetto del ponte di Messina, “L’Ingegnere”, n. 11, 1971.

L’aula delle udienze in Vaticano, in “L’industria Italiana del Cemento”, n. 12, 1973, pp. 797-844.

L’ossatura del Centro Pirelli, in “Casabella”, 2005, n. 733, pp. 75-77 (estr. da *Edilizia Moderna*, 71, 1960).

Pier Luigi Nervi sull’opera di Oscar Niemeyer, in “Casabella”, n. 753, 2007, pp. 48-49.

Scritti su Pier Luigi Nervi

Perugini G. (a c. di) "Rassegna Critica di Architettura", numero monografico su P. L. Nervi, anno VI, n. 30, aprile-giugno 1954.

Argan G. C., *Pier Luigi Nervi*, Il Balcone, Milano 1955 (trad. spagn. *Pier Luigi Nervi*, Ediz. Infinito, Buenos Aires 1955).

Varola L., *Pier Luigi Nervi*, tesi di Laurea, Facoltà di Lettere, Università di Padova, a. a. 1955-56.

Pier Luigi Nervi, prefazione di Pier Luigi Nervi, introduzione di E. N. Rogers, testo di J. Joedicke, Edizioni di Comunità, Milano 1957 (trad. franc. *Pier Luigi Nervi. Constructions et projets*, Editions Vincent Fréal et Cie, Paris 1957; trad. ted. *Pier Luigi Nervi. Bauten und Projekte*, Verlag Gerd Hatje, Stuttgart 1957; trad. ingl. *The works of Pier Luigi Nervi*, The Architectural Press, London 1957 e Frederick A. Praeger, New York 1957).

Huxtable A.L., *Pier Luigi Nervi*, George Braziller Inc., New York 1960 (trad. it. *Pier Luigi Nervi*, Il Saggiatore, Milano 1960; trad. ted. *Pier Luigi Nervi*, Otto Maier, Ravensburg 1960; trad. spagn. *Pier Luigi Nervi*, Bruguera, Barcelona 1961).

Pier Luigi Nervi. Space and Structural Integrity, catalogo della mostra (May 12-June 18, 1961), edited by H. J. Lagorio, San Francisco Museum of Art, San Francisco 1961.

Joedicke J., *Pier Luigi Nervi: I. Constructions et projets; II. Structures nouvelles 1957-1963*, Paris 1963.

Pica A., *Pier Luigi Nervi*, Editalia, Roma 1969.

Matè Major, *Pier Luigi Nervi*, Henschelverlag Kunst und Gesellschaft, Berlin 1970.

Desideri P., Nervi P. L. jr, Positano G. (a cura di), *Pier Luigi Nervi*, Zanichelli, Bologna 1979.

Pier Luigi Nervi e la sua opera, incontro di studio organizzato dal Comitato del Premio Ingersoll rand Italia, Boroni, Milano 1980.

Mariano F., Milelli G. (a c. di), *Pierluigi Nervi: una scienza per l'architettura*, catalogo della mostra (Università degli Studi di Ancona, Facoltà di Ingegneria, 1982), Istituto Mides, Roma 1982.

Milelli G. (a c. di), *Eredità di Pier Luigi Nervi*, Istituto marchigiano Accademia di scienze, lettere ed arti, Ancona 1983.

Ramazzotti L. (a c. di), *Nervi oggi: scritti dalle mostre e dai convegni*, Kappa, Roma 1983.

AA.VV., *Gestalten in Beton: Zum Werk von Pier Luigi Nervi*, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller gmbH, Köln 1989.

Piccardi M. (a c. di), *Lo Stadio di Firenze: storia di ieri e di oggi*, M. Settimelli, Firenze 1990.

Cevini P., *Grattacielo Pirelli*, La Nuova Italia Scientifica, Roma 1996.

Battiloro C., Galluzzo A., Varrasi F. (a c. di), *La grande vicenda dello stadio di Firenze*, Edifir, Firenze 2000.

Mornati S., *Lo stabilimento Kursaal di Lapadula e Nervi*, Gruppo Mancosu Editore, Roma 2007.

Greco C., *Pier Luigi Nervi. Dai primi brevetti al Palazzo delle Esposizioni di Torino 1917-1948*, Quart Verlag, Lucerna 2008.

Guanci C., *Costruzioni e sperimentazione. L'attività del giovane Pier Luigi Nervi a Prato*, GCE, Firenze 2008.

Iori T., Poretti S. (a c. di), *L'ambasciata d'Italia a Brasilia*, Electa, Milano 2008.

Pacetti P., *Le aviorimesse di Pier Luigi Nervi ad Orvieto*, La Caravella editrice, Viterbo 2008.

Iori T., *Pier Luigi Nervi*, Motta Architettura, Milano 2009.

Iori T., Poretti S. (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Architettura come Sfida. Roma. Ingegno e costruzione*, Electa, Milano 2010.

Antinarelli M., Colombo A.T., Colombo F. (a c. di), *Pier Luigi Nervi. L'architettura molecolare*, Grafiche Aurora, Verona 2010.

Chiorino C., Olmo C. (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Architettura come sfida*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo 2010.

Trentin A., Trombetti T. (a c. di), *La lezione di Pier Luigi Nervi*, Bruno Mondadori, Milano-Torino 2010.

Vernizzi C., *Il disegno in Pier Luigi Nervi. Dal dettaglio della materia alla percezione dello spazio*, Mattioli 1885, Fidenza 2011.

Pace S. (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Torino, la committenza industriale, le culture architettoniche e politecniche italiane*, Silvana Editoriale, Milano 2011.

De Nardi D., *Il triangolo di Pier Luigi Nervi*, Iper testo Edizioni, Verona, 2011.

Mantovano A., *Pier Luigi Nervi a Lecce. 1930-1935 Impresa e progetto*, Piero Manni editore, San Cesario di Lecce 2011.

Ingg. Nervi e Bartoli. Società per azioni, fascicolo informativo sull'attività dell'impresa dal 1930 al 1962, Roma, s.d.

L'attività dello Studio Nervi e dell'Impresa Nervi e Bartoli nel campo dell'arte sacra, s.l., 1970.

Studio Nervi. Progetti dal 1950 al 1971, a cura dello Studio Nervi, s.e., Roma 1971.

V Triennale di Milano. Esposizione internazionale d'architettura moderna. Mostra dei progetti. Norme per lo studio di edifici tipici, Milano, s.d. [1932], p. 144.

Mostra di architettura razionale, in "Bollettino del Sindacato Provinciale Fascista Ingegneri di Firenze", n. 6, aprile 1932, p. 7.

Michelucci G., *Lo stadio "Giovanni Berta" in Firenze dell'ingegnere Pier Luigi Nervi*, in "Architettura", n. 3, 1932, pp. 105-116.

Michelucci G., *Lo stadio Giovanni Berta di Firenze*, in “Asfalti, bitumi, catrami”, marzo 1932.

Pagano G., *Ing. Pier Luigi Nervi. Stadio Comunale G. Berta a Firenze*, in “Casabella”, n. 4, aprile 1933, pp. 38-41.

Bardi P. M., *Lo stadio di Firenze*, in “Casabella”, n. 4, aprile 1933, pp. 5-38.

Abraham G., *Le stade G. Berta à Florence*, in “La Technique des Travaux”, n. 2, feb. 1933, pp. 93-101.

Lo stadio Berta di Firenze, in “Building Carrier”, n. 11, 1933.

Lo stadio Giovanni Berta dell'ing. Pier Luigi Nervi, in “International Architectural Society”, a. IX, n. 3, march 1933, pp. 63-65.

A direct descent from Rome: the Giovanni Berta Stadium, Florence, architect Pier Luigi Nervi, in “Architect and Building news”, n. 136, 24 nov. 1933, pp. 219-223.

Pubblico Stadio in Firenze, Italia. Architetto Pier Luigi Nervi, in “Architectural Record”, n. 105, 1933.

Progetto per uno stadio a Roma: ingg. Pier Luigi Nervi e Cesare Valle, in “Architettura”, n. 12, nov. 1933, pp. 705-712.

La torre Maratona dello Stadio Berta a Firenze. Arch. Pier Luigi Nervi, in “Rassegna di Architettura”, n. 12, 1933, pp. 534-535.

De Finetti G., *Stadi antichi e moderni*, in “Casabella”, n. 12, dicembre 1933, pp. 2-9.

Mostra dei progetti di edifici tipici, in *V Triennale di Milano*, numero speciale di “Architettura”, XII, 1933, pp. 160-168.

Pica A., *Stadi*, in “L'Ambrosiano”, 25 aprile 1934, p. 3.

Stade G. Berta à Florence – project d'un stade pour Rome, in “L'Architecture d'Aujourd'hui”, n. 3, aprile 1934, pp. 31-34.

Persico E., *Una casa girevole*, in “Quadrante”, n. 13, maggio 1934.

Paniconi M., *Concorso per l'auditorium di Roma*, in “Architettura”, n. 14, dicembre 1935, pp. 671-691.

Belli C., *Tre progetti dell'Auditorium di Roma*, in “Quadrante”, n. 25, maggio 1935, pp. 6-25.

Pica A., *Progetti per un Auditorium in Roma*, in “Casabella”, n. 91, luglio 1935, pp. 10-21.

Nuovi tipi di aviorimessa. Ingegnere Pier Luigi Nervi, in “Architettura”, n. 15, marzo 1938, pp. 143-148.

Flugzeughhalle in Eisenbeton. Ingenieur Pier Luigi Nervi, Rom, in “Moderne Bauformen”, n. 1, gennaio 1939, pp. 61-64.

Hangar provides clear space and bomb resistance. Pier Luigi Nervi engineer, in “The Architectural Record”, n. 241, novembre 1938.

L'aviorimessa di Orvieto, in “L'Industria Italiana del Cemento”, n. 6, giugno 1939, pp. 187-191.

Bardi P. M., *Stile di Pier Luigi Nervi*, in “Stile”, nn. 19-20, luglio-agosto 1942, p. 9.

- Pellegrini E., *Strutture (Palazzo Torino Esposizione)*, in "Domus", n. 231, 1948, pp. 8-10.
- Argan G. C., voce *Nervi, Pier Luigi*, in *Enciclopedia italiana di scienze, lettere e arti, appendice II (1928-1948)*, Roma 1949.
- Pica A., *Senso dell'architettura*, in "Domus", n. 241, dicembre 1949, pp. 42-43.
- Torino Esposizione*, in "Bouw", n. 5, 1950.
- Nouvelle halle du palais des expositions à Turin*, in «L'Architecture d'Aujourd'hui», n. 27, dic. 1949, pp. 44-49.
- Two hangars near Rome*, in "Architect and Buildings news", n. 196, 26 aug. 1949, pp. 198-200.
- Villalonga A.C., *Pier Luigi Nervi*, in "Revista de Arquitectura", n. 10, oct. 1950, pp. 287-296.
- Moretti L., *Un progetto di Pier Luigi Nervi per un'aviorimessa a Buenos Aires*, in "Spazio", n. 1, luglio 1950, pp. 50-51.
- Zevi B., *Storia dell'Architettura Moderna*, Einaudi, Torino 1950, pp. 178, 444, 713, tav. 36.
- Exhibition Hall in Turin, Italy*, in "Architectural forum", n. 95, jul. 1951, pp. 190-194.
- Palacio de exposiciones en Turin, Italia*, in "Arquitectura Mexico", n. 34, giu. 1951, pp. 209-212.
- De Libero L., *Le Palais des Expositions de Turin*, in "Bâtir", n. 16, oct. 1951, pp. 33-37.
- De Libero L., *Saper costruire*, in "Pirelli. Rivista di informazione e tecnica", n. 4, luglio-agosto 1951, pp. 8-12.
- Torino Esposizione e aviorimessa di Orvieto*, in "Berichte Lucerna", n. 3, 1952, tavv. XXXVIII-XXXIX.
- Unesco house*, in "Architectural Forum", october 1952, pp. 150-157.
- Banham R., *Unesco Headquarters*, in "The Architectural Review", dec. 1952.
- Palmieri M., *Boldness typifies italian precast design*, in "Concrete", 5, may 1952, pp. 30-34.
- Huxtable A.L., *Geodetic and plastic expressions abroad. Italy: Pier Luigi Nervi*, in "Progressive Architecture", 6, june 1953, pp. 111-114.
- Cosco G.M., *Especialidad y Estructura en la Arquitectura Moderna y Obra de Pier Luigi Nervi*, in "Arquitectura Mexico", n. 44, dic. 1953, pp. 197-220.
- Selem H., *Pier Luigi Nervi och Haus Verk*, in "Byggmastaren-Byggnadsteknik", n. 12, 1953, pp. 253-254.
- Concorso per lo Sportpalast di Vienna*, in "Architettura/Cantiere", 4, 1953, pp. 37-48.
- Villa E., *Pier Luigi Nervi*, in "Arti visive", nn. 4/5, 1953, p.n.n.
- A central headquarters for UNESCO in Paris: in association with Bernard Zehrfuss, architect and Pier Luigi Nervi, engineer*, in "Arts & Architecture", 70, feb. 1953, pp. 20-21.

Is this tomorrow structure?, in "Architectural Forum", febr. 1953, pp. 150-151.

Progetto per uno stadio a Rio de Janeiro. Ingg. Pier Luigi Nervi e Cesare Valle, in "Rassegna critica di architettura", n. 29, 1954, pp. 28-29.

Il Palazzo dello Sport di Vienna. Ing. P. L. Nervi, arch. A. Nervi, in "Rassegna critica di architettura", n. 29, 1954, pp. 37-46.

Piscina dell'Accademia militare di Livorno. Ing. Pier Luigi Nervi, in "Rassegna critica di architettura", n. 29, 1954, pp. 46-47.

Nervi, in "Concrete Quarterly", n. 25, apr.-jun. 1955, pp. 20-28.

Argan G.C., *The architecture of Nervi*, in "Architects' Year Book", n. 6, 1955, pp. 45-52.

Ponti G., *Progetto per la nuova stazione di Napoli, arch. Giuseppe Vaccaro, ing. Pier Luigi Nervi*, in "Domus" n. 306, maggio 1955.

Kauffmann E., *Scraping the skies of Italy – Pirelli building in Milan*, in "Art News", n. 54, feb. 1956, pp. 38-41.

Viganò V., *Immeuble Pirelli, Milan*, in "L'Architecture d'Aujourd'hui", n. 64, marzo 1956.

Concours pour la Gare de Naples, in "L'Architecture d'Aujourd'hui", n. 64, marzo 1956.

Centre National des Industries et des Techniques La construction de la couverture, in "L'Architecture d'Aujourd'hui", n. 64, marzo 1956.

Ponti G., *"Espressione" dell'edificio Pirelli in costruzione a Milano*, in "Domus", n. 316, marzo 1956, pp. 1-35.

Mc Coy E., *Pier Luigi Nervi. Concrete sections from two new stadiums*, in "Arts and Architecture", sept. 1956.

Joedicke J., *Pier Luigi Nervi, ein Gestalter des Stahlbetons*, in "Baukunst und Werkform", n. 10, oct. 1956, pp. 550-555.

Mellbye P. A., *Torino Esposizione – Lanificio Gatti – Palazzo Pirelli*, in "Bonyt", n. 10, 1956.

Vindigni G., *Pier Luigi Nervi Ingegnieur und Architekt*, in "Werk", 43, oct. 1956, pp. 306-311.

La Siège de l'Unesco a Paris, in "L'Architecture d'Aujourd'hui", 8, 1956, pp. 58-63.

Bernier R., *Unesco Headquarters*, in "Royal Architectural Institute of Canada Journal", sept. 1957.

Fogh A. F., *Pier Luigi Nervi*, in "Arkitekten", n. 14, 1957.

Brandt A., *Pier Luigi Nervi*, in "Inzynieriai Budownictwo", n. 10, 1957.

Joedicke J., *Grattacielo Pirelli*, in "Baukunst und Werkform", n. 4, 1957.

Veronesi G., *Una struttura di Pier Luigi Nervi a Parigi*, in "Zodiac", n. 1, ottobre 1957, pp. 103-118.

Le Palais de l'Unesco a Paris, Marcel Breuer et Bernard Zehrfuss, architectes, Pier Luigi Nervi, ingénieur, in "L'Architecture française", 1957. n. 181-182.

Torino, esposizioni: dieci anni. 1947-1957, Soc. Torino Esposizioni, Torino 1957.

Vaccaro G., *Il Palazzetto dello Sport, Roma*, in "L'Architettura. Cronache e storia", n. 3, gennaio 1958, pp. 584-593.

Perilli A., *Pier Luigi Nervi*, in "Civiltà delle Macchine", n. 1, gennaio-febbraio 1958, pp. 30-32.

Salvadori M., *Contrasts in Concrete. Unesco Headquarters, Paris*, in "The Architectural Record", n. 2, feb. 1958, pp. 165-169.

Santiago M., *Palazzetto dello Sport*, in "The Architectural Review", n. 123, feb. 1958, pp. 140-141.

Petit hall de Sport à Rome, in "L'Architecture d'aujourd'hui", n. 76, feb. 1958, pp. 28-31.

Palacio de los Deportes en Roma, in "Informes de la Construcción", n. 98, 1958.

Two Warehouses in Italy, in "Architect & Builder", marzo 1958.

Nervi's Olympic Dome, in "The Architectural Forum", n. 108, mar. 1958, pp. 82-85.

Palazzetto dello Sport – Rome, in "Concrete Quarterly", n. 37, april-june 1958, pp. 14-18.

Olympic Arena, Rome, Italy, for the 17th Olympiad, 1960, in "The Architectural Record", n. 123, may 1958, pp. 207-209.

