



DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE

*Dottorato di Ricerca in Ingegneria delle Strutture e del
Recupero Edilizio ed Urbano*

IX Ciclo N.S. (2007-2010)

**IL PROBLEMA DELLA CONSERVAZIONE
DELL'ARCHITETTURA MODERNA
IN CALCESTRUZZO ARMATO.
CASI STUDIO A SALERNO**

Luciana Arcuri

Il Tutor
Prof. Enrico Sicignano

Il Coordinatore
Prof. Ciro Faella

*“...quando costruiamo,
pensiamo che stiamo costruendo per sempre.
E non facciamolo per la nostra soddisfazione
di oggi, né per la sola utilità del momento;
che la nostra opera sia tale da far sì che
i nostri discendenti ce ne ringrazino...”*

J. Ruskin, Le sette lampade dell'architettura

INDICE

INTRODUZIONE.....	7
 CAPITOLO PRIMO	
LO STATO DELL'ARTE	9
1.1 Generalità.....	9
1.2 I movimenti culturali	14
1.3 La tutela in Europa.....	17
1.4 Gli strumenti normativi in Italia	19
 CAPITOLO SECONDO	
IL DEGRADO DEL CALCESTRUZZO ARMATO	23
2.1 Introduzione.....	23
2.2 Le cause del degrado	28
2.2.1 La carbonatazione del calcestruzzo	30
2.2.2 La corrosione delle armature	32
2.2.3 L'aggressione da parte di agenti chimici.....	34
2.2.4 L'azione del gelo e del disgelo.....	36
 CAPITOLO TERZO	
IL RECUPERO DEGLI ELEMENTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	37
3.1 Generalità.....	37
3.2 I prodotti a base cementizia	40
3.2.1. Intervento a spruzzo o a cazzuola.....	42
3.2.2 Intervento per colaggio	44
3.2.3 Intervento per iniezione	45
3.3 I prodotti a base polimerica	46
3.3.1 Le resine monocomponente.....	49
3.3.2 Le resine bicomponente.....	51

3.3.3 Altri tipi di resine.....	53
3.4 Confronto tra prodotti a base cementizia e a base polimerica.....	54

CAPITOLO QUARTO

LA CHIESA DELLA SACRA FAMIGLIA E

LA CLASSIFICAZIONE DEL DEGRADO	57
4.1 L'Architettura secondo Paolo Portoghesi e Vittorio Gigliotti.....	57
4.2 La Chiesa della Sacra Famiglia	60
4.3 Le schede di classificazione del degrado.....	70

CAPITOLO QUINTO

LA FABBRICA LANDIS & GYR E LA TEMATICA DELLA

RIFUNZIONALIZZAZIONE DI UNA FABBRICA	87
5.1 Luigi Cosenza e la sua Architettura.....	87
5.2 La fabbrica Landis & Gyr.....	90
5.3 La rifunionalizzazione di una fabbrica	99

CAPITOLO SESTO

LA FABBRICA SOLIMENE E LA TEMATICA DELL'ADEGUAMENTO DI UNA ARCHITETTURA MODERNA.....

107	
6.1 Paolo Soleri.....	107
6.2 La fabbrica delle ceramiche Solimene.....	111
6.3 L'adeguamento di una architettura moderna.....	123

CAPITOLO SETTIMO

CONCLUSIONI

131	
7.1 Una metodologia per conservare l'architettura moderna	131

BIBLIOGRAFIA	139
---------------------------	------------

INTRODUZIONE

Obiettivo di questo lavoro è stato quello di indagare in merito alle problematiche inerenti la conservazione del patrimonio architettonico moderno.

In primo luogo, appare opportuno chiarire il significato che si vuole dare al termine moderno.

Dal punto di vista meramente temporale, il moderno a cui ci si riferisce può non coincidere con una interpretazione di carattere strettamente storico, ma include in sé una vasta gamma di opere prodotte da diversi movimenti architettonici.

Si è inteso utilizzare il concetto di moderno in quanto esso include in sé tre dimensioni: la modernizzazione, legata ai processi di evoluzione scientifica e tecnologica caratterizzanti il XX secolo; la modernità, riferita ai cambiamenti sociali e culturali che scaturiscono dalla modernizzazione; il modernismo, connesso all'esercizio estetico della modernità, poiché rappresentazione dell'esperienza del nuovo.

