

Sergio Musmeci

Strutture fuori dal coro

a cura di
Fausto Giovannardi



The technical man must not be lost in his own technology. He must be able to appreciate life; and life is art, drama, music, and most importantly, people.

Fazlur Rahman Khan (1929-1982)



Le opere ed il lavoro di Sergio Musmeci sono segnate da un estro creativo straordinario e fuori dagli schemi tradizionali. Per capire queste sorprendenti creazioni, è indispensabile conoscere il loro autore, il suo percorso formativo, dall'apprendistato alla maturità, che le ha rese possibili.

Fausto Giovannardi

“Quella di fare lo strutturista è una scelta che io ho compiuto quasi obbligatoriamente perché la mia storia personale ha portato a formarmi una cultura di tipo scientifico attraverso la mia passione per l'astronomia, la fisica e in parte per la filosofia naturale. La scelta poi si è convalidata attraverso la collaborazione con Nervi e con Morandi all'inizio della mia carriera; infine, probabilmente, ha avuto importanza, in questo senso, anche una certa mia tendenza a giustificare qualsiasi atto con una motivazione razionale, chissà, forse una forma di timidezza intellettuale. Tutto, insomma, mi ha convogliato fin dall'inizio verso l'attività dello strutturista. Da qui nasce tutta la mia tendenza a una teoretica basata sulla produzione di forme a partire da condizioni statiche ben precise; forme che io mi aspetto sempre siano nuove, imparagonabili a quelle precedenti già adottate. La strutturistica, nata dall'ottocento ... si pone per definizione verso le strutture come davanti alla

natura, come cioè a qualcosa di “dato”. La natura è data appositamente e noi possiamo solo indagarla, non crearla. La struttura, o l'architettura, in genere, al contrario, è creata dal progettista, proprio come una teoria di fisica moderna viene creata dal fisico. Quello che mi auguro è che venga sviluppato questo genere di creatività.”

“Uno degli strutturalisti più geniali, colti, eleganti e profondi che l'Italia abbia avuto. Capace della cosa più rara, trasformare le equazioni non tanto in manufatti, ma in architettura”.

Renato Pedio

in Architettura Cronache e Storia n.387 1/1988

La vita (1926-1981)

Sergio Musmeci nasce a Roma il 2 giugno 1926 da Mariano (1898-1973) e Elide Gadda (1900-1968), in una bella casa di Trastevere.

Mariano, figlio di Salvatore, era di Acireale (CT) ma visse a Roma fin dall'età di due anni, dove il padre aveva vinto un posto al Ministero delle Finanze. Mariano, diplomatosi ragioniere entrò, dopo una breve esperienza in un ministero, nella Banca Commerciale Italiana dove svolse la sua carriera fino alla pensione come direttore d'agenzia. Elide, di origine mantovana, figlia unica, laureata in lettere alla Sapienza, fece però sempre la casalinga, curando molto la famiglia e l'educazione dei figli ed anche dei nipoti.

Sergio fu il primo figlio e con il suo nome interrompeva la tradizione dei Musmeci che voleva il primogenito chiamato Salvatore-Mariano-Salvatore etc.

Nel 1930, la numerosa famiglia costituita dai genitori, dai due figli (Sergio e Alberto (1928)), dai nonni materni e da una bisnonna, si trasferirono in un attico in via Tacchini 12, nel quartiere Ludovisi-Parioli che si andava allora formando, comprato per 100.000 lire. Nella nuova casa nacque la terza figlia Alina (1932-1953)..

L'impegno di Elide con i figli, fece sì che Sergio entrasse direttamente in seconda, alla scuola elementare comunale Principessa Mafalda, ottenendo la licenza in soli tre anni, per poi frequentare con successo e senza particolare sforzo, il ginnasio liceo classico presso l'Istituto pubblico Regina Elena, conseguendovi la maturità, a pieni voti, nel 1943 a soli 17 anni.

Questo fatto, se da un lato gli creò qualche problema di rapporti con gli altri, trovandosi sempre ad essere il più piccolo ed il più bravo ed in qualche misura isolato, contribuì non poco alla sua profonda preparazione scolastica e, più in generale, culturale e scientifica.

Sergio era effettivamente il fratello maggiore ed accudiva ai suoi due fratelli con affetto ed a cui leggeva libri di avventura.

Era l'epoca fascista e fu balilla trombettiere, ma di quelli con la tromba finta.

Le dure condizioni degli anni della guerra, dal 1940 al 1945, in cui era difficile sopravvivere, accentuarono i legami familiari e fecero maturare presto i giovani Musmeci. Dal settembre 1943 al giugno 1944, nel periodo dell'occupazione tedesca, Sergio, recluso in casa per il pericolo delle retate, iniziò autonomamente la preparazione degli esami del biennio, allora comune per tutte le facoltà scientifiche.

Di questo periodo è anche l'inizio della passione, insieme al fratello Alberto, per l'astronomia. Privi di macchina fotografica per il loro "telescopio", un cannocchiale da marina trasformato artigianalmente, usavano fare disegni dei vari corpi celesti (luna, giovè, marte etc.) per poi successivamente metterli a confronto e tentare di rimuovere ciò che vi era di soggettivo.

I due fratelli avevano una sola bicicletta e facevano le gite uno per volta, lasciandosi dei segnali su dove erano arrivati.

La passione li spinse a recarsi all'osservatorio astronomico di Roma Monte Mario, dove però il prof. Cimino, assistente del prof. Armellini, li scoraggiò dall'intraprendere questo tipo di studi, considerate le loro condizioni economiche. Questo fatto ed il favorevole parere del padre indirizzò prima Sergio e poi Alberto ad iscriversi ad ingegneria, facoltà che sembrava offrire una



risposta, oltre che all'interesse scientifico, alle future possibilità di lavoro.

Alla fine dell'occupazione tedesca, nel 1944, Sergio si iscrisse al biennio di ingegneria della Sapienza e forte della preparazione che si era fatto nel periodo dell'occupazione, superò brillantemente tutti gli esami in un solo anno.

Il biennio comune alle facoltà di Ingegneria, Matematica, Fisica, Chimica, Mineralogia e Geologia, aveva un indirizzo scientifico esclusivamente teorico, in cui le leggi matematiche esprimevano ogni cosa, fornendo risposta univoca ad ogni problema.

Nel successivo triennio della Scuola di Applicazione per Ingegneri la precisione matematica lasciava il posto a materie in cui le risposte erano spesso date dall'esperienza, dalla tradizione e da orientamenti personali dei docenti. Nella sezione edile, frequentata da Sergio, le materie che trattavano di architettura erano insegnate da architetti, mentre la scienza delle costruzioni veniva insegnata a livello teorico, senza legami diretti con la progettazione delle strutture.

Musmeci presenta una tesi sulle volte sottili, strutture che resistono per forma alle sollecitazioni esterne, manifestando da subito, l'interesse per la ricerca delle caratteristiche statiche di nuove forme strutturali, in grado di corrispondere anche ad esigenze formali dell'architettura. Siamo nel 1948, ed a soli 22 anni, si laurea in ingegneria civile ottenendo la Medaglia d'oro della Fondazione ing. Roberto Almagià, quale miglior laureato dell'anno.

Terminati gli studi, inizia a collaborare con lo studio dell'ing. Riccardo Morandi, la cui attività in ambito strutturale era vastissima, spaziando dai ponti alle grandi sale cinematografiche etc. e dove conosce Zenaide Zanini (10/04/1926), che allora era studentessa in architettura e disegnatrice presso lo stesso studio¹.

Non vi sono notizie certe sul tipo di attività che Musmeci svolse nello studio, anche se è probabile che la collaborazione si sia limitata al calcolo di verifica delle strutture progettate da Morandi; come pure sui motivi che lo portarono, ad inizio del 1950, a chiudere il rapporto di collaborazione, e accettare quello dello studio della impresa di Pier Luigi Nervi, la soc. Nervi & Bartoli,

Il distacco dallo studio Morandi e l'ingresso in quello di Nervi, coincide con la presentazione in proprio di un progetto per un ponte per l'autostrada del Sole, nel quale gli elementi strutturali sono superfici sottili a curvatura variabile a formare un sistema di archi, i minori dei quali poggiano sui più grandi.

Durante il periodo di collaborazione con l'impresa Nervi & Bartoli, sono in corso il progetto del

¹ Questa "conoscenza" e quello che ne seguì, impedì a Zenaide Zanini di laurearsi fino a quando, ormai quarantenne, non si impuntò e rifacendo gli esami riuscì a laurearsi.

Kursaal al lido di Roma ed il Lanificio Gatti, numerose coperture industriali con pilastri a fungo e solai nervati. Musmeci lavora personalmente ad un progetto di massima per il palazzetto dello sport di Roma, una cupola in elementi prefabbricati in C.A. alla maniera di Nervi, ma con nervature poste secondo tre famiglie di curve a spirale.²

Nel 1953, alla chiamata di leva, frequenta il corso da ufficiale in aeronautica, iscrivendosi anche alla Scuola di Ingegneria della Sapienza, appena fondata e diretta dal prof. Luigi Broglio, ottenendo anche la laurea in ingegneria aeronautica, con una tesi sul progetto strutturale di una fusoliera del tipo "wide body", per un aereo da trasporto civile. In quel periodo dovette studiare l'aereo "de Havilland DH.100 Vampire" che gli inglesi ci stavano rifilando, e per anni il modellino in legno di quest'aereo a due code, si è aggirato per la sua casa.

Sergio era una persona molto buona ed un poco sprovveduta, ed infatti quando gli toccò di fare l'ufficiale di picchetto, venne consegnato per aver fatto uscire tutti i sottoposti (chi aveva la nonna malata, chi la fidanzata etc.). Trovarono la caserma vuota e i bagni allagati.

Anno importante il 1953 per Sergio Musmeci, che lo chiude (31.12.1953), con il matrimonio con Zenaide Zanini, che ne diverrà instancabile collaboratrice anche nell'attività professionale. Dall'unione nasceranno quattro figli; Fabio (1955-fisico all'ENEA), Paolo (1957- architetto a Bolzano), Mario (1960-Fisico all'ALLENIA Spazio) e Livia (1962- architetto a Roma).

Finisce anche la collaborazione con la Nervi & Bartoli e dopo una breve partecipazione ad uno studio professionale³ con l'arch. Antonio Nervi (1925-1979), figlio di Pier Luigi, Sergio Musmeci inizia il lavoro in proprio.

E' il 1954, Sergio ha 28 anni ed il mondo intero davanti.

Sono anni di intenso fermento e di rinascita di un paese, che emerge dall'autarchia e che ricostruisce le distruzioni della guerra.

In quegli anni (1953-55) soggiornarono presso lo studio Nervi a Roma, gli strutturisti USA, Myron Goldsmith (1918-1996) e James Ferris (1925-2000) (poi entrambi nello studio SOM con Fazlur Rahman Khan) di cui resta traccia nei concorsi per il ponte Garibaldi ed il velodromo olimpico. Questa presenza influenzò anche Sergio Musmeci che conobbe personalmente Goldsmith, diventandone amico e di cui successivamente scrisse una recensione, per la rivista Architettura Cronache e storie (AceS) n. 43 del maggio 1959 dell'enorme hangar progettato da Goldsmith per la

² Progetto che sarà ripreso e realizzato da Nervi e Vitellozzi per le Olimpiadi di Roma del 1960.

³ Lo studio diventerà poi, con l'ingresso di Pier Luigi e la chiusura della Nervi & Bartoli, lo Studio Nervi

manutenzione degli aerei a San Francisco, con sbalzi di 43 mt " *..In quest'opera Goldsmith è giunto a conferire piena espressività ad una soluzione puramente e dichiaratamente strutturale, resa più ardua dall'ampiezza delle dimensioni.*"

La frequentazione degli studi di Morandi e della Nervi e Bartoli, lo mette in contatto con alcune delle principali figure dell'epoca, nonché con alcuni giovani ingegneri con cui collaborerà nel seguito⁴. Inoltre queste collaborazioni, pur con gli inevitabili contrasti, considerate le personalità in gioco, sono fondamentali per la formazione della personalità professionale di Sergio Musmeci.

Collabora con gli architetti Serena Boselli e Massimo Parboni Arquati alle strutture del salone centrale della Cassa di Risparmio dell'Aquila, con una grande volta sottile in cemento armato (11x15mt) e poi a quello per la sala aste del Mercato del pesce di Pescara (2 premio).

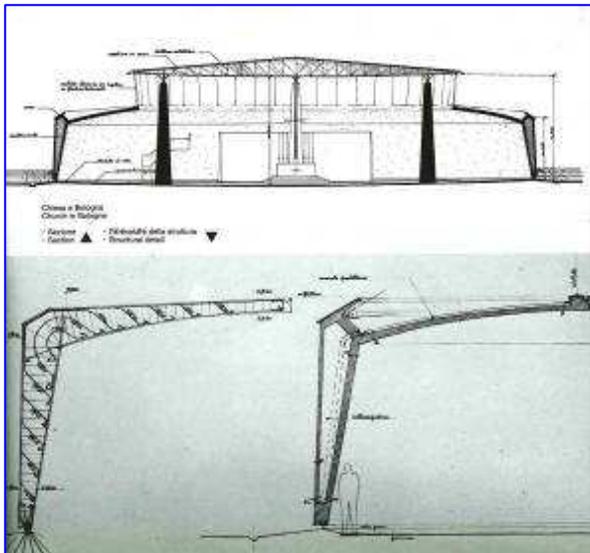
Conosce Adalberto Libera⁵ probabilmente nel periodo in cui questi lavorava al progetto per l'edificio a ballatoio del quartiere INA casa al Tuscolano Roma (1950-54) e Giuseppe Vaccaro⁶

⁴ tra questi Donato Abate di Pordenone, che lo chiamerà a progettare le strutture del Tempo Mariano a Trieste.

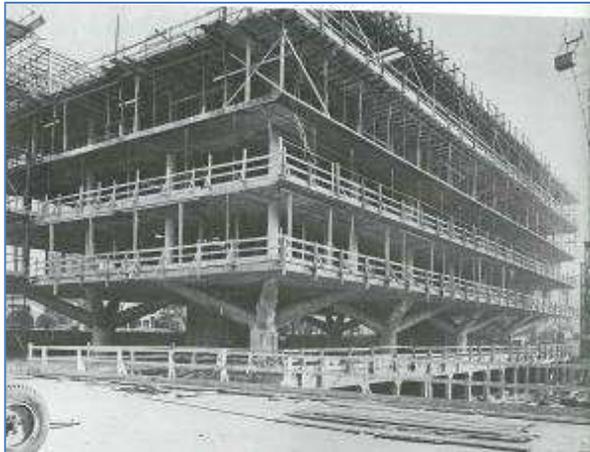
⁵ **Adalberto Libera** (1903-1963) nasce a Villa Lagarina (Trento) il 16 luglio 1903 da famiglia agiata. All'inizio della guerra si trasferisce a Parma. Nel 1925 Dopo studi in matematica ed arte si iscrive alla Scuola Regia di Architettura di Roma dove si laurea nel 1928. Da subito attento al dibattito sulle moderne tendenze europee, visita nel 1927 l'esposizione del Werkbund di Stoccarda, assieme a Gino Pollini e a Carlo Enrico Rava, ed entra nel Gruppo 7. Organizza nel 1928 la 1° mostra di architettura razionale ed entra nel 1930 nel Movimento italiano per l'architettura razionale (Miar), del quale è nominato segretario. Progetta la scuola elementare "R.Sanzio" a Trento (1931-34) ed il palazzo postale sull'Aventino a Roma (1933-34), e successivamente organizza vari allestimenti per le mostre del regime (mostra del decennale della rivoluzione fascista, 1932; mostra delle colonie estive al Circo Massimo 1937-39) e per le esposizioni internazionali (padiglione di Chicago, 1933; padiglione di Bruxelles, 1935). Partecipa ai concorsi per le grandi opere romane (palazzo del Littorio, 1934; piano di Aprilia, 1936; palazzo dei ricevimenti e dei congressi, 1937-42; arco simbolico, 1937-40; palazzo dell'acqua e della luce, 1939). Nel dopoguerra si impegna intorno al tema dell'abitazione, anticipando le ricerche che condurrà nel programma di ricostruzione dell'INA Casa (quartiere Tuscolano a Roma, 1950- 54). Nel 1953 diventa docente alla facoltà di architettura dell'Università di Firenze; nel 1962 passa a insegnare all'Ateneo romano. Sono di questi anni il concorso mancato per la sede della DC all'Eur (1956-57), ma anche importanti incarichi come il palazzo della Regione Trentino-Alto Adige a Trento (1954-63) e il quartiere Villaggio Olimpico per i Giochi di Roma (1957-60). Muore il 17 marzo 1963.

⁶ **Giuseppe Vaccaro** (Bologna, 31 aprile 1896 - Roma 11 settembre 1970). Laureato nel 1920 a Bologna, attraversa le vicende dell'architettura italiana del secolo scorso con indipendenza di pensiero e originalità di linguaggio. Negli anni tra le due guerre, testimonianze tra le più significative di tale convincimento sono opere quali la Facoltà di Ingegneria di Bologna (1931-35), il Palazzo delle Poste di Napoli (1928-36), i progetti romani per l'Auditorium (1935) e per la Casa littoria (1937) - gli ultimi due in collaborazione con Mario De Renzi e Adalberto Libera -, sino alla colonia Agip di Cesenatico (1936-38). Nel dopoguerra lavora alla chiesa di

(1896-1970) in occasione del progetto per la **chiesa parrocchiale del S. Cuore Immacolato di Maria a Bologna**, per il quale redige un progetto di una copertura circolare metallica sostenuta da 4 pilastri di cemento armato ed un anello perimetrale con telai a stampelle incernierati al piede. L'edificio verrà poi costruito su progetto di Pier Luigi Nervi.



Ma l'amicizia più importante e duratura sarà quella con Bruno Zevi, con cui collaborerà nella rivista "Architettura Cronache e Storie" e nell'INARCH. Anche se l'ingresso ufficiale sulla scena nazionale Musmeci lo fa da subito con il secondo premio al concorso per la Stazione di Napoli⁷, la consacrazione viene con l'importante ed originale lavoro di progettazione, con Adalberto



Libera, del **Palazzo della Regione a Trento**, che lo vedrà impegnato per vari anni e che costituisce un esempio straordinario per le soluzioni adottate dall'originale coppia di progettisti, l'uno architetto

Sant'Antonio Abate a Recoaro Terme (1949-51) e nell'ambito dei piani Ina-Casa e Cep ai quartieri Ponte Mammolo a Roma (1957-62), via della Barca a Bologna (1957-62), il piccolo asilo nido nel quartiere Ina-Casa di Piacenza (1953-55), la chiesa del Sacro Cuore di Maria Immacolata nel quartiere di Borgo Panigale (1955-62) con Nervi e di San Giovanni Bosco a Bologna (1958-67) ed in ultimo quella di San Gregorio Barbarigo a Roma con Musmeci.

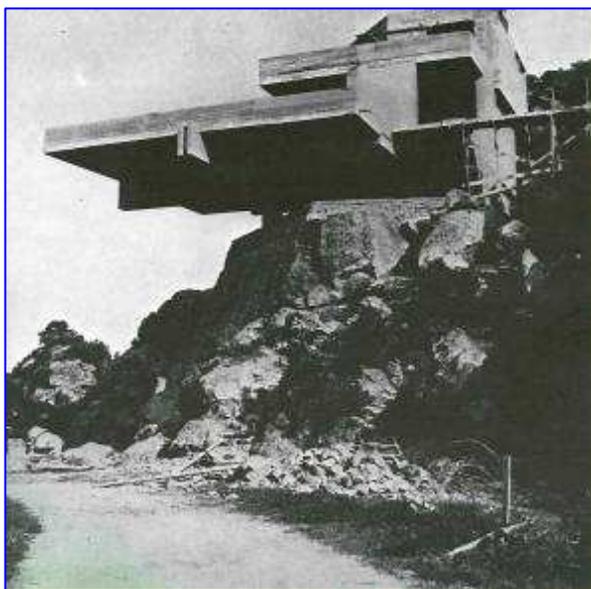
⁷ Vinto dal gruppo Nervi, Zevi, Cocchia e Vaccaro.

affermato che ha segnato oramai la storia dell'architettura italiana, l'altro giovanissimo ingegnere fresco di laurea in un'epoca in cui giganteggiano personaggi come Nervi e Morandi. Lavora con Annibale Vitellozzi (1906-1954) per le strutture del Centro di atletica di Formia. *"Quando nel 1954 costruii, insieme all'architetto Vitellozzi, il Centro di Atletica Leggera di Formia, mi accorsi che il disegno dei ferri di armatura della copertura della palestra risultava particolarmente bello. I ferri seguivano le linee di tensione esplicitando il comportamento statico che avrebbe avuto la struttura, a disarmo avvenuto"*. Entra in contatto con lo studio di Eugenio Montuori e Leo Calini ed inizia a collaborare anche con loro, e non è da escludere anche un suo contributo al progetto di concorso (1955) per il santuario della Madonna delle lacrime di Siracusa⁸, tanto il progetto richiama nella copertura le idee sulle superfici pieghettate. Nel 1956 inizia l'attività d'insegnamento presso la Facoltà di Architettura di Roma, come assistente del prof. Tedone, nel corso di Meccanica Razionale. Del 1957 è la collaborazione con L. Quaroni, Adolfo de Carlo e Bruno Zevi per lo studio di un ponte sulla Dora ad Ivrea, dove Quaroni era impegnato per il progetto e la costruzione di una scuola elementare. Un grande ponte urbano attrezzato, con due livelli: carrabile e pedonale. L'anno successivo, partecipa con Alberto Ferrante ad un concorso per un ponte a Verona, e nel 1959 all'appalto concorso per un ponte a Tor di Quinto Roma, con Ugo Luccichenti, in cui sviluppa ulteriormente gli studi per le strutture resistenti per forma. Realizza **tre palazzine in via Vallombrosa** a Roma, su progetto architettonico di Zenaide Zanini ed in cui si ritrovano al piano terreno i pilastri a 4 bracci adottati nel palazzo della Regione a Trento e contemporaneamente progetta le strutture della





nuova sede della soc. Fiorentini, in cui utilizza soluzioni prefabbricate per i solai e le facciate. Siamo nel 1960 e gli incarichi si moltiplicano. Sergio lavora incessantemente. Partecipa al concorso Nazionale Anas per un cavalcavia tipo, ricevendo una segnalazione speciale; progetta, per lo studio Calini e Montuori, le strutture in cemento armato dell'**auditorium** da 1600 posti del **centro atomico a Bombay**, con la copertura realizzata con una cupola piramidale ribassata con nervature a maglie triangolari, che poggia su delle enormi travi parete disposte sui lati del perimetro esagonale, sollevate dal suolo e sorrette da sei pilastri di spigolo. Realizza la chiesa del villaggio del sole a Vicenza, chiamato da Sergio Ortolani: partecipa con Carlo Mollino al concorso del Palazzo del lavoro di Torino (2 premio) e con il gruppo di Annibale Vitellozzi all'appalto concorso dei Mercati Generali a Roma, i cui sperimenta per la prima volta una copertura dalla forma equicompressa, con una particolare soluzione per gli appoggi, che prevede una squarcio con un bordo che giunge a terra, convogliandovi anche le acque piovane. Progetta e realizza le strutture delle sedi T.E.T.I ed



⁸ Vinto dal gigantesco cono (103mt di altezza) dei francesi M. Andraut e P. Parat ed oggetto di un recente intervento di

I.N.A,D.E.L di Roma e partecipa ai concorsi per la Biblioteca Nazionale (gruppo Vaccaro), sempre a Roma e, con la moglie, a quello per il Monumento ai Mille a Marsala. Nel 1961 realizza, con Calini e Montuori, la sede della S.I.F.I.R. in via Po a Roma, con una struttura caratterizzata da soli 4 pilastri rotondi, che sostengono grandi solai prefabbricati, e le strutture della Biblioteca Nazionale del progetto vinto dal gruppo di A. Vitellozzi. Con Zenaide realizza la **Villa Russo ad Ischia**, con un grande terrazzo sorretto da un solo pilastro, e la semicupola per la copertura sull'abside di Costantino nella Basilica di Massenzio a Roma; una struttura in laterocemento (14+4cm di spessore), calcolata in modo da non trasmettere spinte alle murature antiche.

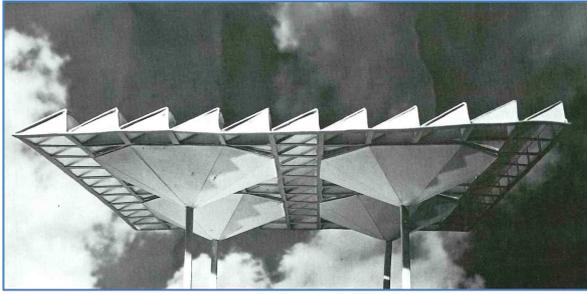
Il 1962 è caratterizzato dall'impegnativo lavoro per le strutture del tempio Mariano a Trieste, ma rimane tempo anche per il progetto per un viadotto a Fiumicino, dall'originale soluzione di un grigliato a maglie triangolari di travi, sostenute da pilastri a V e con la moglie, per il concorso per il Monumento alla resistenza a Cuneo e con Gigli e Rutelli per il Palazzo dello sport di Foggia.