Pevsner N., *Concrete thriller. The works of Pier Luigi Nervi*, in "The Architectural Review", giugno 1958.

Malusardi F., *Pier Luigi Nervi*, in "Quaderni della Società Generale Immobiliare", n. 10, luglio 1958, pp. 8-17.

Mendelsohn E., *Considerazioni sull'architettura contemporanea*, in "Domus", n. 344, luglio 1958.

Zauli B., *Il Palazzetto dello Sport a Roma*, in "Edilizia Moderna", n. 64, agosto 1958.

I nuovi impianti per le Olimpiadi a Roma, in "Quaderni della Società Generale Immobiliare", n. 10, luglio 1958, pp. 1-7.

Sports Stadium, Rome, Italy, in "Architect & Builder", ottobre 1958.

St. John's Abbey Church, Collegeville, Minnesota, in "Bauen und Wohnen", n. 12(11), nov. 1958, pp. 370-372.

Richards J.M., *Criticism :UNESCO House, Place de Fontenoy, Paris, designed by Marcel Breuer, Pier Nervi e Bernard Zehrffuss*, in "Architects' Journal", n. 128, dec. 1958, pp. 856-858.

Three Stadiums by Nervi, in "The Architectural Record", n. 124, dec. 1958, pp. 107-118.

Italie: Palais des sports à Rome, in "Techniques et Architecture", n. 18, dec. 1958, pp. 56-59.

UNESCO's cheerful new home, in "Architectural Record", n. 109, dec. 1958, pp. 80-88.

Lo stadio Flaminio a Roma, in "Quaderni Vitrum. Gli edifici sportivi", 1958, pp. 73-80.

Le siège de l'Unesco à Paris, in "L'Architecture d'Aujourd'hui", n. 81, dec. 1958-gen. 1959, pp. 2-33.

Volbeda A., *Een boek over Nervi*, in "Bouw", n. 7, 1958.

Pier Luigi Nervi y su obra, in "Ingenieria Arquitectura", n. 76, 1958.

Guazzo G., *Pier Luigi Nervi*, in "Construccion", n. 112, 1958.

Hitchcock H.R., *Architecture Nineteenth and Twentieth Centuries*, Penguin Books, Harmondsworth-Baltimore-Mitcham (Victoria, USA) 1958, pp. 420, 451, 458.

Aloi R., *Nuove architetture a Milano*, Hoepli, Milano 1959, pp. 1-6, 223-228.

Pevsner N., *Storia dell'architettura europea*, Laterza, Bari 1959, II ed. 1963, pp. 357, 360, 362, 364, 375, tav. CXIV.

Le nouveau Palais de l'Unesco Place de Fontenoy, à Paris, in "La Technique des Travaux", gennaio-febbraio 1959.

Unesco headquarters, Place Fontenoy, Paris, in "Architectural Design", n. 29, feb. 1959, pp. 56-71.

UNESCO headquarters, Paris, in "Builder", 196, jan. 1959, pp. 88-89.

Zevi B., *I sei difetti dell'UNESCO a Parigi*, in "L'Architettura. Cronache e storia", n. 3, luglio 1959, pp. 150-151.

Guiducci G., *Rassegna di elementi costruttivi. Attacco elastico della facciata del Grattacielo Pirelli*, in "Casabella-Continuità", n. 223, gennaio 1959.

Ponti G., *Espressioni di Nervi a Milano*, in "Domus", n. 352, marzo 1959.

Der Palazzetto in Rom – Pier Luigi Nervi, in "Deutsche Architektur", n. 3, marzo 1959, pp. 150-152.

The human world of Nervi, in "Architectural Record", april 1959.

Viganò V., *La contribution de Pier Luigi Nervi à l'architecture contemporaine*, in "Aujourd'hui, art et architecture", n. 24, dic. 1959, pp. 3, 60-81.

Simula P., *Pier Luigi Nervi*, in "Ark-Arkkitethi-Arkitekten", nn. 6-7, 1959, pp. 92-103.

Kultermann U., *Unesco*, in "Die Innenarchitektur", n. 2, 1959.

Italy – The Olympics, in "Interbuild", nn. 2/6, 1959, pp. 20-28.

Temko A., *The world's most daring builder*, in "Horizon", n. 4, march 1959, pp. 18-25.

Der Palazzetto in Rom, in "Deutsche Architektur", n. 3, mar. 1959, pp. 150-152.

UNESCO house, Paris, in "Architectural Review", n. 125, mar. 1959, pp. 196-201.

Rogers E.N., *Il dramma del Palazzo dell'UNESCO*, in "Casabella-Continuità", aprile 1959, pp. 2-25.

Le nouveau siège permanent de l'Unesco à Paris, in "Werk", n. 46, may 1959, pp. 149-159.

- La maison de l'Unesco*, in "Construction Moderne", n. 2, 1959, pp. 13-24.
- Nervi's contribution to the new Rome*, in "Concrete Quarterly", n. 42, jul-sept 1959, pp. 35-43.
- Nervi: gold medallist, 1960*, in "Architects' Journal", n. 131, jan. 1960, p. 2.
- The Royal Gold Medal award to P.L. Nervi*, in "Builder", n. 198, jan. 1960, p. 45.
- Olympic buildings in Rome by Pier Luigi Nervi, the 1960 R.I.B.A. gold medallist*, in "Architect and Building News", n. 217, jan. 1960, pp. 9-14.
- Heimsath C. B., *Nervi's methodology*, in "The Architectural Forum", n. 112, feb. 1960, pp. 138-143.
- Norberg-Schulz C., *Nervi. Ingeniör eller Arkitekt?*, in "Byggekunst", n. 2, feb. 1960, pp. 29-43.
- The Royal Gold Medal for Architecture*, in "Royal Institute of British Architects Journal", n. 67, feb. 1960, pp. 113-116.
- Fea E., *Architettura Olimpica*, in "Civiltà delle Macchine", 2, marzo-aprile 1960, pp. 8-11.
- Pier Luigi Nervi*, in "Architect and Building News", n. 217, apr. 1960, pp. 439-442.
- Blake P., *Concrete Parthenon. Nervi's prizewinning design for the Palace of Labour at Turin*, in "The Architectural Forum", n. 112, may 1960, pp. 112-125.
- Presentation of the Royal Gold Medal for 1960, to Professor Pier Luigi Nervi*, in "Royal Institute of British Architects Journal", n. 70, may 1960, pp. 229-232.
- Pier Luigi Nervi*, in "Bouwkundig Weekblad", n. 78, may 13, 1960.
- Habasque G., *Nervi*, in "L'Oeil", n. 65, maggio 1960, pp. 64-73.
- Burchard I. E., *Unesco house appraised*, in "Architectural Record", maggio 1960.
- Stadion Flaminio in Rom*, in "Bauen und Wohnen", n. 7, july 1960, pp. 234-236.
- Building for the 1960 Olympic Games, Rome*, in "Builder", n. 199, aug. 1960, pp. 356-359.
- Creighton T.H., *European diary: Headquarters for Unesco*, in "Progressive Architecture", agosto 1960.
- N.L. Williams, *Unesco Headquarters, Paris*, in "Buffalo, Fine Arts Academy, Albright Art Gallery, Gallery Notes", Buffalo 1960.
- Palais des sports de l'E.U.R., Rome*, in "L'Architecture d'Aujourd'hui", nn. 91-92, sept.-oct.-nov. 1960, pp. 142-143.
- Viaduc du Corso-Francia, Rome*, in "L'Architecture d'Aujourd'hui", nn. 91-92, sept.-oct.-nov. 1960, pp. 146-148.
- Henze A., *Drei Meisterwerk Nervis für den Sport*, in "Das Kunstwerk", n. 4, oct. 1960, pp. 37-39.

E.I.L. congress hall in Turin, in "Architectural Review", n. 128, nov. 1960, pp. 319-320.

Il viadotto di Corso Francia a Roma, in "Casabella-Continuità", n. 246, dec. 1960, pp. 20-25.

Pier Luigi Nervi, in "Der Bau", n. 4, 1960.

Carr D.E.F., *The artist and industry*, in "Industrial Architecture", n. 4, 1960, pp. 250-251.

Flint A., *A master builder*, in "Architecture and Building", n. 5, 1960.

Palazzo del Lavoro di Torino, in "Acciaio", n. 5, 1960.

Rogers E.N., *Pier Luigi Nervi*, in "Bau-Forum", n. 4, 1960, p. 44.

Nervi's new Rome, in "Harper's Bazar", nn. 3/6, 1960, pp. 60-63.

R.I.B.A. Gold Medal to Nervi, in "Building", n. 633, 1960.

Pier Luigi Nervi insignito della Royal Gold Medal per l'architettura, in "Associazione Nazionale Ingegneri e Architetti", n. 89, 1960.

Robbins J.E.J., *Biggest and most beautiful Olympics*, in "Reader's Digest", 1960.

Spectacular structures for Olympic Games, in "Life", n. 7, 1960, pp. 50-55.

Sargeant W., *Profiles – master of construction*, in "The New Yorker", 1960.

Bus station – New York, in "Intebuilt", nn. 2/6, 1960.

I concetti rivoluzionari di Pier Luigi Nervi, in "Notiziario Teti", n. 3, 1960, p. 5.

Poniz D., *Pier Luigi Nervi*, in "Architektura", n. 9, 1960.

Dadoun R., *Unesco*, in "Civiltà delle Macchine", n. 2, 1960.

A Palace of Labor by Pier Luigi Nervi and Antonio Nervi, in "Arts and Architecture", 1960.

Nervi – Gold Medallist – R.I.B.A., in "The Architect", n. 14, 1960.

Buzzi L., *Una medaglia per il cemento – Il cemento per le Olimpiadi*, in "L'industria italiana del cemento", n. 10, 1960, p. 285.

The Corso Francia, Rome, in "Concrete Quarterly", 47, 1960, pp. 25-27.

Bertarelli F., *Il poeta del cemento armato*, in "Incom", n. 40, 1960.

Pertica D., *Il palazzo dello Sport all'EUR*, in "Il cantiere", n. 99, 1960.

Reynolds M., *Expo Ponti-Nervi*, in "Irish builder and engineer", n. 22, 1960.

I progetti vincitori del concorso per il Palazzo del Lavoro di Torino, in "Casabella-Continuità", n. 235, 1960, pp. 33-42.

Darmstaedter R., *Nervi, Pier Luigi*, in *Kunstlerlexicon Maler-Bildauer-Architekten*, Francke Verlag, Bern-München 1961.

Banham R., *Pirelli Building*, in "The Architectural Review", marzo 1961.

- Mumford L., *Das Unesco-Gebäude*, in “Baukunst und Werkform”, maggio 1961.
- Italia 1961*, in “Architectural Design”, n. 31, june 1961, pp. 230-231.
- Rüsch H., *Betrachtungen zu den Bauten Pier Luigi Nervi*, in “Baumeister”, 58, june 1961, pp. 563-574.
- Dartmouth field house: another U.S. design by Nervi*, in “Progressive Architecture”, n. 42, june 1961, p. 69.
- Palazzo del Lavoro, Turin*, in “Architect and Building News”, nn. 219/23, june 1961, pp. 755-764.
- L'esposizione Internazionale del Lavoro di Pier Luigi Nervi*, in “Domus”, n. 380, 1961, pp. 1-18.
- Bouchet A., *Le palais du Travail à l'Exposition du Centenaire de l'Unité Italienne – Turin*, in “La Technique des travaux”, nn. 11/12, 1961, pp. 323-330.
- Ponti G., *Il centro Pirelli a Milano*, in “Vitrum”, n. 124, 1961.
- Pier Luigi Nervi*, in “Bouw”, n. 31, 1961.
- Lo Bello N., *Ferrocemento's modest master visits U.S.*, in “Engineering News – Record”, n. 27 aprile 1961, pp. 58-80.
- The Pirelli Building, Milan*, in “Concrete Quarterly”, oct.-dec. 1961, pp. 18-25.
- Rimura T., *Pier Luigi Nervi, palazzo del Lavoro*, in “The Kentiku”, n. 11, 1961, pp. 21-31.
- Yokohama H., *Pier Luigi Nervi, Torre Pirelli*, in “The Kentiku”, 11, 1961, pp. 32-37.
- Heimsath C.B., *Curvilinear forms in architecture*, in “Concrete in Architecture”, n. 63, 1961, pp. 2-5.
- The Corso Francia, Rome*, in “Roads and Road Construction”, n. 458, feb. 1961, p. 50.
- “Casabella-Continuità”, n. 252, 1961 (numero monografico su Italia 61 a Torino).
- Henze A., *Pier Luigi Nervi*, in “Deutsche Bauzeitung”, n. 6, 1961.
- Morrison H.S., *Nervi designs a field house*, In “Darthmouth”, n. 8, 1961.
- Il palazzo del Lavoro*, con un'introduzione di P. L. Nervi, in “L'Architettura. Cronache e storia”, agosto 1961.
- Fogh F., *Udstillingshal i Torino*, in “Arkitektur”, n. 5, oct. 1961, pp. 197-204.
- Flaminio-Stadion, Rom*, in “Architektur und Wohnform, Innendekoration”, n. 69, oct. 1961, pp. 252-255.
- Palazzo dello Sport in Rom*, in “Bauen und Wohnen”, n. 15, nov. 1961, pp. 426-427.
- Palais du travail à Turin*, in “L'Architecture d'Aujourd'hui”, n. 32, dec.-1961 jan. 1962, pp. 12-15.
- Sartoris A., *Le style de Nervi*, in “Architecture: formes et fonctions”, n. 8, 1961-1962, pp. 14-44.

La nuova sede della Società Galbani in Milano, in "L'Architettura. Cronache e storia", gennaio 1962.

Et mesterverk av Pier Luigi Nervi, in "Byggekunst", febbraio 1962.

Port of New York Authority Bus Terminal, in "Architectural forum", n. 117, sept. 1962, pp. 82-85.

Exposition Pier Luigi Nervi, in "Aujourd'hui, art et architecture", n. 39, nov. 1962.

Italia 61, in "Der Bau", n. 1, 1962.

Flaminio-stadion, Rom, in "Bow", n. 23, 1962.

Lindner E., *Preview 45: Nervi's Dartmouth College Field House*, in "News", n. 8, 1962.

Pier Luigi Nervi exhibition in Dublin, in "Italy speaks", n. 4, 1962.

Opere di Pier Luigi Nervi, in "The Kentiku", n. 8, 1962.

Bus station – New York, in "Engineering News – Record", 1962.

Pevsner N., *Nervi, Pier Luigi*, in *Allgemeines Lexikon der Bildenden Künstler des XX. Jahrhunderts*, Vollmer H.(a c. di), vol. VI, Leipzig 1962.

Nervi design steel skyways, in "Engineering News – Record", 1962.

Italia 61, Rückblick auf eine Ausstellung im letzten Jahre, in "Baukunst und Werkform", maggio 1962.

Banham R., *Guide to modern Architecture*, The Architectural Press, London 1962, pp. 36, 100, 102-105.

Brizio A.M., *Ottocento Novecento*, U.T.E.T., Torino 1962, III ed., pp. 696, 756-759, 765, 774, 780, 781.

La Obra de Pier Luigi Nervi, numero monografico di "Quadernos de Arquitectura (Mexico)", n. 9, 1963.

Papayannis A., *Reflections on the work of Pier Luigi Nervi*, in "Architektoniki" n. 38, mar.-apr. 1963, pp. 68-73.

Nervi a New York, in "Domus", n. 400, marzo 1963, pp. 1-6.

Boudon-Vitale F., *Un édifice public: Maison de L'U.N.E.S.C.O.*, in "Information d'Histoire de l'Art", n. 2, mar.-apr. 1963, pp. 62-80.

Nervi in New York, in "Industrial Architecture", settembre 1963.

Pier Luigi Nervi à New-York: la gare d'autobus du pont George-Washington, in "L'Architecture d'Aujourd'hui", oct.-nov. 1963, pp. 20-25.

Railway passenger building, Naples, in "Architect and Building News", nn. 220/24, nov. 1963, pp. 767-768.

Esthétique de l'Architecture du Béton Armé, Dunod, Paris 1963, pp. 9, 19, 31, 43-45, 54, 55, 71, 78-82, 95, 101, 102, 135, 137, 143, 153, 164, 168, 172, 177, 178, 187, 190, 91, 194. (trad. it. ed. Vitali e Ghianda, Genova 1968).

Salvadori M., *Structure in Architecture*, Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA 1963, pp. 14, 60, 79, 124, 214, 270, 372.

Salvadori M., *Pier Luigi Nervi. A tribute to the, AIA Gold medal winner*, in "The Architectural Forum", n.5, maggio 1964, pp. 78-79.

Catalano E.F., *Nervi, Pier Luigi*, in *Encyclopaedia britannica*, vol. XVI, London 1964.

Usine à Mantoue, in "L'Architecture d'Aujourd'hui", nn. 113-114, apr.-may 1964, pp. 164-165.

Pier Luigi Nervi, in "Architectural forum", n. 120, may 1964, pp. 78-79.

Nervi gives a factory the grace of a bridge, in "Architectural forum", n. 121, July 1964, pp. 110-113.

Petit palais des sports de Vicence, Italie, in "L'Architecture d'Aujourd'hui", sept.-nov. 1964, p. 41.

Nervi in Sydney, in "Architectural Review", n. 136, nov. 1964, pp. 313-314.

Benevolo L., *Storia dell'architettura moderna*, ed. Laterza, Bari 1964, pp. 46, 77, 834, 955.

Ketoff S., *Les Ingénieurs et l'Architecture*, in "L'Architecture d'Aujourd'hui", n. 113-114, aprile-maggio 1964.