Il patrimonio architettonico del Novecento è contraddistinto da estrema ricerca e sperimentazione di materiali, di tecniche e di forme, tali da essere sempre più aderenti alle nuove esigenze dettate dai cambiamenti tecnologici, sociali e culturali.

La mancanza di un'adeguata esperienza nella posa in opera dei nuovi materiali e la poca conoscenza delle caratteristiche di questi, soprattutto per quanto concerne il loro degrado nel tempo, hanno condotto il suddetto patrimonio ad una obsolescenza costruttiva. Lo studio di nuove forme architettoniche, che meglio aderissero alle nuove funzioni che si andavano delineando, ha reso la vita dell'edificio strettamente dipendente ad esse e ha spesso condotto il manufatto ad essere totalmente inadeguato al variare dei bisogni da soddisfare o delle relative tecniche da utilizzare.

Si è ritenuto opportuno dedicare una parte del lavoro al materiale che più di ogni altro ha caratterizzato l'architettura del XX secolo: il conglomerato cementizio. Le notevoli aspettative di perfezione e di eternità hanno portato ad un uso inconsapevole di tutte le caratteristiche intrinseche di tale materiale e questo ha condotto, in tempi più o meno brevi, al manifestarsi del degrado. Quanto detto trova conferma nelle parole di Pier Luigi Nervi: “ [...] *il fatto di poter creare pietre fuse di qualunque forma, superiori alle naturali perché capaci di resistere a tensioni, ha qualcosa di magico [...]*” e ancora: “*La sua natura, malleabile prima e poi monolitica, è di difficile controllo ma si offre, a chi la sappia governare, come eccezionale strumento per inventare forme mai viste, nuove immagini e nuovi spazi per l'architettura*”¹.

Concludendo, si può evidenziare la necessità di intervenire in tempi rapidi sull'enorme patrimonio architettonico, data la sua tendenza ad invecchiare precocemente.

La problematica della conservazione dell'architettura moderna implica una trattazione di tipo interdisciplinare confluyente in altri ambiti scientifici, che non si è ritenuto invadere poiché non rispondente alla finalità di tale lavoro che riguarda esclusivamente l'individuazione di una metodologia di intervento, applicabile a tutto il patrimonio moderno in conglomerato cementizio armato.

¹ Cfr. E. Sicignano, *Architetture in cemento armato*, Clean Edizioni, Napoli, 2007, pag.154.

CAPITOLO PRIMO

LO STATO DELL'ARTE

1.1 Generalità

Il patrimonio di edifici ed infrastrutture costruito nel XX secolo è quello che definisce in maniera più decisiva la conformazione attuale degli ambiti urbani. Il boom economico e la forte voglia di riscatto sociale che hanno caratterizzato il secondo dopoguerra sono state tra le cause per le quali tale immenso quantitativo di manufatti sia frutto non solo del desiderio di innovazione e sperimentazione tecnologica, estetica e sociale, in verità sentimento più presente nella prima metà del secolo, ma anche, purtroppo, della speculazione e dell'abusivismo edilizio. Proprio per quest'ultimo motivo sono scaturite constatazioni riguardanti la scarsa qualità dell'edilizia e dell'urbanistica della seconda metà del Novecento, giudizio negativo che spesso, malauguratamente e in maniera superficiale, viene più volte esteso all'intera produzione architettonica di



Maslon House, Rancho Mirage, California, progettata da Richard Neutra nel 1962, prima e durante la demolizione, avvenuta nel 2002.

questo secolo e che legittima pratiche di manomissione sostanziale o, nel peggiore dei casi, di demolizione di opere che sono testimonianza storica e di qualità tecnologica ed artistica.