L'anno dopo costruisce un viadotto in acciaio, in curva, sullo svincolo della Roma Civitavecchia e l'originale tettoia del deposito Italtubi in prossimità dello svincolo anulare per Napoli, con Aldo Liviadotti. Sempre in acciaio è la **Centrale E.N.E.L. di Sassari**, realizzata nel 1964 su progetto architettonico della moglie e caratterizzata, al solito, da una originale soluzione: due corpi sfalsati intersecati tra loro, simili ma diversi, con due grandi travi reticolari a profilo romboidale sorrette, in uno da un solo pilastro ad A centrale, e nell'altro da due sullo spigolo, poste sui due lati frontali di ogni corpo (4 sole travi) con tiranti di sostegno della copertura, che partono dai vertici delle travi reticolari.

Nel progetto per lo **stabilimento Arrigoni** a Cesena, del 1964, troviamo una soluzione che richiama gli ombrelli di Félix Candela, con quattro tronchi di piramide ottaedrica, raccordati da una bordatura a shed.

sostituzione degli appoggi.



Una grande curiosità è la caratteristica di questo *moderno scienziato rinascimentale*, impegnato ad ampio spettro sul fronte della conoscenza scientifica. Comprava sempre una montagna di riviste, solo all'edicola e mai in abbonamento: la collezione completa de "Le Scienze", "I maestri del colore", "La seconda guerra mondiale", "I grandi musicisti", riviste di fantascienza, gli Atlanti della De Agostini, ecc. ed una montagna di libri. Le letture spaziavano dalla storia alla fisica ed alla matematica (si sarebbe laureato in fisica con i figli se avesse potuto), la fantascienza e la letteratura riguardante le costruzioni e l'architettura intesa come arte.

Attento all'educazione dei quattro figli, ma lasciandogli piena libertà, tanto che nessuno ha seguito la strada di ingegnere, ma le altre due fisica ed architettura.

Il figlio Fabio ricorda: *"Papà è l'unica persona che mi ha risposto sempre a tutte le domande che gli ponevo, da perché il cielo è azzurro a dei dubbi sulla relatività, sull'analisi matematica o sul principio di indeterminazione. Altri tipi di domande (quelle intime) all'epoca non si ponevano. Papà è anche l'unica persona che, giocando a soldatini con me, prendeva sempre quelli più vecchi e brutti perdendo sempre disastrosamente. Ho scoperto poi che lo faceva per amore mio."*

La musica e l'astronomia erano le sue passioni principali. Sergio amava il jazz, ed in casa avevano un pianoforte a mezza coda, un organo e la batteria di Paolo. Spesso venivano amici a suonare, architetti come Lino Monti e Franco Palpacelli che a loro volta portavano amici, come quelli della Roman New Orleans Jazz Band (Peppino D'Intino etc.) e tanti artisti.

E la passione per l'astronomia e l'astrofisica, troverà soddisfazione nel 1975 nella villa sulla collina di Formello, con una vera e propria specola, con cupola orientabile, dotata di un riflettore Cassegrain da 40 cm di diametro, con montatura equatoriale, inseguitore, rifrattore e attrezzature per le riprese fotografiche.

Sergio e Zenaide amavano anche il mare. La famiglia andava in vacanza prima a S. Severa, poi, dopo un anno ad Ischia (1965), sempre in Sardegna (Stintino e Maddalena). Nel 1966 comprarono un motoscafo cabinato di 8 metri. Il

FAPAMALI, nome tratto dalle iniziali del nome dei figli (Fabio, Paolo, Mario, Livia).

Sergio non beveva, non giocava a carte, non faceva sport (lo reputava un po' fascista).

Votava socialista, non perché si occupasse di politica, ma per un senso di giustizia generico. Alle elezioni degli anni '70, lui e la moglie seguirono le indicazioni di voto del figlio Fabio allora impegnato nel Pdup. Leggeva "Il Messaggero".

Amava le macchine, iniziò con la mitica Topolino per finire con le varie Alfa Romeo GT. Sempre auto italiane (1100, 1300, 1500). Una volta sola capitò che per pagamento di un lavoro gli diedero una Borgward, ... *un'auto tedesca rossa piena di bottoni...*

Numerosi, nell'arco della sua carriera saranno i concorsi nazionali a cui parteciperà da solo o in collaborazione con la moglie Zenaide Zanini o con altri professionisti, ottenendo significativi riconoscimenti. Ricordiamo tra questi: la Stazione di Napoli del 1954, il Palazzo del lavoro a Torino del 1960, il Monumento alla Resistenza a Cuneo del 1962, il Palazzo dello sport di Firenze del 1965, oltre al progetto vincitore, *ex-aequo* del primo premio per il concorso per il ponte sullo stretto di Messina.

Il suo lavoro svolto in maniera solitaria, nello studio in casa, con pochi collaboratori (Carlo La Torre, Giuseppe Picchi, ...), sarà sempre quello di consulenza alla parte strutturale, in una collaborazione piena con i professionisti a cui si affianca ed a cui fornisce soluzioni strutturali sempre originali. Alle coperture risolte con solette in cemento armato "pieghettato" si affiancano quelle a membrana e poi le soluzioni reticolari e le tensostrutture, fino agli ultimi lavori sui poliedri. Contemporaneamente ed in stretto rapporto con il suo lavoro, porta avanti le sue ricerche, frutto anche delle sue conoscenze di ingegneria aeronautica, sulla forma ed in particolare sulle forme minimali, quelle cioè che assolvono al loro compito strutturale impiegando la minima quantità di materia e rivelando con chiarezza i flussi delle forze che attraversano la struttura. Lavora in un campo completamente nuovo dell'ingegneria strutturale in cui non compaiono strutture semplici a telaio da verificare, ma forme completamente nuove ad uniforme resistenza, in cui, come ebbe a scrivere in un famoso saggio *"le tensioni non sono incognite"*: *"L'architettura, e non soltanto quella strutturale, è un campo dove oggi occorre rischiare. Chi non rischia vuol dire che sta imitando oppure ripetendo. Se si vuole invadere un campo nuovo occorre affrontare l'ignoto."*

Il suo metodo di lavoro prevedeva la contemporaneità di calcoli matematici e di modelli di studio, realizzati nel tempo con vari materiali,

tra cui: pellicole liquide di soluzione saponata tese tra fili di cotone, la gomma o semplici cordicelle con piccoli carichi, sulla falsariga del lavoro di Antoni Gaudì, al fine di ricercare strutture equitesche che rigirate sarebbero diventate equicomprese. *“Non sapevo che in quegli anni Frei Otto iniziava analoghe esperienze per le tensostrutture. Anche Le Ricolais aveva sperimentato con le pellicole di sapone, mentre forse il primo a sostituire la compressione con la trazione in modelli fatti appunto da fili tesi è stato Antoni Gaudì”.*

La prima **copertura pieghettata** è quella della palestra (scherma e pugilato) presso la scuola Nazionale di Atletica Leggera a Formia (1954), con Annibale Vitellozzi *“La copertura, ..., di luce libera, di quasi 20 metri, è superata con una soletta a pieghettature parallele spessa appena 10 cm poggiata su due travi reticolari di 35 metri.”* Poi quella del cinema Araldo a Roma, con Carlo Ammannati, 1955, *... una leggerissima copertura che è una via di mezzo tra una volta nervata e una volta scatolare. Qui invece di travi indipendenti collocate in parallelo, dispone nervature collaboranti intrecciate: si tratta di archi poligonali di sezione triangolare che delimitano campi coperti da solette “a piastra migliorata” di forma piramidata spesse 10 cm.”*

Quindi l'edificio Raffa per la lavorazione del marmo a Pietrasanta con la copertura in cui Musmeci supera la concezione della copertura corrugata quale tipo strutturale standard: *“non si limita infatti a disegnare la pieghettatura in base a considerazioni geometriche, ma ne individua la forma necessaria, quella che permette di ottimizzare il comportamento della volta nel suo insieme”.*⁹

E a seguire la copertura del cinema di Montecchio (1957), ed il progetto per la cappella dei Ferrovieri a Vicenza, entrambi con Sergio Ortolani e A. Cattaneo, poi quella del ristorante dello stadio del nuoto al Foro Italico a Roma, di nuovo con A. Vitellozzi ed Enrico del Debbio nel 1959. Musmeci tornerà su questo tipo strutturale alcuni anni dopo per le passerelle e la copertura del foyer del Teatro regio di Torino, con Carlo Mollino e C. Graffi, 1966-73.

La prima esperienza nel campo delle **coperture membranali** è il progetto della copertura a volte paraboliche per il mercato della borgata rurale di Tressanti con G. Vaccaro nel 1953, poi il progetto del ponte sul fiume Astico, con S. Ortolani e A. Cattaneo del 1956 e quindi quello del ponte sul Tevere a Tor di Quinto (Roma) con U. Luccichenti del 1959, in cui dimostra di avere metabolizzato i ponti di Maillart, ampliandoli nel campo

tridimensionale con le superfici minimali a compressione uniforme. Qui Musmeci individua la forma dei sostegni servendosi di un modello in membrana di gomma tesa, i cui tiranti sono applicati nei punti di appoggio, e di un altro in pellicola di soluzione saponata mista a glicerina, materiali che ammettono solo sforzi a trazione. Interessante, anche per la somiglianza con i lavori di Eladio Dieste, la **pensilina per una stazione di servizio a Bologna**, in collaborazione con Giuseppe Vaccaro (1958).



Notevole il progetto della grande **copertura dei Mercati Generali di Roma** del 1960, con A. Vitellozzi, M. Castellazzi e G. Dall'Anese: una flessuosa volta equicompressa in cui i 14 appoggi a terra sono ottenuti con la piegatura più accentuata della volta, che è pertanto un unicum strutturale.



L'utilizzo di strutture reticolari lo troviamo nel centro atomico di Bombay, con Leo Calini ed Eugenio Montuori del 1960, nella copertura della chiesa del villaggio del Sole a Vicenza, dello stesso anno, con S. Ortolani ed A. Cattaneo, in cui sperimenta le forme della *spira mirabilis*, e poi successivamente nel progetto del ponte sul fiume Lao in Calabria del 1964 dove l'intera struttura, compreso l'impalcato, è costituita da un reticolo di maglie triangolari con aste di acciaio a sezione costante, da riempirsi con calcestruzzo che formerà anche i nodi: soluzione questa che sarà ripresa nel progetto del ponte sul Niger del 1977, dopo gli studi sui poliedri.

Nel 1965 Musmeci utilizza le tensostrutture nel progetto di concorso del Palazzo dello Sport di Firenze e successivamente (1969) nella chiesa di Sarteano, progettata in collaborazione con l'arch. Petrangeli, e nel progetto di concorso per il palazzo dello Sport di Milano, studiato in collaborazione con Morandi, Ortensi, Stegheer e Mosco. Mentre a Sarteano e Firenze la forma della copertura è quella di una rete equitesa: ogni cavo d'acciaio ha la stessa tensione di tutti gli altri

⁹ Rinaldo Capomolla: Le forme organiche strutturali. Materia e spazio nelle opere di Sergio Musmeci. In *Rassegna di Architettura e urbanistica* n. 121/122 "Ingegneria Italiana" Anno XLI gen-Ago. 2007

e da questa condizione è dedotta la forma, nel progetto per il palazzo dello sport di Milano l'interesse è invece nella forma del guscio perimetrale che supera una luce libera di 90 mt, nei tratti dove è più alto, bilanciando la torsione prodotta dalla sua curvatura con il tiro dei cavi della tensostruttura di copertura.

Ma soprattutto il 1969 è l'anno del concorso per il **ponte sullo stretto di Messina**, vinto con uno straordinario ed originale progetto in cui la campata di 3.000 mt è superata attraverso l'impiego di due stralli che riducono la campata sospesa a 2.000 mt e la stabilità laterale è garantita da un secondo sistema di cavi.

Come ben sintetizza il Prof. Majowiecki: *“La soluzione portata da Musmeci è un esempio di armonia tra architettura ed ingegneria. ...le sono riconosciute internazionalmente le straordinarie qualità del progetto ancora oggi attuale e di grande valore, tecnico ed estetico. Musmeci elabora un ponte a tensostruttura a doppio effetto introducendo un sistema di funi stabilizzanti abbandonando il dubbio ruolo stabilizzante della rigidità torsionale dell'impalcato. Il sistema di funi a doppio effetto, con contributo stabilizzante al “lift” ed all'effetto di “drag” (mediante l'inclinazione delle funi stabilizzanti fuori dal piano), introduce aspetti progettuali innovativi. Alcuni degli aspetti innovativi, intuizioni genialmente da Musmeci, sono stati riscoperti dopo alcune decadi da progettisti contemporanei.”*

E Bruno Zevi ricorda il lieto evento: *“Festa in casa Musmeci. Non solo la moglie Zenaide ma anche i quattro figli rivendicano il loro apporto. Infatti nella settimana precedente la scadenza della gara, erano tutti a disposizione di Sergio, chi per incollare i grafici, chi per tendere i fili della tela di ragno del modello. Il successo è davvero dell'intera famiglia. Nella baldoria si dimenticano i sacrifici affrontati, le delusioni subite, i misconoscimenti a livello accademico, le ore di scoraggiamento e di rabbia...”¹⁰*

Dalle tensostrutture equitese Musmeci passa allo studio delle forme di gusci equicompressi, come inversione delle forze agenti sulle strutture, operazione che riuscirà a concretizzare nello straordinario ponte sul Basento a Potenza costruito tra il 1971 e il 1975 e, anche se in misura diversa, nel Ponte sulla via Appia Antica a Roma, terminato subito dopo la sua morte dalla moglie Zenaide Zanini.

Durante la progettazione del Ponte sul fiume Basento, Musmeci utilizzò inizialmente le soluzioni saponate per definire la forma della volta, a cui seguirono un modello in neoprene e successivamente uno in metacrilato, affiancati, ovviamente, da un meticoloso e complicato processo di calcolo matematico.

Tale ponte rappresenta il punto focale della sua ricerca sulle strutture di minimo peso, che prosegue nei progetti per i ponti a Marina di Classe (RA) del 1973, nel ponte semisommerso a Fogliano e nel viadotto di Shiraz (Iran-1975) sulla strada per Persepoli in cui prevede l'impiego di una soletta sottile in cemento armato, dalla forma ondulata che sostiene l'impalcato e poggia direttamente a terra senza pile. Nel progetto per il Ponte sul fiume Niger ad Ajakourta (1977), riprende e rielabora gli studi fatti per il ponte sul Tao, dove la membrana a compressione uniforme è sostituita da una rete di elementi prefabbricati in calcestruzzo, idee riprese ancora nel progetto del ponte sul fiume Talvera a Bolzano (1978). Comune denominatore di questi ultimi tre ponti è la loro fruizione interna, resa possibile dal passaggio pedonale creato dalla membrana che sostiene l'impalcato.

“... Del 1975 è il viadotto destinato a superare il campus universitario di Shiraz, lungo l'autostrada Shiraz-Persepolis. Esso progettato in collaborazione con Zenaide Zanini, unisce il massimo di armonia e di semplicità in una membrana ondulata che tocca alternativamente il terreno e l'impalcato con undici campate.

Nel ponte sul Niger – un lungo viadotto di 24 campate – la membrana a compressione uniforme viene sostituita da una rete di elementi prefabbricati in calcestruzzo sollecitati a sforzo normale, mentre la superficie minimale ideale su cui essi giacciono si sdoppia in corrispondenza dell'appoggio.

Il ponte di Bolzano, progettato insieme a Zenaide Zanini, rappresenta uno sviluppo ulteriore della ricerca, con caratteristiche più avanzate. Anche qui, come nel ponte di Potenza, la membrana che sostiene l'impalcato è praticabile ... per il passaggio pedonale”¹¹.

Gli ultimi due progetti per Cividale e per l'Appia antica, hanno in comune un delicato problema d'inserimento ambientale. per il ponte sul Natisone a Cividale del Friuli, la scelta è quella di un manufatto d'estremo rigore e semplicità formale, ottenuta attraverso una sia pur complessa collaborazione tra l'arcata di 100 metri, la sottostante soletta del passaggio pedonale vetrato, appesa all'arcata funzionante da catena, e le spalle che continuando il disegno dell'arcata, ne riducono la luce.

Il ponte sull'Appia antica a Roma (1980) progettato con la consulenza artistica di Zenaide Zanini, è stato studiato come parte di una complessa struttura d'ingresso al parco dell'Appia antica ... la struttura vera e propria del ponte si presenta, nella base e nell'impalcato, come un disegno completamente asimmetrico, libero dalla

¹⁰ Bruno Zevi in Cronache di Architettura vol.VIII Laterza 1973

¹¹ Carlo La Torre Opere e progetti italiani del dopoguerra, Casabella n.469-1981

*vecchia concezione dei ponti come architettura ad una o al massimo a due dimensioni.*¹²

In ultimo il progetto per un ponte sulla strada che collega la capitale del Ruanda, Kigali, alla frontiera con il Burundi. Un piccolo ponte strallato, con la particolarità di non richiederne la messa in tensione preventiva e senza sforzi normali sull'impalcato.

La sua ininterrotta ricerca sui sistemi strutturali, unita alla naturale passione per lo studio della natura, lo porta ad analizzare le forme naturali ed in particolare le aggregazioni cristalline, da cui l'idea di reticoli in cui le aste abbiano forma di poliedri con le connessioni formate dall'unione delle facce delle aste, senza la presenza di elementi specifici per i "nodi." Studia i poliedri per ottenere strutture spaziali modulari ed i suoi studi, che si estendono anche agli antipoliedri¹³, si sono fermati a livello di impostazione teorica con una esibizione nella mostra di Piazza S. Salvatore in Lauro a Roma nel 1979.

L'Università

Difficili i rapporti di Musmeci con l'ambiente accademico, solo Bruno Zevi¹⁴ gli è stato sempre molto vicino accogliendolo nell'Istituto di Critica Operativa; più difficili e contraddittori i rapporti con Quaroni, Cestelli Guidi e altri.

¹² Carlo La Torre, Sergio Musmeci in Casabella n. 469/ 1981

¹³ poliedri con un numero eccessivo di facce attorno ad ogni vertice

¹⁴ Bruno Zevi (1908-2000) nasce a Roma nel 1918, consegue la maturità classica (1918-1933) presso il liceo "Tasso" e si iscrive alla Facoltà di Architettura. A seguito delle leggi razziali, lascia l'Italia nel 1938 recandosi prima a Londra e poi negli Stati Uniti, dove si laurea presso la Graduate School of Design della Harvard University, presieduta da Walter Gropius, e dirige i "Quaderni Italiani" del movimento "Giustizia e Libertà" (1933-1944). Conosce Frank Lloyd Wright, della cui predicazione a favore di un'architettura organica rimarrà acceso sostenitore per tutta la vita. Tornato in Europa nel 1943, partecipa alla lotta antifascista nelle file del Partito d'Azione. Nel 1944 promuove l'Associazione per l'Architettura Organica (APAO) e l'anno successivo fonda la rivista "Metron". Dal 1948 è professore ordinario di Storia dell'Architettura all'IUAV di Venezia e dal 1964 alla Facoltà di Architettura di Roma. Dal 1954 al 2000 tiene una rubrica settimanale di architettura su "Cronache" e poi su "L'Espresso"; gli articoli dei primi decenni sono raccolti nei venticinque volumi di "Cronache di architettura" (1945-54). Nel 1955 fonda il mensile "L'architettura-cronache e storia" che dirige ininterrottamente sino a gennaio 2000 (1955-64). È insignito della laurea honoris causa dalle Università di Buenos Aires, del Michigan, del Technion di Haifa; è membro onorario del Royal Institute of British Architects e dell'American Institute of Architects, segretario generale dell'Istituto Nazionale di Urbanistica (INU), vice-presidente dell'Istituto Nazionale di Architettura (In/arch), accademico di San Luca e dell'International Institute of Architecture, presidente emerito del Comité International des Critiques d'Architecture (CICA) (1965-77), presidente del Partito Radicale e deputato al Parlamento nella decima legislatura (1978-88). Tra le opere: "Verso un'architettura organica", "Saper vedere l'architettura" (tradotto in quindici lingue), "Storia dell'architettura moderna", "Architettura in nuce", "Il linguaggio moderno dell'architettura", "Saper vedere la città", "Controstoria e storia dell'architettura" (1989-2000). Muore improvvisamente, il 9 gennaio 2000 nella sua casa di via Nomentana 150.

Dal 1956 è docente nella Facoltà d'architettura dell'Università di Roma, prima come assistente del prof. Tedone, alla cattedra di statica grafica e meccanica razionale, poi dal 1968 ottiene l'incarico di insegnamento di Meccanica Razionale e l'anno dopo quello di Ponti e Grandi Strutture. Nel 1973-74 tiene un corso di Ponti e Grandi Strutture, anche nella facoltà d'ingegneria dell'Università di Ancona.

Era apprezzato e rispettato dai suoi allievi¹⁵, tanto che nel '68 alcuni studenti lo aiutarono a non subire i processi che allora si facevano ai professori.

La moglie così ricorda: "*Sergio amava insegnare Spesso ripeteva che bisognava trasmettere ai giovani il frutto della ricerca, che era necessario dar loro nuovi parametri per apprendere, stimolarli così che l'università non fosse solo una tappa obbligata. Era un modo di pensare che non trovava molto seguito tra i suoi colleghi, un fatto che ho constatato più volte e che ha anche avuto un peso nei suoi rapporti ufficiali con l'università. Di tutt'altra opinione ovviamente gli studenti; al funerale in piazza del Verano¹⁶, oltre agli amici, c'erano tanti giovani: credo che fosse la riprova che i ragazzi, abituati com'erano ad una università che dava loro poco o niente, riconobbero in Sergio un docente diverso.*"

Mentre per Bruno Zevi¹⁷ "... la corporazione universitaria, barricata nel conformismo delle "competenze" e indifferente a qualsiasi scandalo, lo respingeva in un recente concorso a cattedra. Accusa paradossale "troppo artista". In sostanza rappresentava un pericolo sia per gli ingegneri legati ad anacronistiche formule di calcolo, sia per gli architetti evasivi, necrofilii, rifugiati nei trastulli post-moderni."

Le fregature prese all'università e sul lavoro erano l'unico motivo di liti con la moglie che avrebbe voluto che lui si imponesse di più, e di fronte alla sua inerzia, lei rispondeva con grande aggressività. Ma come non ricordare il grande dono di Zenaide al marito: **la villa di Formello** (1973-75) che lei disegnò e su cui fu piazzato un grande telescopio e relativa cupola astronomica, con un grande e ricco giardino in cui vi era anche una piscina che entrava in casa.

I calcoli.

Inizialmente Musmeci faceva "i calcoli" con il regolo e poi con una calcolatrice elettromeccanica "Facit".

"Alle volte si sentiva il rumore tipico dei rulli che giravano fino a notte... Una volta gli chiesi cosa stava facendo e mi rispose che stava estraendo una radice quadrata. Nel 1970 comprò una prima

¹⁵ L'arch. Paolo Desideri, figlio dell'ing. Mario, ricorda ancora la sua amicizia prima ed il suo corso di Ponti e grandi strutture dopo (sei studenti iscritti nel '78).

¹⁶ Il nonno materno comprò la loro tomba di famiglia al Verano.

¹⁷ Bruno Zevi: Ti boccio, sei troppo artista. L'Espresso n. 13 5/04/1981.

sorta di computer: un Toshiba capace di memorizzare due programmi con 16 istruzioni cadauno: il seno e il coseno venivano calcolati con un programma che eseguiva la serie di Taylor... Successivamente un HP 9815 dotato di 3 registri e con cui, tra l'altro, sviluppò dei primi giochi, (video giochi se avesse avuto il video). Ne ricordo uno, bellissimo, in cui si aveva una flotta e si dovevano occupare delle isole. La flotta nemica era governata dal computer con un algoritmo di tipo gravitazionale (navi che venivano attratte dai nemici più deboli e repulse da nemici più forti). Se si voleva si poteva effettuare delle ricognizioni aeree consistenti in una stampata dove, se non coperte dalle nuvole, apparivano i simboli delle navi (crochette e tondini). Gli scontri avvenivano con l'estrazione di numeri a caso. Così imparai (imparammo insieme) a programmare... Nel 1980 arrivò l'HP 85. Un vero gioiello, un proto PC, già programmabile in Basic, video incorporato, che papà ebbe, purtroppo, poco modo di godersi. Mi ricordo comunque i calcoli delle dimensioni, temperature e delle densità di stelle virtuali da noi create fornendo la quantità di idrogeno e di elio¹⁸.

Fabio ricorda come diede molta importanza al lavoro del MIT "I limiti dello sviluppo" (1970) che per primo poneva le questioni che poi sarebbero divenute note come "Sviluppo sostenibile" e inoltre ... "Accanto alle teorie i modelli analogici sono sempre stati importanti, mi ricordo le bolle di sapone e i modelli in gomma per il ponte sul Basento e di quando mi aiutò al liceo a costruire l'elica del DNA. Ricordo che a seguito del terremoto del Friuli del 1976 fu chiamato per le perizie su edifici ed impianti e i suoi racconti su un impianto pieno di prosciutti per terra. Un'altra volta fu chiamato a seguito di un attentato alla linea aerea israeliana EL AL a via Bissolati."