Perogalli C., *Storia dell'Architettura*, Görlich, Milano 1964, pp. 872, 971, 975, 977, 993.

Pica A., *Architettura moderna in Milano. Guida*, a cura del Collegio Regionale Lombardo degli Architetti, Ariminum, Milano 1964, pp. 24, 25, 39.

Chiesa per il Quartiere ANIC di Ravenna dell'ing. Pier Luigi Nervi, in "Fede e Arte", n. 2, aprile-giugno 1965, pp. 165-171.

Papierfabrik in Mantua, in "Bauen und Wohnen", n. 19, aug. 1965, pp. 296-299.

Paper works, Mantua, in "Architect and Building News", n. 227, sept. 1965, pp. 499-500.

Place Victoria, Montreal, in "Canadian Architect Yearbook", 1965, pp. 50-51.

Wilson S., *Place Victoria*, in "Journal of the Royal Architectural Institute of Canada", n. 42, oct. 1965, pp. 60-69.

Argan G. C., *Pier Luigi Nervi (1955); Architettura e tecnica costruttiva (Pier Luigi Nervi) (1945)*, in *Progetto e destino*, Il Saggiatore, Milano 1965, pp. 244-257 e 258-263.

Trebbi G., *Un'opera di Vaccaro e Nervi a Bologna*, in "Ingegneri e architetti costruttori", n. 20, 1965.

Hart F., *Kunst und Technik der Wölbung*, Verlag Georg Callwey, München 1965, p. 91.

Joedicke J., *Für eine lebendige Baukunst*, Karl Kramer, Stuttgart-Bern 1965, p. 95, 96, 106.

Geschäftshausüberbauung am Australia Square in Sydney, in "Bauen und Wohnen", n. 20, Jan. 1966, pp. 25-29.

Moretti and Nervi's Place Victoria, in "Architectural Record", n. 139, mar. 1966, pp. 141-146.

Collins P., *Stock Exchange Tower, Montreal*, in "The Architectural Review", n. 139, jun. 1966, pp. 433-438.

- Fallani G., *La nuova aula per le udienze pontificie*, in "Fede e Arte", n. 14, luglio-settembre 1966, pp. 258-271.
- Jacobus J., *Die Architectur unserer Zeit. Zwischen Revolution und Tradition*, Verlag Gerd Hatje, Stuttgart 1966, pp. 17, 57, 58, 62, 129, 130-135, 137, 145, 160, 186, 196, 198.
- Canty D., *Nervi's gilded gateway*, in "The Architectural Forum", n. 126, mar. 1967, pp. 68-73.
- Veronesi G., *Nervi, Pier Luigi*, voce in *Enciclopedia dell'architettura moderna*, Garzanti, Milano 1967.
- Cavallotti C., *Nervi, Pier Luigi*, voce in *Le Muse. Enciclopedia di tutte le arti*, vol. VIII, Ed. De Agostini, Novara 1967.
- Pitt-Rivers Museum, Oxford*, in "Architects' Journal", n. 147, mar. 1968, pp. 639-642.
- Pitt Rivers Museum, Oxford*, in "Building", n. 214, mar. 1968, pp. 83-84.
- Nervi in London*, in "Werk", n. 55, june 1968, pp. 411-413.
- Koenig G.K., *Pier Luigi Nervi e lo stadio comunale fiorentino*, in *Architettura in Toscana*, Firenze 1968, pp. 17-18.
- Boaga G., Bologna G., Zorzi S., *Strade sopraelevate in cemento armato*, A.I.T.E.C., Roma 1968, pp. 57, 132-135.
- Veronesi G., *Una struttura di Nervi a Parigi*, in "Profili. Disegni, architetti, strutture, esposizioni", collana Il Vitruvio/3, Vallecchi editore, Firenze, 1969, pp. 35-38.
- Kuwait Sports Centre*, in "Architectural Design", v. 40, n. 3, 1970, pp. 134-137.
- Fallani G., *Die neue Saal im Vatikan für die päpstlichen Audienzen von Pier Luigi Nervi*, in "Das Münster", n. 23, july-aug. 1970, pp. 229-239.
- St. Mary's Cathedral, San Francisco*, in "Architectural Record", n. 150, sept. 1971, pp. 113-120.
- Aula delle udienze Pontificie, Città del Vaticano*, in "Byggekunst", n. 53, 1971, pp. 224-227.
- Bo J., *En Klassik studierejse til Rom Romerske Kupler*, in "Arkitekten", n. 19, 1971, pp. 401-410.
- Le Médaille d'Or de Pier Luigi Nervi*, in "Bauwelt", n. 62, 1973, pp. 56-75.
- Ambassade de Grande-Bretagne à Rome*, in "Architecture Francaise", nn. 379-380, mar.-apr. 1974, pp. 40-43.
- Alvarez M.R., Pinget M.S., *Obra di Pier Luigi Nervi*, in "Construcciones", n. 247, 1974.
- Cape Town – Exhibition Hall*, in "Planning", n. 21, 1976.
- Australian Embassy, Quai Branly, Paris*, in "A & U: architecture and urbanism", n. 65, may 1976, pp. 23-27.
- Seidler und Nervi in Canberra*, in "Bauen und Wohnen", n. 30, sept. 1976, pp. 319-328.

- Positano G., *Good Hope Centre*, in "Architect & Builder", n. 27, dec., 1977, pp. 2-9.
- Canberra criteria*, in "Architectural Review", n. 161, march 1977, pp. 141-144.
- Sydney ribs*, in "Architectural Review", n. 161, march 1977, pp. 145-146.
- Struttura in Australia*, in "Domus", n. 574, settembre 1977, pp. 6-10.
- Marlin W., *A Paris accord*, in "Architectural Record", n. 164, nov. 1978, pp. 103-112.
- Pica A., *Ambasciata a Parigi*, in "Domus", n. 588, nov. 1978, pp. 20-29.
- Desideri M., *Il "Good Hope Center" di Città del Capo*, in "L'industria italiana del cemento", 1978.
- Zevi B., *Pier Luigi Nervi quasi artista. Pendulo tra matematica e poesia*, in *Cronache di architettura. Vol. 2: dallo sconcio dei lungarni alla chapelle de Ronchamp*, Laterza, Roma-Bari 1978, pp. 262-267.
- Obituary*, in "The New York Times", 1979, Jan 10.
- Obituary: Nervi*, in "Architects' Journal", n. 169, jan. 1979, p. 116.
- Obituary: Pier Luigi Nervi*, in "Architectural Review", n. 165, feb. 1979, p. 65.
- Pier Luigi Nervi dies at 87*, in "Progressive Architecture", n. 60, feb. 1979, pp. 35-36.
- Obituary: Pier Luigi Nervi, 1892-1979*, in "A.I.A. Journal", n. 68, feb. 1979, p. 27.
- The works of Nervi*, in "Architect & Builder", n. 29, mar. 1979, pp. 12-18.
- Leonhardt F., *Obituary: Pier Luigi Nervi - ein Vorbild*, in "DB - Deutsche Bauzeitung", n. 3, 1979, pp. 10-11.
- Jodidio P., *Verité de la forme*, in "Connaissance des Arts", n. 326, apr. 1979, pp. 78-85.
- Zevi B., *Col cemento della fantasia*, "L'Espresso", n. 3, 21 gennaio 1979.
- Morandi R., Desideri M., *Ricordo di Pier Luigi Nervi*, in "L'industria italiana del cemento", 1979.
- Furiozzi B., *Omaggio a Pier Luigi Nervi. Lo stadio di Firenze*, in "Bollettino degli Ingegneri", marzo 1979, pp. 2-5.
- Gresleri G., *Nervi fa il coperchio ma non la pentola*, in "Parametro", n. 75, 1979, pp. 6-8, 61.
- Gresleri G., *Illustrando nelle varie fasi un grande lavoro di ingegneria, si racconta come Pier Luigi Nervi, chiamato alla collaborazione da Giuseppe Vaccaro, mettesse un "coperchio" alla chiesa nuova di Borgo Panigale, che doveva distinguersi dalle case intorno come una pausa del tessuto edilizio più alto*, in "Bologna incontri", n. 4, 1979, pp. 21-23 .
- Cipriani F., *La grande "incompiuta" di Pier Luigi Nervi, "poeta del cemento armato"*, in "Calabria letteraria", n. 5, 1979, pp. 38-42.

Aymerich C., *L'architettura italiana dopo il funzionamento e l'eredità di Pier Luigi Nervi*, in "Atti della facoltà di ingegneria di Cagliari", 9 (1981), n. 2, vol. 17.

Kato A., G. Nicoletti G., V. Gregotti V., Grandori G., *Pier Luigi Nervi*, in "Process: Architecture", n. 23, 1981.

Mariano F., *P. L. Nervi, progetti di aviorimesse 1930/1948*, in "Edilizia militare", n. 7, 1982.

De Seta C., *L'architettura di Pier Luigi Nervi*, in "Il Veltro. Rivista della Civiltà Italiana", 1-2, gennaio-aprile 1982, pp. 25-33.

De Seta C., *Pier luigi Nervi: la tradizione e la nuova tecnologia*, in *Architetti italiani del Novecento*, Laterza, Roma-Bari 1982, pp. 133-166.

Del Fante L., *Lo Stadio Comunale di Firenze di Pier Luigi Nervi*, in *Tre architetture degli anni trenta a Firenze*, Catalogo della mostra (10 novembre-9 dicembre 1984), Società delle Belle Arti – Circolo degli Artisti "Casa di Dante", Firenze 1984, pp. 13-54.

De Seta C., *Pier Luigi Nervi e il paradigma della grande scala nell'architettura contemporanea*, in *Studi in onore di Giulio Carlo Argan*, a cura di Silvana Macchioni, Multigrafica Editrice, Roma 1984, pp. 221-230.

Piccole onde in ferro-cemento, in "Rassegna", n. 24, dic. 1985, pp. 76-88.

Macci L., *Il futuro ha un cuore antico: civic stadium of Florence*, in "L'Arca", n. 38, maggio 1990, pp. 74-79.

San Pietro S., Vercelloni M. (a c. di), *1990 Stadi in Italia*, L'Archivoltò, Milano 1990, pp. 142-165.

Veresani L., Visconti M., *Domus itinerario n.107: Pier Luigi Nervi e Roma*, in "Domus", n. 766, 1994, pp. 87-94.

Nuti F., *Opere e cantieri nel ventennio. Lo stadio comunale "G. Berta" di Firenze*, in M. Cozzi (a cura di), *Edilizia in Toscana tra le due guerre*, Edifir, Firenze 1994, pp. 149-161.

Greco C., *Pier Luigi Nervi e il ferro-cemento*, in "Domus", n. 766, 1994, pp. 80-83.

Greco C., *The ferrocemento experimental storehouse by P. L. Nervi, Rome 1945*, in Atti della terza conferenza internazionale del DO.CO. MO.MO, Barcellona 1994.

Greco C., *Pierluigi Nervi nella tradizione delle strutture sottili in cemento armato*, in "Rassegna di architettura e urbanistica", 1994/1995(1996), nn. 84/85, pp. 85-97.

Jodidio P., *UNESCO 50 ans [interview]*, in "Connaissance des Arts", n. 522, nov. 1995, pp. 56-59.

Jodice R., *La basilica di S. Pietro e il moderno: la sala Nervi*, in "Quaderni dell'Istituto di Storia dell'Architettura", n.s., nn. 25/30, 1995/1997, pp. 455-462.

Macci L., *Firenze Stadio Comunale*, in "L'Arca Plus", 9, 1996, pp. 52-57.

Battiloro C., *Il ruolo dello stadio di Firenze nella carriera di Pier Luigi Nervi*, in "Bollettino degli Ingegneri", n. 4, 1997.

Poretti S., *Pier Luigi Nervi: Cartiera Burgo, Mantova 1960 – 1964*, in "Casabella", 1997/1998, nn. 651/652, pp. 96-107.

Lipparini P., *Il maestro di Pier Luigi Nervi: Attilio Muggia ed il suo archivio*, in "Parametro", 1999, n. 231, pp. 21-24.

Besio A., *L'artista del cemento armato. Nervi*, in "La Repubblica", 22 dicembre 1999, p. 28.

Bernstein F. A., *Rage [George Washington Bridge Bus Terminal, New York]*, in "Blueprint", n. 167, dec. 1999, p. 74.

Omaggio a Pierluigi Nervi, in "L'Industria delle Costruzioni", n. 341, marzo 2000, pp. 64-69.

Greco C., *Pier Luigi Nervi. Curve, eliche e movimento nella ricerca architettonica degli anni '30*, in "Area", n. 57, luglio-agosto 2001, pp. 4-15.

Iori T., *Gusci sottili di cemento armato*, in "Area", n. 57, luglio-agosto 2001, pp. 16-23.

Nervi I., Nervi M.V., *Nervi: il laboratorio di ricerca sperimentale*, AR- Bimestrale dell'Ordine degli Architetti di Roma e provincia, 33, gennaio-febbraio 2001, pp. 9-13.

Grattacielo Pirelli, in "Domus", n. 848, 2002, pp. 144-145.

Irace F., *Per il Pirelli: un restauro d'autore*, in "Abitare", n. 418, 2002, pp. 158-159.

Greco C., *Recupero e trasformazione in museo dell'area in via della Magliana a Roma, luogo delle sperimentazioni costruttive di Pier Luigi Nervi*, in Drugman F., Basso Peressut L., Brenna M. (a c. di), *Il museo della cultura politecnica*, Unicopli edizioni, Milano 2002, pp. 238-253.

Leslie T., *Form as diagram of forces: the equiangular spiral in the work of Pier Luigi Nervi*, in "Journal of Architectural Education", n. 57, nov. 2003, pp. 45-54.

Bernstein F.A., *40-year watch [bus terminal, New York City]*, in "Oculus", n. 65, 2003, p. 49.

Mornati S., *Lo stabilimento Kursaal di Castelfusano. Un'opera di Lapadula e Nervi tra mito e attualità*, in "L'Industria delle costruzioni", n. 373, settembre-ottobre 2003, pp. 82-86.

Crognaletti K., *Un'architettura poco nota di Michele Busiri Vici con l'intervento di Pier Luigi Nervi: l'Officina Meccanica a Torre in Pietra*, in "Monumenti di Roma", 2003 (2004), n. 2, pp. 133-141.

Poretti S., *Palazzetto dello Sport, Roma 1956-58, Pier Luigi Nervi con Annibale Vitellozzi*, in Guccione M. (a c. di), *Sguardi contemporanei. 50 anni di architettura italiana. 10 critici, 10 architetture, 10 fotografi*, DARC, Roma 2004, pp. 14-15.

Braschi S., *Pier Luigi Nervi e i rifornitori della Stazione di Firenze S. Maria Novella*, in Cozzi M., Nuti F. (a c. di), *Fabbriche e stazioni. Il parco ferroviario di Firenze S. Maria Novella*, Roma, Edizioni Kappa, 2004 («Storia dell'Urbanistica/Toscana», X), pp. 117-126.

Iori T., Poretti S., *Pier Luigi Nervi's works for the 1960 Rome Olympics*, Atti del IV Congresso nazionale di "Historia de la construcción", Cádiz, Spagna 27-29 gennaio 2005, Edicion Santiago Huerta, Madrid 2005, pp. 605-614.

Guanci G., *Primi sviluppi dell'indagine sull'attività del giovane ing. Pier Luigi Nervi a Prato*, in "Prato: storia e arte", n.s., n. 99, 2005, pp. 75-81.

Sansoni D., *Italia 61: il palazzo del Lavoro di Pier Luigi Nervi*, in "L'architettura (Venezia)", nn. 600/602, 2005, pp. 27-34.

Currò G., *La realizzazione del Lido di Reggio Calabria da un progetto di Pier Luigi Nervi: stato dell'opera*, in "Materiali e strutture", n.s., nn. 5/6, 2005 (2006), pp. 208-247.

Bögle A., *Pier Luigi Nervi: Betonbaumeister und Begründer des Ferro-Cementos*, in "DB - Deutsche Bauzeitung", n. 140, 2006, pp. 76-81.

Iori T., Poretti S., *Pier Luigi Nervi's works for the 1960 Rome Olympics*, in Tournikiotis P. (a c. di), *The body, sport and modern architecture*, Atene 2006, pp. 307-314.

Greco C., *Pier Luigi Nervi: dal brevetto Hennebique al brevetto del ferrocemento*, in "Rassegna di architettura e urbanistica", nn. 121/122, 2007, pp. 75-89.

Iori T., Poretti S., *Le opere di Pier Luigi Nervi alle Olimpiadi di Roma del 1960*, in "Rassegna di architettura e urbanistica", nn. 121/122, 2007, pp. 105-119.

Argiroffi G., *Le cisterne sotterranee di Pier Luigi Nervi a Palermo*, in "Lexicon. Storie e architettura in Sicilia", n. 7, 2008, pp. 75-77.

Poretti S., *Le sperimentazioni di Nervi*, in *Modernismi italiani*, Gangemi, Roma 2008, pp. 236-253.

Trentin A., Trombetti T., *Pier Luigi Nervi, Aula delle Udienze Pontificie*, in "D'Architettura", n. 36, 2008, pp. 110-125.

Antonucci M., *La formazione bolognese di Pier Luigi Nervi*, in "D'Architettura", n. 36, 2008, pp. 126-127.

Melograni C., *L'arte del costruire*, in *Architettura italiana sotto il Fascismo: l'orgoglio della modestia contro la retorica monumentale 1926-1945*, Bollati Boringhieri, Torino 2008, pp. 196-204.