Congetture simili sono state supportate anche dalla sorte di alcuni quartieri «d'autore» che, nati da studi di tipologie complesse con il fine di riscattare, tramite la qualità architettonica, le periferie misere e sfrangiate, sono poi divenuti dei veri e propri ghetti. Tra quelli più noti alla cronaca degli ultimi tempi si può citare, a titolo esemplificativo, le «Vele» di Scampia, periferia del comune di Napoli. Questi edifici-torre furono progettati tra il 1968 e il 1974 da Franz Di Salvo con la prospettiva di trasformare tale insediamento in una città autonoma nella città. La mancanza di servizi e l'assenza di convivenza tra classi sociali differenti, hanno portato, in breve tempo, questa zona a divenire incubatrice di violenza e delinquenza, innescando nella società il desiderio di distruggere tali edifici.



Le «Vele» di Scampia, Napoli, progettate da Franz Di Salvo tra il 1968 e il 1974. A destra immagine della demolizione di una parte avvenuta nel 1997.

Alla luce di tali considerazioni la demolizione sembrerebbe quindi la conseguenza più immediata. Fortunatamente però, negli anni '60, il rischio di perdere architetture che più che edifici erano dei veri e propri manifesti di nuove ideologie, iniziarono a introdurre il problema della

conservazione di questo patrimonio². Tale questione fu affrontata, in prima analisi, rispetto al solo patrimonio realizzato seguendo i dettami del Movimento Moderno, visto l'enorme eco che ebbero i suoi principi rivoluzionari sin dalla sua nascita.

Il riconoscimento del valore di testimonianza storica e culturale, che è stato dato alle opere dei maestri del Movimento Moderno, è palese quando si analizzano le vicissitudini delle cinque *Unités d'habitation*, realizzate tra l'inizio degli anni '50 e la fine degli anni '60 da Le Corbusier a Marsiglia, Rezé, Berlino, Briey e Firminy. È, infatti, singolare come, analizzando le loro vicende parallele, la loro storia sia simile. Tutte furono progettate per ospitare un gran numero di piccoli alloggi destinati alle classi operaie, che, al contrario, non hanno mai amato vivere in questi villaggi popolari abbandonandoli in breve tempo. La riscossa di queste particolari architetture è avvenuta grazie a ceti più ricchi e più colti che hanno riscoperto l'aderenza del progetto alle proprie esigenze e, soprattutto, hanno avuto la consapevolezza di possedere e di vivere all'interno di un pezzo della storia dell'architettura. Questa ha fatto in modo che in ogni *Unités d'habitation* nascesse una collettività, a volte organizzata in forma di vera e propria associazione³, che ha promosso il restauro, ha ottenuto il vincolo di tutela dalle autorità competenti e che attualmente continua a promuovere la divulgazione e la manutenzione di

² Tra queste è sicuramente da annoverare la vicenda del salvataggio di Villa Savoye di Le Corbusier. Lo stesso autore, quando la villa fu espropriata per essere demolita e costruire al suo posto un edificio scolastico, mobilitò critici ed intellettuali additando la sua opera come manifesto della moderna estetica dell'architettura. Tale impegno portò, nel 1964, a classificare la villa tra i *bâtiments civils*, evento eccezionale per la Francia di allora.

³ Nell'*Unités d'habitation* di Rezé, denominata *Maison Radieuse*, è nata l'AHMR (Association des Habitants de la Maison Radieuse) che organizza la vita collettiva e le attività del tempo libero del *village vertical*. La salvezza della *Cité Radieuse* di Briey-en-Forêt, in Lorena, è avvenuta grazie al costituirsi dell'associazione *La Premier Rue*, formata principalmente da architetti, artisti e critici.



Vista esterna e immagine dell'atrio dell'*Unités d'habitation* di Berlino Charlottenburg.

tali edifici. La salvaguardia delle opere di Le Corbusier, che ha portato anche a candidare Firminy-vert a diventare patrimonio dell'Unesco, non è stato solo un giusto atto culturale, ma è divenuta anche un'operazione che ha ridato un grosso valore economico a un bene, come dimostrato dalla grande massa di visitatori che ogni anno si recano in questi luoghi e dal notevole incremento che hanno avuto i prezzi di affitto e di vendita.

Gli atteggiamenti nei confronti del patrimonio edilizio del ventesimo secolo si dividono non solo a seconda dello stile architettonico, se o meno appartenenti al Movimento Moderno, o dell'autore, a seconda che sia più o meno apprezzato dalla critica, ma anche in base a considerazioni riguardanti la validità delle ormai consolidate pratiche del restauro.