Nel 1976 all'indomani del terremoto del Friuli, il collegio dei costruttori di Pordenone (ANCE) lo incaricò di coordinare i tecnici per i sopralluoghi alle zone terremotate e successivamente gli chiese di tenere dei corsi d'ingegneria antisismica, che verranno poi raccolti in un libro.

"Fino alle ultime ore si è preoccupato delle zone terremotate del mezzogiorno. Consapevole della crudele malattia che lo avrebbe presto stroncato, inseriva la propria tragedia nel più vasto dramma del paese; voleva almeno aggiornare il volume "Introduzione alle costruzioni antisismiche" edito nel 1978 dalla Geap, sintetico frutto del lungo impegno per il Friuli. E' questo il messaggio più commovente e denso di vitalità intellettuale che ci ha lasciato Sergio Musmeci."¹⁹

¹⁸ Ricordo di Fabio Musmeci.

¹⁹ Bruno Zevi: Ti boccio, sei troppo artista. L'Espresso n. 13 5/04/1981

Nel maggio 1980 gli fu diagnosticato il tumore al cervello che lo uccise l'anno dopo. Muore a Roma il 5 marzo 1981.

Le idee e il loro sviluppo

"La forma è l'incognita non le tensioni."

Attorno a questo concetto si è svolta l'intera opera di Sergio Musmeci: la ricerca della forma, anzi la ricerca di forme minimali, quelle cioè che rispondono alla loro funzione strutturale impegnando la minima quantità di spazio e di materia.

"... nessuno di noi è autorizzato a compiere scelte immotivate. E' una questione morale, di responsabilità etica verso la società."

Questa ricerca oltre ad un valore in ambito strutturale ha anche un senso nella più generale valutazione di un'opera, nei riguardi dell'impatto che essa ha con la natura. La sua ricerca parte dalla volontà di produrre forme che nascano dalle forze e dalle tensioni e ribaltando il modo classico di procedere, queste ultime sono considerate come conosciute, mentre le incognite da trovare sono le variabili geometriche, cioè: la forma migliore della struttura.

"Non si può essere soddisfatti di un metodo progettuale che confini l'uso di strumenti razionali al solo processo di verifica, lasciando l'invenzione della forma ad atti progettuali gratuiti o assistiti solo dall'intuizione o dall'esperienza. ... Abbiamo metodi di calcolo che possono avere qualsiasi grado di sofisticazione desiderabile per calcolare strutture già progettate, ma manca una teoria delle forme strutturali che aiuti a progettarle."²⁰

"Se proviamo a pensare le equazioni della Scienza delle Costruzioni, contenenti le tensioni come dati noti e come incognite le grandezze che descrivono la geometria della struttura, compiamo un passo verso un nuovo modo di utilizzare il nostro patrimonio scientifico."

"Mi sono divertito a determinare la forma dell'arco limite, cioè di un arco che porta solo se stesso. Esso ha una sagoma la cui equazione è $y = \log \cos X$, a parte le costanti moltiplicative, che tengono conto della resistenza del materiale. Questa curva è caratterizzata da alcune proprietà geometriche molto interessanti. In

²⁰ Sergio Musmeci "Le tensioni non sono incognite"

particolare questa: partendo dalla chiave, l'angolo che la linea di asse mediana forma con l'orizzontale risulta proporzionale all'ascissa cioè alla distanza dall'asse verticale. Esiste una distanza in cui quest'angolo risulta di 90°; questo determina la luce limite ..."

"L'architettura, e non soltanto quella strutturale, è un campo dove oggi occorre rischiare. Chi non rischia vuol dire che sta imitando oppure ripetendo. Se si vuole invadere un campo nuovo occorre affrontare l'ignoto."

"Solamente una concezione strutturale che sfrutti tutte le possibilità dello spazio, tridimensionale, punto per punto, attraverso un continuo comporsi di forze e tensioni può veramente essere considerata una struttura moderna."

" Alla base di tutto occorre un tipo di cultura che abbia recepito i contenuti significativi della scienza moderna. Una serie di colonne con sovrapposte delle banali trabeazioni rappresenta un'operazione elementare di giustapposizione. Una forma continua, al contrario è una forma organica, è moderna proprio perché rappresenta la soluzione, in un'unica struttura, di forze ed equilibri che discendono da un complesso molto più ampio di eventi"

Ogni forma di una data materia possiede una dimensione limite, inevitabile in un campo di gravità come quello terrestre. Per Musmeci la forma ottimale si avvicina molto al modello del "tutto compresso" o del "tutto teso", oppure in una scomposizione dell'insieme in membrature specializzate a resistere a compressione o a trazione. Tutto comunque deve collaborare alla statica dell'insieme, non devono esservi parti "morte".

Dalle membrane ai reticoli spaziali il passo è breve e Musmeci vi arriva stimolato dalla possibilità dell'impiego della prefabbricazione e di un materiale innovativo, il calcestruzzo impregnato con polimeri, che presenta caratteristiche eccezionali. La sua grande padronanza delle leggi geometriche gli permette di risolvere drasticamente il problema dei nodi, abolendoli: al loro posto un vuoto a forma di poliedro, sulle cui facce immateriali convergono le aste, la cui sezione terminale combacia perfettamente con le facce del nodo-poliedro materializzato poi dal riempimento di calcestruzzo. Scopri che per i nodi esistono soltanto tre tipi di poliedri regolari (tetraedro, ottaedro, cubo) e due poliedri semiregolari (bipiramide triangolare, rombododecaedro) e si

affacciò anche allo studio degli inquietanti "antipoliedri", una forma spaziale potenzialmente infinita ed indefinibile anche quando generata da figure regolari. Nel 1979, in occasione della settimana dell'architettura promossa dall'In/Arch, riuscirà a far realizzare dall'Italcementi dei grandi prototipi di queste strutture con cui animò la piazza di San Salvatore in Lauro a Roma²¹.

Il suo modo di progettare prevedeva l'utilizzo complementare dei calcoli matematici e di modelli di studio, per la realizzazione dei quali impiegò numerosi materiali, tra cui: pellicole liquide di soluzione saponata tese tra fili di cotone, come negli stessi anni andava facendo Otto Frei, per le tensostrutture di Monaco di Baviera, la gomma o semplicemente cordicelle con piccoli carichi, così come aveva fatto in precedenza Antoni Gaudì per gli studi sulla Sagrada Familia.

Amava fotografare i suoi modelli con dietro fondali spettacolari. Era Zenaide particolarmente dotata nell'esecuzione dei modelli.

Sergio Musmeci ha concepito le sue realizzazioni come sintesi di forme che coincidono con le forze in gioco nello spazio e come invenzione di sistemi costruttivi nei quali gli elementi geometrici vengono coordinati secondo sistemi spaziali. Le sue opere, sono sostanzialmente riconducibili a due tipologie.

Le prime si riferiscono alla geometria del continuo conosciuta nelle coperture pieghettate, nelle volte sottili e nella tecnica costruttiva delle tensostrutture e conclusasi nella forma "senza nome" realizzata nel Ponte sul Basento. Forme tridimensionali, perché dotate, in ogni loro punto, di curvatura ed orientamento diversi nello spazio, poiché in ogni punto è diversa l'intensità e la direzione delle forze.

Le opere classificabili nel secondo gruppo si rifanno invece alla geometria del discreto, identificabile nella conformazione cristallografica delle strutture reticolari.

" Le equazioni di minimo strutturale non sono di facile e immediata utilizzazione, ma certamente, con l'ausilio di mezzi di calcolo adeguati, esse possono fornire una soluzione di singoli problemi d'ottimizzazione nell'impiego del materiale e, più in generale, indicazioni utili per la progettazione razionale delle strutture."

"... Sergio era indubbiamente dotato di capacità intuitive e analitiche non comuni che si fondevano con una profonda conoscenza della materia,... La sua opera va quindi vista non come semplice svolgimento di occasioni professionali, anche di rilievo, ma piuttosto come una continua ricerca."

²¹ Esposizione "La settimana dell'architettura" con i reticoli spaziali senza elementi "nodo" interamente prefabbricati in calcestruzzo alleggerito ed impregnato: pesa la metà ed ha una resistenza quadrupla di un calcestruzzo normale.
ACeS n.286-287 8+9/1979

Le intuizioni statiche di Sergio dovevano sempre essere supportate da altrettante di natura matematica e da calcoli che non erano alla portata di tutti. C'erano poi i problemi di natura costruttiva, non tutte le imprese erano in grado di realizzare i suoi progetti.

Mio marito ha lavorato tutta la vita alla teoria del minimo strutturale, un concetto secondo il quale bisognava arrivare a delineare, con una formula matematica, una sola soluzione di natura statica per avere la certezza del migliore impiego (cioè il minimo peso) dei materiali per una data struttura. Questa sua attenzione per la matematica e per il calcolo non deve tuttavia trarre in inganno: mio marito non era un astratto, l'osservazione continuava ad essere una componente importantissima del suo pensiero. Sosteneva che quanto andava ricercando con la teoria del minimo strutturale era già presente in natura nella tela del ragno, una tensostruttura raffinatissima in grado di sostenere enormi sollecitazioni esterne con un impiego minimo di material. Spesso per verificare il comportamento di una struttura ricorreva a modelli di pellicola saponosa che poi realizzava in gomma (tesa da più lati per ottenere la forma desiderata) e in metacrilato. Amava la modellazione fisica, e pur ricercando quella matematica per un suo necessario completamento, sosteneva l'importanza di visualizzare tridimensionalmente i problemi.”²²

Questa sua originalità discendeva anche dalla sua ricchezza di saperi e d'interessi diversi, tutti coltivati in profondità. La sua forza segreta era in quello che lui chiamava studiare alla Rousseau, un vagabondare tra libri ed argomenti più vari traendone “ un succo personale senza limiti di tempo e di disciplina.”²³

Guardare queste e altre opere è emozionante. Si scopre, tra l'altro, come molte tecniche della progettazione contemporanea, come quelle del dell'high-tech e del folding, avessero trovato anticipazioni e ragioni strutturali proprio nella ricerca di Musmeci.

E' stato certamente uno dei più audaci e trasgressivi strutturisti italiani del secolo scorso.

La modestia e la curiosità sono stati il suo tratto caratterizzante e la capacità di sintesi creativa la sua particolarità, “la sua magia.”

Così Bruno Zevi lo ricorda su l'Espresso²⁴: “Musmeci eludeva la specificità della tecnica

consueta per effettuare solitarie, eccezionali incursioni nella “geometria del continuum”

“...il linguaggio che egli parla è fatto certamente di dissonanze, appare eretico rispetto ai codici architettonici contemporanei, ..., le sue opere sembrano spesso stridenti, come se provenissero da un altro mondo, inquietanti” “fantasiosa sensibilità”

“Nel ricordo degli amici resterà un genio prolifico di scoperte, affabile, isolato: quasi come il viadotto di Potenza, incolume tra le rovine ...”

Alcuni lavori

Copertura del cinema Araldo nel quartiere Prenestino a Roma

Sergio Musmeci affronta da subito, in modo originale il tema delle coperture di ambienti non comuni, come quello per la sala a pianta ovoidale del cinema Araldo nel quartiere Prenestino a Roma, su un progetto dell'ing. C. Ammannati.

Da: L'Architettura, cronache e storia N. 6 Marzo-Aprile 1956

“Il modo tradizionale e più semplice di disporre gli elementi resistenti di una copertura è quello di situarli parallelamente fra loro con un interasse limitato, superabile da strutture leggere secondarie... Non è questo però il caso di ambienti plan metricamente più complessi come spesso sono le sale cinematografiche... Le dimensioni in pianta sono di 44,50 per la lunghezza e di m. 36,00 per la larghezza massima. Gli elementi resistenti sono archi poligonali i cui spigoli si trovano dove avvengono le loro intersezioni. Da ciascuno dei quattro punti d'appoggio principali su uno dei lati della copertura si irradiano gli archi poligonali verso i punti d'appoggio dell'altro lato.... La sezione degli archi poligonali è triangolare cava, la più semplice compatibile con una certa rigidità torsionale oltre che flessionale, ed è costante e eguale per tutti; fra l'altro si ottiene così una rete ideale per le canalizzazioni dei vari impianti. I lati superiori di questi triangoli si espandono a formare solette che si incontrano fra loro con determinate angolazioni creando il manto di copertura vero e proprio. ... Le solette hanno un funzionamento a piastra migliorata, specialmente nei campi di maggiore luce, dalla loro forma piramidata. Il loro spessore è dovunque di 10 cm., mentre le pareti che formano le sezioni triangolari degli archi sono spesse 7 cm....Il funzionamento statico della struttura è caratterizzato dalla proprietà che la spinta degli archi poligonali è la stessa per tutti. Ciò è il risultato di una opportuna scelta, precisata quantitativamente dal calcolo, delle quote dei punti d'intersezione delle nervature. L'eguaglianza fra le spinte dei vari archi giustifica l'adozione

²² Dall'intervista a Zenaide Zanini di Lucio Garofalo pubblicata sul NUOVO CANTIERE Aprile 1998

²³ Manfredi Nicoletti, Sergio Musmeci organicità di forme e forze nello spazio, Testo e Immagine Torino 1999

²⁴ Ti boccio, sei troppo artista. L'espresso n. 13 5/04/1981

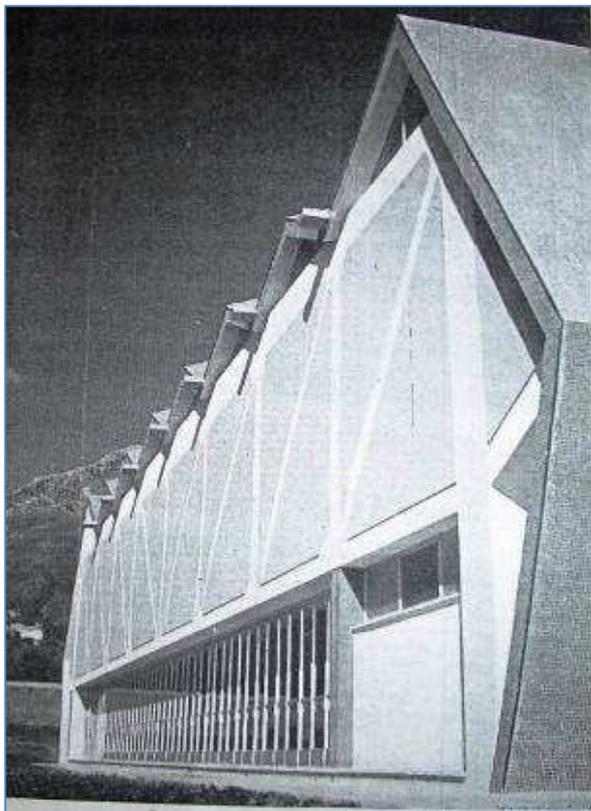
della stessa sezione per tutti e permette la massima efficienza statica.”

E' proprio la condizione di imporre come incognite anche le quote dei nodi di intersezione del reticolo degli archi poligonali e di uguagliare le spinte, che porta "ad un unico sistema di equazioni che ha fornito tutte le incognite."

La Scuola Nazionale di Atletica Leggera a Formia



Questo ampio complesso sportivo, realizzato nel 1955, su progetto di Annibale Vitellozzi con le strutture del giovane Sergio Musmeci "domina il volume della palestra, nel quale una vigorosa impostazione strutturale si traduce in un autentico fatto architettonico, forte, conchiuso, ben ritmato. La superficie modulata della copertura e quella delle travate a parete delimitano lo spazio senza bloccarlo in un volume chiuso. Esterno ed interno sono comunicanti; dal punto di vista strutturale è

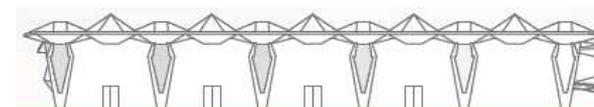


particolarmente interessante la soluzione dei tiranti d'irrigidimento alle estremità delle travate. La struttura della palestra, interamente in cemento armato, comprende la copertura vera e propria, che è realizzata con una soletta sottile portante per forma e due telai reticolari, sui quali poggia la copertura stessa, che riportano l'intero carico, ivi comprese le murature di tamponamento, su

quattro punti d'appoggio posti agli angoli della palestra. La luce della copertura è di mt. 19.80 mentre quella dei telai è di mt. 35.

La soletta di copertura ha uno spessore di 10 cm. ed è formata da una serie di falde piane inclinate alternativamente in un senso e nell'altro".²⁵

Copertura corrugata per un'industria del marmo a Pietrasanta (Lu)



Questo progetto offre un esempio di copertura sottile autoportante in cui la forma è determinata dalla resistenza.

"Era un esperimento:... vedere fino a che punto una volta sottile può esprimere con la sua stessa forma il suo stesso equilibrio statico.

La copertura dello stabilimento Raffo doveva



essere costruita con sufficiente rapidità e soprattutto con una spesa ridotta. Si è progettata una copertura in soletta sottile gettata in opera su cassaforme in legname e destinata a restare completamente in vista. La prima idea che si è seguita per avvicinarsi alla forma definitiva della struttura è stata che se il corrugamento della

²⁵ Giuseppe Vaccaro in Architettura Cronache e Storia n. 8 giugno 1956.

soletta deve servire a metterla in grado di resistere a certe sollecitazioni, è logico e naturale che questo corrugamento vari e sia più o meno accentuato al variare di queste sollecitazioni da una sezione all'altra. " Un'altra idea è quella di localizzare le trazioni negli spigoli, " sono quindi questi spigoli che debbono collegare geometricamente le varie parti della struttura come un traliccio rigido di linee. L'intuizione che lungo esse corra una tensione contribuisce a fissare la forma della volta, togliendole il senso dell'arbitrarietà. La compressione è stata invece sempre mantenuta in tratti di soletta larghi in modo da consentirne la diffusione."

Un edificio di 1.000 mq di superficie coperta, con un'altezza di circa 6,50 mt. con due telai longitudinali, distanti 12,40 mt e composti da 6 pilastri a V posti ad interasse di 10,00 mt la cui parte terminale in alto, al di sopra della trave longitudinale porta carro ponte, si differenzia tra quelli del telaio anteriore rispetto a quelli di quello posteriore. Davanti infatti i pilastri che rimangono a vista nella facciata, hanno la parte sopra la trave che inverte la V, con un interasse di 1,50 mt, mentre quelli sul retro, che rimangono all'interno dell'edificio e sostengono l'aggetto della copertura di 6,70 mt, hanno la parte superiore divaricata con interasse di 2,90 mt. La copertura di 1.000 mq appoggia perciò su solo 24 punti ed ha una forma corrugata in cui 13 elementi si ripetono a formare tutta la superficie della copertura, quasi alla maniera delle figure di M.C. Escher o di un origami.



E' una bellissima mattina di giugno 2009, quando mi riceve l'avv. Laura Buti Raffo a Pietrasanta in via Aurelia 27, nella sede della SICEA marmi, già Raffo Marmi srl. E' contenta di farmi vedere il suo ufficio sotto la copertura "plissettata" di Sergio Musmeci. Ma come mai un'opera di Sergio Musmeci a Pietrasanta? Ed addirittura un capannone industriale? Il mistero è presto svelato, il suocero di LBR, Andrea Raffo negli anni cinquanta era a Roma, dove lavorava come costruttore e frequentava lo studio dell'ing. Leo Calini e dell'arch. Eugenio Montuori. Calini lo conosceva da quando era ingegnere alla

Montecatini e spesso giocavano a tennis in Versilia. Alla signora sembra che lo stabilimento di Pietrasanta fosse una mock-up per il concorso della stazione di Roma, che Andrea Raffo propose di fare "al vero" per l'attività di famiglia a Pietrasanta. A dire il vero le date però non tornano. Ora l'edificio è stato oggetto di una tesi²⁶, speriamo che qualcosa di nuovo.

Il palazzo della Regione a Trento

A conclusione del concorso nell'estate del 1954 venne proclamato vincitore, tra i più di cinquanta progetti presentati, quello dell'architetto trentino Adalberto Libera (1903-1963) esponente di spicco dell'architettura razionalista italiana dell'epoca che aveva precedentemente progettato, a Trento, le



scuole Sanzio (1931-1934) e un edificio INA in via Galilei (1949). La costruzione realizzata tra gli anni 1958-65 venne affidata alla Garboli di Roma. La direzione dei lavori venne svolta dall'Ufficio Tecnico della Regione diretto dall'Ing. Arch. Ezio Miorelli. L'attuale edificio pur rispettando le linee architettoniche e i rapporti volumetrici fondamentali del progetto vincitore del concorso di progettazione venne rielaborato nella fase esecutiva per adempiere più strettamente alle



necessità operative degli uffici regionali del tempo.

Il complesso si articola in tre volumi fondamentali caratterizzati ciascuno da diversa forma e

²⁶ Tesi di Massimiliano Monteverdi, Laurea all'Università di Pisa Facoltà d'ingegneria AA. 2007-2008

dimensione quasi ad evidenziarne la diversa funzionalità:

Il corpo Giunta, che ospita gli uffici della presidenza sia della Giunta che del Consiglio, prospiciente Piazza Dante, caratterizzato da un volume regolare a pianta rettangolare sospeso su eleganti colonne in calcestruzzo armato a sezione paraboloidale con il sottostante porticato e ingresso limitato da un'ampia parete vetrata e con gli altri



prospetti in calcestruzzo a vista e rivestimenti lapidei.

Il corpo Assessorati, che ospita gli uffici amministrativi, dislocato lungo via Gazzoletti realizzato con il sistema della facciata continua in metallo e staticamente definito da una serie di pilastri ad albero che ne risolvono la funzione portante definendo una zona a portico lungo la via stessa.

Il Parlamentino, definito da una struttura a tronco di cono rovesciato che si eleva, dal cortile interno definito dai due precedenti volumi, che ospita l'aula del Consiglio Regionale e una grande sala di rappresentanza situata al piano terra con ingresso diretto da piazza Dante.²⁷

Secondo l'arch. Giovanni Leo Salvotti l'incontro tra Adalberto Libera (1903 – 1963) e Sergio Musmeci deve farsi risalire al progetto per l'edificio a ballatoio del quartiere INA casa al Tuscolano Roma (1950-54) oltre che al progetto per la chiesa parrocchiale del S. Cuore Immacolato di Maria a Bologna del 1951, con Giuseppe Vaccaro. Salvotti ricorda anche che Nervi, in visita allo studio di Libera a Roma manifestò l'incongruenza strutturale del nodo rappresentato dall'incastro tra colonna iperboloidale e trave di spina (la grande vierendel formata dalla intersezione tra un ponte rettilineo ed una costruzione ad arco) dove ci si sarebbe piuttosto aspettati una cerniera vista la contigua presenza dei due tiranti laterali.

Nel progetto Musmeci entra da subito, ma ufficialmente solo dopo che comunica l'8 luglio 1959 alla regione Trento l'incarico conferitogli dalla Garboli, impresa di costruzioni romana, che aveva vinto l'appalto l'11.04.1959.

Libera partecipò al concorso per il palazzo della Regione a Trento, forse anche per motivi affettivi. Era infatti nato a Villa Lagarina (TN) e vi era rimasto fino al 1914 quando la famiglia si trasferì a Parma. L'anno del concorso (1953) era stato anche significativo per la sua vita professionale essendo stato chiamato come professore straordinario in composizione architettonica nella Facoltà di Architettura di Firenze. Alla scadenza del 31.12.1953 erano 51 i progetti presentati al concorso (e tra di loro anche quelli dei gruppi di Mollino ed Aymonino). La commissione esaminatrice ritenne necessario un concorso di secondo grado a cui furono invitati i 4 progetti ritenuti più significativi. Il 27 agosto 1954 quasi all'unanimità il concorso viene vinto dal progetto di A.Libera. Il progetto prevede tre edifici distinti: Assessorati, Giunta, Consiglio. Il progetto si concretizza nel marzo 1956 e subisce l'influenza del giovane ing. Sergio Musmeci che all'ora ha trent'anni, soprattutto sull'edificio della Giunta che si trasforma dal classico schema a telai trasversali con mensole in aggetto ad un edificio originalissimo ed unico nel suo genere.

L'edificio Assessorati, che al piano terra, per sostenere 4 piani, passa da 48 a 12 pilastri (\varnothing 1,40 mt ed ad albero a 4 bracci), ad interasse di 12,80 mt in entrambi i versi, su una pianta sghemba per tenere conto degli allineamenti stradali.



Il Consiglio è un edificio circolare, con soli 4 pilastri cavi (\varnothing_{EST} 1,20 mt \varnothing_{INT} 0,70 mt) uniti alla base ed in sommità da una parete circolare, di cui quella superiore, a sezione scatolare, sostiene un guscio tronco conico rovesciato (sp.30 cm), che è la vera e propria sala del consiglio, sospesa sull'ingresso sottostante, con i solai che escono lateralmente per collegarsi agli edifici vicini e sono sorretti da mensole che dipartendosi dai quattro pilastri vanno fino allo spigolo esterno del solaio rastremandosi in altezza. La copertura, leggermente sollevata è un'esile struttura reticolare metallica radiale.