Iori T., *Un prototipo ripetibile e a buon mercato (Pier Luigi Nervi, Annibale Vitellozzi, Palazzetto dello Sport a Roma)*, in "Casabella", n. 782, ottobre 2009, pp. 51-66.

Bologna A., *Pier Luigi Nervi: rapporti statunitensi inesplorati. 1952-1979*, in *Storia dell'Ingegneria. Atti del 3° Convegno Nazionale*, Cuzzolin, Napoli 2010, vol. II, pp. 1119-1130.

Dirindin R., *Costruzione identitaria di un ingegnere architetto: la prima maturità di Pier Luigi Nervi (1931-1945)*, in *Lo stile dell'ingegneria. Architettura e identità della tecnica tra il primo modernismo e Pier Luigi Nervi*, Marsilio, Venezia 2010, pp. 156-204.

Mornati S., *Il magistero di P.L. Nervi nella stazione ferroviaria di Vaglio Lise a Cosenza*, in *Storia dell'Ingegneria. Atti del 3° Convegno Nazionale*, Cuzzolin, Napoli 2010, vol. II, pp. 1109-1118.

Neri G., *I modelli strutturali di Pier Luigi Nervi per la Cattedrale di San Francisco*, in *Storia dell'Ingegneria. Atti del 3° Convegno Nazionale*, Cuzzolin, Napoli 2010, vol. II, pp. 1131-1140.

Vernizzi C. *Strutture e infrastrutture per le Olimpiadi di Roma del 1960: analisi di un macroprogetto attraverso la lettura dei disegni di Pier Luigi Nervi*, in *Storia dell'Ingegneria. Atti del 3° Convegno Nazionale*, Cuzzolin, Napoli 2010, vol. II, pp. 1141-1150.

Solomita P., *Anomalia della norma. Pier Luigi Nervi e il Kuwait Sports Centre*, in D'Amato C. (a c. di), *Il progetto d'architettura fra didattica e progetti. Atti.*, Polibapress Arti Grafiche Favia, Bari 2011, pp. 1157-1166.

Appendice

Interviste teche RAI

La partecipazione di Pier Luigi Nervi ad alcune trasmissioni televisive rappresenta una fonte inedita e una testimonianza preziosa della sua personalità. Conservate presso l'archivio Teche RAI di Roma, le interviste documentano la personale visione di Nervi in merito al rapporto con la storia dell'architettura, all'arte del costruire e sull'obiettiva fiducia nella tecnica come strumento per la realizzazione di grandi strutture: in primis cupole e volte. Le interviste, integralmente trascritte, riportano fedelmente il linguaggio e le espressioni verbali utilizzate. Le indicazioni tra parentesi sono a cura dell'autore.

RITRATTI CONTEMPORANEI: PIER LUIGI NERVI



Giannini: Come mai in questi ultimi anni si sono viste apparire con ritmo sempre crescenti forme architettoniche nuove sostanzialmente diverse da quelle del passato?

Pier Luigi Nervi: Vede Dott. Giannini io penso che questo fiorire di forme nuove, che in questi ultimi anni è andato sempre più crescendo, sia dovuto sostanzialmente a due fatti che hanno preso origine circa 100 anni or sono, ossia il primo è l'aver l'industria potuto fornire grande quantità di materiali nuovi all'edilizia quali gli acciai e i cementi ed oggi leghe leggere, materie plastiche ecc... E l'altro quello del sorgere, che appunto ha avuto inizio approssimativamente 70-80 anni fa, della Scienza delle costruzioni.

Il primo fattore ha portato a variare le parole del linguaggio costruttivo e quindi del linguaggio architettonico, tutti, anche il profano, vede immediatamente la differenza formale che esiste fra un pilastro in acciaio e un pilastro in muratura, una colonna, evidentemente le dimensioni sono differenti, si ottengono dei rapporti di snellezza assolutamente diversi, l'aspetto visivo è differente e così le travi in cemento armato sono differenti e così le travi in ferro da quelle in legno, non parliamo dalle strutture murarie, dagli architravi murari che facevano una volta. Però direi anche il pensiero architettonico che è cambiato, precisamente per il sorgere della Scienza delle costruzioni.

Lei deve pensare che, fino a cento anni fa, approssimativamente, il progettare una struttura, era opera assolutamente empirica, intuitiva, malgrado l'enorme intelligenza di questi nostri predecessori che hanno avuto il coraggio su basi così, che noi oggi considereremmo

eccessivamente fragili, deboli, quali l'intuizione o l'empirismo, hanno avuto il coraggio di fare le opere come le grandi cupole di Firenze, le grandi cupole di Roma, grandi ponti, opere di questo genere. Ripeto questi nostri predecessori non potevano avere una grande ricchezza di pensieri architettonici, perché fatalmente quando si era trovato uno schema costruttivo nuovo, quando è sorta la cupola, appoggiata su dei pennacchi, è rimasto questo schema statico, è rimasto pressappoco invariato, seppur variato nelle applicazioni e nei particolari, è rimasto invariato per centinaia e centinaia d'anni perché effettivamente non c'erano nemmeno i mezzi per uscire da degli schemi che l'esperienza aveva già dimostrato efficienti.

Oggi la Scienza delle costruzioni ha dato a tutti la possibilità di studiare, con tutta tranquillità, direi a tavolino, senza bisogno di fare dei tentativi, di studiare anche degli schemi nuovi, degli schemi completamente differenti, degli schemi originali che corrispondono meglio a dei fabbisogni che lo stesso sviluppo industriale, poi pone ogni giorno in dimensioni nuove, in condizioni nuove, con funzionalità nuove.

385

G.: Abbiamo chiesto all'ing. Nervi del materiale che ha reso realizzabili queste forme architettoniche rivoluzionarie.

P.L.N.: A mio modo di vedere e forme e materiale sono l'una la conseguenza dell'altra. La forma può assumere degli aspetti assolutamente inconsueti, perché precisamente il materiale alla sua origine non ha nessuna forma, il conglomerato è fluido e quindi è solo questione di risolvere dei problemi costruttivi, di volta in volta, di creare delle forme che corrispondono a quello che si vuole raggiungere per ottenere poi, delle forme strutturali, degli aspetti strutturali, assolutamente liberi, né il legname, obbligato alle travi o alle tavole, né il metallo, obbligato ai profilati o alle lamiere permetterebbe di raggiungere degli aspetti di forme mutevoli, di forme variabili secondo le necessità o la convenienza statica o la convenienza costruttiva, quali invece permette il conglomerato. Effettivamente il conglomerato e soprattutto il suo collegamento con l'acciaio ossia il cemento armato è un materiale che ha delle caratteristiche talmente nuove, straordinarie, da potersi veramente dire che non se ne valuti mai abbastanza le cause, le straordinarie circostanze che sono alla base stessa di questo materiale.

E come credo di aver accennato già l'altra volta una delle circostanze eccezionali è la presenza del cemento, ossia di un materiale che si può fabbricare in quantità praticamente illimitate e deriva da materie prime che sono diffuse su tutto, si può dire su tutto il globo.

E che ha la straordinaria virtù di fare in pochi giorni quello che la natura, in certi conglomerati naturali ha fatto in milioni di anni, ossia di consolidare una massa di ghiaia e sabbia, con l'aggiunta di acqua, consolidarla e farla diventare un materiale che ha delle resistenze, paragonabili al naturale.

Si aggiunga poi che la straordinaria capacità resistente, la possibilità di poter fare delle superficie resistenti, lei pensi solo alla possibilità di creare delle cupole, creare delle superficie resistenti dello spessore di 8-10 cm, li paragoni agli spessori enormi delle cupole fatte nei tempi passati e questo le darà la misura di quale campo, praticamente illimitato, si apra di fronte al progettista e al costruttore di opere di cemento armato.

386

G.: Lei pensa che questo fiorire di forme nuove possa durare anche nel futuro?

P.L.N.: Fare delle previsioni sul futuro è sempre una cosa molto difficile e pericolosa, però io penso che si possono fare delle osservazioni che ci diano, perlomeno un indirizzo, di quello che potrà essere il futuro in campo architettonico. Si può osservare che per la prima volta dopo tanti e tanti millenni, nel secolo scorso l'umanità ha trovato una cosa nuova, ha trovato la velocità.

Ora la velocità ha avuto delle influenze dirette e indirette enormi. Influenze dirette su tutti i manufatti, su tutte le cose che si debbono muovere velocemente, le forme di questi oggetti sono obbligati da leggi naturali, non dipendono più dalla fantasia, non possono cambiare di forma. Quando le ali o la sagoma della fusoliera di un aereo hanno raggiunto il massimo di aderenza delle leggi fisiche, ossia la forma di minor penetrazione e di massima portata non potrà più cambiare. Io credo che nel campo subsonico il reattore 707 sia già molto vicino a questo limite. Ma non basta, dico non solo gli oggetti, le cose, le navi, le automobili veloci, gli aerei hanno acquistato queste forme, ma la velocità ha portato altre conseguenze.

Una volta, sa, i ponti erano piccoli perché le strade scendevano nelle valli e salivano dall'altra parte con delle curve, oggi i ponti diventano sempre più grandi per la necessità appunto inerente la velocità di mantenere strade più rettilinee possibili. Quando si arriva al grande arco, all'arco di 100, 200, 300 m di luce, la sua forma diventa assoluta, non dipende più dalla fantasia del progettista, dipende da leggi naturali. Quando, ripeto, si arriva alla grande opera, alla grande volta, alla grande cupola, al grande ponte, il problema dove il fatto statico, le leggi naturali predominano, la libertà dell'uomo, del progettista, diventa

ogni giorno più piccola in quello che può essere il carattere generale dell'opera stessa. Quindi io direi che l'umanità si avvia verso uno stile, verso opere vere, verso uno stile di verità. Effettivamente si può pensare che se si raggiungerà più o meno rapidamente sarà un qualcosa che non potrà cambiare più. Non cambierà più da noi, ma non cambierà più nell'universo starei per dire, che le leggi fisiche sono, da quello che ci risulta e da quello che possiamo accettare come fatto vero, sono uguali per tutti gli alti astri, in modo che se arrivassimo, per modo di dire su Marte e trovassimo un grande ponte sospeso, ci accorgeremo direi senza meraviglia, che la catenaria di questo ponte è identica alla nostra, se trovassimo un ponte ad arco di grandissime dimensioni, troveremmo una forma analoga che potrebbe avere degli spessori differenti, qualora avessero trovato dei materiali più resistenti dei nostri, ma lo stile, la forma, la semplicità strutturale fatalmente sarebbero uguali alle nostre, quindi effettivamente, si può pensare, si può immaginare che l'umanità si avvia verso dei capisaldi delle sue opere che resteranno immutabili probabilmente per sempre.

387

G.: Abbiamo saputo che tre dei suoi figlioli collaborano con lei. Quali attività svolgono?

P.L.N.: Effettivamente ho avuto la grandissima fortuna che tre dei miei quattro figli, uno fa il medico, abbiano preso delle strade che gli permettono di collaborare con me, due sono architetti ed uno ingegnere. La loro collaborazione mi è stata di grandissimo aiuto e mi ha permesso di accentuare ancora quell'unione stretta fra progettazione e costruzione che ho sempre cercato. Io penso che di fronte al progressivo raffinarsi dell'edilizia, anche nei suoi aspetti meno spettacolosi nelle grandi opere, soprattutto per il continuo crescere, perfezionarsi di tutte le installazioni secondarie, di riscaldamento, il condizionamento d'aria, d'elettricità, ecc. ecc. che si perfezionano ogni giorno, l'edilizia avrà sempre più bisogno addirittura di questa stretta unione tra progettazione e costruzione, unione che del resto è già adesso assolutamente completa, nelle opere più impegnative che l'umanità fa, quali ad esempio le grandi navi. Non sarebbe pensabile un progettista di navi che fosse separato dal complesso industriale e realizzativo. Quindi io penserei ad un futuro in cui l'architetto potesse diventare veramente l'anima, il cuore, il centro di organismi produttivi in modo che effettivamente potesse essere il creatore e il direttore d'orchestra della sua musica.

PIER LUIGI NERVI: COSTRUTTORE IN CEMENTO ARMATO



Emilio Fede: Volevo chiederle professor Nervi di poterci intanto definire che cosa intende lei per architettura strutturale? Che forse per molti è soltanto un termine tecnico che può anche affascinare ma lasciare un po' così.

Pier Luigi Nervi: Io penso che si possa definire architettura strutturale, quella particolare struttura (scusi la ripetizione) che resta evidente e parlante, starei per dire, all'esterno o all'interno dell'opera costruita, una condizione; seconda condizione che parte da uno schema statico corretto, uno schema statico intuitivamente pensato e intuitivamente comprensibile anche dal profano; terzo che denunci chiaramente il materiale con cui è eseguito. Ora queste tre condizioni, se si riguarda nel passato si trovano unite molto raramente, anzi starei per dire che si trovano unite e riunite e soddisfatte solo nel periodo gotico. E non sembri strano quello che le voglio dire, che i Romani che hanno fatto delle cose fenomenali non hanno mai fatto, da questo punto di vista, l'architettura strutturale.

Se lei osserva il Pantheon o dall'esterno o dall'interno, niente le dice come sia fatta la struttura: non ho un'idea dello spessore dei muri che potrebbe essere di 5 m, di 10 m, di 2 m, non ho un'idea di come è fatta la cupola che potrebbe essere di uno spessore gigantesco o di uno spessore piccolo, non c'è nessun fatto decorativo che denunci il sistema di forze e il complesso gioco interno della struttura per raggiungere la stabilità, e ripeto è una struttura meravigliosa, un fatto tecnico che forse non valutiamo mai a sufficienza.

Quindi il primo esempio di vera architettura strutturale, a mio modo di vedere, si hanno esclusivamente con le strutture gotiche, le costruzioni gotiche sono di una bellezza tecnica che starei per dire insuperabile; hanno avuto quei costruttori, quei predecessori, hanno avuto un intuito, una capacità, una comprensione, un coraggio che non si finirà mai di valutare abbastanza. Ma soprattutto hanno lasciato in vista la struttura; entrando in una chiesa gotica la si legge completamente all'interno, la si legge completamente dall'esterno, si ha anche la sensazione degli spessori, si vede che le masse fondamentali statiche sono portate addirittura all'esterno, sono quei grandi piloni all'esterno contro i quali vanno a finire gli archi rampanti che sostengono poi le volte; quindi sono esempi di una chiarezza, di una eloquenza straordinaria, e, anche da un punto di vista estetico, di una tale bellezza da potersi veramente chiamare architettura con la A maiuscola, autentiche architetture.

Con il Rinascimento si è ritornati indietro, il progresso, da qualche parte è tornato indietro dal punto di vista costruttivo, nel senso che si ritorna agli schemi romani, quindi si ritorna all'incomprensione, all'impossibilità di comprendere, per meglio dire, lo schema statico di una grande opera come S. Pietro, altra opera meravigliosa; anche per S. Pietro, per poter comprendere ed apprezzare lo schema statico, bisogna, o esaminarne lungamente girando, vedendo come sono fatte le murature, o meglio di tutte esaminare i disegni.

Fino verso metà del secolo scorso più o meno il costruire ha seguito questi schemi, non ci sono state grandi evoluzioni e verso la metà del secolo scorso sono scoppiate tutte le novità: è scoppiata la Scienza delle costruzioni, che ha permesso di risolvere, di studiare a tavolino sistemi anche molto complicati.

È scoppiata la produzione dell'acciaio, la produzione del cemento, l'invenzione del cemento armato, i temi generali dati dallo stesso progresso tecnico, di modo che sono risorti dei temi nuovi e delle possibilità di soluzioni nuove, su fatti eminentemente statici, eminentemente strutturali.

E.F.: Per esempio, se posso farlo io un esempio professore, il palazzo dell'Unesco di Parigi, di cui lei si è occupato...?"

P.L.N.: Effettivamente, io penso che soprattutto il gruppo della sala delle conferenze che era dominato dalla presenza di una grande sala, di notevoli dimensioni, si possa considerare un esempio di autentica architettura strutturale, nel senso che la struttura è dichiarata, è visibile, comprensibile, il cemento armato è adoperato all'interno e all'esterno come materiale unico, non ci sono rivestimenti, non ci sono intonaci,

insomma le condizioni fondamentali credo che siano perfettamente rispettate.

E.F.: Cosa ci porterà nel futuro l'architettura strutturale?

P.L.N.: Cose fenomenali perché mi pare logica la previsione che ci saranno case di abitazioni relativamente piccole perché più la casa è piccola più la civiltà è grande, più la casa è unifamiliare meglio si sta, e poi grandi opere, grandi palazzi da uffici, grandi locali pubblici, opere dominate dalla dimensione e quindi dallo strutturalismo.

Lei pensi che non sarebbe fuori dell'esecutibilità una copertura a volta sull'ordine dei 300-400 m forse in alluminio anche 400 m di luce si potrebbe arrivare; lei pensi che l'edificio alto 200 m anche in cemento armato è forse raggiungibile, i 250 m si possono raggiungere certamente bene, e non parliamo che con il ferro sono già stati superati i 300 m, quindi sale di 100 m di luce sono già realizzati, si può arrivare tranquillamente dai 150 ai 200 m di luce, quindi il futuro avrà, a mio modo di vedere, di questi capisaldi strutturali dominati da leggi naturali, quindi anche di forme che avranno un carattere comune, uno stile comune, uno stile che si avvicinerà sotto certi punti di vista allo stile dell'aereo, che è uno stile non umano; l'aereo è definito da leggi fisiche, è definito da leggi naturali, l'aereo non potrà cambiare, l'aereo quando avrà raggiunto il suo massimo epicentro diventerà qualcosa d'intoccabile come forma, quindi io delle volte penso che l'avvenire potrà veramente avere veramente uno stile unico, arrivare verso uno stile non più mutabile, tutto questo è molto bello, ci sarebbe da filosofare molto su questo argomento se avessimo tempo.