Infatti, la vicinanza temporale non permette alla critica di avere il giusto distacco per valutare correttamente i valori intrinseci del bene e conseguentemente diviene lecito riutilizzare più che recuperare. D'altro canto, quando viene riconosciuto un valore storico-artistico, i principi a cui attualmente è pervenuta la pratica del restauro non vengono tutti sempre rispettati. Spesso si cede alla tentazione di cancellare le tracce del tempo per ristabilire la condizione d'origine, a dispetto dell'assunto teorico di mantenere il documento inalterato e di intervenire, quindi, solo per ritardare gli effetti dell'invecchiamento.

Ad ogni modo, appare del tutto inattuabile e non auspicabile la museificazione dell'intero patrimonio del Novecento. Diviene centrale, quindi, il quesito riguardo cosa salvaguardare. Per poter stabilire ciò stanno nascendo molti archivi in modo che possa essere effettuata una scelta circa quale pezzo di patrimonio tramandare alle generazioni future, fatta non sulla base di astratti valori artistici, ma in conseguenza ad attente riflessioni critiche.

1.2 I movimenti culturali

Le condizioni di forte degrado e il rischio di demolizione cui erano sottoposte alcune delle maggiori opere di architettura moderna hanno portato al susseguirsi di diversi convegni e seminari, promossi da diverse associazioni di studiosi. Tra le più attive è sicuramente da menzionare Do.Co.Mo.Mo (Documentation and Conservation of buildings, sites, and neighbourhood of the Modern Movement). Tale associazione nacque nella sua veste internazionale nel 1989 presso l'Università Tecnica di Eindhoven con lo scopo di contribuire alla valorizzazione e alla conservazione del patrimonio architettonico moderno e si è sviluppata in Italia, con una sede nazionale presso l'Università di Roma Tor Vergata, nel 1995. La peculiarità di tale associazione è quella di volersi porre come luogo di dibattito sul tema della conservazione del patrimonio del XX secolo caratterizzato da un periodo entusiasmante ed unico in cui l'architettura, l'urbanistica e il disegno del paesaggio hanno subito una grossa trasformazione nata dalla volontà di rompere in maniera netta con le teorie del passato. Si vuole, quindi, dare risalto ai valori innovativi del movimento moderno che coinvolgevano sia la sfera tecnica, sia estetica, sia sociale.

L'attività principale di Docomomo è quella di compilare un catalogo dei manufatti moderni, effettuando un'attenta selezione delle opere, condotta secondo precisi criteri, e una conseguente schedatura degli edifici e dei siti. Tali operazioni sono necessarie per poter proporre vincoli e, conseguentemente, ottenere la tutela di tali opere.

Altri organismi internazionali operano per la protezione del patrimonio edilizio del XX secolo ampliando lo sguardo verso tutte le opere di questo periodo e non limitandosi al solo Movimento Moderno.

L'ICOMOS (International Council on Monuments and Sites), organo consultivo dell'Unesco che è impegnato a promuovere la conservazione,

la protezione, il restauro e la valorizzazione dei monumenti, dei centri storici e dei siti di livello internazionale, ha recentemente posto l'attenzione su tale patrimonio istituendo due commissioni che se ne interessano in maniera diretta, l'ISC20C, o indiretta, l'ISCARSAH. La prima, Icomos Twentieth Century Heritage Scientific Committee, si occupa dell'identificazione, della conservazione e della tutela delle opere del secolo scorso. La seconda, International Scientific Committee on the Analysis and Restoration of Structures of Architectural Heritage, promuove la cooperazione internazionale in merito alla conoscenza degli aspetti strutturali di tutti gli edifici oggetto di tutela, stabilendo delle linee guida per poter procedere correttamente nella loro conservazione e diffondendo le esperienze acquisite nei vari paesi. In particolare, tale commissione ha redatto dei principi generali⁴ riguardanti l'atteggiamento da assumere, per quanto concerne l'aspetto strutturale, quando si deve intervenire su un edificio tutelato. Nel constatare l'inapplicabilità al patrimonio architettonico esistente dei moderni codici e delle normative sulle costruzioni, vengono delineate raccomandazioni specifiche suddivise in: principi, nei quali vengono presentati i concetti basilari della conservazione e del restauro, e linee guida, invero non ancora definite, ove vengono esposte le procedure e le metodologie da seguire negli studi preliminari e nella progettazione. In tali principi si afferma la necessità di affrontare il problema della conservazione e del restauro con un approccio multidisciplinare e l'importanza della conoscenza approfondita di tutte le componenti della costruzione che ne definiscono il valore, essendo questo espressione unitaria delle conoscenze tecnologiche del luogo e dell'epoca di costruzione. I cambiamenti di destinazione d'uso e gli interventi sulla struttura devono, quindi, essere fatti in funzione, contemporaneamente, della sicurezza e della