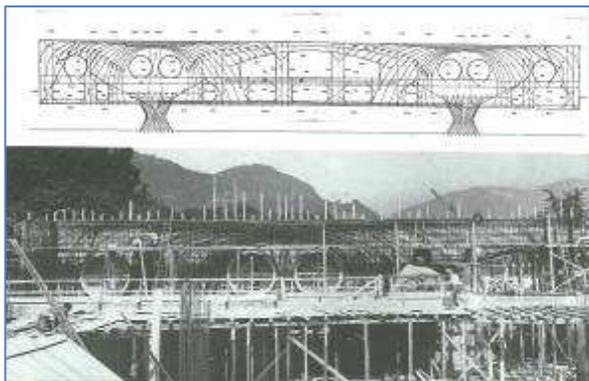
L'edificio della giunta è una struttura fuori dell'ordinario; un enorme trave a doppio T con l'anima spessa 50 cm ed alta due piani, con l'ala

²⁷ Dati reperibili sul sito della Regione Trentino- Alto Adige.



superiore leggermente inclinata e quella inferiore a cassone, il tutto con irrigidimenti trasversali ogni 8 mt., sostenuta da due unici pilastri a forma di hyper con sezione ellittica (min 150/260 max 200/400 cm), affiancati da due pilastri circolari (\varnothing 0,50mt) inclinati con funzione di stabilizzazione trasversale. L'edificio ha pianta di 72x16 con maglia strutturale di 8 mt sostenuto da 2 unici pilastri d'appoggio (e due stabilizzatori laterali) posti a 40 mt di distanza, con uno sbalzo all'estremità di 16 mt per lato. L'enorme trave parete lunga 72 mt, dello sp. di 50 cm, che si appoggia su questi due pilastri con una sbalzo di 16 mt per lato, alta due piani con numerose forature per collegare le due parti dell'edificio.

Singolare anche il metodo di progetto della trave parete, che Sergio Musmeci studia sia attraverso il percorso delle tensioni, probabilmente rifacendosi a qualche modello fotoelastico in ciò sollecitato dallo stesso A. Libera che aveva condotto con P.L. Nervi la rivista Strutture sulla cui prima copertina compare appunto una restituzione fotoelastica di una trave parete con aperture, ma soprattutto progetta attraverso una schematizzazione a trave reticolare a macroelementi (o elementi finiti?), con i nodi e le aste costituiti da superfici più o meno estese, con i nodi che sono assunti come elementi rigidi e quindi indeformabili e le aste che sono elementi tozzi con asse anche curvilineo. La parte sugli appoggi è assunta rigida e sostiene da una parte la mensola a sbalzo e dall'altra la trave centrale, ognuno trattato quindi come elemento indipendente dall'altro. La struttura è risolta da Sergio Musmeci attraverso un complesso sistema di equazioni lineari in un'epoca in cui non esistevano computer accessibili alla professione. Musmeci utilizza le sue conoscenze specifiche di



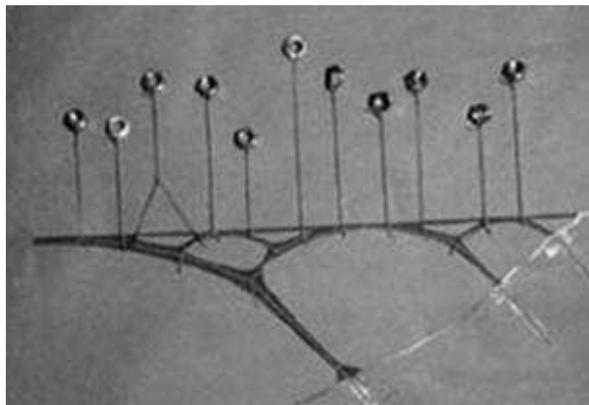
meccanica apprese ad aeronautica ed in particolare sulla teoria di Michell²⁸, che nel 1904 in margine a studi sui flussi per i motori navali scrisse un saggio sulle strutture di minimo peso, che sarà fondamentale per la sua ricerca sul minimo strutturale, e che oggi è la base per le ricerche sull'ottimizzazione strutturale.

Il progetto di un ponte sull'Astico

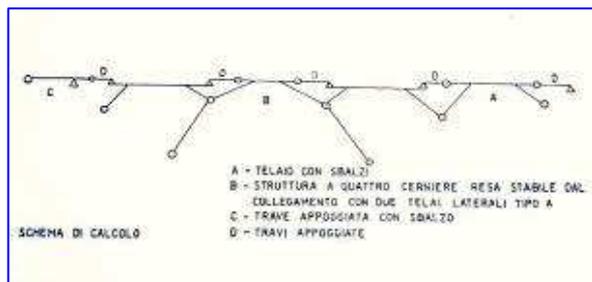
Il progetto per un ponte sull'Astico sulla provinciale tra Vicenza ed Asiago fu studiato da Sergio Musmeci nel 1956, con la collaborazione dei suoi riferimenti vicentini, l'arch. Sergio Ortolani e l'ing. Antonio Cattaneo e presentato dalla ditta Maole, alla gara d'appalto concorso indetta

²⁸ **Anthony George Maldon Michell** (1870-1959) nato per caso in Inghilterra, da genitori emigrati in Australia. Laureato in ingegneria a Melbourne nel 1895. Conosciuto per il suo contributo alla fluidodinamica delle turbine, e nel campo dell'ingegneria aerospaziale per i suoi studi sulle strutture di minimo peso, con il fondamentale saggio del 1904 "The Limits of Economy of Material in Frame-Structures." In Philosophical Magazine (London), Ser. 6, vol. 8, no. 47, in cui viene formulato il teorema che prenderà il suo nome. Nelle strutture di Michell ogni asta è soggetta a deformazione (o sforzo) costante. È stato provato analiticamente che esse rappresentano la migliore soluzione per la massimizzazione della rigidità globale se confrontate con qualsiasi altra struttura soggetta alle stesse condizioni al contorno costruita con la stessa quantità di materiale. La loro importanza nell'ingegneria è quindi non tanto legata all'applicabilità nella pratica, bensì teorica, perché esse sono un limite superiore non raggiungibile nella creazione di una struttura ottimale. Notevole è stato lo sviluppo negli ultimi decenni di questa branca dell'ingegneria nota come "ottimizzazione strutturale", soprattutto nel campo dell'automobilismo ed aeronautico, sia per la disponibilità diffusa di potenti strumenti di calcolo, nonché per lo sviluppo di modelli matematici sul comportamento dei materiali.

dall'Amministrazione Provinciale di Vicenza e poi esposto alla XI Triennale di Milano e all'EXPO di Bruxelles del 1958.



La luce complessiva di 200 mt. è superata con 5 appoggi a terra, con un'arcata centrale di 77 metri. Lo schema strutturale non è però ad arco ed è costituito dall'insieme di un grande portale a 4 cerniere, reso stabile dal collegamento con due telai laterali. L'impalcato, largo 9 metri, è ottenuto dall'insieme delle parti superiori di queste strutture, integrate da travi appoggiate agli sbalzi previsti nei telai. La travata d'impalcato a sezione cava diaframmata è sostenuta da puntoni a forma di volta sottile (35-45 cm) con sezioni incurvate trasversalmente onde ottenere la necessaria resistenza flessionale ed al carico di punta. La luce massima di questi elementi è di 20 metri. L'aspetto alla Maillart è in realtà ottenuto senza alcun arco, con una struttura iperstatica di primo grado. Una struttura leggerissima (1.300 mc. di calcestruzzo) caratterizzata dalle forme plastiche delle aste-volte sottili.



Cinema a Montecchio Maggiore (Vi)

Il progetto di Sergio Ortolani e la direzione lavori di Antonio Cattaneo, per la copertura pieghettata di Sergio Musmeci, in cemento armato sottile (10 cm) progettata appena prima dello stabilimento Raffo di Pietrasanta.

Composta da una serie di lastre triangolari che si incontrano secondo diverse inclinazioni, debolmente armate (14 kg/mq) da una rete di piccolo diametro e barre di rinforzo lungo gli spigoli. A detta di Musmeci è il suo primo tentativo di adeguare la forma al contenuto statico di una struttura.



Edificio Fiorentini a Roma

Progettato dall'arch. Massimo Starita con la collaborazione di Nicola Germano e Sergio Musmeci, questo edificio, apparentemente semplice fece da subito impressione per le modalità di esecuzione ed i costi entrambi contenuti. Fu un esempio virtuoso di programmazione in ambito edilizio, in cui ogni particolare era stato studiato preventivamente, non lasciando niente all'improvvisazione del cantiere.

Tutti componenti delle strutture erano prefabbricati ad esclusione dei pilastri.

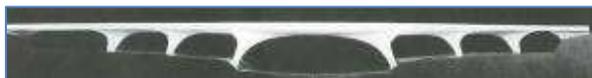
“ Staticamente la portanza della struttura orizzontale è stata ottenuta pieghettando una lastra dello spessore di 8 cm.”²⁹



Progetto per un ponte sul Tevere a Tor di Quinto Roma

²⁹ ACeS n. 65 3/1961

Nell'appalto concorso per un ponte sul Tevere a Tor di Quinto Roma, Sergio Musmeci ed Ugo Luccichenti propongono una struttura originale, rispetto a tutti gli altri progetti presentati. L'impalcato è una struttura cava diaframmata, che si collega al suolo in sei sostegni ricavati stabilendo che il regime di sollecitazione fosse di compressione uniforme per tutte le direzioni. Il materiale risulta utilizzato in maniera ottimale e le sezioni sono estremamente sottili: superfici "minimali" ottenute rifacendosi a modelli in gomma tesa.



La chiesa di S. Carlo al Villaggio del Sole a Vicenza

Il villaggio del Sole è un quartiere INA CASA progettato dall'arch. Sergio Ortolani, premio IN-ARCH 1962,

al cui centro sorge la chiesa a forma di tenda, la cui copertura, progettata da Sergio Musmeci è una figura geometrica di grande fascino ed armonia, modellata sulla spira mirabilis³⁰, con il polo centrale che si eleva in verticale, dando luce all'altare, posto al centro della sala.

La chiara influenza dell'ambiente sulla pianta della chiesa è raccontata dallo stesso Ortolani: *"Nella zona baricentrica del quartiere un'ampia strada residenziale ad andamento curvilineo delimita l'area della chiesa che sorge al centro dell'area stessa ed è questa la ragione della soluzione planimetrica adottata, che abolisce la vera e propria facciata e realizza un volume aperto a tutte le visuali circostanti, armonizzandosi nell'ambiente che la circonda"*.

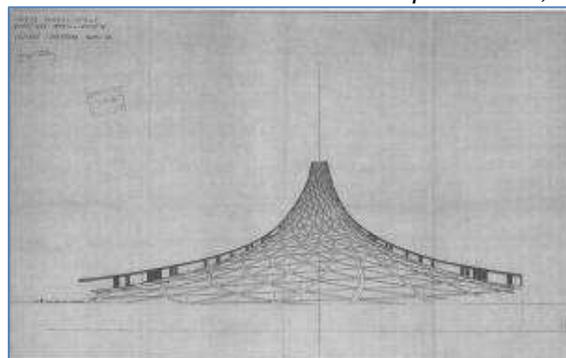


³⁰ La "Spira mirabilis", ovvero la "Spirale meravigliosa" così definita nel XVII secolo dal matematico svizzero Jacob Bernoulli, consiste in una figura geometrica "inventata" dalla natura e presente in essa. Nella Spira mirabilis i bracci del suo avvolgimento distano fra loro secondo una progressione geometrica calcolabile logaritmicamente.

Mentre è Sergio Musmeci a descriverci la struttura: *"Fondazioni e mura sono in calcestruzzo armato e sono costituite da due distinti tratti che, planimetricamente seguono l'andamento a spirale delle nervature della copertura. La copertura appoggia sui muri attraverso corti pilastri in cemento armato, ..., posti in corrispondenza di ciascun incrocio delle nervature e segue l'andamento del muro con le altre nervature della*



struttura di copertura. Altimetricamente le nervature si innalzano tutte dalla periferia verso il centro, aumentando la propria quota di quantità uguali ad ogni successivo incrocio con le altre nervature. Ne risulta per la sezione meridiana della soletta di copertura una forma logaritmica avente per asintoto la verticale nel centro della chiesa. ... dal punto di vista statico la struttura di copertura presenta un comportamento essenzialmente differente nelle parti centrali da quello delle parti periferiche. Il regime di tensioni a "membrana" che si instaura verso il centro della struttura, che ha una forma approssimativamente conica con pendenze notevoli, viene gradualmente assorbito da un comportamento a flessione verso la periferia, sino a che, nella parte a sbalzo resta praticamente solo la sollecitazione di flessione e taglio. .. il graduale aumento delle sezioni resistenti è sufficiente a resistere a queste sollecitazioni. Nel complesso quindi la struttura risulta dimensionata in modo da presentare, in



*ciascuna zona, la rigidezza e la resistenza che localmente vengono richieste."*³¹

Ogni Spira, a prescindere dalle sue dimensioni e dal suo contesto, è sempre sovrapponibile a sé stessa.

³¹ Sergio Musmeci (ing.) *"La chiesa parrocchiale di S. Carlo in Vicenza"* articolo su *"fede e arte"* Rivista Internazionale di Arte Sacra

“Un’esperienza progettuale dove la forma della struttura ha invece una matrice più geometrica che statica è quella relativa alla Chiesa del Villaggio del Sole a Vicenza. Il disegno delle nervature segue, in pianta, tre diverse famiglie di spirali logaritmiche (formano angoli costanti con i raggi condotti dal centro), così come, del resto, le murature che racchiudono lo spazio interno e sulle quali poggiano le nervature. Le sezioni di quest’ultime vanno assottigliandosi verso il centro e ciò corrisponde bene al graduale passaggio da un comportamento prevalentemente a flessione ad uno a membrana.”³²



La chiesa fu costruita tra il 21 luglio 1961 ed il 9 ottobre 1962. Nella vicenda della costruzione della chiesa si registra anche un risvolto polemico tra Sergio Musmeci e l'ing. Antonio Cattaneo (il R.U.P. ante litteram), che aveva ridotto la copertura da 1.000mq a 400, per poter accedere al finanziamento resosi improvvisamente disponibile (legge Romita) di 30 milioni di lire. Il prof.ing. Luciano Maggi dell'Università di Padova, collaborò con Ortolani e Cattaneo dopo la rottura con Musmeci. All'interno della chiesa si trova il crocifisso in ferro di Toni Benetton, le formelle ceramiche di Otello De Maria e sulle facciate le vetrate istoriate, legate a piombo, di Giorgio Scalco. Musmeci, pur invitato, non parteciperà



della Pontificia Commissione Centrale Arte Sacra, luglio – settembre 1963, Roma

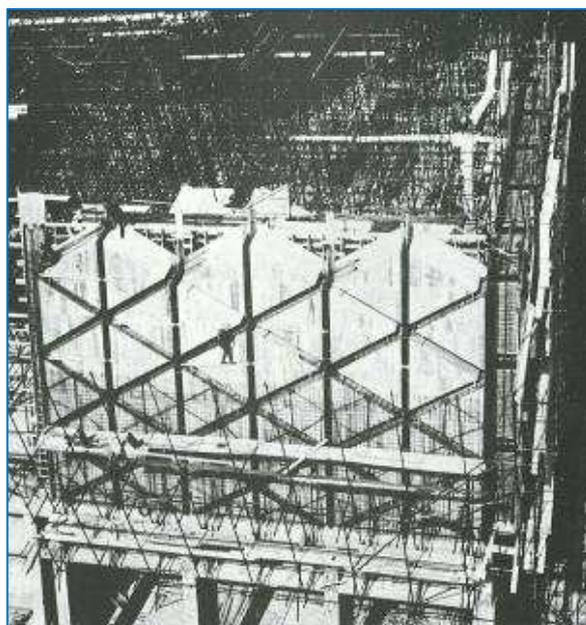
³² Da Parametro n. 80 1979 “Le tensioni non sono incognite” SM

all'inaugurazione.

Il tempio di Monte Grisa a Trieste

Dal voto fatto dal vescovo di Trieste, Antonio Santini, il 30 aprile 1945, di costruire una chiesa in onore della Madonna, per la salvezza di Trieste dagli orrori della guerra, ne passa del tempo. Nel 1959, con la venuta in Italia della sacra immagine di Fatima, si trovano i fondi ed il progetto viene affidato all'arch. Umberto Nordio, allora illustre docente triestino nella facoltà di architettura, che chiama a collaborare da subito il collega arch. Antonio Guacci (1912-1995). Il progetto definitivo, a cui lavora Sergio Musmeci, chiamato dall'ing. Donato Abate titolare della ditta CESICA che aveva vinto l'appalto, prevede la costruzione di un grande moderno ed originale edificio su di un costone del monte Grisa a 335 m.s.l.m in una zona carsica, con caverne e fortemente ventosa (200km/h) e sottoposta a forti escursioni termiche, e si concretizza solo nel 1963, dopo le prove su modello, all'ISMES di Bergamo e nella galleria del vento dell'istituto di aeronautica del Politecnico di Torino.

L'edificio è caratterizzato dal triangolo d'Eulero (triangolo isoscele di base uguale all'altezza) è infatti composto da tre enormi prismi trapezi posti sfalsati tra loro, ottenuti ciascuno da un triangolo “spuntato” ma con l'insieme, visto dai fronti principali, che si caratterizza come la compenetrazione dei due triangoli tronchi, più bassi, in quello più grande che li raccoglie ed unifica. Numerosi i riferimenti ai rapporti numerici più significativi come $\sqrt{5}$, la sezione aurea, $9/5$, che si ritrovano nella composizione dell'edificio tra le sue maglie di base e nei prospetti. Tre prismi che si elevano da una base comune, ed in cui si trovano due chiese sovrapposte a pianta di croce greca, con enormi pareti in cemento armato, chiuse o traforate nella trama del triangolo



euclideo.

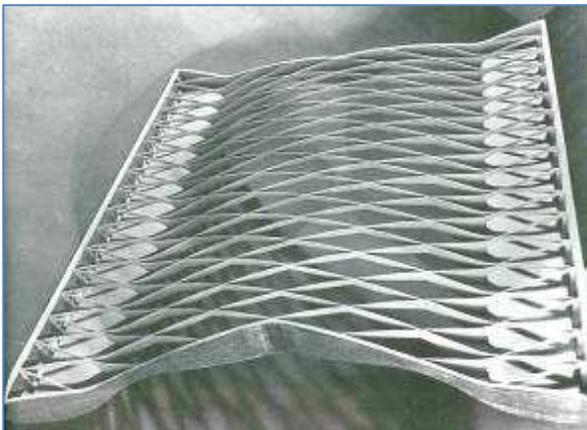
I lavori poterono avere inizio nel 1963 e si conclusero con l'inaugurazione nel maggio del 1966. Il tempio raggiunge un'altezza di 45 metri e ha una base a croce con i lati che si estendono per 60 metri. Nonostante questa imponente mole la struttura, composta da moduli triangolari che si intersecano sia esternamente sia internamente, nel suo insieme non si presenta appesantita. La costruzione, particolarissima, consta di due ambienti distinti, sovrapposti ma comunicanti, il tutto realizzato tramite l'utilizzo di forme triangolari (motivo per il quale la chiesa è nota, tra i triestini, anche con il nome, forse poco rispettoso, di "formaggino").



Il palazzo del Lavoro di Torino

Al concorso, a cui parteciparono i principali studi italiani, vinse il progetto di Pier Luigi Nervi e nel giudizio finale non poco ha giocato la considerazione sul tempo necessario ad eseguire l'opera.

Parteciparono anche Carlo Mollino, Carlo Borgogna e Sergio Musmeci, a cui fu assegnato il secondo premio. Il loro progetto *“Una soluzione a grande copertura con un solo asse, ..., la duttilità sensuosa della mano di Mollino informa l'intera visione, si che le strutture di Musmeci divengono aggettivi, qualificanti ma non preponderanti di*



*un'immagine spaziale di alto valore lirico.”*³³

³³ Bruno Zevi. “Degni seguaci di Guarini e Antonelli” in Cronache di architettura, Vol.III 191/320 Universale Laterza 1971.

Il progetto prevede un grande piano interrato il cui solaio a voltine di calcestruzzo di 8 cm di spessore per una portata di 2000 kg/mq, è sorretto da pilastri a 4 bracci che individuano maglie quadrate di 5,90 mt. Due corpi laterali composti da grandi telai a cavalletto con un piano intermedio e lo sbalzo superiore verso l'interno a sostenere la grande copertura, proposta in due versioni: ad archi incrociati di cemento armato, o a traliccio spaziale con puntoni in calcestruzzo prefabbricato e tiranti in acciaio ad alta resistenza.

Deposito Italtubi a Roma

(con Aldo Livadiotti, Italo Stegher, STAC)

Una copertura metallica di 3600 mq. dalla forma di un esagono allungato, sostenuta a 7 mt. dal



suolo da tre poderosi pilastri, alti oltre 20 mt. e posti a 27 mt. di distanza l'uno dall'altro. Un profilo trasversale ad ali di gabbiano, con luce complessiva di 60 mt. (30 per lato). Ogni pilone è composto da quattro costole separate alla base, che si uniscono al livello della copertura, per poi sveltire con sezione ristretta. Al livello della copertura ad ogni pilone è associato un anello esagonale dai cui vertici partono le travi reticolari dell'orditura primaria a maglia triangolare equilatera (40 triangoli di 90 mq. cadauno), su cui si sovrappone un'orditura secondaria di travi profilate, su cui si pone la copertura (allora) in cemento-amianto. Alla sommità dei piloni è fissata una speciale testata da cui si dipartono i quattro cavi di sostegno delle enormi travi reticolari. Questa era nel territorio libero di quegli anni la copertura del deposito Italtubi, posta in prossimità del raccordo anulare all'uscita per l'innesto con l'autostrada per Napoli. Oggi posta all'inizio di Emanuele Carnevale e trasformata in un grande magazzino d'abbigliamento con tutti i lati tamponati.

Palazzo per uffici della SIFIR

Roma 1961-65. La struttura di Sergio Musmeci prevede quattro grandi pilastri rastremati in altezza ad ogni livello che sorreggono dei particolarissimi solai alveolari senza travi, che aggettano di 5 metri rispetto al filo dei pilastri. L'involucro esterno è costituito da una curtain wall

la cui griglia strutturale prosegue oltre la copertura.

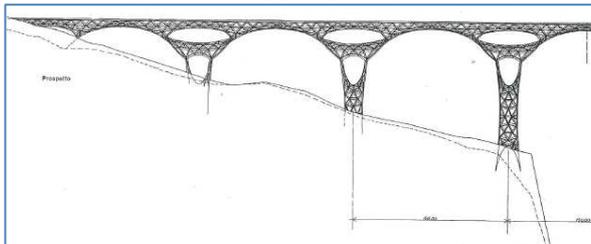


Viadotto sul fiume Lao sulla autostrada Salerno-Reggio Calabria

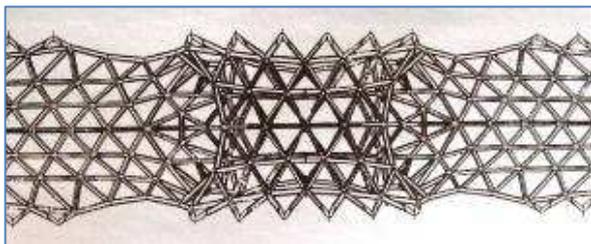
1964 Progetto 2° premio ex equo IN-Arch
Domosic

“E’ ben difficile che un progetto di questo tipo trovi adeguate possibilità realizzative: le imprese tendono, per una economia forse malintesa, alla semplificazione operativa, e non di rado secoli d’evoluzione strutturale sfociano nel vetero sistema pilone-trave, senza che sia possibile inquadrare il problema in senso moderno.”

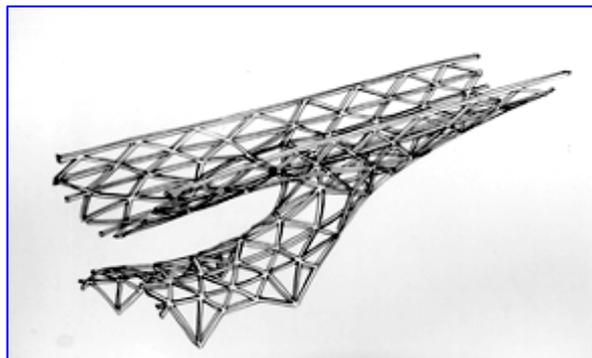
Il progetto di Musmeci è un continuum strutturale in cui l’impalcato raggiunge i piloni e questi il



suolo senza alcuna transizione sensibile. Nella struttura tutti gli sforzi sono di compressione ed uniformi tra loro e derivano dagli studi su modelli membranali in cui alla pellicola continua di superficie minimale si è sostituita una maglia



triangolare, che verifica la medesima condizione prefissata e che costruttivamente si presta alla prefabbricazione. Musmeci pensava ad aste in



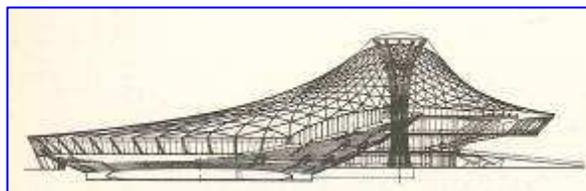
profili metallici doppi a C riempiti di calcestruzzo a formare anche i nodi.