INCONTRO CON PIER LUIGI NERVI



Ettore Della Giovanna: Uno scrittore inglese che è vissuto parecchio tempo in Italia, anzi mi pare che adesso si sia stabilito in Italia, e che si chiama Alan Moorehead e che vuole molto bene all'Italia, ha scritto qualche tempo fa che per mettere d'accordo gli italiani ci sono due modi soltanto: quello di parlar bene di Garibaldi o di parlar male dell'architettura moderna.

Una rivista americana che recentemente ha dedicato un lungo articolo ad un celebre architetto italiano che si chiama Pier Luigi Nervi, il nostro ospite di questa sera, ha ripreso la frase di Moorehead ed ha detto parlar bene di Garibaldi, per mettere d'accordo gli italiani, o parlar male dell'architettura moderna o parlar bene delle opere architettoniche di Pier Luigi Nervi, perché mi pare che tutti siano d'accordo nell'ammirare l'architettura moderna di Nervi. Le sue opere più famose, più conosciute, più apprezzate in questi ultimi tempi sono il famoso Palazzetto dello Sport di Roma, il grande Palazzo dello Sport, costruito all'EUR per le Olimpiadi e più recentemente il Palazzo delle Esposizioni del Lavoro a Torino, benché vi sia un'opera quasi altrettanto famosa che è rimasta come un caposaldo nell'architettura di Nervi e che risale al 1929 ed è lo stadio di Firenze, mi pare.

Pier Luigi Nervi non è un architetto nel senso letterale e tecnico della parola, è un ingegnere, un costruttore, un professore di Scienze delle costruzioni all'università di Roma, autore di molti trattati sulla scienza e l'arte della costruzione di cui uno ha un titolo affascinante "Costruire Correttamente" ed è, benché ripeto nel senso letterale della parola non sia un architetto, ma ingegnere-costruttore, e ci tenga molto all'essere conosciuto come costruttore, ecco ammirato come architetto in tutto

il mondo. Io ho qui una lista di titoli e onorificenze che ha raccolto in quasi tutti i paesi del mondo, non ho avuto il coraggio di impararla a memoria ma è lunghissima. Comunque il prof. Nervi, l'ing. Nervi, che questa sera è qui fra noi, ci parerà un po' dell'architettura moderna sulla quale pare gli italiani siano d'accordo nel biasimarla, ci dirà perché è così e se è giusto che sia così; dopo di che sarà interrogato da Paolo Monelli, Sandro de Feo e Cesare Zappulli. Ora prima di passare al consueto interrogatorio che è una caratteristica di questi nostri incontri, professore, ingegnere, vorrei invitarla se crede, a dire qualche cosa, di sé o dell'architettura dei nostri tempi.

392

Pier Luigi Nervi: Caro Della Giovanna, di me vorrei solo farle una piccola correzione: lei ha detto che sono professore di Scienze delle costruzioni all'Università, doveva dire Tecniche delle costruzioni alla Facoltà di Architettura, piccola ma credo opportuna modifica. In quanto a parlare così, incominciare io stesso a parlare di problemi relativi, sia all'architettura, sia in genere all'enorme campo del costruire, io le confesso che non saprei da che parte cominciare.

Perché gli aspetti tecnici, economici, didattici, del costruire sono in genere talmente complessi e talmente numerosi che veramente non saprei trovarne l'inizio. Credo sarebbe più opportuno...

E.D.G.: ...Passare direttamente alle domande. Io mi rendo conto di questa sua difficoltà dato che l'argomento è vastissimo e dato che purtroppo, il professor, l'ingegner Nervi ha posto, quasi come garbata condizione per la sua partecipazione a questa nostra trasmissione, di parlare dell'architettura e non di sé; noi ameremmo molto che ci parlasse un po' di se ma mi pare che non ne voglia sapere.

E allora passiamo direttamente alle domande e chiediamo a Monelli: ci faccia la cortesia di porre la prima domanda.

Paolo Monelli: Io ti farò una domanda da ignorante, voglio dire intanto una cosa: fino ad un secolo fa, ossia fino alla fine del secolo scorso, diciamo anche pure fino all'inizio della prima guerra mondiale non c'era nulla di più "tranquillante" dell'architettura; si guardava un edificio dei secoli passati: '400, '500, '600 si riconosceva subito. I cittadini vedevano che si faceva uno sterro per costruire un edificio, sapevano già più o meno cosa sarebbe venuto fuori. Queste finestre ad arco acuto, finestre a tutto tondo, finestre rettangolari, portoni con delle colonne o i pilastri accanto; l'architetto in fondo non faceva altro che portare una sua scienza delle proporzioni, una sua intuizione a disporre in un certo

modo questi elementi architettonici e basta. Oggi invece è una specie di rivoluzione, una specie di caos.

Ho visto in America i nuovissimi grattacieli che hanno improvvisamente fatto diventare vecchissimi i grattacieli di quaranta anni fa. Tutto altissimo, 200 m, tutto vetro, semplicemente con dei costoloni d'acciaio. Vediamo delle costruzioni destinate allo sport, destinate magari ad una rimessa, destinate, non so, a varie cose con delle cupole enormi che una volta si concepivano solamente per i templi e per le chiese. Vediamo delle facciate, edifici, in cui la gente abita dove non c'è nemmeno una finestra. Insomma io vorrei sapere una cosa, qual è il motivo di questa enorme, come mai in cinquant'anni è cambiato tutto radicalmente e non abbiamo più nessuna certezza, nessuna sicurezza di quello che si potrà costruire fra un anno, fra 10 anni, fra non so quanto tempo?

393

P.L.N.: Vedi Paolo per rispondere a questa tua domanda penso che sarebbe opportuno fare una piccolissima premessa: l'architettura ha due aspetti fondamentali: ha a differenza di altre manifestazioni intellettuali dell'umanità, ha un corpo materiale, ha delle necessità obiettive alle quali deve rispondere e può, se il suo progettista ha sufficientemente avuto delle grazie dal padre eterno, avere anche una espressione estetica astratta mal definibile per definizione di tutti gli aspetti artistici.

Ora cosa è successo a partire giusto da 100 anni or sono: improvvisamente sono cambiate le basi del corpo materiale del costruire; e perché sono cambiate? Sono cambiate perché, per uno strano fenomeno contemporaneamente è nata la Scienza delle costruzioni, e poi ti dirò perché ha avuto così grande importanza, sono nate le industrie che hanno permesso la produzione in grande stile, in grande quantità di acciaio; è nato il cemento, è nato in conseguenza il cemento armato e poi via via in questi ultimi decenni, lega leggera, materia plastica, una quantità enorme di materiali che gli antichi non disponevano. Ma più ancora del fatto di disporre di materiali, è nata la possibilità di predisporre a tavolino, facendo dei calcoli, basati appunto sulla Scienza delle costruzioni, degli schemi statici nuovi. Ad ogni problema è possibile, è venuta la possibilità di creare schemi statici corrispondenti.

E.D.G.: Scusi ingegnere, architetto, mi scusi tanto, io non me ne intendo: che cosa sono gli schemi statici?

P.L.N.: È uno schema strutturale, ossia lo scheletro di una struttura, il come concepire ed eseguire e proporzionare aprioristicamente la struttura portante di un edificio, ossia quel qualche cosa che gli permette di stare in piedi. Ora nel passato gli schemi statici subivano delle evoluzioni

molto lente, quando è nato la cupola e poi si è limitata... anche le successive cupole hanno seguito quello schema del primo uomo di genio che aveva fatto la prima cupola; la struttura basilicale risale addirittura alle basiliche romane ed ha uno schema ben definito che è in gran parte dovuto alle necessità di coprire con delle volte a crociera dei grandi spazi. Lo schema costruttivo gotico è uno schema purissimo che nasce dalla necessità, ogni elemento dell'architettura gotica ha una immediata spiegazione statica. Però tutto questo era frutto di intuito quindi l'intuito era una dote che ogni 100 anni o 200 anni, non si sa ogni quanto, capitava l'uomo di genio, il complesso di uomini di genio, i quali riuscivano a trovare uno schema nuovo e su questo schema gli altri continuavano modificandone leggermente le proporzioni, come dicevi tu esattamente, secondo il gusto personale, quindi dando luogo a diverse opere dentro lo stesso stile. Quando è nata la Scienza delle costruzioni questa possibilità, che era riservata a pochi eccelsi uomini, è diventata, si è democratizzata, è diventata alla portata, diciamo, di tutti quelli che hanno fatto certi studi. Quindi da una parte ricchezza di possibilità costruttive, dall'altra ricchezza di materiali nuovi, dall'altra ancora contemporaneamente, temi nuovi... l'arte delle ferrovie, l'arte delle ferrovie significa stazioni ferroviarie, significa ponti ferroviari e poi via via, non parliamo dell'aviazione, non parliamo dello sviluppo sociale che ha portato problemi nuovi come lo sport diventato di massa, e quindi stadi. Parlare oggi di uno stadio da 100 000 persone è diventata una cosa comune, ma è un problema tecnico e costruttivo molto importante.

Quindi tutto questo ha fatto sì che di colpo si è aperta la possibilità di costruzioni che non hanno nessun collegamento con il passato. Non solo, ma gli stessi fatti decorativi che partivano dalla costruzione in pietra o in mattoni si sono ritrovati che non servono più, quindi la necessità anche di trovare nuovi aspetti per decorare; perché è logico che questo desiderio di aggiungere qualcosa alla semplice costruzione e quindi è tutto, direi, da rifare.

In 100 anni, che poi i primi 50 anni forse la maturazione è stata lenta, negli ultimi 50 anni è stata rapidissima, un capovolgimento totale di tutti, di tutta la base del costruire e quindi dell'architettura.

E.D.G.: Quindi lei risponde alla domanda di Monelli dicendo che questa grande varietà, nelle costruzioni moderne, è dovuta a quelle che lei chiama gustosamente la democratizzazione della Scienza delle costruzioni per cui...

P.L.N.: ...ha cooperato...

E.D.G.: ...ci sono molte più persone che possono occuparsi con relativa facilità, cioè acquisendo determinate nozioni dedicarsi all'arte del costruire. Ora io non so se per Monelli questa risposta è soddisfacente?

P.M.: Sì sì, è vero anche che si creano bellissimi edifici che cascano improvvisamente dopo qualche anno è vero, con questa democratizzazione del costruire.

P.L.N.: Beh d'altra parte come vuoi fare questi sono errori: *Errare humanum est*, no?

E.D.G.: Vogliamo passare ad una domanda che farà Zappulli.

395

Cesare Zappulli: Io vorrei un poco inserirmi, diciamo, nella domanda fatta da Monelli e nella risposta data dal professor Nervi, osservando che il risultato di questa democratizzazione non mi pare però molto incoraggiante.

Io vorrei fermare l'attenzione soprattutto, posso dire su quella sottospecie dell'architettura che è l'edilizia civile? Guardiamo un pochino quello che è accaduto in Italia in questi ultimi 15 o 16 anni del dopo guerra. Credo che nessuna epoca sia stata data ai costruttori in generale tanta possibilità di esercitare le loro capacità.

Ma mi pare che almeno dal giudicare da quello che accade a Roma a Milano a Napoli, i risultati sono molto modesti, direi che siamo in presenza di una architettura che non ha faccia, che non ha una personalità, che non ha caratteristiche, che esprime più un disorientamento che non una tendenza e su questo vorrei sentire il parere del professor Nervi. Perché tutto è così banale, così poco caratteristico e così poco tipico della nostra epoca?

P.L.N.: Lei evidentemente si riferisce all'edilizia d'abitazione, ai nuovi rioni, ai nuovi quartieri, alle nuove strade, ai nuovi casamenti, perché è banale il tema, è banale il concetto, come vuole rendere, dare dello spirito alla cosa che è la più, senza possibilità di vibrare di vivere come un edificio dove deve fare tante camere piccole e quindi finestre vicine e quindi piani piccoli e quindi non c'è ritmo in altezza non c'è ritmo da nessuna parte, non c'è niente.

Io mi auguro che in un'umanità futura questa edilizia residenziale che urta contro tutto quello che si può aspirare di avere, di vivere in mezzo a del verde, con una certa libertà degli uomini fra di loro, con una vera civiltà sparisca, che sia un fatto temporaneo che durerà per questo mezzo secolo, per non so quanto tempo ancora.

E.D.G.: Cioè lei vorrebbe che i grandi palazzi di abitazione fossero sostituiti da piccole case?

P.L.N.: No io ho detto, io dico che si potrebbe fare la massima: “piccola casa civiltà grande”. Perché non è possibile questi edifici dove si ammucchiano decine di famiglie, non potranno mai avere, perlomeno non potranno mai avere una veste che ci commuova. Dove vuole trovare fuori lo spirito è come tirare fuori il sangue dalle rape, come vuole fare, tutti gli sforzi che si possono fare per abbellirli, io dico che il più delle volte sono controproducenti perché diventano una retorica che non ha, non può avere un significato.

396

E.D.G.: Scusi un momento Monelli, perché mi pare che Zappulli voglia replicare.

C.Z.: No io volevo semplicemente suggerirgli l'esempio del villaggio olimpico di Roma. Credo che raramente si sia avuto un caso in cui sono stati a disposizione tanti mezzi e larghi mezzi per costruire qualcosa di buono. C'è stato un bel suolo dato a condizioni buone, ci sono stati dei larghi mezzi finanziari messi a disposizione. Il risultato mi pare meno che modesto. Basterà che quel processo di deperimento che già è cominciato, si accentui perché tutta la zona appaia molto triste. Già oggi lo vediamo decadere.

P.L.N.: Lei tocca un altro tasto, quello della capacità di rifinire bene un edificio, ossia di renderlo veramente solido, durevole ed economico, ma tutto questo è straordinariamente difficile, mi creda. Il costruire bene in mezzo ai vincoli economici che ci sono, perché la costruzione viene sempre avvelenata da questioni economiche, è un problema molto complesso, dovremmo toccare l'altro argomento del costruire, la realizzazione, è una questione molto difficile. La realizzazione costruttiva oggi è impostata su delle basi che difficilmente possono dare degli ottimi risultati. Basterebbe pensare all'assurdità del modo, assurdità fatale in questo momento, non so come si potrà cambiare il modo come si fanno gli appalti: si fanno degli appalti attraverso dei ribassi che poi sono esagerati, quindi poi dopo, fatalmente, nascono delle realizzazioni, non dico affrettate, ma insomma andiamo troppo in là...

E.D.G.: C'è Monelli che voleva intervenire sulla domanda di Zappulli.

P.M.: Si una cosa solo, siamo d'accordo ovvero che l'ideale sarebbe che ogni famiglia avesse la sua casetta circondata dal verde ecc., come del

resto avviene già in qualche grande città d'America ecc., insomma noi si vive come libri stretti in una biblioteca ovvero, uno attaccato all'altro, il vicino ha la camera da letto dove ce l'ho io, ha il bagno dove ce l'ho io, si partecipa anche alla vita dei vicini; non si è trovata la maniera di isolare i suoni ecc... No ma io volevo dire questo: ho l'impressione però, io ho visto in città straniere, per esempio in Olanda, per esempio in Svezia, ho visto delle case moderne di abitazione destinate a numerose famiglie che hanno una grazia, una disposizione, grandi vetrate, una certa grazia di coloritura delle pareti ecc., di fronte a cui i nostri edifici soprattutto quelli dei sobborghi romani sono di uno squallore, di un orrore insuperabile, ecco.

397

P.L.N.: Posso rispondere?

E.D.G.: Come no, anzi la prego.

P.L.N.: Tu hai perfettamente ragione, soprattutto quando parli dell'Olanda, io sono semplicemente innamorato dell'edilizia olandese. Prima di tutto è più piccola della nostra, non è vero, almeno quella che ho visto io non sono così grandi; c'è molto più verde da tutte le parti; c'è la splendida abitudine olandese di non lasciare una finestra senza fiori, dall'esterno la vedi, tu passeggi per la strada e vedi tutte le finestre con dietro i fiori.

Tutte le finestre aperte anche al pian terreno, chi passa vede quello che succede dentro, quello che è dentro non si preoccupa di quello che passa perché quello che passa non guarda, non va a curiosare quello che è in casa, tutto questo da un tono diverso, d'accordo?

Ma come vuoi portare questo quando fai dei fabbricati alti 5 piani, 6 piani in strade strette.

L'ideale ultimo della casa unifamiliare è forse irraggiungibile ma dei rioni con più largo respiro sarebbe fattibile anche da noi, ma bisognerebbe che il terreno non costasse quello che costa e via discorrendo allora si va in un problema, sempre in quei vincoli obiettivi, materiali che vincolano l'architettura.

P.M.: O non si volesse guadagnare tanto su un terreno.

P.L.N.: O non si volesse guadagnare tanto su un terreno, ma chi ha il terreno è logico che ci voglia guadagnare, bisognerebbe che le leggi fossero fatte in modo che quel tale non potesse guadagnare tanto e allora andiamo ai Piani Regolatori e non la finiamo più.

E.D.G.: Comunque mi pare di capire che secondo lei nelle condizioni attuali, questi grossi palazzi di appartamenti saranno fatalmente, irrimediabilmente brutti e squalidi, per usare la giusta parola di Monelli.

P.L.N.: Io direi che il modo di renderli meno brutti sarebbe di cercare di renderli meno belli, sembra un assurdo ma non lo è. Ossia farli più tranquillamente come sono; sono una necessità della nostra epoca, facciamoli tranquillamente senza cercare di abbellire un corpo che...

P.M.: Come quelle orribili case a Torino che fiancheggiano il tuo bellissimo edificio?

398

P.L.N.: Con dei colori che sono perfettamente inutili. Io dico tante volte agli studenti: se voi passate per le strade e guardate l'edilizia normale, voi potete fare una constatazione che se si fosse speso un po' meno nelle apparenze si sarebbe ottenuto di più proprio nelle apparenze, ossia si sarebbe avuto qualcosa di più tranquillo perché quello che offende è la volgarità; non è mai la modestia, la modestia non è mai offensiva. Quand'è che un uomo è insopportabile? Quando è volgare non quando è modesto e così l'edilizia. Quand'è che un uomo è insopportabile quando vuol strafare, vuol strafare in una comune casa di abitazione è un gravissimo errore.

P.M.: Di fatti anche nelle villette quando sono nude con una mano di bianco soprattutto nelle zone di mare sono bellissime, quando sono tutte arzigogolate sono tutte brutte.

P.L.N.: È difficile lo strafare, capisce? E il fare semplicemente, è difficile voler scrivere una bella lettera se non si è degli artisti, è possibile scrivere una lettera che si legga volentieri.

E.D.G.: Allora sentiamo se De Feo adesso fa una domanda.

Sandro De Feo: Io non nascondo ingegnere che mi dà fastidio chiamarla ingegnere e sento in lei una avversione verso la parola architetto, non tanto per la parola in se stessa, ma perché essa implica quella di artista. Ora io vorrei sapere se in questo ci sono delle ragioni di modestia, naturalmente, o delle ragioni polemiche verso l'arte?

P.L.N.: No. Forse l'una e l'altra, perché soprattutto mi ha dato questa sensazione l'aver frequentato le scuole di architettura. E oggi debbo dire che c'è un notevole miglioramento, ma quando ho incominciato

nel '46 si vedevano una gran quantità di giovani che volevano avere anche l'aspetto dell'artista. E aspetta figlio caro ad essere artista, se il padre eterno te lo avrà dato lo sarai! E tutto quel modo di parlare, perfino il modo esteriore del vestito di colui che vuole essere un artista. Artista per me è una parola enormemente grande, per quello che non la vorrei adoperare.

Io ho sempre detto cari giovanotti se fra tutte le scuole di Architettura d'Italia, in 20 anni verrà fuori un artista, sarà già... ne sarei molto contento. Non è possibile, artista significa colui che sa fare qualche cosa che ha distanza di 100, 200 anni viene riconosciuta tale. Ora il voler essere artisti quando il padre eterno non ne ha dato la natura a me pare la cosa più pericolosa di tutte.

399

S.D.F.: Ma perché? Non deve essere lei a giudicare però, cioè se lei è un artista lo lasci giudicare a noi.

P.L.N.: Questo non lo so è un argomento che non mi sono mai posto, che non mi voglio porre, appunto per conservare una tranquillità, una libertà di spirito. Guai! Almeno io parlo di quello che mi succede a me personalmente: io non posso partire dall'idea di dire voglio ottenere un'opera no, via via che mi si matura, poi mi soffermerò su un particolare, con pazienza, con amore perdendo del tempo a studiare, ma il bello non lo metto nei requisiti fondamentali della soluzione.

I requisiti fondamentali di una soluzione partono sempre più da fatti obiettivi e quindi veri, risolti, ai quali poi cerco di aderire più che posso.

E.D.G.: E come mai le sue opere sono anche belle?

P.L.N.: Non lo so se questo è vero. Beh ne sono molto lieto e molto fiero ma la ragione io non gliela saprei dire. Se non allora che proviene dal desiderio di interpretare i fatti costruttivi nel miglior modo possibile. Interpretarli, appunto direi una parola che può sembrare retorica, interpretarli con amore, con tutto che ovvio poi mi sia convinto che questa parole amore verso il costruire è la base di tutta l'architettura del passato, o perlomeno uno dei componenti dell'architettura del passato.

C.Z.: Lei ingegnere, se ho ben capito, il criterio dell'operare per un architetto, per un costruttore, è quello di stare dentro l'ambito delle regole della sintassi, della grammatica del costruire. Però dentro

quest'ambito c'è una libertà di scelta? E nell'esercitare questa libertà di scelta opera l'artista.

P.L.N.: Certo. C'è il fattore personale per quello vogliamo chiamarlo subito artista, si vedrà. C'è il fattore personale, se vogliamo definire artista il fatto di scegliere liberamente fra due cose possibile, allora va bene lo accetto anche.

C.Z.: Se però quello che sceglie ha dentro di sé il fuoco dell'arte, diciamo, è chiaro che quella scelta è la scelta di un artista. Perché lei vuole escludere dalla... sembra che in lei ci sia quasi il proposito deliberato, e quasi perverso di escludere dalla scelta di un lavoratore della costruzione, il fenomeno dell'arte, il fenomeno dell'artista, mi pare che ci sia in lei quasi una specie di polemica perversa.

P.L.N.: Non perversa, non credo perversa.

C.Z.: Sì, sì, perversa.

P.L.N.: Ma polemica può essere; contro questa specie di auto esaltazione artistica che si vede in molti e confesso mi da fastidio, nel senso che mi viene da dire aspetta, vedremo dopo 10-15-20 anni che una tua opera sarà in piedi, se sarà veramente un'opera valida. Prima Della Giovanna accennava allo stadio di Firenze. Vedete, quello lo riguardo con piacere, ormai è passato alla prova, effettivamente è una cosa che anche oggi riguardo. Ma una cosa fatta recentemente non ho il coraggio, nemmeno a me stesso, di dire beh questa è una cosa riuscita, aspettiamo...

C.Z.: Pare che a lei dispiaccia che lo dicano gli altri, questo è un po' curioso. Si ha la sensazione che è una parola che vada esclusa dall'architettura di oggi, c'è un po' questa sensazione quando si parla con lei.

P.L.N.: Può darsi e allora senza volerlo, perché io vedo, per esempio, gli studenti quando fanno un progetto che incominciano ad adoperare quel frasario che è comune quando si parla di fatti artistici: io sento questo volume, io sento questa forma. Ma io dico cosa vuoi sentire? Arrivare a sentire veramente, intimamente, una forma, un volume, ci vuole del gran tempo, ci vuole degli anni, ci vuole della maturazione. Ora tutto questo frasario che si è formato a poco a poco, che proviene anche dal frasario adoperato dalla critica, in genere architettonica, ho paura che sia, che tolga la libertà di pensiero.

A me pare che un progettista deve avere la mente sgombra, libera, non deve voler raggiungere già dei risultati, non deve proporsi di sentire; se sentirà, sentirà spontaneamente. Nel disegnare una cosa la sentirà, non deve proporsi, io voglio sentire.

P.M.: Scusa Nervi tu sei un po' in mala fede.

P.L.N.: No caro!

P.M.: Quando io ti ho visto a Torino e siamo andati a vedere insieme quel tuo bellissimo edificio [Palazzo delle Esposizioni], tu mi hai detto: quando mi hanno detto che io dovevo fare questo palazzo, questo edificio, io ho cominciato a pensare ad una cupola.

Volevo fare una grande cupola, sognavo di fare una grande cupola, pensavo come avrei potuto atteggiare questa cupola poi è venuta la necessità di lavorare in fretta, mi è venuta ecc. ecc.

Allora tu sei passato... tu in fondo questa cupola la vedevi come un artista vede...

P.L.N.: Interpreti male quello che ti ho detto, mi ricordo benissimo perché il primo pensiero è stata la cupola, una grande cosa perché il cliente, che a quell'epoca era l'ing. Guali, Presidente del coso..., mi ha detto noi verremmo fare una cosa grande. Benissimo allora il primo pensiero che ti viene ad una cosa grande è anche di farla volumetricamente grande, ossia ti viene di fatto il concetto della cupola.

Ma non mi sarei posto dei problemi del come se non ubbidire, fare una cupola di 150 m di luce, tu capisci che c'hai delle obiettività tecniche che ti guidano diritto come una spada, lì sei ad un punto dove le possibilità di scelta poi non sono, diventano mica tante.

Quindi, quando io dico che escludo a priori, escludo a priori dei... ah quanto è difficile definire queste cose, escludo a priori dei formalismi, delle tendenze, delle possibilità di seguire una strada o un'altra strada intesa in senso puramente estetico, certo che poi nei limiti delle mie possibilità cerco di ottenere il meglio che posso, no? E magari sulla forma di un pilastro ci sto a ragionare un paio di giorni consecutivi.

P.M.: Sì ma io la domanda te l'ho fatta solo per provocarti.

C.Z.: Vede ingegnere, il meglio che può un architetto come lei è un'opera d'arte, il meglio che può un ciabattino è una bella scarpa soltanto, questo voglio dire cioè nella mia domanda si può risalire ad un principio generale, cioè quando lei dice si fa il meglio che può, io dico

si certo anche uno scrittore, quando scrive, grande o piccolo che sia vuole dire soltanto alcune cose, non si propone di..., la sua prospettiva non è il bello, vuol dire delle cose e cerca di dirle il meglio che si può, però dello scrittore si dice che è un artista. Lei invece mi sembra che voglia escludere dalla sua...

P.L.N.: Non le saprei rispondere...

E.D.G.: Mi pare che questa polemica sull'arte rischi di portarci troppo lontano. Se tu hai un'altra domanda da fare, perché abbiamo un po' deviato dal tuo discorso.

402

C.Z.: Si io ho una domanda molto semplice. Io sono figlio del mio tempo e sono un innamorato deluso dell'arte nuova, dell'arte moderna e devo dire, ho fatto questa constatazione che passando davanti ad edifici, anche pubblici, non soltanto di residenziali, di costruzione recente ho notato che questi edifici che sembravano nuovi, nuovissimi, super nuovi al tempo in cui furono costruiti, nel giro di 5 anni io li ho visti vecchi, logori, squallidi, qual è la ragione?

P.L.N.: La ragione è che ci sono dei difetti, degli errori costruttivi, sempre è questa grammatica e sintassi dell'architettura che è difficile perché vede si può, il costruire può portare ad un ottimo fatto tecnico assolutamente freddo e banale dal punto di vista estetico. Siamo perfettamente d'accordo: la sola tecnica non farà mai quel quid indefinibile per definizione che è il fatto chiamiamolo pure artistico. Ma non è possibile il fatto artistico se non c'è la solida base costruttiva. Questo è il punto.

Ora la solida base costruttiva in questo capovolgersi di cose in questa evoluzione così rapida si è persa, non abbiamo più la tecnica del passato, non sappiamo più fare quelle belle murature, quei bei solidi cornicioni che proteggono, i gocciolatoi fatti bene che proteggono dall'acqua, gli intonaci fatti bene anche per la fretta del costruire, tutte queste cose... Né abbiamo trovato ancora i sostituti, i sostitutivi di questa esperienza costruttiva nei materiali, nelle forme, nei metodi moderni.

Le nostre costruzioni sono anche eccessivamente sensibili, sono diventate, le masse murarie sono sparite, invece sono strutture in cemento armato, muri sottili, strutture in ferro. Per esempio gli effetti termici diventano fortissimi. Perché vediamo tutte le case con una grande quantità di lesioni, con dei distacchi fra i pilastri in cemento armato delle murature? Perché il cemento armato si dilata in un modo, la muratura si dilata in un'altra quindi ci sono dei contrasti interni. Le nostre costruzioni, perché io dico, sono in un periodo di trasformazione?

Certo si troverà un qualche cosa, si avvierà, si faranno le esperienze, ci si accorge degli sbagli fatti, ma la strada è lunga.

E.D.G.: Scusi ingegnere mi pare che De Feo avesse fatto una domanda che riflette anche una mia curiosità... E lei dice, per esempio, che gli intonaci di oggi non saranno come 50 anni fa?

Perchè se noi guardiamo le case di Roma, per esempio di 50 anni fa, 60-70, che assumono questo bel colore arancione, rosso, e invecchiano bene diciamo, le case moderne invecchiano male, ma questo dipende dalla qualità degli intonaci. E' possibile?

P.L.N.: No, non solo da quel fatto lì, ma per esempio il primo fatto è che le case del passato avevano tutte dei bellissimi cornicioni. Il cornicione che poi a poco a poco è diventato un fatto così decorativo che vediamo i cornicioni all'interno delle chiese barocche come fatto decorativo, ma i cornicioni sono nati come protezione della facciata.

I fiorentini invece tiravano fuori il tetto a sbalzo, ma sempre si preoccupavano di proteggere le facciate, non c'era ad un certo momento non so chi, perché veramente meriterebbe un monumento di infamia, ha lanciato la moda del togliere i cornicioni ed è stata una moda di carattere formale; ora lei può levare il cornicione se la facciata la fa di pietra perché quella non soffre, o di mattoni, ma se la facciata è d'intonaco incomincia a filare l'acqua alla sommità dove manca il cornicione fra la copertina, fra il muretto che finisce l'edificio, si può infilare l'acqua, viene una notte di gelo, l'acqua gonfia, distacca l'intonaco e via via il processo di decadimento che incomincia e non si ferma più.

Sono tutti difetti costruttivi che portano a questo rapido invecchiamento, è il corpo non sano.

E.D.G.: Ho capito. Io vorrei permettermi di interrompere l'esposizione così interessante ma così tecnica del professor Nervi.

Ritornando sul tema che mi è molto caro: cioè del brutto aspetto che vanno prendendo le nostre città, lei ci ha spiegato con dei particolari strutturali, è vero, i fattori di invecchiamento delle case, ma a parte questo, mi pare che noi oggi non si sia più capaci di costruire le città.

I quartieri nuovi, a parte tutti i dettagli costruttivi sono inospitali, sono tristi, sono inumani, perché?

P.L.N.: Questo è un fatto, un problema anche urbanistico. Io penso che se ci fosse più spazio verde, se si desse più ricchezza di verde tutto si accomoderebbe perché poi non si può pensare che migliaia di progettisti siano tutti degli artisti. E' logico, quindi, per forza verranno fuori

delle case anche non straordinariamente belle. Bisognerebbe cercare di diminuirle, il problema certo è molto grave. Non saprei che cosa risponderle, va al di là del semplice fatto architettonico. Implica problemi generali da cui il primo quello urbanistico del Piano Regolatore.

E.D.G.: Perché vede, lei ha detto prima, dice si probabilmente fra 20, 30, 40 anni troveremo nuovi indirizzi, ma intanto le testimonianze di questo tempo resteranno perché gli edifici durano secoli ed il brutto una volta acquisito non lo perderemo più.

P.L.N.: Intanto i nostri edifici è difficile che durino secoli, in genere. In secondo luogo resterà una brutta testimonianza, affar nostro, ma se siamo così, come possiamo renderci belli se non lo siamo? Non c'è niente da fare quello che è. L'architettura è la denuncia più precisa di un popolo non degli architetti, intendiamoci bene, di un popolo. Perché l'architetto che può fare, può seguire quello che gli ordinano di fare, poi potrà cercare di farlo un po' meglio, un po' peggio a seconda delle sue capacità. Non è lo scrittore che può chiudersi nella sua stanza fare dei libri e poi saranno pubblicati, lui vivo, lui morto e rappresenteranno quello che lui voleva dire; l'architetto rappresenta tutti. Se il cliente ha cattivo gusto e si va a scegliere l'architetto peggiore perché ne ha visto un'opera che gli è piaciuta precisamente perché lui ha cattivo gusto, come vuole che quell'architetto faccia un'opera raffinata, non la farà mai. Sa che per esempio Le Corbusier ha trovato pochissime realizzazioni nella sua vita.

E.D.G.: Volevo aggiungere questo, che spesso il committente, cioè il cliente, è lo Stato, che però potrebbe lasciare maggiore libertà all'architetto.

P.L.N.: La libertà la lascia pure, ma più che lo Stato è il concorso. Lo sa che il problema dei concorsi è un problema terribile.

E.D.G.: In che senso?

P.L.N.: Perché è difficilissimo fare delle commissioni giudicatrici? Perché le commissioni giudicatrici, io mi sono spesso chiesto, se dovessero essere fatte non da architetti per esempio, dovessero essere fatte, per esempio, fatte da uomini di gusto che sono quelle che poi in sostanza giudicano l'architettura. E assistiti da dei tecnici che potessero dare delle spiegazioni, degli orientamenti, negli aspetti puramente tecnici oltretutto tecnologici propri.

E.D.G.: Monelli?

P.M.: Beh ecco, io adesso esco un po' dal... Tu avrai letto sui giornali che si stanno facendo delle grandi polemiche, delle grandi discussioni su che cosa fare di quel tuo magnifico edificio che hai fatto a Torino [Palazzo del Lavoro], è vero?

Questo bellissimo tempio, questa cosa bellissima, dico bello, molto bello, ci abbiamo messo dentro l'esposizione, adesso tiro fuori l'esposizione, che cosa ce ne facciamo di questo gioiello, che cosa ce ne facciamo dicono altri di questo ingombro, che cosa ce ne facciamo di questa enorme aula, cosa ce ne facciamo di questi bellissimi pilastri con le bellissime nervature a raggiera, insomma hanno il senso che tu hai costruito una cosa inutile. Dicono questi signori naturalmente.

405

P.L.N.: Ma quello era già definito nei termini obiettivi ed indiscutibili dell'appalto concorso, ossia, si era detto: si deve progettare un qualche cosa che abbia tanti mila metri quadrati di copertura, tanti mila metri quadrati di superficie per l'esposizione e presentare contemporaneamente un progetto di come venga utilizzato in seguito.

Questo progetto è stato fatto, è stato presentato, si potrà discutere chi è più buono, meno buono, ci potranno essere degli errori, ma è un progetto.