Vinse il progetto di:

C. Cestelli Guidi, F. De Miranda, C. Pellegrino Gallo e G. Covre, 1964-70

Concorso Nazionale per il Palazzo dello sport di Firenze

1966 il progetto di Musmeci vince il secondo premio ex equo. La sua è una proposta fortemente strutturale in cui la forma è al solito legata alla volontà di ottenere il minimo strutturale. Due grandi piloni reticolari a forma di hyper sostengono la copertura composta da un reticolo triangolare di cavi, sottoposti alla medesima trazione, in grado di sorreggere il grande sbalzo sull’ingresso al palazzo.



Casa a Cumano (To)

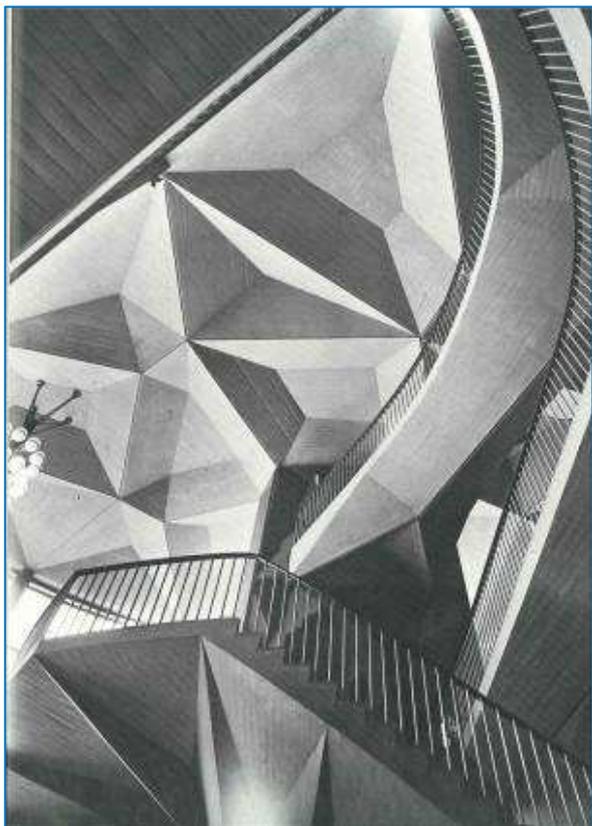
Arch. Carlo Graffi. Un edificio in cemento armato, tamponato in blocchetti di calcestruzzo faccia vista, stretto e lungo, dal profilo scalettato, con un grande pilastro circolare cavo, che sostiene il serbatoio dell’acqua ed il grande sbalzo della parte più alta dell’edificio. Una struttura anomala, originale, complessa.



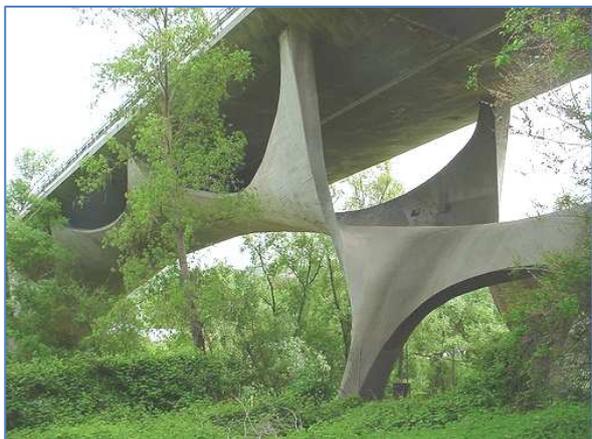
Teatro Regio di Torino

Musmeci redige il progetto delle strutture speciali per il progetto generale di Carlo Mollino e Marcello Zavelani, in particolare quelle della sala sostenuta parzialmente a sbalzo sull’area

dell'atrio e quelle del grande foyer caratterizzate dalle solette plissettate. (1966)



Viadotto dell'industria sul fiume Basento a Potenza.



“... forse è solo un modo non convenzionale, ma legittimo come ogni altro, di pensare un ponte.” SM

“Il progetto del ponte è nato da un lavoro che era stato commissionato ad Aldo Livadiotti, un amico ingegnere. L'incarico per l'epoca era abbastanza modesto ,... ma quando Sergio propose la sua idea – una struttura complessa. Organica, dalle forme inedite – ebbe subito un grande successo. Anche perché la discreta megalomania che

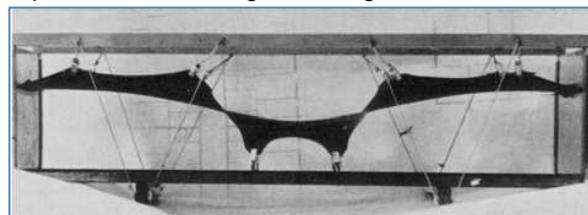
caratterizza un po' tutti noi italiani era presente anche a Potenza, al sud in generale, quindi tutti ritenevano molto importante avere un ponte, un'opera pubblica, che desse loro notorietà e successo.

E' stato molto tormentato il lavoro di progettazione? No. Affatto. Sergio era tormentato solo quando si doveva far pagare. Perché in realtà lui era felice di “fare”: studiare, progettare, inventare sistemi costruttivi. Insomma a lui interessava più che altro lavorare.

Sergio aveva un atteggiamento molto libero, allegro e spesso distaccato nei confronti della vita quotidiana, ma nel lavoro metteva un impegno assoluto e totale.”³⁴



Realizzato (progetto e direzione lavori) da Sergio Musmeci, questo viadotto è costituito da un'unica volta di 30 centimetri di spessore e quattro campate di circa settanta metri di luce ciascuna, che scavalca il fiume Basento, due strade e lo scalo ferroviario di Potenza. L'impalcato è una linea dritta e sottile, appena inclinata verso la città che si adagia quasi sul paesaggio, sorretto da una articolata forma tridimensionale, un guscio sottile che mentre lo sorregge ruota e si appoggia al suolo, aprendosi quasi come le dita di una mano. Una membrana in cemento armato dello spessore di 30 cm, a formare quattro archi contigui, ad interasse di m. 69,20 e luce libera fra gli appoggi di m. 58,80. L'impalcato è composto da una sequenza di travi Gerber, continue su quattro appoggi. con giunti ed elementi appoggiati di 10,38 m di lunghezza e mensole di 3,46 m. Tra due impalcati contigui è interposta una struttura costituita da travi semplicemente appoggiate, aventi la funzione portante e di giunto per le deformazioni termiche. La sezione trasversale è a cassone con la soletta superiore di 16 cm. e quella inferiore di 14 cm. e con una altezza massima di 1,30 metri. L'impalcato, largo 16 metri, è sostenuto in punti arretrati di 2 metri rispetto al bordo, dagli archi rigirati verso l'alto del



³⁴ Zenaide Zanini intervistata da Alessandra Vittorini in L'industria italiana del cemento, anno XLVII feb. 1977.

guscio ogni 17,30 metri. Le verifiche di stabilità sono state eseguite rifacendosi sia agli schemi tradizionali dei sistemi monodimensionali piani, sia ad uno schema spaziale costituito da una lastra sottile a doppia curvatura, caratterizzato dalla proprietà di avere una distribuzione di sforzi isotropa ed uniforme.



All'interno del ponte una passeggiata pedonale - mai completata e che ritroveremo anche nei progetti per il Ponte sul fiume Niger ad Ajakourta (1977), ed in quello sul fiume Talvera a Bolzano (1978)- a saliscendi inventata da Musmeci sul dorso della membrana apre prospettive sempre nuove fra i profili curvi ritagliati nel guscio.

Per la progettazione del ponte, inizialmente realizza un semplice modellino con una pellicola di soluzione acquosa di sapone e glicerina soffiata su un contorno di fili di ferro e di cotone. Successivamente prepara un secondo modello, che riproduce una pila del ponte e le due



semiarcate adiacenti, in "gomma para" simile a quello che aveva usato per lo studio del progetto per un ponte sul Tevere a Roma presso Tor di Quinto (1959). Il modello in scala 1:100 è ottenuto da un foglio di gomma, (di cui ha determinato sperimentalmente, con apposite prove, i moduli di Young e di Poisson) dello spessore di 0,8 millimetri opportunamente sagomato, e con i bordi rinforzati mediante piccole strisce. Il modello viene messo in trazione, con un dispositivo che permette di modificarne la forma variando la tensione trasversale ad $1/10$ di quella

longitudinale. Le misure sulla membrana vengono eseguite riferendosi ad un reticolo a maglia quadrata di 2 centimetri di lato disegnato sul foglio prima della sua sollecitazione. attraverso la misura degli allungamenti dei lati del reticolo. Dalle prove deduce che le tensioni longitudinali e trasversali, risultano quasi costanti, e che la tensione massima di compressione longitudinale, stimata intorno a 78 kg/cm² per la volta reale spessa 28 centimetri, si genera in chiave. Nei primi calcoli Musmeci sviluppa le equazioni differenziali di equilibrio nell'ipotesi di volta uniformemente compressa, trascurando il peso proprio che avrebbe prodotto una variazione con legge idrostatica, per poi rinunciare alle condizioni di isotropia, dovendo tenere conto, oltre che al peso proprio ed ai carichi mobili asimmetrici, anche delle dimensioni allungate della volta in ogni campata e della necessità di non appiattirne



la sezione trasversale con eccessivi sforzi e disturbi flessionali lungo i bordi.



Una successiva approfondita analisi viene svolta poi su di un modello in perspex in scala 1:100 di due campate complete, costruito presso il Laboratorio di Ricerche su Modelli della facoltà di Ingegneria di Roma.

Il modello lungo 1,40 metri, completo di impalcato e con i bordi rinforzati, viene poi sottoposto a diverse condizioni di carico, misurando le deformazioni mediante estensimetri elettrici. I risultati delle prove, anche se per la scarsa sensibilità della prova, non vengono considerati molto attendibili, rivelano una notevole capacità di

adattamento della struttura con significative riserve di resistenza.

Nel frattempo Musmeci riesce a determinare con una maggiore precisione la forma della superficie media della volta utilizzando le formule, che prevedono uno sviluppo in serie di coseni, proposte da Rudolf Trostel per il calcolo approssimato della geometria delle bolle di acqua e sapone che aveva trovato nell'edizione in inglese, del noto libro di Frei Otto sulle



tensostrutture³⁵ e ne esamina il comportamento statico nel suo insieme con uno schema strutturale monodimensionale piano ad asse rettilineo e curvilineo, in cui la struttura è formata da un insieme di aste dotate di cerniere virtuali nei punti di rigidità ridotta, quali i vincoli al suolo ed all'impalcato, e le sezioni in cui la curvatura trasversale cambia segno, riducendone fortemente il grado di iperstaticità. Per le condizioni di carico principali calcola così le tensioni massime in un numero significativo di sezioni e ne progetta l'armatura. Restano ancora da approfondire le interferenze tra la volta e l'impalcato e la risposta dei bordi delle volte e anche se Musmeci continuerà a fare altre analisi teoriche³⁶ che non incideranno sull'assetto ormai definitivo del ponte, siamo ormai arrivati all'affidamento dei lavori alla ditta Edilstrade di Forlì e per la consegna del cantiere rimane da superare l'ultimo, non secondario ostacolo posto dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che per la definitiva approvazione del progetto, richiede di effettuare verifiche di resistenza su un modello a grande scala, in modo da confermare la validità dei risultati ottenuti con il calcolo sullo schema monodimensionale. Il modello viene realizzato presso l'Istituto Sperimentale Modelli e Strutture di Bergamo. Il modello di microcemento, in scala 1:10 e lungo quasi 14 metri, e consente inoltre di determinare con esattezza la forma della volta e la geometria dei bordi che per

³⁵ Frei Otto, *Tensile structures*, 2 vol., Cambridge - London, MIT Press, 1967

³⁶ Musmeci eseguirà anche un calcolo alle differenze finite su un reticolo di circa 250 nodi a partire dalla configurazione già progettata e poi, a ponte già costruito, un calcolo numerico, più preciso, eseguito con l'aiuto di uno dei primi elaboratori elettronici.

risultare solo compressi, devono essere tracciati secondo linee sghembe di curvatura normale nulla, linee di difficile individuazione nei disegni in proiezione ortogonale. Le prove in campo elastico sono per Musmeci un banco di prova impegnativo, anche in relazione all'originalità della proposta vista dai più con sufficienza, e lo impegnano in maniera importante anche perché segnalano da subito un comportamento non previsto nelle zone di chiave, con la presenza di



compressioni parassite nell'impalcato e di trazioni nella volta entrambe con valori non trascurabili e tali da modificare in modo non trascurabile il regime degli sforzi. Musmeci, nel breve tempo disponibile studia e ristudia il problema e trova la soluzione ispessendo notevolmente i bordi della volta nella zona di chiave e frazionando ulteriormente l'impalcato in corrispondenza della mezzeria della campata, dove giunti a seggiola interrompevamo già la continuità dell'impalcato in corrispondenza delle pile per assecondare le deformazioni di origine termica. Le successive prove elastiche, effettuate sotto varie combinazioni di carico, danno sostanziale conferma ai valori di calcolo per le tensioni longitudinali della volta, mentre l'analisi sezione per sezione indica differenze nelle tensioni del 25% in più all'imposta e di circa il 25% in meno in chiave; comunque il modello ha un comportamento elastico fino ad un moltiplicatore dei carichi circa pari a 2 e viene portato a rottura nel corso di una prova eseguita alla fine di marzo del 1971, in cui però il modello (al moltiplicatore 2,18) si rompe accidentalmente a causa del



collasso di uno dei blocchi di fondazione di estremità, che erroneamente, non erano stati armati. Il risultato della prova porta comunque a stimare il moltiplicatore di collasso non inferiore a 3.

La costruzione del ponte ha inizio nell'autunno del 1971, e si concluderà ufficialmente con la prova di carico effettuata il 22 maggio 1975 sotto la direzione dell'ing. Arrigo Carè, mentre, per la chiusura burocratica bisognerà aspettare il 25 settembre 1981 con la presentazione da parte di quest'ultimo della relazione di collaudo statico.

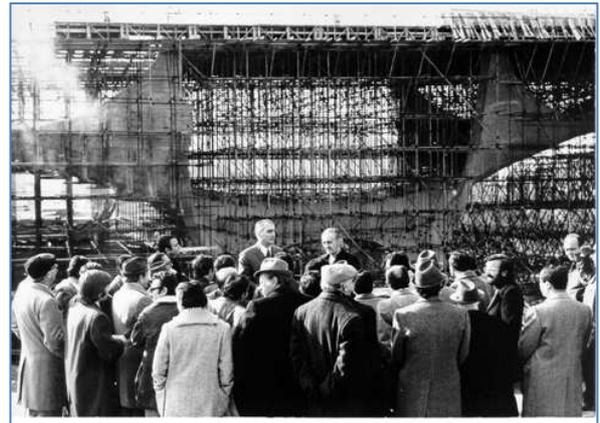
Dal modello al cantiere nelle parole di Sergio Musmeci.

“Progettare una struttura significa assolvere un compito statico immaginando nello spazio un sistema di forze che interagiscono in un gioco sapiente, o per lo meno non banale, di equilibri, che il materiali strutturale concretizza e rende reali ed eventualmente percepibili; ora sul piano tecnico il compito statico risulterà assolto in modo tanto più soddisfacente quanto più elevato è il rendimento che si consegue nell’impiego del materiale e questo si ottiene sfruttandone al meglio la capacità resistente, e, più in generale le qualità struttive, ma anche, e questo è il punto più interessante, avvicinandosi ad uno schema d’insieme per l’intera struttura, che minimizzi l’impegno statico permettendo che le forze fluiscano in ogni parte nel modo più naturale. Bisogna comprendere che la scelta dello schema statico, ossia in definitiva della forma della struttura, è uno dei mezzi che si hanno a disposizione per assolvere il compito di contrastare nello spazio il peso della materia e le altre forze attive della struttura, proprio come le qualità meccaniche del materiale strutturale, i mezzi per la sua posa in opera e le procedure per verificare gli sforzi e le deformazioni.”

“... il minimo volume di materiale strutturale ci consente di istituire un confronto tra tutte le possibili forme che riusciamo ad immaginare, fornendo ogni volta un giudizio di valore.”

“Abbiamo metodi di calcolo che possono avere qualsiasi grado di sofisticazione desiderabile per calcolare strutture già progettate, ma manca una teoria delle forme strutturali che aiuti a progettarle.”

La coincidenza tra la funzione tecnica e l'estetica



è il carattere distintivo delle forme organiche strutturali.

L'economicità nell'uso del materiale, connessa ad un suo uso più efficiente, è un valore universale. Nel caso dei ponti questo aspetto è più evidente: lo schema trilitico, tanto diffuso oggi, è in realtà oltre che il più povero di fantasia, quello più lontano dal raggiungimento del minimo strutturale. “Si semplifica lo schema statico regredendo gradualmente al trilito, e perciò rinunciando non solo all'arte, ma anche agli apporti della scienza contemporanea.”

“Nei ponti di Maillart è stata invece raggiunta una perfetta integrazione fra efficienza statica ed espressione formale; i suoi archi sottili, protetti dalla flessione dalla rigidità dell'impalcato, sono stati i primi archi puri nella storia dell'architettura e hanno dimostrato ciò che è possibile ottenere dal cemento armato impiegato secondo la sua natura.”

“Lo schema di un ponte di Maillart è però uno schema bidimensionale ed è naturale cercare di



sviluppare il concetto di aut portanza per compressione pura nello spazio a tre dimensioni. La prima cosa che si trova è che, mentre in due dimensioni la forma che realizza il regime di compressione pura è determinata dai carichi, nello spazio a tre dimensioni vi è un enorme arricchimento di possibilità: ogni superficie a doppia curvatura può potenzialmente proporsi come una membrana senza flessione purché vengano rispettate certe condizioni sul disegno

dei bordi. Ciò consente di spingere più a fondo l'aderenza della forma al compito statico, aggiungendo la condizione che la compressione pura sia anche uniforme; ogni parte della membrana collabora allora all'avvenimento statico come ogni altra e il materiale è impegnato con la massima efficienza in ogni punto e in ogni direzione. La compressione interna della membrana è raccolta dai bordi con un comportamento anch'esso libero dal disturbo flessionale se i bordi stessi seguono il disegno di archi puri spaziali. La forma della superficie influenza così la forma dei suoi bordi e ne è naturalmente a sua volta influenzata, e questa interazione determina la configurazione assunta in fine dal sistema ... Un aspetto importante che va segnalato è che queste superfici, nel caso in cui il peso proprio possa essere trascurato, divengono superfici minimali: la loro area è la minima tra tutte le superfici possibili che abbiano lo stesso contorno. Le due curvature principali sono allora in ogni punto uguali e contrarie ... se un tratto del contorno deve essere un elemento capace di sostenere senza flessione gli sforzi trasmessi dalla membrana allora è necessario che esso sia disposto secondo una linea asintotica della superficie ossia secondo una linea lungo la quale la curvatura della superficie è sempre nulla; queste linee esistono solo sulle superficie con curvature principali di segno contrario e formano un reticolo che nel caso delle superfici nominali, diviene ortogonale ... dal punto di vista statico ciò significa che la linea asintotica offre una portanza per effetto della sua curvatura proprio nel piano tangente alla superficie. Se questa è a compressione uniforme e si vuole che anche il bordo sia soggetto al solo sforzo normale, è necessario che questo sforzo risulti costante lungo tutto il bordo e conseguentemente sarà costante la sua curvatura: come in una circonferenza, salvo che, in generale, la linea di bordo risulta una curva sghemba dotata di torsione.³⁷

“ Con il ponte di Potenza si è finalmente avuta l'occasione di realizzare effettivamente una struttura la cui forma fosse dedotta da un processo di ottimizzazione del suo regime statico.... La membrana in cemento armato dello spessore di 30 cm è unica per tutto il ponte (armata con ferri Ø12 disposti a rete e rinforzata soltanto sui bordi NdR), il quale presenta quattro campate di 69,20 metri ognuna, ed è stata pensata come fosse una superficie a compressione uniforme. . L'impalcato, largo 16 metri, è sostenuto in punti arretrati di due metri rispetto al bordo e quindi a 12 metri di distanza tra loro mentre in senso longitudinale questi si

succedono con un interasse di 17,30 metri. La struttura dell'impalcato è a cassone sagomato in senso trasversale, con uno spessore massimo di 1,30 m, e al suo interno le nervature sono poste a 3,46 m. d'interasse sia in senso trasversale che longitudinale; è in cemento armato normale, salvo una leggera precompressione delle nervature che si trovano in corrispondenza dei punti di appoggio, introdotta per favorire, nella trasmissione dei carichi, la comparsa delle componenti orizzontali rivolte verso l'interno necessarie per produrre la compressione trasversale della volta. In senso longitudinale l'impalcato presenta uno schema Gerber con giunti ed elementi appoggiati di 10,30 m di lunghezza e mensole di 3,46m. fra una campata e la successiva la volta poggia sulle fondazioni in 4 punti, posti ai vertici di un quadrato di 10,38x10,38 m, mentre, alle estremità, la volta si adagia sul terreno trasmettendo la spinta alle spalle. Il progetto prevede l'utilizzazione della volta per una passeggiata pedonale ... la forma della volta è stata ottenuta inizialmente con un modello di soluzione saponata formata tra fili di cotone ... un processo di calcolo è stato quindi istituito per determinare l'equazione $z = z(x,y)$ della superficie media della membrana ... per una superficie a compressione uniforme ed isotropa poco inclinata sul piano orizzontale, l'equazione differenziale è: $D_2z = q/N$ dove q peso per unità di superficie ed N lo sforzo normale per unità di lunghezza. Se si può ritenere $q=0$ l'equazione diviene omogenea e la funzione z risulta una funzione armonica. Nel caso del ponte di Potenza il peso della volta è circa il 25% di tutti i carichi sostenuti, e si è ritenuto sufficiente, ai fini della determinazione della forma, assumere una soluzione dell'equazione omogenea, anche perché non era agevole conseguire una certa esattezza nell'imporre le condizioni ai bordi ... si è quindi passati a costruire un modello in neoprene ... nello stesso modo della pellicola di soluzione saponosa, col vantaggio della stabilità e della possibilità di farne più agevolmente il rilievo ... la superficie era stata quadrettata per consentire il rilievo degli allungamenti e quindi delle tensioni, basandosi su preventive misure fatte su campioni del materiale ... la portanza totale è di circa 2600 ton per ogni campata del ponte e comporta una tensione interna alla volta di 180 t/ml in senso longitudinale e di 15-20 t/ml in senso trasversale. Il rilievo della superficie di neoprene non si discostava sensibilmente dalla superficie ottenuta dal calcolo. A questo punto è stata fissata su queste indicazioni una superficie di progetto riferendosi alla quale è stato costruito un modello di metacrilato di due campate del ponte in scala 1:100. Questo modello è servito per verificare la rispondenza della forma al programma progettuale ed è stato assoggettato a prove elastiche. Misurando le tensioni prodotte da un carico sull'impalcato, sia nella volta che nell'impalcato stesso, a mezzo di estensimetri

³⁷ Da Il ponte sul Basento a Potenza, articolo di Sergio Musmeci in L'Industria Italiana del Cemento Feb.1977

elettrici. Queste prove hanno consentito un primo parziale controllo delle previsioni di calcolo. Dopo le approvazioni di tutti gli enti interessati, ..., si è passati alla fase esecutiva, effettuando una determinazione definitiva e più accurata della forma della volta con un calcolo alla differenze finite. Questo consiste nel sostituire alla volta continua una rete abbastanza fitta di elementi soggetti a sforzo normale. ... si sono introdotte le componenti orizzontali degli sforzi normali dei vari elementi già equilibrate fra loro, e le quote dei punti vincolati alle fondazioni ed all'impalcato. Il calcolo è consistito nel ricavare per successive approssimazioni le quote di tutti i nodi; in conseguenza dell'equilibrio ogni quota doveva risultare una media delle quote dei punti vicini ponderate in base alle lunghezze e alle tensioni degli elementi di connessione. All'atto dell'approvazione del progetto il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici aveva richiesto una prova su modello in grande scala in micro calcestruzzo. Questo ulteriore e più grande modello è stato costruito presso l'ISMES di Bergamo; era in scala 1:10, comprendeva due campate ed era perciò lungo 14 metri; con la sua volta di colli 3 cm di spessore doveva essere caricato a mezzo di martinetti idraulici per un totale di diverse tonnellate. Un guscio d'uovo sotto una morsa. ... Il modello ha permesso un'analisi completa del regime statico di tutto il ponte. In particolare si sono potuti controllare i disturbi flessionali, specie dovuti a condizioni di carico dissimmetriche, che il calcolo a membrana non aveva considerato. ... l'accordo tra i risultati sperimentali e le previsioni di calcolo è stato soddisfacente. ... ultime le prove elastiche si è effettuata una prova a rottura (che non è stata portata a termine per la rottura di uno dei blocchi di fondazione NdR) La prova ha comunque dimostrato che vi è un grado di sicurezza sicuramente superiore a 2,25 con riferimento al carico totale."

"Il ponte di Potenza, adesso è costruito e ha resistito all'ultimo terribile sisma brillantemente ma quando ne fu fatto il modello all'ISMES, ci costò non poche notti di preoccupazione, perché il comportamento della struttura non era ancora completamente conosciuto: in più alcuni problemi geometrici ci condizionavano e avevano portato, senza che me ne fossi accorto, ad una riduzione notevole della sezione in mezzeria con conseguenti troppo forti sollecitazioni; tutto ciò ha comportato scelte e decisioni impegnative e non sempre facili. Ad esempio, la struttura inizialmente prevedeva dei giunti di dilatazione in corrispondenza delle pile. Ma le prove su modello dimostravano che c'era un passaggio di forze dalla volta all'impalcato difficilmente controllabile; cosa che probabilmente nella realtà sarebbe stata accettabile ma che sul modello, date le dimensioni, risultava assolutamente non fattibile. Bisognava allora decidere se tagliare o no

l'impalcato in corrispondenza delle mezzerie, per evitare che le forze passassero; alla fine, decisi si tagliare, e feci bene."

"L'appalto delle opere è stato affidato all'impresa Edilstrade di Forlì³⁸ ... molta parte del risultato ottenuto va ascritto a merito del Capo cantiere sig. Buattini. E' stato preparato un grande tavolato sul quale le sezioni delle strutture sono state tracciate al vero per consentire la preparazione delle centinature. Le fondazioni sono state costruite su pali da un metro di diametro (4 per ognuno dei punti d'appoggio delle volte. ... la volta è stata costruita cominciando dalle parti situate direttamente sulle fondazioni; successivamente sono state eseguite le singole campate con reimpiego dei casseri. ... l'importo dei lavori è stato di 848 milioni di lire pari a 160.000 lire per metro quadrato di impalcato stradale."

L'opera risulterà più costosa del previsto 920 milioni di lire contro i previsti 490, anche per effetto della revisione prezzi, con i lavori che si prolungheranno dal 1971 al 1975, essendo molto difficoltosi sia per la complessità della cassaforma lignea a doppia curvatura che del getto da eseguire su giaciture sub verticali.

Oggi, aldilà di iniziative spesso di facciata, il ponte sopravvive circondato dall'incuria e dal degrado di un mondo che non può comprenderlo.

Concorso per il ponte sullo stretto di Messina

"...si era alla fine del 1969, mio marito non voleva partecipare... Sosteneva che il problema di maggior rilievo era quello della deformabilità verticale sotto carichi variabili, oltre naturalmente a quello del vento... con i materiali conosciuti dall'uomo non si poteva neppure immaginare un ponte di luce superiore ai 2.000 metri.

Quando dopo una lunga elaborazione arrivò alla soluzione finale, mi resi conto che ci trovavamo davanti ad un progetto che rivoluzionava il concetto stesso di ponte sospeso di grande luce, fino ad allora legato a opere come il Golden Gate di San Francisco e il ponte Giovanni da Verrazzano di New York.

... la soluzione ideata da mio marito era rivoluzionaria perché, grazie all'impiego di una tensostruttura a doppio effetto, minimizzava la deformabilità orizzontale e riduceva l'importanza dell'impalcato a favore delle caratteristiche di tutta la struttura, concepita e dimensionata per resistere alle azioni del vento così come a quelle sismiche. C'è poi un altro aspetto di notevole interesse, l'aver riportato a 2.000 metri la luce libera grazie alle coppie di cavi che, partendo dalla sommità delle antenne, determinano dei

³⁸ Direttore tecnico dell'impresa Edilstrade di Forlì: dott.ing. Gilberto Framigni, capocantiere Buattini.

punti di sospensione posti a 500 metri da esse. In sostanza il progetto aggira il problema dei 3.300 metri di luce libera, riportando i dimensionamenti entro limiti realizzabili.

oi Sergio, forse perché si rendeva conto delle implicazioni di carattere urbanistico e paesistico di una simile opera, accettò di lavorare con Quaroni e il suo gruppo, che appunto curò quell'aspetto.

Ritengo che sarebbe una disgrazia per la comunità ingegneristica e scientifica nazionale se, nel realizzare un'infrastruttura di dubbia utilità, si trascurasse anche di renderla un simbolo della capacità progettuale e inventiva che ha sempre contraddistinto il nostro paese.³⁹



“... Musmeci era una persona molto semplice (come lo erano le sue geniali soluzioni) al corso di Ponti, che apriva sempre con 2 o 3 lezioni di astronomia (si era fatto costruire un piccolo osservatorio sul tetto di casa “amo l'astronomia” diceva “per collocarmi meglio nello spazio e nel tempo”, ci raccontò una volta che inizialmente non voleva partecipare al concorso al cospetto di nomi come lo studio Nervi o Fritz Leonhardt, pensava di aver poco da competere. Fu la moglie a fargli cambiare idea e lui vinse. G.Cusano. Radio Radicale Forum

Il progetto del Ponte sullo stretto raccontato da Sergio Musmeci

“La realizzazione dell'attraversamento viario e ferroviario dello stretto di Messina può divenire un problema di opere marittime, oppure, alternativamente, un problema di grande luce libera (3.000 metri).

La mia proposta nasce dalla convinzione che il secondo problema consente soluzioni più controllabili tecnicamente e quindi economicamente, in quanto svincolate dalle molte incognite poste da ogni eventuale opera in mare: forti correnti, fondali profondi e instabili oltreché poco conosciuti dal punto di vista geotecnico.

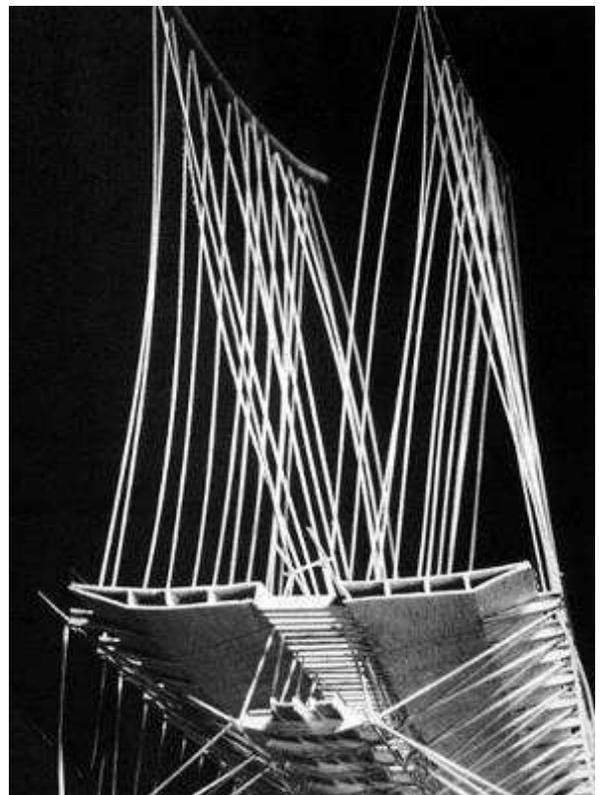
Tutti problemi acuiti dalla forte sismicità della zona. Una luce di 3.000 metri è più del doppio della luce più grande finora esistente che è quella

del ponte Giovanni da Verrazzano a New York (1.298 metri), ma bisogna subito rilevare che questa luce è rimasta praticamente inalterata dagli ultimi anni Trenta. Il Golden Gate di San Francisco (1.280 metri) è del 1937 e da allora vi è stato un notevole progresso tecnologico nel campo degli acciai strutturali. Ma soprattutto va rilevato che nei più grandi ponti sospesi esistenti il rapporto tra la freccia e la luce è solo 1/10 e ciò indica chiaramente che le luci possono essere notevolmente aumentate; portando questo rapporto ad 1/5 di freccia utile, si possono avere luci doppie senza modificare la sezione dei cavi.

Ciò che aumenta sensibilmente è l'altezza dei piloni, ma questo non pone grossi problemi tecnici; per avere 500 metri di freccia (1/6 della luce di 3.000 metri) è necessario costruire antenne di 600 metri, meno alte della Tour de la Defense in progetto a Parigi (725 metri senza controventature) che in ogni caso vanno confrontati con l'altezza sul fondo del mare di eventuali piloni per un ponte di 1.500 metri, e questa altezza sarebbe pur sempre di 400 metri, dei quali solo 150 di freccia utile (1/10 della luce) e almeno altrettanti subacquei.

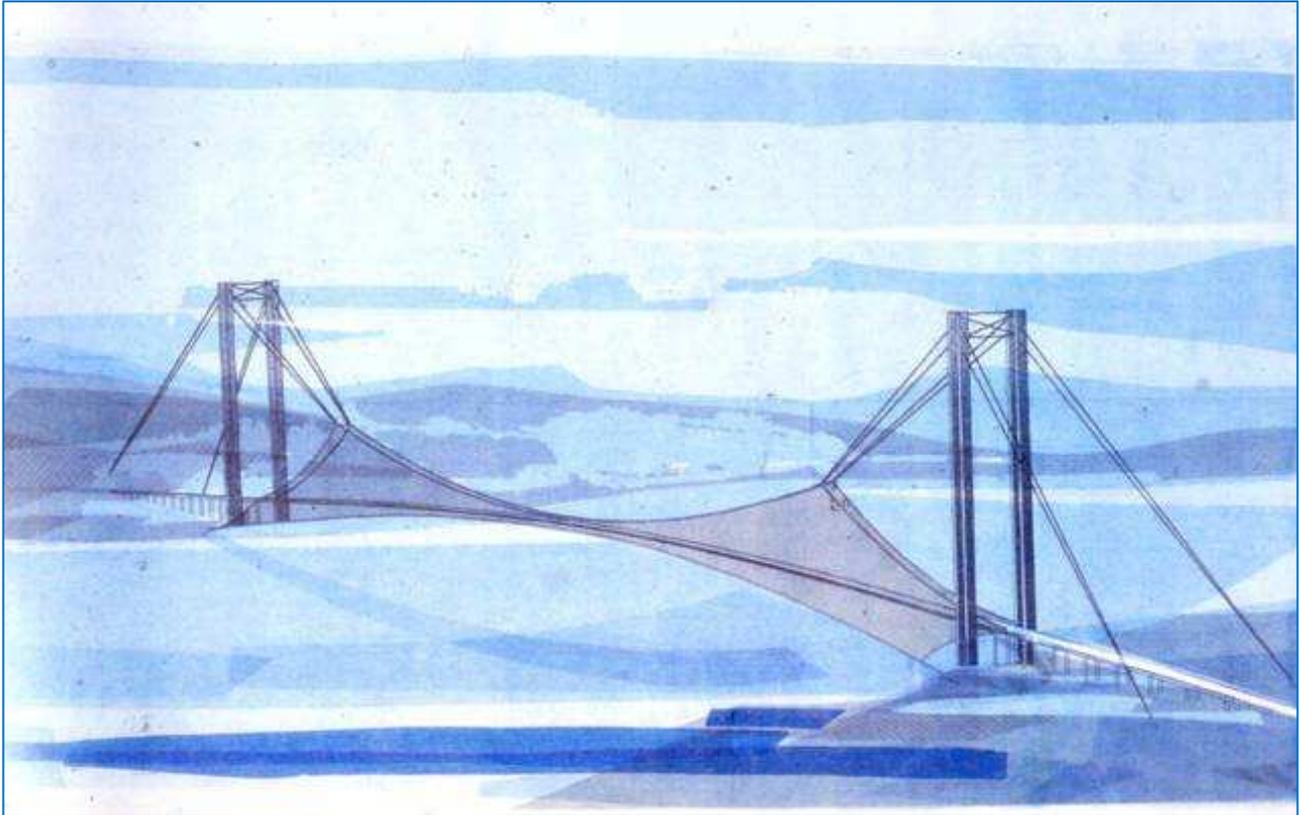
Il ponte che si propone è in tensostruttura; la presenza di cavi traenti lo stabilizza molto efficacemente nei riguardi del vento e delle azioni sismiche. Gli studi e le esperienze già acquisiti per questo tipo di strutture assicurano la fattibilità tecnica ed economica dell'opera.

Ma vi sono ragioni che trascendono sia la tecnica



che l'economia, intesa in senso stretto, e che spingono ad accettare per intero la sfida offerta da tre chilometri dello stretto. Sono ragioni di politica

³⁹ Intervista di Lucio Garofalo, Il Nuovo cantiere - aprile 1998



generale, di psicologia sociale e di promozione civile e culturale; il ponte sullo stretto deve essere concepito come un'opera d'avanguardia da affrontare con lungimiranza, decisione e coraggio, perché alle soglie del Duemila è un'occasione unica per stimolare l'intraprendenza delle nazioni nel campo delle grandi realizzazioni costruttive e per qualificarne il rango tra i popoli di avanzata civiltà tecnica. Il progetto prevede due corsie autostradali larghe 15 metri ciascuna per complessive otto corsie, delle quali due per la sosta, e due binari ferroviari con pendenze massime del 10%. Le antenne, in acciaio di elevate caratteristiche (tipo TI), dovranno sorgere al limite tra il mare e le due sponde; la loro pianta è a forma di stelle a tre punte, ed esse saranno accessibili grazie ad un sistema di ascensori.

Le antenne sostengono a mezzo di speciali strutture d'innesto il sistema dei cavi portanti che comprende un tratto di campata di 2.000 metri e due tratti laterali meno tesi di 500 metri ciascuno. queste linee di differente curvatura si complimentano nello spazio con quelle dei cavi traenti di controvento, che si abbassano verso le rive allargandosi per raggiungere gli ancoraggi posti a 240 metri uno dall'altro alle estremità delle grandi piattaforme di fondazione in cemento armato.

Si sono evitate trave reticolari e piloni a portale ricercando una leggerezza e purezza di linee capace di conferire all'opera slancio ed essenzialità.

Questo è stato l'intendimento che ha ispirato il progetto.

Oggi dobbiamo inventare il futuro proiettando in esso quell'armonia tra ragione e natura che è il più prezioso patrimonio ideale che ci ha lasciato la civiltà classica.”⁴⁰

“Festa in casa Musmeci. Non solo la moglie Zenaide ma anche i quattro figli rivendicano il loro apporto. Infatti nella settimana precedente la scadenza della gara, erano tutti a disposizione di Sergio, chi per incollare i grafici, chi per tendere i fili della tela di ragno del modello. Il successo è davvero dell'intera famiglia. Nella baldoria si dimenticano i sacrifici affrontati, le delusioni subite, i misconoscimenti a livello accademico, le ore di scoraggiamento e di rabbia. In termini scientifici ed esistenziali l'investimento ha portato i suoi frutti: a 44 anni, Musmeci esce dall'oscurità o da una rinomanza confinata all'ambito degli specialisti; il suo nome si diffonde su giornali, riviste e programmi televisivi.

Dopo vari tentativi, Musmeci una notte ebbe un'improvvisa folgorazione. Si precipitò da Zenaide e le disse: “Forse ho scoperto l'uovo di Colombo. Io disegno un ponte di due chilometri anziché di tre. Poi elimino i piloni sostituendoli con cavi di sospensione che riportano pesi e tensioni alla sommità delle antenne. Che te ne pare?” Bruno Zevi⁴¹

Il concorso Internazionale

⁴⁰ tratto dal Nuovo cantiere -aprile 1998

⁴¹ Bruno Zevi in Cronache di Architettura vol.VIII Laterza 1973

Il 28 maggio del 1969 l'ANAS e le Ferrovie dello Stato bandivano un «Concorso internazionale di idee per un attraversamento stabile viario e ferroviario fra la Sicilia ed il Continente». Al Concorso partecipano 143 concorrenti di cui solo 85 ottemperavano alle imposizioni del bando. Di questa prima selezione 45 proponevano la soluzione di un ponte, sospeso o strallato, ad una o più campate, 19 preferivano il tunnel – in alveo o subalveo – e gli altri 12 ipotizzavano soluzioni varie, tra cui dighe, istmi, ponti galleggianti, ecc.

La commissione giudicatrice composta da docenti universitari ed esperti italiani e stranieri, il 25 novembre del 1970 assegnavano 6 premi e 6 secondi premi, adottando il criterio di premiare ex aequo le migliori soluzioni per ogni tipo proposto.

Vincevano dunque i 15 milioni di lire del primo premio quattro ponti sospesi a:

1 campata di 3000 metri di luce (gruppo capeggiato da Musmeci)

3 campate di 770-1600-770 metri (gruppo "Ponte Messina Spa")

4 campate di 465-1360-1360-465 metri (gruppo capeggiato da Montuori)

5 campate, le tre centrali di 1000 e le due laterali di 500 metri (Technital)

Il ponte di Musmeci si può vedere come la combinazione di un ponte sospeso con un ponte strallato. Il progetto si discosta dalla concezione classica dei ponti sospesi per proporre una soluzione, nata per le grandi coperture (Jawerth), di associare ai cavi portanti dei cavi stabilizzanti con curvature contrapposte, per contrastare efficacemente le oscillazioni ed i fenomeni di instabilità aerodinamica.

Gli elementi caratterizzanti il progetto sono essenzialmente due:

1. l'adozione degli stralli che consentono di eliminare i pendini più lunghi in prossimità dei piloni.

2. l'introduzione dei cavi stabilizzanti, con curvature contrapposte a quelle dei cavi portanti

Questa soluzione porta ad avere numerosi benefici rispetto alla soluzione tradizionale, in termini di stabilità nei confronti dei movimenti verticali ed orizzontali, maggiore rigidità torsionale, riduzione dei pesi propri dell'impalcato.

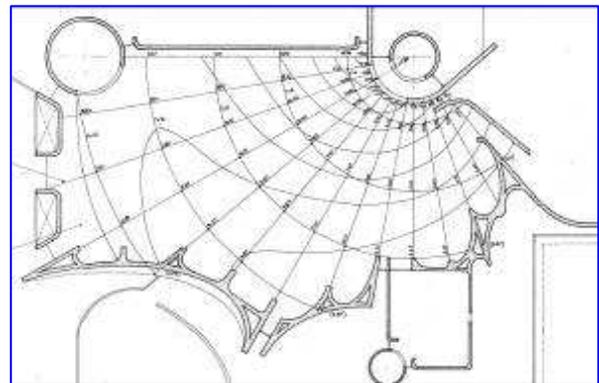
Il ponte oggi

Il concorso internazionale del 1969, con i due originali progetti di Sergio Musmeci e Pier Luigi Nervi, molto diversi tra loro ma uniti nella soluzione alla resistenza alla stabilità laterale (dopo il crollo del ponte Tacoma 1940) attraverso una evoluzione dello schema classico del ponte sospeso con un uso diverso dei cavi, che oltre a sostenere l'impalcato lo stabilizzano rispetto all'azione del vento, sembra non aver lasciato alcun segno, tanto che, ignorando completamente il concorso e le numerose indicazioni della comunità scientifica, si è optato per una soluzione tradizionale di ponte sospeso -qualcuno ha detto

un ponte di Brooklyn più grande ma con un profilo dell'impalcato aereodinamico, scartato nell'Akashi Kaikyo (1990mt) dopo le prove nell'enorme galleria del vento (45mt) costruita ad hoc- messo in appalto sulla base di un progetto preliminare perdendo l'occasione straordinaria di riportare l'Italia ai vertici dell'ingegneria mondiale con un progetto straordinariamente bello e moderno, come ancora oggi è quello di Sergio Musmeci, vincitore del concorso.

Chiesa a Colle S. Alberto Sarteano (SI)

Un contorno di pareti in cemento armato di spessore 25/30 cm dal profilo superiore variegato; una copertura composta da una soletta di 8 cm armata con doppia rete Ø8/20cm "spalmata" su una raggiera di 14 cavi portanti tipo precompresso da 12Ø5 di acciaio ad alto limite (10.000 kg/cm²) che discendono dalla guglia del campanile curvo e si innestano nelle pareti laterali. (1969)



Dal giornale locale Montepiesi

La chiesa di Sant'Alberto.

"Un importante monumento di Sarteano che meriterebbe di essere più conosciuto e valorizzato, anche con l'inserimento nel circuito delle visite turistiche, è la Chiesa di Sant'Alberto. Come il resto del complesso, è stata realizzata dal Comm. Alfredo Falcioni per lasciare una memoria del figlio Alberto prematuramente scomparso. La prima pietra fu benedetta dal Vescovo Carlo Baldini poco dopo la fine del Concilio. La Chiesa fu consacrata dal Vescovo Renato Spallanzani il 28 Maggio 1972 e fu inaugurata dall'Arcivescovo



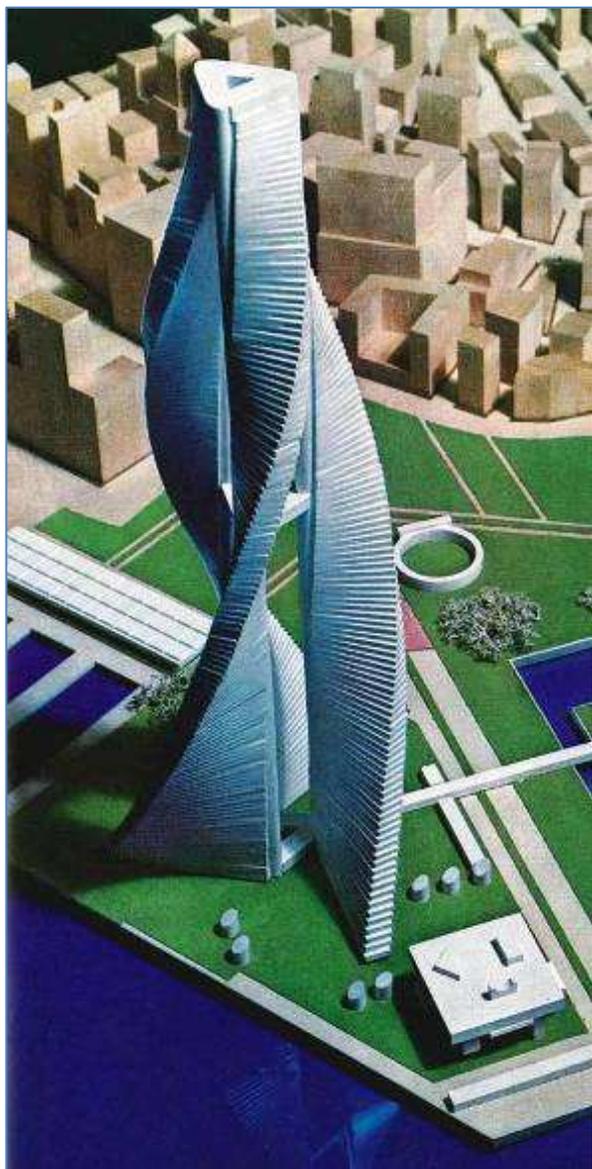
di Siena Mario I. Castellano otto giorni dopo e donata alla Parrocchia. Il disegno è dell'Architetto Giancarlo Petrangeli e dal Prof. Sergio Musmeci e ha la struttura di una tenda in cemento armato. La tenda è simbolo della presenza di Dio in mezzo al suo popolo, ma anche di rifugio, intesa, incontro del popolo di Dio nel suo cammino verso la dimora eterna...

E' sicuramente una delle Chiese più belle degli ultimi decenni in Italia. La Parrocchia ha provveduto negli ultimi tempi della presenza di don Priamo a Sarteano al rifacimento completo della copertura in rame.

Ci auguriamo che anche con i recenti lavori di ristrutturazione che hanno interessato tutto il complesso, la Chiesa sia più utilizzata, goduta e visitata dal nostro popolo e dai forestieri."

L'architetto Fabrizio Bardelli, che ne ha curato il restauro della copertura dice:

"La struttura è veramente affascinante, l'unica pecca era data dal fatto che la copertura a vela, in getto su cavi, tesi in opera, non era coibentata, né protetta con una adeguata impermeabilizzazione.



Nel 1996 ho provveduto a realizzare una copertura ventilata in rame, leggera e funzionale, che ha dato ottimi risultati sino ad oggi e non mi pare abbia alterato la struttura esistente... Furono protette le superfici in c.a. faccia a vista e ripristinati anche alcuni dettagli in c.a. che si erano quasi completamente perduti."

Il grattacielo elicoidale

un progetto di Manfredi Nicoletti.

"Musmeci è un ingegnere eccezionale. La sua lucidità di calcolare si unisce ad una immaginazione che tende a ridurre tutti i problemi all'essenziale."

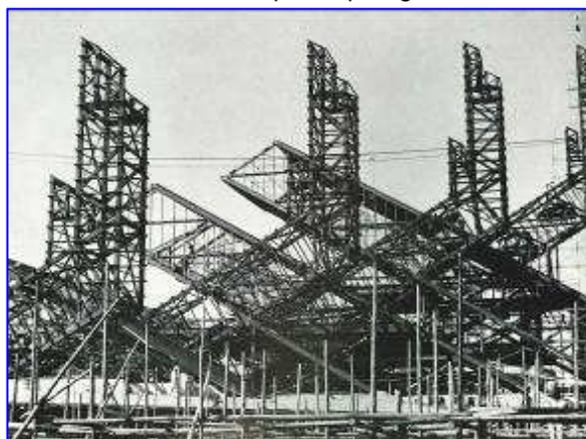
La forma del grattacielo elicoidale può essere descritta come un sistema di tre vele svergolate che discendono ancorate ad un albero composto da tre cilindri alti 565 metri.