P.M.: Ma c'è già?

P.L.N.: Come no. È stato presentato insieme al progetto.

P.M.: È stato presentato da te?

P.L.N.: Da me.

P.M.: E allora qual è la tua idea?

P.L.N.: Che potrebbe essere una sistemazione che comprende un grandissimo numero di aule per le scuole professionali, che conserva sempre una zona per esposizioni di carattere tecnico, tecnologico, cose di questo genere, con la semplice aggiunta, adesso è inutile descriverlo, si descrive male, ma che non avrebbe nessuno degli inconvenienti che sono stati citati in un articolo di Roghi... Non so come si chiami: Bruno Roghi? Dicendo prima di tutto delle cose inesatte che è costato 6 miliardi. Non è assolutamente vero.

Non arriva nemmeno a 3 tutto compreso, in secondo luogo diceva che cosa se ne farà perché resterà un vano enorme.

Non è vero nemmeno quello perché un vano enorme resta solo per la parte espositiva, insomma una previsione di utilizzazione c'è, se poi questa previsione, cammin facendo possa anche mutare, questa è un altro argomento, ma non è stato fatto un monumento da rimanere lì come un elefante bianco.

E.D.G.: Scusi ingegnere c'è De Feo che mi pare voglia fare una domanda ancora.

S.D.F.: No, io una domanda, se non ho capito male: l'architetto Nervi ci ha dato la sensazione che l'arte del costruire, l'architettura moderna sia in una fase di trasformazione e di crisi, allora io vorrei sapere se egli può dirci quali sono le prospettive future dell'architettura, dell'arte di costruire, cioè come saranno le nostre case, i nostri teatri, i nostri ospedali di domani, fra 100 anni o fra 50 anni.

P.L.N.: La risposta sarebbe un po' lunghetta, c'è tempo?

E.D.G.: Abbiamo poco tempo professore, abbiamo ancora 2 o 3 minuti, 3 minuti.

P.L.N.: Bene, dunque, io penso questo: prima di tutto da un punto di vista generale urbanistico, io penso, mi illudo, auguro a quelli che verranno dopo di noi di avere delle città che non siano così oppressive come le nostre, ossia che nella città ci siano i servizi pubblici, gli uffici, i negozi, tutto quello che è di carattere collettivo, ma che le abitazioni siano lontano, d'altra parte che ci servirebbero le automobili se non ci permettessero di estendere le città, in senso...

E.D.G.: Scusi se la interrompo ma per meglio illustrare la domanda di De Feo che mi pare molto importante, mi permetti tu di fare un piccolo inserimento: c'è una città nuova, modernissima, creata dal nulla pochi mesi fa, pochi anni fa che è Brasilia, secondo lei questa città risponde a quelle che sono le tendenze dell'architettura futura o no?

P.L.N.: Non lo so, non lo so perché non l'ho vista, perché quel poco che ho visto non rientra molto nel mio modo di pensare quindi... non saprei dire... però si può immaginare un futuro che riguardi, poi soprattutto l'aspetto dal punto di vista formale, invece adesso parlo della sostanza della città futura. Allora che cosa sarà secondo me la città

futura? Un complesso di edifici molto importanti ed una diffusione di edifici meno volumetricamente importanti che sarà dove la gente viva. Questi edifici molto importanti che caratteristiche avranno? Avranno una caratteristica di essere molto grandi perché i palazzi per uffici saranno molto alti, è logico, per lasciargli lo spazio per i servizi, i parcheggi, i giardini e gli edifici comuni, di uso comune: sale da spettacolo, stadi, stazioni, aeroporti saranno molto grandi perché tutto si sviluppa.

Se Roma dovesse fare un altro Palazzo dello Sport naturalmente si farà per 20 000 spettatori o per 25 000 spettatori, non per 16 000.

La grandezza degli edifici porta a delle conseguenze paragonabili alla velocità dei veicoli, ossia a poco a poco la libertà dell'uomo se ne va.

L'aereo veloce non è disegnato dal progettista ma è disegnato dalle leggi di natura, dal padreterno, perché ha quelle forme o non vola o non arriva a 900 km/h, dentro a questo limite di stile c'è il fatto personale dei piccoli particolari per cui il DC 8 è differente dal 707, a mio modo di vedere è più bello il DC 8 del 707 per una piccola differenza che c'è nell'attacco dei reattori. Piccola differenza ma stile unico, forma aerodinamica. Nell'edilizia cosa ci possono essere? Anche lì quando il problema tecnico è tanto grande diventa vincolativo, se lei vuole fare una cupola di 150 m con la forma della cupola del Taj Mahal non ci arriva nemmeno se ci muore sopra, non c'è niente da fare, quando la dimensione è grande, ancora una volta l'uomo si chiude, perde la sua libertà e può solo giocare nei particolari.

Quindi cos'è la conclusione di questa osservazione?

Noi abbiamo iniziato lo stile che non cambierà mai più, ossia uno stile di verità, verità tecnica, verità fisica, dentro alla quale resterà la libertà di espressione dell'individuo e dei popoli allo stesso modo che dentro allo stile gotico, per dire, c'è stata la libertà. Però se è vera questa mia constatazione, il nostro periodo, la nostra epoca, fra 1000 anni diranno: ecco il momento in cui è nato lo stile di verità, lo stile assoluto. Perché faccio un'ultima osservazione: questo stile prenderà tutto, non è pensabile un uomo vestito come D'Artagnan che scende da un aereo, lo può immaginare lei? No. L'aereo è puro è assoluto è pulito, oppure scende da un aereo ed entra in un palazzo di giustizia di Roma, è pensabile? No. Quindi per forza ci saranno questi capi saldi di carattere tecnico, per forza a mio modo di vedere si trascineranno dietro tutto il resto, tutto un complesso, poi a voi, che siete particolarmente dotati in questo campo, di pensare alle conseguenze.

P.M.: Ma se nelle città dell'avvenire invece saranno 500 m sotto terra ed andremo a vivere come nei termitai, è vero, per ragione delle offese atomiche.

P.L.N.: Allora non ci sarà che risponderti una cosa: chi è che la dice, mi pare Churchill, che la prossima, dopo la prossima guerra si tornerà alle frecce, naturalmente si torna alle capanne tout court fatte di paglia.

S.D.F.: E ci saranno artisti anche allora.

E.D.G.: Mi pare che De Feo insista sulla parola artista e noi siamo d'accordo con De Feo nel credere che lei sia un bravissimo ingegnere, un eccellente costruttore ed anche un artista. E siamo anche d'accordo dell'affermare che l'architettura moderna purtroppo ha delle espressioni che Zappulli ha definito proprio deprimenti e squallide, ma per fortuna anche delle costruzioni come quelle che lei ci ha dato che sono molto belle e che tutti... Cioè è molto difficile dire cos'è bello e cosa non è bello, però c'è un modulo generale, un termine generale, per cui tutti sono d'accordo su questo e di questo noi la ringraziamo.

P.M.: E pensare che questo grande artista sognava di diventare ufficiale del Genio o ingegnere delle ferrovie.

E.D.G.: E perché voi eravate a scuola insieme.

P.M.: Per fortuna non lo hanno voluto, lo hanno cacciato via, dalle soglie dell'esercito, dalle soglie delle ferrovie...

PIER LUIGI NERVI: LA POETICA DELLA STRUTTURA



Gastone Favero: Nella relazione del premio Feltrinelli Roberto Longhi sottolineava le opposizioni alle sue attività che erano il riflesso della divisione esistente da un secolo fra architettura ed ingegneria.

Longhi la considera come l'unico artista in grado di dimostrare la sintesi fra tecnologia ed estetica. Ora noi possiamo prendere come base queste parole per tracciare un quadro riassuntivo della sua attività professionale?

Pier Luigi Nervi: Posso dire che quella fase lì è quella che mi ha dato la massima soddisfazione di tutto il complesso fatto straordinariamente bene e molto gentile che è la relazione del premio Feltrinelli, e mi ha dato molta soddisfazione perché effettivamente ho potuto, anche nella durata stessa della mia vita di lavoro che parte dal 1913, constatare come via via, più forse direi ancora che nel secolo passato, ma in questo secolo, come via via le cose abbiano necessariamente, fatalmente, portato ad una riunione di architetture di ingegneria, che violando la stessa definizione classica di architettura che è arte e scienza del costruire, a poco a poco si era diventato da una parte pura tecnica delle costruzioni e dall'altra puro fatto decorativo.

Quando io ho cominciato a lavorare, per esempio uno dei primi lavori che ho fatto era a Firenze il gioco della pelota, il progettista era uno dei fratelli Coppedè, la struttura era una cosa, su questa struttura Coppedè aveva riportato e in pittura e in stucchi e in decorazione di vario genere, tutto un ambiente orientale che nulla aveva a vedere con la pelota che poi è un gioco di origine basca, di una assurdità senza limiti, di cose completamente separate, non c'era ombra di accordo, e

più avanti ancora nel '25, '26, '27, accadeva di fare un'opera e poi decorarla, l'architettura era puramente decorazione; però nel frattempo si può anche dire che le necessità costruttive cambiavano, aumentavano, nel frattempo è nata la grande costruzione, è nato l'edificio molto alto, per necessità tecniche, economiche, certe necessità estranee al fatto progettuale. Un alto edificio non sopporta più la decorazione, la grande struttura non si può nascondere, la struttura di un locale che abbia una capienza di migliaia di spettatori, di decine di migliaia, che abbia delle dimensioni di un centinaio di metri, la struttura diventa un qualche cosa di grande, di imponente di dimensionalmente imponente. Quindi non è più nascondibile, quindi è la struttura che deve diventare architettura e si ritorna all'unione struttura e architettura che è sempre stato poi nel passato. Perché, al massimo, nel passato di questa sintesi perfetta troviamo il gotico; il gotico era la più perfetta immaginabile sintesi fra architettura e ingegneria. Uno splendore di architettura e un mai maggior splendore di ingegneria.

410

G.F.: Ma dico questi ingegneri gotici non avevano la tecnica costruttiva dei moderni?

P.L.N.: Va bene ma supplivano con una intelligenza che noi non ci sogniamo più di avere; perché posso assicurare che ripetere la meraviglia della costruzione del Duomo di Milano, di Notre Dame, delle cattedrali inglesi, sarebbe molto difficile anche disponendo dei disegni, proprio il fatto stesso, le modalità, la successione delle costruzioni, la costruzione di un rosone, i rosoni di Notre Dame sono di una perfezione che credo difficilmente ripetibile, proprio come fatto costruttivo. Ma lì non c'era esattamente una divisione, non esisteva l'ingegnere, il calcolatore, il costruttore, era una cosa sola.

G.F.: Ecco quindi in lei diciamo che si riassume la figura del costruttore e dell'architetto possiamo chiamarlo gotico, però con tutti gli apporti della Scienza delle costruzioni. Per esempio lei potrebbe definirci che cosa si intende per progettazione strutturale? Visto che lei parla sempre di struttura.

P.L.N.: Vorrei prima precisare un punto: lei dice in me si riassume, per carità volesse in cielo che in me si riassumesse questo, io sono arrivato a questo punto per un complesso di circostanze fortuite e fortunate. Io ho cominciato come costruttore, il mio inizio il giorno dopo la laurea io sono entrato in un ufficio tecnico delle imprese di costruzioni cementizie di Bologna che era diretto da un professore della scuola di

ingegneria, bravissimo ingegnere ed anche bravo architetto, architetto nel senso che una volta l'ingegnere civile era anche l'architetto. Poi ho continuato sempre come costruttore, quindi sono passato alla progettazione dopo una lunga esperienza di costruttore e questo mi ha giovato nel trovare delle possibilità costruttive di buon risultato tecnico, di buon risultato economico e di ricchezza anche formale, ripeto formale perché in gran parte deriva dalla padronanza del mezzo, perché insomma per esprimere delle idee, in qualunque modo bisogna conoscere il mezzo con il quale queste idee si esprimono. Per esprimere della musica bisogna prima conoscere la musica, per esprimere dei concetti bisogna conoscere la lingua, per esprimere dei concetti o delle intenzioni a carattere architettonico, bisogna conoscere l'arte del costruire, bisogna saper costruire, o saperlo per esperienza propria o unirsi a gente, a esperti che lo sappiano, queste esperienze mi hanno dimostrato la grande utilità delle collaborazioni.

411

G.F.: Questa esperienza, diciamo anche in bene e in male, lei avrà potuto conoscere anche errori che erano stati fatti, per esempio, nella progettazione di certe cose in cui lei ha partecipato come costruttore?

P.L.N.: Certo, certo.

G.F.: Io capisco infatti, le potrà essere servito magari per invigorire la sua ricerca.

P.L.N.: Certo. Certo, il conoscere, l'aver costruito come semplice esecutore è una grande scuola anche per poter poi pensare il costruire, perché il costruire possa diventare da un pensiero ad un'azione. Certo, certo.

P.L.N.: Il mio interesse per il cemento armato dipende soprattutto dal fatto che è il materiale più fecondo, più ricco, più adattabile a qualunque uso fra tutti quelli di cui l'umanità dispone. Non si è mai avuto niente di simile. La caratteristica fondamentale di questa sua adattabilità è che all'inizio non ha nessuna forma, nasce informe, nasce in niente, e quindi a differenza delle strutture in ferro, che sono obbligate dalle putrelle o dalle lamiere; di quelle in legno che sono obbligate dalle travi o di quelle in muratura che sono obbligate dagli elementi o blocchi di pietra o mattoni. Il cemento armato non è obbligato in niente. Si può fare quello che si vuole, basta che si riesca a costruire una cassaforma nella quale versarlo, quindi ha una ricchezza unica.

L'altra sua fondamentale qualità è di unire le caratteristiche della pietra alle caratteristiche dei metalli, perché è una pietra artificiale, che però ha capacità di resistere a tensione come le strutture in metallo.

G.F.: È possibile definire a priori quando una struttura potrebbe o dovrebbe essere in evidenza?

P.L.N.: Una semplice struttura di un edificio di 4, 5, 6 piani di normale abitazione è un fatto solo tecnico, è un fatto che viene nascosto, nessuno vede i pilastri che sono all'interno di un muro e che servono come reticolo resistente per portare i carichi dei solai dei muri ecc., ma è un fatto che non può avere né pretese estetiche, né deve soddisfare niente di più delle leggi economiche, tecniche e basta. Ma quando nell'edificio molto alto, quando si incominciano a superare i 100 m di altezza, quando ci sono degli sbalzi, quando le dimensioni libere sono grandi, allora questo scheletro, questa ossatura resistente, che di solito si chiama struttura, ma tutto quello che sta in piedi ha una struttura, acquistano una particolare importanza, non si può più nascondere, diventa visibile, non si può decorare, con cosa si decora? Non si può mica aggiungere degli stucchi, degli stucchettini floreali o di qualunque forma, addosso al pilastro che regge un edificio; e quindi diventa un fatto architettonico, fatalmente architettonico.

Posso dire che in tutta la mia vita non ho mai trovato delle imposizioni strutturali così rigide, così severe da impedire che potessero essere disegnate con un certo garbo, disegnate con cura, disegnate nei loro rapporti, nelle variazioni di forma.

I pilastri in cemento armato quasi richiedono staticamente di non essere drasticamente cilindrici perché ci sono sempre delle sollecitazioni interne che quasi suggeriscono di fare dei cambiamenti di forma e da questi cambiamenti di forma si può ottenere, secondo le possibilità e la sensibilità di colui che le disegna, si può ottenere effettivamente delle nuove forme architettoniche che soddisfano, oltre che essere necessarie, sono fatali, non se ne può fare a meno.

G.F.: Lei disegna da se, per esempio ogni pilastro?

P.L.N.: Ma certo, ma certo. Si può confidare ad un collaboratore una verifica statica, si può confidare, chiedere ad un calcolo più preciso affidato ad un collaboratore, se un certo pilastro avrà un metro di diametro o varrà un metro e dieci o 95 cm, ossia dentro certi limiti, che non hanno almeno eccetto certi casi eccezionali una grande influenza nel complesso dei rapporti di un'opera, ma l'insieme dei rapporti, l'insieme

dei particolari, l'insieme di quelle piccole o grosse strutture che alla fine definiscono l'aspetto visivo di una struttura cementizia deve essere fatto da chi la pensa e da chi la disegna, poi certo ognuno nei limiti delle sue capacità, certamente qualcheduno avrebbe potuto risolvere i problemi, molto meglio o molto peggio di come li ho risolti io.

G.F.: Nel suo affermare di essere architetto, lei ha un momento, diciamo scientifico, tecnico ed un momento artistico, oppure queste cose nascono contemporaneamente?

P.L.N.: Io direi che mi nascono contemporaneamente, perché sono ormai tanti anni che cerco di risolvere dei problemi perché già il primo disegno è già quasi sempre dimensionalmente sufficiente. Non mi è mai capitato di dover arrivare in fondo ad un organismo strutturale, averlo disegnato con certe dimensioni, sottoponendolo anche a calcoli approssimativi che faccio sempre, calcoli che magari non rientrano proprio nelle regole dell'alta Scienza delle costruzioni, ma che servono a dare l'ordine di grandezza e poi passare a dei calcoli definitivi e dover cambiare tutto, mai capitato. E questo è in virtù di una specie di allenamento di quell'intuito statico, di quell'intuito resistente che in fondo ha guidato l'umanità dall'inizio fino a 100 anni fa. Ecco esiste l'intuito statico, esiste nell'uomo.

413

G.F.: Ecco ma questo intuito statico in lei è maggiormente forte proprio perché è ingegnere, ossia nel momento in cui pensa come fare la sa già come risolverlo...