Le componenti strutturali sono tre: gli elementi cilindrici metallici a doppia parete, i cavi di bordo e di facciata, i solai a sandwich metallici. La forma dei cavi di controvento è quella di una spirale logaritmica con la partenza a 120 metri dal vertice ed una rotazione di 240°. In altezza l'edificio è diviso in tre parti, a cui corrisponde anche il collegamento tra i 3 cilindri, posti al vertice di un triangolo equilatero di 40 mt. di lato. Tale divisione è determinata dai numeri della serie di Fibonacci ed ottiene tre parti di eguale volume. Le fondazioni comprendono la platea centrale sotto le tre colonne e sei ancoraggi perimetrali per i cavi di bordo, che sfruttano il contributo delle pareti di contenimento dei dieci piani sotterranei.

Expo di Osaka 70



Il concorso nazionale per il padiglione italiano fu



vinto dal progetto di Tommaso e Gilberto Valle e Sergio Brusa Pasquè con la consulenza strutturale di Sergio Musmeci.

Una zona espositiva di circa 4.000 mq in una struttura metallica costituita da pochi elementi tipo fortemente caratterizzati, addirittura contrapposti nello spazio, con all'interno funzioni diverse. Sei contenitori rettangolari per gli spazi espositivi e 4 tubi piegati contenenti le funzioni di distribuzione verticale, che si contrastano sostenendosi mutuamente.

Con Tommaso e Gilberto Valle, Musmeci collabora anche per il concorso per l'**aerostazione di Genova** sempre in strutture d'acciaio. *“ Impiegare l'acciaio in forme che non differiscono da quelle applicate nel cemento armato e già per esso inadeguate, con luci libere analoghe a quelle che da secoli si ottengono nelle costruzioni murarie di uso corrente, è quasi come servirsi di un aereo supersonico per un viaggio di pochi chilometri o di un calcolatore elettronico per fare una moltiplicazione.”*



Chiesa parrocchiale a Gibellina Nuova

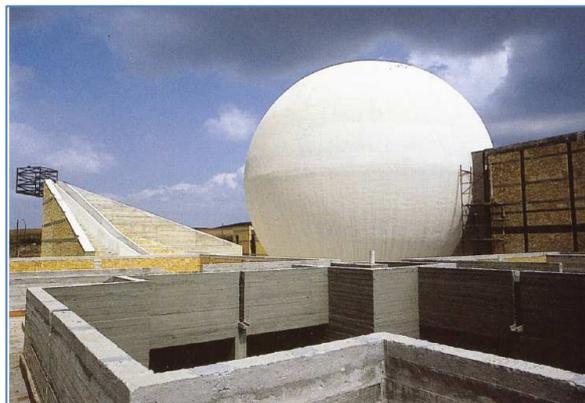
Ludovico Quaroni e Luisa Anversa, con Giangiacomo D'Ardia Sergio Musmeci.

“In seguito al terremoto del 1968 nella Valle del Belice, l'abitato di Gibellina è stato completamente ricostruito a 18 chilometri di distanza dal sito originario, alla convergenza di importanti infrastrutture di collegamento regionale. Nel progetto di riedificazione della città vengono coinvolti i principali esponenti del panorama architettonico nazionale che danno vita ad una importante esperienza di città di fondazione nel segno dell'arte contemporanea. Nel 1970, l'ISES (Istituto per lo Sviluppo dell'Edilizia Sociale) di concerto con il Comune di Gibellina, ha conferito a Ludovico Quaroni l'incarico per il progetto preliminare della nuova chiesa e degli annessi locali parrocchiali.

Il progetto per la chiesa parrocchiale di Gibellina, completato nel 1972 a cura di Ludovico Quaroni e Lucia Anversa, prevedeva l'edificazione di un sistema di spazi dalle interessanti implicazioni simboliche e dalle forti connotazioni urbane legate alla complessità del tema. I rapporti tra l'amministrazione comunale di Gibellina e i progettisti si formalizzeranno nel 1981 quando, con una delibera della giunta municipale (n. 77 del

5.5.1981), Quaroni ed Anversa sono incaricati di redigere il progetto esecutivo⁴². “

Il contributo di Musmeci è pertanto relativo alla sola progettazione, mentre nell'esecuzione vi sono stati non pochi problemi, tanto che nell'agosto del 1994 è crollata la copertura piana dell'aula dei fedeli, lasciandola, suggestivamente e drammaticamente, a cielo aperto⁴³.



La casa a Formello

“La villa, su circa 3.000 mq in cima ad un colle, come residenza familiare per 6 persone.” Acqua, terra, pietra, cemento, legno, cotto, sono i materiali usati da Zenaide Zanini e Sergio Musmeci nella loro casa a Formello (Roma). Una



casa su tre livelli, coperta a terrazze; l'articolata volumetria nasce da un impianto geometrico composto da varie figure: dall'esagono al cerchio. Al piano terra l'enorme salone che termina nella cucina. All'ingresso il grande pianoforte a coda. Poi le camere per i 4 figli ed i servizi. Al piano primo, la camera matrimoniale si affaccia sull'enorme terrazzo, raggiungibile anche dal giardino con due scale opposte. Da qui la scala quasi sospesa nel vuoto per andare nella parte

⁴² Regione Siciliana Assessorato Beni Culturali Ambientali e P.I. DIPARTIMENTO REGIONALE PER L'ARCHITETTURA E L'ARTE CONTEMPORANEA Servizio Architettura e Urbanistica "Relazione tecnica su Chiesa Madre di Gibellina" degli arch. Marilù Miranda arch. Giuseppe Parello

⁴³ Il fratello Alberto Musmeci, che ha curato il successivo progetto di modifica alla cupola, fu coinvolto nell'azione penale da cui è risultato assolto, mentre furono condannati l'impresa ed il direttore dei lavori.

più alta dell'edificio, alla specola astronomica, grande passione di Sergio Musmeci.

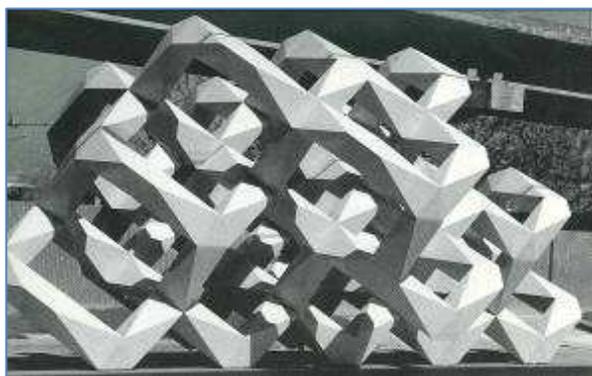
La chiesa di San Gregorio Barbarigo

Sono di Sergio Musmeci le strutture dell'ultima opera di Giuseppe Vaccaro (Bologna 1896 – Roma 1970) per la chiesa di San Gregorio Barbarigo a Roma, posta in una posizione infelice, sulla via Laurentina, all'incrocio con via Shuman e via delle montagne rocciose e che per questo Vaccaro chiuse all'esterno con ampie pareti di calcestruzzo. La struttura della chiesa è di estrema semplicità, con grandi travi metalliche lasciate al colore antiruggine e grandi pareti di calcestruzzo a fasciare gli spazi religiosi composti da circonferenze che si intersecano illuminate dall'alto.



Geminazione

Una scultura di Zenaide Zanini, eseguita da Italcementi con calcestruzzo impregnato al silicone. Basata su un modulo tetraedrico con elementi di 90 cm che formano anche i nodi.



Ponte sull'Appia Antica

Quasi il negativo delle conchiglie dell'Auditorium di Renzo Piano. Questa è la prima impressione che si può avere oggi, esaminando le piante del progetto del ponte di attraversamento dell'Appia Antica a Roma. Un insieme di armoniose curve geometriche progettato da Musmeci nel 1980 al solo livello preliminare e completato ed eseguito per opera della moglie Zenaide Zanini. L'idea di Musmeci è quella della fusione tra pilone e trave su cui corre il nastro stradale, con i tre gusci di

calcestruzzo martellinato che si rovesciano in copertura, con i punti d'appoggio a terra indicati dalla Sovrintendenza in relazione ai reperti archeologici dell'area.



Appendici

Dagli interventi della giornata di studio "Sergio Musmeci, la forma e la struttura" Firenze 9 novembre 1998 in Bollettino degli Ingegneri n. 4, 1999

Piero Pozzati. ... rimanendo tra l'altro impressionato dalla sua alta capacità di progettare strutture tanto in acciaio quanto in calcestruzzo armato.

Il progetto del ponte in calcestruzzo armato sull'Astico, disegnato con una elegante sequenza di arcate di oltre 70 mt di luce, collegate, in corrispondenza delle loro reni, da archi minori, con il risultato di una notevole leggerezza e dell'attenuazione delle spinte delle stesse arcate.

Il ponte sullo Stretto. La concezione di Sergio Musmeci, sostenuta da una visione coerente ed organica dei vari problemi, applica genialmente ai ponti sospesi la prima idea, nata per le grandi coperture (Jawert), di associare ai cavi portanti altri cavi stabilizzanti con curvature contrapposte, ..., per di più realizzando un'estetica notevole e rassicurante... la soluzione Musmeci elimina i lunghi e deformabili tiranti di appendimento dell'impalcato posti in vicinanza dei pilastri, in grado, tra l'altro, di costituire un notevole schermo al vento.

Salvatore Di Pasquale... il fatto che tensioni e deformazioni debbano risultare inferiori, o al più eguali, a valori predeterminati suggerisce a Musmeci l'idea di capovolgere l'impostazione del problema considerando come dati noti le tensioni e come incognite le grandezze che descrivono la forma della struttura. In tal modo si arriva ad una filosofia della progettazione strutturale ben diversa da quella che generalmente presiede al lavoro dello strutturista ...

Musmeci è affascinato dalle idee espresse da A.G.M. Michell e le rielabora in una sua personalissima interpretazione, partendo dalla

considerazione, ..., che non può esistere in natura, una sola forza applicata in un punto, ma che devono sempre esistere almeno due forze eguali e contrarie; da qui l'idea del dipolo statico, sul quale costruisce tutta la sua teoria delle strutture ... sviluppata ne "La statica e le strutture" del 1971.

A.G.M. Michell (1904) stabilisce una connessione tra la forma della struttura e la quantità di materiale strettamente necessario per il suo corretto funzionamento, ..., risultati analoghi erano stati ottenuti da W. Ritter nel 1875, che aveva sottolineato la corrispondenza tra le linee lungo le quali si trasmettono le pressioni esercitate sulla testa del femore e la conformazione delle trabecole ossee che ne costituiscono lo spugnosa ...

Enrico Mangoni e Paolo Spinelli.... all'aspetto formale e strutturale deve riconoscersi pari dignità, ed uguale importanza nella definizione dell'opera. In Musmeci tutti i progetti principali sono rivolti a determinare per un certo problema costruttivo, lo schema resistente d'insieme che ottimizza sotto le azioni esterne il volume di materiale impiegato.

Ogni realizzazione costruttiva, ..., costituisce, ...un problema tridimensionale, ...i suoi elementi portanti non fanno riferimento a schemi piani, sono delle superfici nello spazio, mutevoli di volta in volta per classificazione geometrica, ma tutte volte in modo unitario a connotare con caratteristiche peculiari le tre dimensioni spaziali. In tutte le opere di Musmeci ..., appare dominante sull'intera filosofia di progetto, la tendenza ad ottimizzare lo sfruttamento delle capacità resistenti del materiale.

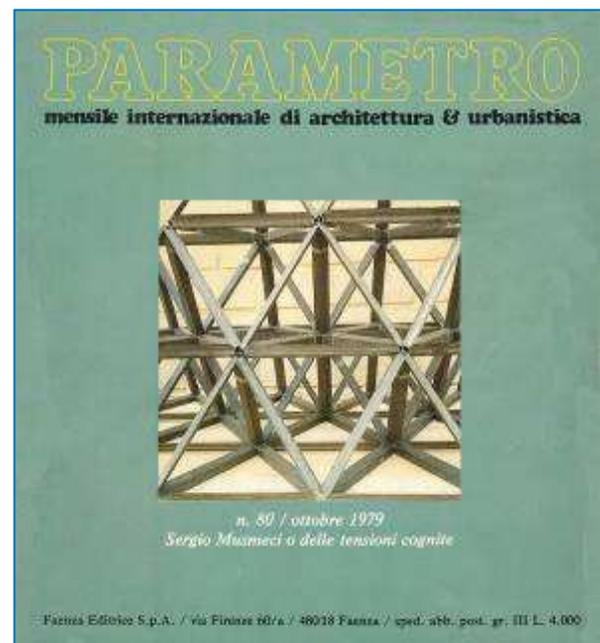
... Le due soluzioni strutturali più note, proposte da Musmeci nel campo dei ponti, ovvero il progetto per il ponte sullo stretto di Messina ed il ponte sul Basento, rappresentano soluzioni allo stesso tempo "ottime" e "robuste". (NdR. Ottime, in quanto ottimizzano l'impiego di materiale; robuste, in quanto insensibili a variazioni, anche non piccole del sistema di carichi agenti sulle strutture.)

Massimo Majowiecki... i punti salienti dell'idea di Musmeci, sono essenzialmente due:

- 1) L'introduzione della fune traente (o stabilizzante) con curvatura contrapposta a quella della fune portante.
- 2) L'adozione dello strallo che permette di eliminare i pendini più lunghi (in prossimità delle pile).

PARAMETRO numero 80 Anno X Ottobre 1979
"Nel bilancio di una rivista di architettura che ha raggiunto gli ottanta numeri non poteva mancare una monografia su uno dei più singolari e autentici "costruttori" del nostro tempo: Sergio Musmeci. Il

linguaggio che egli parla è fatto certamente di dissonanze, appare eretico nei confronti dei codici architettonici contemporanei, nutrito soprattutto di quella cultura laica e complessa che fu una delle caratteristiche del nostro milieu intellettuale degli anni '50 e che trova tra i suoi diretti referenti il lavoro e il pensiero di Wright. Le opere di Musmeci appaiono spesso stridenti, inquietanti di quella stessa inquietudine che opprimeva l'illuminismo di fronte agli "spazi vuoti e infiniti" e ci obbligano ad un confronto con l'ambiente costruito dagli epigono-plagiari del Movimento moderno."



Musmeci nel ricordo degli allievi⁴⁴

L'esame di Ponti era facoltativo, ma alcuni lo inserivano nel piano di studi perché avevano già avuto Musmeci come professore a Meccanica Razionale.

Era geniale e di una semplicità disarmante. Oltre al programma faceva lezione anche su argomenti extra come la statica dei fili, che spiegava in 20 minuti con una chiarezza esemplare. iniziava il corso di Ponti con una serie di proiezioni di immagini astronomiche. Mostrava galassie a spirale e raccontava di come, in generale, le variegata forme delle galassie non fossero ancora state spiegate adeguatamente. Invogliava molto alla ricerca: non gli interessavano i calcoli ma la consapevolezza della forma strutturale e delle problematiche e delle leggi che la governano. Il calcolo, a quel punto, per lui era un'operazione scontata.

Affermava che la forma è la vera incognita nella progettazione strutturale, non le tensioni. Il

⁴⁴ Questo è un racconto virtuale, ma reale perché desunto da più testimonianze, degli allievi di Musmeci.

problema non era calcolare una forma data ma trovare forme nuove capendo come le tensioni modellassero "naturalmente" la forma e attraverso lo studio e la comprensione delle "strutturazioni" di cui la natura è piena.

Citava spesso anche D'Arcy W. Thomson⁴⁵ e spiegava con precise argomentazioni il fatto che, come in natura non si può pensare di prendere un organismo vivente ed ingrandirlo o rimpicciolirlo in scala a piacimento, perché non sopravviverebbe, così anche le strutture hanno una loro dimensione ottimale, oltre la quale, come avviene in natura bisogna pensare a un organismo di tipo totalmente diverso.

Coltivava e conosceva anche con molta sensibilità e competenza le arti figurative e, in particolare, le correnti moderne. Parlava con estrema competenza, per es., di Gaudì o del minimalismo (a proposito delle strutture di minimo volume) e di come a volte gli artisti intuiscono anticipatamente sviluppi poi destinati alla scienza. Era, inoltre, una persona di rara e squisita umanità, il che non guasta mai ...

Incontro **Giuseppe (Pino) Picchi** a mezzogiorno di una calda giornata di novembre. Al piano primo della libreria Edison in Piazza della Repubblica a Firenze. Gli chiedo del suo lavoro con Sergio Musmeci, di come l'ha conosciuto e di quant'altro di interesse. Era stato suo allievo a Statica e ne era rimasto affascinato. Appena laureato andò a trovarlo a casa per più volte ed alla fine Musmeci lo prese in studio. Nel parlare, Pino si commuove tanta è la partecipazione e l'affetto che lo lega al ricordo di Musmeci. Era un pensatore, mi dice. Una persona eccezionale, dotata di gentilezza, simpatia, cortesia.

Ha lavorato con lui dal 1970 fino alla sua morte.

All'inizio c'era anche l'arch. Scoccianti, ma poi rimase solo lui a disegnare le strutture ed a fare anche i calcoli più semplici.

Musmeci aveva una straordinaria preparazione matematica, derivata dal fatto che i suoi insegnanti erano gli stessi di Fisica di via Panisperna.

Disegnava benissimo a mano libera.

Al lavoro di routine per le strutture di villette, legato anche al rapporto con il fratello Alberto, ingegnere della Società Generale Immobiliare, si affiancavano i lavori per gli amici architetti in cui sperimentava le soluzioni più innovative.

Iniziò ad insegnare all'Università come assistente alla cattedra di Statica del prof. Tedone, lui e

⁴⁵ D'Arcy Wentworth Thompson (1860-1948) Professore di Storia naturale all'University College di Dundee e successivamente alla Saint Andrews University, fu uomo di vasta erudizione e molteplici interessi. La sua opera più famosa è *On Growth and Form* del 1917. Il testo, un classico della morfologia dei viventi, introdusse la ricerca matematica e l'analisi fisica nel campo della morfologia.

Mario Desideri. Dopo alcuni anni divenne professore ad incarico e successivamente ebbe anche, presso il dipartimento del Prof. Bruno Zevi la cattedra gratuita di Ponti e grandi strutture. Il direttore del dipartimento del prof. Giuseppe Tedone era il Prof. Ing. Carlo Cestelli Guidi, ed i rapporti di Musmeci con Zevi fece sì che si creassero incomprensioni, anche se tutti lo consideravano un genio.

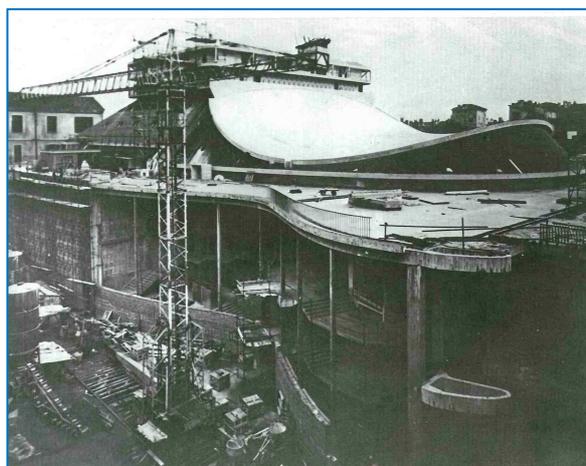
Per il ponte di Potenza, durante le prove all'ISMES che mostravano un passaggio di effetti taglianti tra impalcato e soletta curva, si consultò con il fratello Alberto ed alla fine decise di tagliare l'impalcato.

Ebbe un rapporto duraturo con la ditta CESICA di Pordenone, di cui divenne consulente. Lavoravano anche per la NATO ed una volta vennero in studio l'ing. Gigli ed un collaboratore più giovane, per discutere di un problema legato alla protezione delle strutture dalle esplosioni: Musmeci, in poche battute gli spiegò come dovevano fare ed il perché: ne rimasero tutti meravigliati per la semplicità e la chiarezza.

Dopo il terremoto del Friuli si rapportò con il prof. Icilio Finetti.

Nel ponte sul Vara (1971) ci fu un problema dovuto ad una incomprensione sulle modalità d'esecuzione della sezione prefabbricata agli appoggi, che vennero eseguite male e che lo costrinsero ad alcune notti di studio per poi trovare la soluzione con perforazioni e barre diagonali a 45°.

Nella copertura del teatro Regio di Torino: una soletta tesa, appesa ad una parete di cemento armato che sotto aveva dei pilastri, due dei quali furono poi tagliati a copertura eseguita, attraverso fori riempiti di piombo, che dopo il taglio fu scaldato e sciolto.



Scritti

La statica e le strutture

Nel marzo del 1971 esce per le edizioni Cremonese Roma, nella collana Poliedro, una collana che comprende testi di fisica e di

matematica pura ed applicata, di autori internazionali, principalmente destinata a ricercatori, tecnici e studenti, con temi posti al limite tra la ricerca e l'applicazione, tra la teoria e la pratica, **“La statica e le strutture”** un volumetto di 132 pagine in cui Sergio Musmeci riassume le sue ricerche originali nel campo dell'ingegneria strutturale e pone le basi, rifacendosi al teorema del minimo strutturale formulato nel 1904 da A.G.M. Michell di una teoria delle strutture che si affranchi dalla semplice verifica, per entrare nel campo vasto e fantasioso della progettazione ottimale di strutture capaci di sostenere un sistema di forze. Con questo testo, Sergio Musmeci è stato l'antesignano e quasi un profeta dei metodi di ottimizzazione strutturale che negli ultimi decenni hanno avuto un'ampia e rapida diffusione tanto da divenire insostituibili nel settore della progettazione automobilistica ed aeronautica e cominciano a fare la loro comparsa in tanti altri settori, come quelli della della competizione sportiva e addirittura nella progettazione di protesi articolari. Ciò che ha dato impulso alle ricerche in questo campo è stato, da un lato il recente sviluppo di modelli matematici per il comportamento dei materiali, dall'altro l'enorme sviluppo delle prestazioni dei calcolatori con l'utilizzo di codici di calcolo ad elementi finiti.

“... ci troveremo di fronte al problema di studiare, per un dato sistema di forze, tutte le possibili distribuzioni di tensioni nello spazio che ad esso corrispondono, ossia tutte le possibili strutture capaci di sostenerlo.”

Il contrario di tutto quello che veniva insegnato allora (ed ancora), cioè lo studio del regime statico che si origina in un sistema materiale assoggettato ad un sistema di forze. La verifica e non il progetto delle strutture.

Musmeci ricerca la soluzione del problema del minimo strutturale, *“del problema cioè di determinare la struttura capace di sostenere un assegnato SEFA con il minimo impiego di un dato materiale ossia, più esattamente, con il minimo impegno strutturale.”* rifacendosi al teorema del minimo strutturale formulato da A.G.M. Michell nel 1904, relativamente all'economia di materiale nelle strutture reticolari.

Musmeci parte dal concetto che *“una forza isolata non esiste”* ed introduce il concetto base di *dipolo statico e quindi del “SEFA: sistema equilibrato di forze applicate. Possiamo rappresentare una forza come un vettore applicato ad un determinato punto ed un SEFA come un sistema di simili vettori avente risultante e momenti nulli.*

Tutte le strutture che sostengono un medesimo SEFA hanno la stessa azione statica tensoriale. L'azione statica di un SEFA non è altro che il volume di materia resistente con un valore unitario della tensione, richiesto da ogni possibile struttura omogenea (solo trazione o compressione) capace di sostenerlo. E tutte le

strutture omogenee, (dello stesso materiale) capace di sostenerlo, richiedono esattamente la stessa quantità di materia. Ogni altra struttura non omogenea (con parti in trazione e parti compresse) capace di sostenere quel SEFA, richiederà una quantità di materia, sempre superiore a quel limite.

“Ciascuna struttura è, in definitiva, un particolare modo di disporre della materia resistente nello spazio, un particolare modo cioè di utilizzarlo staticamente.”

“...è sempre possibile pensare una struttura come un sistema di aste puramente soggette a sforzo normale, se necessario in numero infinitamente grande.”

Assegnato un SEFA, per ogni possibile struttura che lo sostiene, si può considerare:

- *l'impiego di materiale ossia il volume della struttura.*
- *Il volume strutturale V che coincide con il precedente.*
- *L'impegno strutturale, definito come il valore che avrebbe V se dovunque le tensioni fossero eguali al massimo ammesso*
- *L'azione strutturale S corrispondente al minimo valore possibile per l'impegno strutturale*

E' chiaro che la massima capacità di espressione del contenuto statico, ossia la massima aderenza della forma al fatto strutturale, si raggiunge quando ogni parte è necessaria nella stessa misura di ogni altra parte.

Il nostro bisogno di tradurre in fatti sensibili la nostra comprensione del fenomeno statico, e il desiderio stesso di dominarlo, ci portano a dosare le parti in proporzione alla sollecitazione che ciascuno deve sostenere. Nello stesso senso è naturale ricercare fra tutti i possibili, lo schema statico più efficiente, ossia la configurazione spaziale degli elementi resistenti che più di ogni altra risulti giustificata dall'utilizzazione strutturale della materia.

“E' questa un'equazione differenziale del secondo ordine, non lineare, che stabilisce la legge con cui debbono disporsi nel piano le linee di tensione affinché esse possano costituire una struttura di minimo.

Mentre quindi nello spazio a due dimensioni vi è una sola equazione di minimo strutturale, nello spazio a tre dimensioni vi sono due differenti sistemi di equazioni.

Concludendo si deve considerare che le equazioni del minimo strutturale non sono di facile ed immediata soluzione; certamente però, con l'ausilio di mezzi di calcolo adeguati esse possono fornire la soluzione di singoli problemi di

ottimizzazione nell'impiego del materiale e, più in generale, indicazioni utili per la progettazione razionale delle strutture.

La graduale soluzione di questi problemi, porterà alla costruzione di una vera e propria teoria della progettazione strutturale, capace di contribuire alla scoperta o all'invenzione di nuove forme per le strutture."

Introduzione alle costruzioni antisismiche

Dalla presentazione: "Le note che seguono sono il risultato di un incontro che ho avuto a Pordenone nel luglio 1976, con i tecnici Friulani e con quanti erano interessati alla soluzione dei problemi drammaticamente posti alla Regione dal terremoto del maggio 1976. Nella prima giornata ho cercato di chiarire i caratteri salienti del fenomeno sismico e ho fatto delle considerazioni generali sulla tecnica delle costruzioni antisismiche. Nella seconda mi sono occupato del calcolo pratico delle strutture e nella terza ho cercato di dare qualche indicazione sull'analisi dinamica. Mi sono spesso aiutato con schizzi che sono così divenuti le illustrazioni di questo testo. Mi auguro che questo lavoro possa essere di qualche utilità a coloro che debbono progettare e calcolare strutture antisismiche per contribuire alla ricostruzione del Friuli."

Sergio Musmeci

Il libro ci riporta un Sergio Musmeci pienamente addentro alle problematiche sismiche, anche le più moderne, che spiega in maniera chiara e semplice, senza per questo perdere la complessità dei problemi.

"... non si deve dimenticare che tutto il nostro calcolo ... è basato su una serie d'ipotesi che schematizzano un fenomeno reale ... assai complesso e di natura aleatoria, ed è perciò concettualmente errato usare uno strumento di calcolo eccessivamente sofisticato ... quando non possiamo tener conto di una serie di fatti, anche abbastanza importanti. Per esempio dobbiamo fare l'ipotesi che i materiali si comportino elasticamente mentre quando la scossa sismica è veramente forte, si ha sempre l'ingresso in campo plastico di alcune sezioni della struttura; vi sono poi le incertezze sull'effettiva resistenza conseguita dai materiali e dai collegamenti, la possibile disuniformità nelle loro caratteristiche meccaniche, la possibile esistenza di coazioni impresse durante le varie fasi della costruzione a causa di piccoli movimenti delle fondazioni, e infine l'esistenza dei tamponamenti in muratura che all'atto pratico possono contribuire notevolmente alla resistenza e alla rigidità..."

"E' inutile che un museo dove sono conservati reperti archeologici molto fragili, resista al terremoto se dentro di esso tutto va in frantumi..."



Il 1 dicembre 1980 in un'intervista all'arch. Jean-Marc Schivo, sulle **strutture antisismiche**, Sergio Musmeci esprime le sue idee, ancora oggi attuali :

" ... si tratta di ricostruire paesini arroccati su creste montagnose che gli abitanti non vogliono abbandonare; le tipologie potrebbero rimanere quasi invariate; è la sostanza che dovrebbe cambiare; la sostanza strutturale. ... la gente non vuole una casa che non somigli a quella del padre, specie nel sud; è inutile fare degli igloo o delle strutture di tipo cittadino perché non ci vogliono stare. Occorre dare a questa gente delle immagini abitative alle quali sono abituati e che desiderano riavere; ciò non esclude che la sostanza possa essere molto diversa, migliore igienicamente, spazialmente e strutturalmente. Siccome la risposta tecnica può essere data anche in questi termini non si capisce perché non farlo..."

"... io credo che una struttura antisismica, la migliore possibile, quando è possibile, è sempre quella che comporta una certa elasticità"

" ... un discorso importante è quello di concepire la struttura come un tutto unico, un fatto organico che reagisce in ogni sua singola parte. Un oggetto unico che ha delle sue modalità di resistenza alle reazioni orizzontali, le cui parti devono essere dimensionate, proporzionate sia come resistenza, sia come rigidità, sia come pesi: solo allora si sarà potuto fare una struttura unica antisismica, concepita come un organismo."

Scritti di carattere scientifico.

Premesse per una scelta razionale delle soluzioni strutturali, I, in Atti e rassegna tecnica

della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, dicembre 1966.

Un particolare invariante statico delle strutture in L'ingegnere, n. 1, 1967.

Su un modo di introdurre i principi della statica, in Cultura e scuola, n. 25, gennaio – marzo 1968.

Caratteristiche principali delle strutture in cemento armato, in L'Ingegnere n.7-8-9, p. 687 sgg., 1969.

La statica e le strutture, Cremonese, Roma 1971.

Il calcolo elettronico e la creazione di nuove forme strutturali in AA.VV., Architettura & Computer, p.147sgg. Bulzoni Editori, Roma, 1972.

Introduzioni alle costruzioni antisismiche Associazione degli industriali della Provincia di Pordenone, Pordenone 1976.

La genesi della forma nelle strutture spaziali in Parametro, a. X, n. 80, p. 13, 1979.

Architettura e pensiero scientifico, in Parametro, a. X, n. 80, p. 35, 1979.

Le tensioni non sono incognite, in Parametro, a. X, n. 80, 1979.

Bibliografia

"Adalberto Libera Sergio Musmeci - Il palazzo della regione a Trento" a cura di Marco Pogacnik, Ed. Nicolodi, Rovereto 2007.

L'architettura cronache e storia.

nn. 6-8-17-43-44-45-52-55-65-69-71-90-121-128-138-148-164-176-196-201-216-219-224-228-247-286-290-307-310/311-362-387

Casabella nn.235/1960-469/1981-739-740/2006

Parametro n.80 ottobre 1979

Parametro n.132 1984 A.Guacci S. Musmeci, Il tempo Mariano a Trieste.

Ottagono n. 32- 235

Nuovo Cantiere Aprile 1998 intervista a Zenaide Zanini di Lucio Garofalo

Sergio Musmeci Organicità di forme e forze nello spazio, Manfredi Nicoletti, Universale di Architettura Torino: Testo & Immagine, 1999

Le forme organiche strutturali Materia e spazio nelle opere di Sergio Musmeci, Rinaldo Capomolla in Rassegna di Architettura ed urbanistica n.121/122 Ingegneria Italiana 2007 a cura di Tullia Iori e Sergio Poretti

La statica e le strutture, Sergio Musmeci Ed. Cremonese Roma 1971

Il ponte e la città Sergio Musmeci a Potenza, Cangemi editore 2003

Cronache d'architettura, Bruno Zevi Universale Laterza 1973

Il Tempio di Monte Grisa a Trieste, Adriana Guacci, Del Bianco Editore, 1992.

Introduzione alle costruzioni antisismiche / Sergio Musmeci. - 2 ed. - Pordenone : Grafiche editoriali artistiche pordenonesi, 1978.

Disegno architettonico esecutivo / Sergio Musmeci, Carlo La Torre. - Roma : La nuova Italia

scientifica, 1982.

The limits of economy of material in framed-structures. A.G. Michell. *Phil. Mag.* S. 6 8, pages 589-597 (1904).

Sergio Musmeci, C.E.S.I.C.A., Pordenone, 1979

Musmeci Sergio. Ponti C.La Torre, in "Casabella", 469, 1981

Genio delle tensioni incognite, B. Zevi in *Cronache di architettura*, Bari, Laterza, 1981

Progetti e realizzazioni di Sergio Musmeci, R. Pedio, in "L'architettura, cronache e storia", 387, 1988

Ludovico Quaroni, 1811-1987, opere e progetti, Pippo Ciorra, Documenti di architettura, Electa, 1989, Milano, pagg. 142-147;

Sergio Musmeci e i suoi ponti Antonella Perco, tesi di laurea, relatore prof. Ing. Enzo Siviero, 1994-95, Università degli Studi di Venezia, Dipartimento di costruzione dell'architettura.

Le forme organiche strutturali. Materia e spazio nelle opere di Sergio Musmeci. Rinaldo Capomolla in Rassegna di Architettura e urbanistica n. 121/122 "Ingegneria Italiana" Anno XLI gen-Ago. 2007

Sergio Musmeci tra arte e scienza, Gerardo Sassano Basilicata regione Notizie

Inno di arte e parola La chiesa di S. Carlo al Villaggio del Sole di Vicenza 1962 - 2002

a cura di Elisabetta e Roberto Brusutti

Mille esemplari in distribuzione gratuita stampati nel mese di giugno 2002

"La chiesa parrocchiale di S. Carlo in Vicenza"

Sergio Ortolani (arch.), Antonio Cattaneo (ing.), Sergio Musmeci (ing.) articolo su "fede e arte"

Rivista Internazionale di Arte Sacra della Pontificia Commissione Centrale Arte Sacra, luglio – settembre 1963, Roma

"Ti boccio, sei troppo artista" Bruno Zevi articolo sul periodico L'Espresso n° 13 del 5 aprile e 1981

Sergio Musmeci L'architettura della struttura

Prof. Ing. Vittorio Mosco, Incontro dibattito OICE: *INGEGNERIA IN CERCA DI EROI XVII*

Convegno Nazionale ANIMP-OICE-UAMI Trieste – ottobre 2000

L'archivio di Sergio Musmeci e Zenaide Zanini al MAXXI

La famiglia ha donato l'archivio dei lavori dello studio Musmeci al DARC - MAXXI. L'iniziativa ha portato alla pubblicazione del libro Sergio Musmeci a Potenza. Il ponte e la città, Gangemi Editore 2003.

Acquisito nel 2003, l'archivio personale di Sergio Musmeci e di Zenaide Zanini, comprende materiali che documentano sia l'impegno professionale in Italia e all'estero, sia la ricerca scientifica sui temi della forma strutturale. Dichiarato di notevole interesse storico dalla Soprintendenza Archivistica per il Lazio nel 1997, l'archivio è costituito inoltre da appunti, lezioni, materiali per la didattica e da un ricco carteggio.

Consistenza

L'archivio consiste in circa 1500 elaborati grafici; circa 50 fascicoli di documenti allegati ai progetti; circa 20 fascicoli di materiali di studio; circa 20 fascicoli di materiali di studio; 1 scatola di fotografie; 4 modelli (1950-1970). Tra i progetti documentati in archivio: Progetto di ponte sull'autostrada del Sole (1950), Pensilina stazione di servizio, Bologna (con G. Vaccaro, 1958), Auditorium del centro atomico, Bombay (1960), Centrale ENEL, Sassari (1964, con Z. Zanini), Chiesa villaggio del sole, Vicenza (1969), Ponte sul Basento, Potenza (1966 - 1972), progetto per il Concorso del Ponte sullo stretto di Messina (con Z. Zanini, 1969), Ponte a guscio, Shiraz, Iran (1975), Hangar a Beirut (1978), Strutture per svincoli, Abu Dabi (1978), Ponte sull'Appia antica, Roma (con Z. Zanini, 1980), Padiglione Oikos, Bologna (con Z. Zanini, 1980-82).

Opere realizzate



- 1954 Scuola Nazionale di Atletica Leggera, Formia (progetto architettonico di Annibale Vitellozzi)
- 1954-1962 Palazzo della Regione, Trento (progetto architettonico di Adalberto Libera)
- 1957-1962 Nucleo sud del quartiere di ponte Mammolo, Roma (progetto architettonico coordinato da Giuseppe Vaccaro, strutture in collaborazione con Francesco Palpacelli)
- 1955 Cinema Araldo, Roma (progetto architettonico di Carlo Ammannati)
- 1956 Stabilimento industriale, Pietrasanta (progetto architettonico di Leo Calini ed Eugenio Montuori)
- 1957 Cinema, Montecchio (Vicenza) (progetto architettonico di Sergio Ortolani e Antonio Cattaneo)
- 1957-62 Quartiere CEP (Centro Edilizia Popolare), Bologna (progetto architettonico



coordinato da Giuseppe Vaccaro con R. Amaturò, S. Brugnoli, A. Manzone, F. Palpacelli)

- 1958 Pensilina Stazione di servizio, Bologna (progetto architettonico di Giuseppe Vaccaro)
- 1959 Stadio del Nuoto al Foro Italico, Roma (progetto architettonico di Enrico Del Debbio e Annibale Vitellozzi)
- 1959 Palazzine (3) in via Vallombrosa, Roma (progetto architettonico di Zenaide Zanini)
- 1960 Copertura della Chiesa del Villaggio del Sole, Vicenza (con Sergio Ortolani e Antonio Cattaneo)
- 1960 Copertura del Centro Atomico presso Bombay India (progetto architettonico dello studio SCM di Leo Calini ed Eugenio Montuori)



- 1960 Sede della TETI, Roma (con Alessandro Bombetti e Italo Bruni)
- 1960 Sede della INADEL (Istituto Nazionale Assistenza Dipendenti Enti Locali), Roma (con Mario Loreti)
- 1960-62 Progetto delle strutture del Tempio Mariano, Trieste (progetto architettonico Antonio Guacci, Umberto Nobile)
- 1961-62 Progetto delle strutture della biblioteca Nazionale Roma

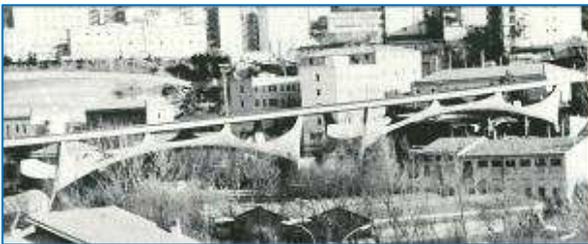


- 1961-1965 Palazzo per uffici SIFIR in via Po 19, Roma (progetto architettonico di Leo Calini ed Eugenio Montuori)
- 1961 Casa Russo, Ischia (progetto Zenaide Zanini)
- 1963 deposito Italtubi, Roma (con Aldo Livadiotti, Italo Stegher)
- 1964 Centrale ENEL, Sassari (progetto architettonico Zenaide Zanini)

- 1965 Edificio Mobili Kei, Latina
- 1966 Copertura del Teatro Regio, Torino (progetto architettonico di Carlo Mollino e Carlo Graffi)



- 1967-1969 Ponte sul Basento, Potenza (con Aldo Livadiotti, Zenaide Zanini)



- 1969 Chiesa a Colle S. Alberto, Sarteano (con G. Petrangeli)
- 1970 Progetto delle strutture del padiglione italiano all'EXPO di Osaka (progetto studio Valle)
- 1971 Ponte sul Vara, La Spezia
- 1971 Serbatoi pensili Pordenone
- 1972 Progetto delle strutture della Chiesa parrocchiale a Gibellina Nuova (progetto architettonico di Ludovico Quaroni e Luisa Anversa con Giangiacomo D'Ardia)
- 1973 Albergo Castello, Martina Franca (con Domenico Esposito)
- 1973-75 Villa a Formello, Roma (con Zenaide Zanini)
- 1978 Ampliamento casa di cura De Cesaris, Pescara (con Zenaide Zanini)
- 1973-75 Edificio residenziale IACP Ancona, con Sergio Lenzi
- 1979-1981 Viadotto di via Cilicia sulla via Appia Antica, Roma (con Zenaide Zanini)
- 1980 Padiglione OIKOS, Bologna (con Zenaide Zanini)
- 1980 Ampliamento Chiesa di San Gregorio Barbarigo, Roma (progetto di Giuseppe Vaccaro, G. Gualtieri)

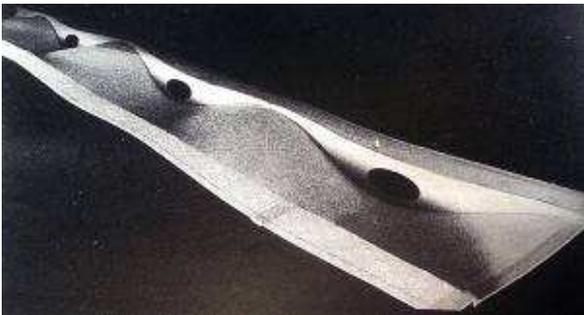
Progetti

- 1950 Ponte sull'Autostrada del Sole. *Concorso appalto*



- 1951 Mercato del pesce e scuola professionale marittima, Pescara (progetto architettonico di S. Boselli)
- 1953 Copertura della sala pubblica della Cassa di Risparmio, L'Aquila (con Massimo Parboni)
- 1953 Palazzetto dello Sport, Roma (progetto architettonico di Annibale Vitellozzi) *Concorso nazionale*
- 1954 Stazione ferroviaria, Napoli (progetto architettonico di Annibale Vitellozzi e Vasco Fadigati) Il premio ex-aequo
- 1956 Ponte sull'Astico, Vicenza (progetto architettonico di Sergio Ortolani e Antonio Cattaneo)
- 1956 Chiesa, Bologna (progetto architettonico di Giuseppe Vaccaro)
- 1957 Ponte, Ivrea (progetto architettonico di Bruno Zevi, Ludovico Quaroni e Adolfo De Carlo)
- 1958 Copertura della Cappella dei Ferrovieri, Vicenza
- 1958 Palestra CONI, Frosinone (in collaborazione con Zenaide Zanini)
- 1958 Ponte, Verona (con Alberto Ferrante)
- 1959 Ponte di Tor di Quinto, Roma (con Ugo Luccichenti)
- 1959 Sede della Società dei Fiorentini, Roma (con Massimo Starita ed N. Germano)
- 1960 Mercati Generali, Roma (progetto architettonico di Annibale Vitellozzi, Massimo Castellazzi e Giulio Dall'Anese)
- 1960 Palazzo del Lavoro Italia, Torino (con Carlo Mollino e Carlo Bordogna) Il premio
- 1960 Monumento ai Mille, Marsala (progetto architettonico di Zenaide Zanini) Il premio
- 1960 Cavalcavia tipo concorso nazionale, progetto segnalato
- 1960 Teatro comunale, Alessandria (progetto architettonico di Francesco Palpacelli)
- 1961 Progetto della Biblioteca Nazionale, Roma (con Guido Gigli, Manfredi Nicoletti, Mario Manieri Elia, Giuseppe Vaccaro) Il premio urbanistica, Il premio Architettura
- 1961 Progetto di restauro strutturale della semicupola sull'abside di Costantino nella Basilica di Massenzio, Roma
- 1962 Concorso per il Monumento alla Resistenza, Cuneo (con Zenaide Zanini)
- 1962 Concorso per il Palazzo dello Sport, Foggia (con Guido Gigli, Marcello Rutelli)
- 1962 viadotto a Fiumicino
- 1963 viadotto di svincolo della Roma-Civitavecchia
- 1964 Concorso per un Ponte sul fiume Lao, Il premio
- 1964 Appalto concorso Stabilimento Arrigoni, Cesena

- 1965 Concorso per il Palazzetto dello Sport, Firenze II premio
- 1966 Concorso per il Monumento alla Resistenza, Trieste (con Zenaide Zanini)
- 1967 Concorso per il Palazzo dell'aria e dello spazio, Parigi (con Maurizio Vitale)
- 1969 Progetto di edificio per abitazioni, Pordenone (progetto architettonico di Zenaide Zanini)
- 1969 Appalto concorso per il Palazzo dello Sport, Milano (con Riccardo Morandi, Vittorio Mosco, Dagoberto Ortensi, Italo Stegher)
- 1969 Concorso per il Ponte sullo Stretto di Messina I premio ex aequo (progetto urbanistico di, Ludovico Quaroni, G. Barbaliscia, S.Dierna, F.P. D'Orsi Villani, G.Esposito, A.Quistelli, A. Rinaldi)
- 1970 Studio delle strutture per un Grattacielo elicoidale (progetto architettonico di Manfredi Nicoletti)
- 1971 progetto di Autogrill, Potenza (progetto architettonico di Zenaide Zanini)
- 1972 Concorso per l'Archivio di Stato di Firenze (con Sergio Bonamico, Enzo Mastelloni, Zenaide Zanini)
- 1972 Concorso Centro Direzionale Latina Nova, Latina (con Vittorio d'Erme, E. Lusana, M. taviano, M. Valori) Il premio
- 1972 Progetto di piezometro con ristorante, Torino (con Zenaide Zanini)
- 1972 Progetto di serbatoi e piezometri in Venezuela (con Zenaide Zanini)
- 1973 Progetto di piscina coperta tipo (con Zenaide Zanini)
- 1973 Progetto di ponti a marina di Classe, Ravenna (con Zenaide Zanini)
- 1974 Progetto del centro direzionale di Fontivegge, Perugia (con Zenaide Zanini)
- 1974 Progetto del Complesso residenziale di Bunker Hill, Los Angeles (con Marco Zanuso)
- 1974 Progetto delle strutture del Complesso sportivo Valle del Diano, Salerno
- 1975 Progetto di Viadotto a Shiraz (Iran) con Sandro Morabito.



- 1975 Concorso per un Ponte semisommerso nel Lago di Fogliano, Latina II premio (con Ernesto Lusana, V. D'Erme, R. Funicello, G. Giovagnoli, A. Angelucci, M. De Cuni)

- 1977 Appalto concorso di Ponte sul Niger, Ajaokuta
- 1977 Concorso per Palazzo per uffici a Riad (con Giorgio Biuso)
- 1978 Progetto di complesso direzionale, Teheran Iran (con F. Palpacelli, B. Galletta, M.A. Gandolfo, P.Marcon)
- 1978 Progetto di ponti in Ruanda (con S. Dell'Anna)
- 1978 Studi per strutture modulari spaziali autoportanti
- 1978-80 Concorso per un ponte, Bolzano (con Zenaide Zanini)
- 1980 Progetto di Ponte, Cividale (UD)
- 1980 Progetto di casa a Cumiana, Torino (progetto architettonico Carlo Graffi)
- 1980 Concorso per l'aerostazione di Genova (con studio Valle)

... ed altri concorsi

Concorso per un monumento ai Mille a

Marsala. Sergio Musmeci, Zenaide Zanini, Franco Placidi scultore. Premio di riconoscimento
"... l'occasione di una esplicita esaltazione strutturalistica: l'immensa volta a vela, con uno (dei tre) spigoli immerso nelle acque a richiamare l'unione dei due territori."

Concorso Aniacap-In/Arch per tipologie edilizie residenziali. Carlo Severati, Hilda Selem, Paolo Valeriani, Sergio Musmeci, gruppo di studenti. Progetto segnalato

Concorso "Latina Nova". Vittorio D'Erme, Ernesto Lusana, Martino Taviario, Michele Valori, Sergio Musmeci.

Concorso nazionale per il monumento alla Resistenza a Cuneo. Sergio Musmeci, Zenaide Zanini. Un grande muro con pianta a spirale logaritmica e una struttura spaziale sospesa su di un velo d'acqua.

Concorso nazionale ISES di selezione progettisti per quartiere Secondigliano (NA)

Federico Gorio, Arnaldo Bruschi, Vittorio De Feo, Paolo Jacobelli, Mario danieri-Elia, Elio Piroddi, Ettore Ricciardulli, Sara Rossi, Eduardo Salzano, Sergio Musmeci consulente strutturale.

Concorso per il Teatro Comunale di Alessandria. "Le Pleiadi" di Franco Palpacelli, consulente Sergio Musmeci. Una grande copertura tesa in cemento armato e rete di acciaio dello spessore di 8 cm.

Concorso per Centro Amministrativo di Toronto. Giulio Roisecco, Vincenzo Bacigalupi, Marisa Ceppini, Sergio Musmeci



“... il senso della più umile stanza comincia dalla collina che si vede all’orizzonte, ed è fatto di percorsi comportamentali e visuali, di ritmi di luce ed ombra nel fluire delle immagini, del tempo, della vita.”

Sergio Musmeci

“Mi piace ricordare mio fratello Sergio come uomo mite, esempio per i suoi quattro figli di disinteresse e di passione per la cultura, in tutte le sue forme. Oggi, a quasi trent’anni dalla sua scomparsa, restano le sue opere, poche quelle realizzate, rispetto alle tante che sono rimaste a livello di studio, le pubblicazioni delle sue ricerche teoriche sulla statica delle strutture e quelle sulle sue idee di critica del progetto strutturale.”

Alberto Musmeci
Roma 9.12.2009

Ringraziamenti

Un ringraziamento particolare ad Alberto, Fabio, Paolo e Livia Musmeci, ed all’arch. Giuseppe Picchi, all’ing. Carlo Abate della CESICA (PN). All’Associazione Villaggio del Sole di Vicenza nella persona di Roberto Brusutti. All’arch. Fabrizio Bardelli e ad Alessandra Minetti per la chiesa di Sarteano. A Lucio Garofalo per gli articoli del Nuovo Cantiere ed all’arch. Antonella Perco per la sua tesi.

1 edizione Gennaio 2010

Fausto Giovannardi

www.giovnardierontini.it

Questa opera è pubblicata sotto

Licenza Creative Commons

Attribuzione-Non commerciale-Condividi allo stesso modo

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/deed.it>



Progetto del Ponte sullo Stretto di Messina, 1969
Inchiostro di china e retini colorati su carta da lucido;
75x300 cm. Ministero per i beni e le attività culturali, Centro
archivi MAXXI architettura