P.L.N.: Certo, è il lato ingegneristico del mio lavoro ed è stato consciamente od inconsciamente, perché la parola ingegnere si adoperava in un altro modo, il lato ingegneristico dell'opera di tutti i grandi architetti o costruttori o ignoti costruttori del passato.

Tutti hanno ragionato così, il modo di ragionare dell'ingegnere d'oggi non è diverso dal modo di ragionare dell'ingegnere di 500 anni fa. Oggi ha dei mezzi in più, ha dei mezzi in più.

G.F.: Ed è anche molto più difficile.

P.L.N.: Ha dei mezzi in più ma i mezzi sono diventati anche...

G.F.: Più difficile?

P.L.N.: Più facile adesso!

G.F.: Ah, si?

P.L.N.: Adesso è facile, adesso è democratizzata la Scienza delle costruzioni, è democratizzata perché è ridotta in formule, una volta era fatta di intuizioni, di poche intelligenze eccelse, ma i più, un Brunelleschi, Brunelleschi è arrivato a proporzionare esattamente la cupola di S. Maria del Fiore attraverso dei ragionamenti, ragionamenti che lui solo, che nessuno di noi potrebbe ripetere, che lui solo avrà chissà per quali vie localizzato, ma qualunque ingegnerucolo di oggi è capace di calcolare una cupola come quella di S. Maria del Fiore e di dimensionarla.

G.F.: Ecco non so...

P.L.N.: Quindi si è democratizzata l'ingegneria, nel diventare scienza, scienza che poi... nel diventare... nell'essere sottoponibile a dei calcoli che non sono di una grande difficoltà, tanto è vero che li superano tutte le centinaia di giovani che ogni anno si laureano in ingegneria, è diventata alla portata di tutti, mentre una volta era alla portata degli antichi ingegneri.

P.L.N.: È architetto e ripeto e non mi stancherò di ripetere: la funzione di architetto deve essere esercitata da ogni uomo che ha tanta cultura da poter capire e guidare tutti gli specialisti.

Del resto questa definizione è vecchia come il mondo perché l'ho trovata una volta, non mi ricordo più in quale libro e parlava di Euripide se non mi sbaglio costruttore del mausoleo di Alicarnasso, il quale diceva: "l'architetto deve avere una tale cultura da sopravanzare in ogni campo tutti gli specialisti". Questo è vero, questo è vero, ed è così perché l'architetto si trova alle prese con il tecnico, con l'ingegnere, l'ingegnere dice: "a me qui, in questo punto è necessario", e incomincia a raccontare delle cose vere e non vere, è necessario creare una struttura che supponiamo all'aspetto è grossolana è pesante, è antipatica, è brutta. L'architetto deve capirlo il discorso dell'ingegnere per guidare a modificarlo, ma per guidare a modificarlo deve capire. L'architetto è il super direttore d'orchestra. Se mi è permesso raccontare un episodio lo racconto?

G.F.: Certo!

P.L.N.: Una volta ho assistito ad una prova di Toscanini a Milano, finita la guerra, a Milano avevano dato una serie di concerti tutte le sinfonie di Beethoven dirette da Toscanini e siccome un mio cugino era

il violoncello dell'orchestra di Toscanini mi ha invitato alle prove, ed ho assistito ad una scena che ricorderò finché vivo: una certa tromba aveva fatto una certa nota e Toscanini ha fermato tutti "più forte" e quella si sforzava "più forte" e quella si sforzava, ma non raggiungeva, allora hanno cominciato a dirsi delle insolenze perché Toscanini era molto severo, urla da una parte e dall'altra fintanto che Toscanini si è imposto ed ha detto: "Io so che puoi fare più forte!" e quello ha fatto la nota più forte, ma se Toscanini avesse chiesto l'impossibile non poteva dirgli "io so che tu puoi fare più forte".

E così deve essere l'architetto nei confronti dell'ingegneri, nei confronti di colui che fa il condizionamento che tende per sua naturale cosa a voler sempre tutte le comodità, di quello che vuole gli ascensori che tende a metterne tanti perché magari è il rappresentante di una ditta di ascensori e così via. Queste cose che le dico, sono tutte cose vissute da me, vissute insieme a colleghi, o vissute da solo; lei capisce quanto è complesso, difficile e serio il mestiere dell'architetto.

Però quanta preparazione tecnica c'è alla base del buon architetto, e tutto questo poi deve quadrare nel quadro economico, perché l'economia è una questione vitale del costruire. In una nazione come la nostra si costruiscono ogni anno per centinaia di migliaia di miliardi, basterebbe guadagnare il 10%, e le assicuro che ci vuole niente a risparmiare il 10%. Basta della buona volontà perché già si potrebbe fare il 10% di più.

PL.N.: [Per il Palazzo del Lavoro di Torino, 1961] Nel caso specifico uno dei più importanti era quello del tempo di esecuzione, perché in poco più di 9 mesi, anzi all'inizio si prevedevano 10 mesi, poi un certo ritardo all'inizio dovuto anche alla stagione, lo ha ridotto a 9 mesi, si doveva fare un qualche cosa delle dimensioni di 25 000 mq in coperto con 40 000 mq di superficie di solaio.

Quindi di fronte ad un problema così complesso è difficile dire quale sia stato lo spunto originale, originario per meglio dire, di schema costruttivo ed architettonico.

A mio modo di vedere però altri schemi non sarebbero stati possibili, perché lo schema da me scelto permetteva di avere una progressività di esecuzione di tutti i lavori, a partire dai lavori di conclusione propriamente detta, gli stessi lavori di rifinitura, via via che ognuno dei 16 grandi elementi di cui è scomposto l'edificio venivano completati e si potevano passare immediatamente alla loro rifinitura e di fatti il programma di lavoro si è svolto secondo queste previsioni corrispondendo perfettamente anche nel tempo, il lavoro è stato ultimato per il 31 dicembre come era nostro impegno.

PL.N.: Una delle caratteristiche del nostro tempo è l'aumento dimensionale di tutto quello che si riferisce a raccolta di uomini. Se si dovesse rifare il Palazzo dello Sport che è stato progettato per 18 000 persone ma a lato pratico si è già dimostrato forse insufficiente se dove essere riprogettato probabilmente oggi si passerebbe a 20 000-30 000. Gli stadi di 100 000 posti stanno diventando quasi una realtà. Ora, cosa comporta questo aumento dimensionale?

Comporta una sempre maggiore importanza dei fatti, dell'organismo portante, perché crescono le dimensioni, il crescere delle dimensioni fa crescere in una misura che è al quadrato delle dimensioni; l'imponenza dell'organismo portante fa crescere le necessità funzionali relativo al movimento di grande masse di persone che devono entrare e uscire, quindi razionalizza sempre di più la costruzione e nello stesso tempo tutti gli elementi accessori, tutti gli elementi di carattere decorativo a poco a poco spariscono di fronte all'imponenza dell'ambiente, del volume, della eloquenza dei fatti strutturali, i quali per le loro stesse dimensioni, come già detto più volte non possono più essere né correggibili, né nascondibili, quindi l'organismo deve nascere bello, bene, completo. Quindi sempre di più questa collaborazione diventa fondamentale, importante, e sempre di più la professione diventa difficile.

G.F.: Queste costruzioni sempre più vaste e sempre più grandi che richiedono ormai delle coperture di centinaia di metri di diametro richiedono dal costruttore una precisa idea della finalità, la struttura per la finalità.

PL.N.: La struttura per la finalità e la finalità che determina la struttura, e le posso anche dire che quasi per mio divertimento perché poi i problemi basta che mi entrino così, che mi si affaccino alla mente, perché mi appassionano per esempio mi sentirei, non solo di progettare, perché uno studio di massima lo ho già fatto, in modo astratto, ma mi sentirei, mi impegnerei di costruire una cupola di 300 m di diametro e anche forse di 400, fra i 300 e 400 m di diametro.

G.F.: Ma allora più grande di Piazza S. Pietro si potrebbe dire?

PL.N.: Sì più grande di Piazza S. Pietro.

G.F.: Si potrebbe coprire addirittura la Piazza S. Pietro?

PL.N.: Non è più pazzesco pensare a delle città fatte a isole. Non è più pazzesco, non so se questo, ci penseremo poi. Ossia creare degli

ambienti chiusi, chiusi però con passaggi di luce naturalmente, i quali poi potrebbero essere o adibiti anche ad abitazioni relativamente piccole con giardini, con ambienti protetti e lasciare la circolazione automobilistica al di fuori.

G.F.: Su questo mi sembra che lei si avvicini a certe, a certi progetti a certe realizzazioni per esempio delle new towns inglesi e anche svedesi.

P.L.N.: Quelli sono centri cittadini ma liberi, il mio pensiero va un po' più in là perché è probabile che fra qualche decina d'anni non i 300 m, ma non i 400 m ma anche i 500-600 m di luce allora pensando dei metalli possono essere coperti. Insomma la tecnica ha tante possibilità, ha infinite possibilità, ma le deve mettere a servizio.

Prima di tutto non le deve mettere come finalità ma come mezzo per raggiungere qualche cosa, e nel campo dell'Architettura la deve mettere come mezzo per raggiungere delle costruzioni che soddisfino le loro funzionalità, che nel limite della loro funzione siano economiche e che creano un ambiente serio, per me l'unica finalità è quella, un ambiente serio che serva di educazione per gli uomini.

Fonti delle illustrazioni

Le immagini riprodotte fanno riferimento ai seguenti archivi e pubblicazioni. Ove non indicato, le immagini s'intendono provenienti dall'archivio dell'autore.

Archivi

CSAC, Centro Studi e Archivio della Comunicazione, Università di Parma, Archivio Pier Luigi Nervi: pp. 64, 90, 91, 93, 112, 113, 132, 135, 137, 138, 169, 170, 171, 172, 177, 184, 185, 188, 233, 234, 238, 245, 246, 251, 252, 254, 261, 293, 330, 335.

MAXXI, Museo Nazionale delle arti del XXI Secolo, Roma, Archivio Pier Luigi Nervi: pp. 14, 25, 27, 40, 47, 57, 80, 88, 92, 94, 94, 97, 128, 129, 130, 131, 134, 146, 180, 181, 182, 192, 195, 196, 197, 200, 201, 202, 203, 204, 206, 207, 214, 216, 218, 219, 222, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 235, 236, 237, 243, 247, 249, 250, 257, 259, 262, 266, 267, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 279, 280, 286, 288, 289, 323, 324, 325, 340, 343, 344, 345, 346, 349, 351, 353, 354.

Pubblicazioni

Aesthetics and Technology in Building: Charles Eliot Norton Lectures (1961-1962), traduzione dall'italiano di R. Einaudi, Harvard University Press, Cambridge, MA 1965: pp. 20, 147, 148, 189, 322, 347.

Billington D.P., Moreira Garlock M.E. (a c. di), *Felix Candela. Engineer, Builder, Structural Artist*, Yale University Press, New Haven and London 2008: pp. 66, 75, 76, 77.

Chilton J., *Heinz Isler*, Thomas Telford Publishing, London 2000: p. 75.

Colonnetti G. (a c. di), *La tecnica delle costruzioni: le pareti sottili*, Editore Boringhieri, Torino 1957, vol. III: pp. 78, 79.

Conforti C. (a c. di), *Lo specchio del cielo. Forme significati tecniche e funzioni della cupola dal Pantheon al Novecento*, Electa, Milano 1997: p. 73.

Cossa C., *Modernismo all'ombra. La sala delle udienze pontificie di Pier Luigi Nervi*, Libreria Editrice Vaticana, Città del Vaticano 2010: pp. 96, 99, 290.

Dardanello G., Klaiber S., Millon H.A. (a c. di), *Guarini*, Umberto Allemandi & C., Torino 2006: p. 48.

Fernández Ordóñez J.A., *Eugène Freyssinet*, 2c Ediciones, Barcelona 1978: p. 69.

Frampton K., *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*, MIT Press, Cambridge 1995, trad. it. M. De Benedetti (a c. di), *Tettonica e architettura. Poetica della forma architettonica nel XIX e XX secolo*, Skira, Milano 2005: p. 56.

Frocht M.M., *Photoelasticity*, John Wiley & Sons Inc, London Sydney 1965: p. 51

Giedion S., *Space, time and architecture*, Harvard University Press, Cambridge 1941, trad. it., E. Labò, M. Labò (a c. di), *Spazio, tempo ed architettura*, Hoepli, Milano 1984: pp. 67, 68, 71.

Greco C., *Pier Luigi Nervi. Dai primi brevetti al Palazzo delle Esposizioni di Torino 1917-1948*, Quart Verlag, Lucerna 2008: pp. 70, 136, 141, 142, 166, 316.

Grodecki L., *Architettura Gotica*, Electa, Milano 1978: p. 46.

Guanci C., *Costruzioni e sperimentazione. L'attività del giovane Pier Luigi Nervi a Prato*, GCE, Firenze 2008: pp. 33, 313.

Hilberseimer L., *Hallenbauten*, Gebhardt's Verlag, Leipzig 1931, trad. it., L. Lannini, A. Maglio (a c. di), *Hallenbauten. Edifici ad Aula*, Clean, Napoli 1998: p. 72.

Huxtable A.L., *Pier Luigi Nervi*, George Braziller Inc., New York 1960: p. 328.

Iori T., Poretti S. (a c. di), *L'ambasciata d'Italia a Brasilia*, Electa, Milano 2008: pp. 34, 312.

Iori T., *Pier Luigi Nervi*, Motta Architettura, Milano 2009: pp. 126, 255.

Iori T., Poretti S. (a c. di), *Pier Luigi Nervi. Architettura come Sfida. Roma. Ingegno e costruzione*, Electa, Milano 2010: p. 193.

Iori T., *Un prototipo ripetibile e a buon mercato (Pier Luigi Nervi, Annibale Vitellozzi, Palazzetto dello Sport a Roma)*, in "Casabella", n. 782, ottobre 2009: pp. 186-187.

Joedicke J., *Shell Architecture*, Karl Krämer Verlag, Stuttgart 1963: p. 74.

Nervi P.L., *Scienza o arte del costruire? Caratteristiche e possibilità del cemento armato*, Edizioni della Bussola, Roma 1945: pp. 31, 37, 38, 52, 318.

Nervi P.L., *Costruire correttamente: caratteristiche e possibilità delle strutture cementizie armate*, Hoepli, Milano 1955 (II ed. rivista e ampliata, Milano 1965): pp. 183, 244, 253.

Nuove strutture, Edizioni di Comunità, Milano 1963 (trad. ingl. *Buildings, projects, structures 1953-1963*, Frederick A. Praeger, New York 1963): pp. 145, 190, 191, 194, 260, 294, 295, 337, 338, 341, 342.

Otto E., *Natürliche Konstruktionen: Formen und Konstruktionen in Natur und Technik und Prozesse Ihrer Entstehung*, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart 1982: p. 85.

Pica A., *Pier Luigi Nervi*, Editalia, Roma 1969: p. 333.

Pier Luigi Nervi, prefazione di Pier Luigi Nervi, introduzione di E.N. Rogers, testo di J. Joedicke, Edizioni di Comunità, Milano 1957: pp. 23, 24, 35, 53, 55, 86, 124, 127, 139, 140, 143, 154, 157, 168, 173, 174, 175, 176, 178, 179, 314, 315, 317, 319, 320, 321, 326, 327, 331, 334, 336, 339.

Schodek D.L., *Structures*, Prentice Hall, Upper Saddle River New Jersey 2001, trad. it., D. Coronelli, L. Martinelli (a c. di), *Strutture*, Pàtron Editore, Bologna 2004: pp. 163, 164.

Siegel C., *Strukturformen der modernen architektur*, Verlag Georg D.W. Callwey, München 1960: pp. 100, 105, 160, 161.

Studio Nervi. Progetti dal 1950 al 1971, a cura dello Studio Nervi, s.e., Roma 1971: pp. 239, 296.

Torroja E., *La concezione strutturale. Logica ed intuito nella ideazione delle forme*, Città Studi Edizioni, Torino 1995: p. 81.

Trentin A., Trombetti T., *Pier Luigi Nervi, Aula delle Udienze Pontificie*, in "D'Architettura", n. 36, 2008, pp. 110-125: p. 348.

Vernizzi C., *Il disegno in Pier Luigi Nervi. Dal dettaglio della materia alla percezione dello spazio*, Mattioli 1885, Fidenza 2011: p. 98.

Internet

Bing

<http://it.bing.com/maps/> p. 89.

Diatomee dal vetrino

<http://www.microthele.it/micro/immagini/kemp/kemp.htm> p. 82.

FLICKR

http://www.flickr.com/photos/sheepdog_rex/4496589665/sizes/o/in/photostream/ p. 43.

<http://www.flickr.com/photos/dumbledad/2564907634/sizes/o/in/photostream/> p. 45.

<http://www.flickr.com/photos/patrick314/328378154/in/photostream/> p. 217.

<http://www.flickr.com/photos/7533197@N08/3119067908/> p. 220.

<http://www.flickr.com/photos/lopezepol/4000798467/> p. 269.

<http://www.flickr.com/photos/scottsteely/2497516487/> p. 350.

<http://www.flickr.com/photos/gumprecht/6830124007/sizes/o/in/photostream/> p. 352.

FONDAZIONE C.E.S.A.R., Centro Studi per l'Architettura razionale

http://www.cesar-eur.it/upload/image/poster_arco_web.jpg p. 36.

MIT LIBRARIES

<http://dome.mit.edu/handle/1721.3/30014> p. 158.

<http://dome.mit.edu/handle/1721.3/31352> p. 198.

<http://dome.mit.edu/handle/1721.3/31444> p. 199.