⁴ Cfr. *Carta ICOMOS - Principi per l'analisi, la conservazione e il restauro strutturale del patrimonio architettonico*, Ratificata dalla XIVa Assemblea Generale dell'ICOMOS a Victoria Falls - Zimbabwe, ottobre 2003.

conservazione dell'edificio, nell'insieme di tutti i suoi elementi che lo caratterizzano.

1.3 La tutela in Europa

La tutela del patrimonio di architettura contemporanea in Europa è stata supportata da strumenti normativi in tempi molto anteriori rispetto a ciò che è avvenuto in Italia.

L'esperienza francese è forse quella più esemplare sia per la precocità con cui è apparsa, sia per la vastità della sua azione. Infatti, già nel 1957, furono avviate campagne conoscitive tematiche del moderno⁵, non differenziando in alcun modo gli strumenti normativi per i beni architettonici in genere con quelli per l'architettura moderna e contemporanea. Successivamente, grazie all'emanazione di un decreto nel 1961, si estese la possibilità di iscrizione all'Inventario supplementare alle costruzioni contemporanee rimarchevoli. L'ulteriore peculiarità della legislazione francese sta nel fatto che essa prevede una sorta di tutela anche per il contesto del bene stesso, imponendo l'approvazione da parte del funzionario dei Bâtiments de France dei progetti dei lavori di trasformazione nel raggio di 500 m.

Degne di menzione per la tempistica adottata nei riguardi della tutela del patrimonio moderno, sono anche la Germania e l'Inghilterra. Nella prima, dove l'organizzazione della tutela si basa sulla divisione amministrativa in Länder, sin dagli anni '50 sono stati promulgati provvedimenti di tutela su complessi di edifici del Movimento Moderno, i cui casi emblematici sono le varie sedi della scuola Bauhaus.

In Inghilterra va sicuramente ricordata l'azione di stimolo della Twentieth Century Society e del National Trust sull'English Heritage, l'organismo governativo che si occupa del patrimonio storico inglese.

⁵ Le campagne conoscitive tematiche (le *listes* , di cui la prima, presentata dall'ispettore generale Chauvel, risale al 1957) erano propedeutiche all'emanazione di provvedimenti sulla base della legge di tutela dei monumenti storici del 1913 (*Sur le monuments historiques*, 31 dicembre 1913).

Per quanto riguarda l'Europa in generale, nel 1991 furono redatti alcuni principi per la conservazione e la valorizzazione dell'architettura del ventesimo secolo⁶. In essi oltre a definire strategie per la promozione e la catalogazione di questo particolare patrimonio, si forniscono anche criteri per l'individuazione delle opere meritevoli di essere conservate e i possibili strumenti per attuare tale tutela. I principi alla base dei criteri di selezione sono basati sulla valenza non solo architettonica, funzione di un determinato stile o della notorietà del progettista, ma viene riconosciuta l'importanza di inserire in tale patrimonio anche le opere significative per quanto riguarda la storia della tecnologia e lo sviluppo politico, culturale, economico e sociale. Per quanto concerne poi la gestione e la conservazione di tali architetture, viene data particolare enfasi all'importanza della scelta di usi appropriati e all'importanza di sviluppare nuovi metodi per il restauro che possano combattere efficacemente il degrado provocato dal tempo e dall'inquinamento ambientale, auspicando che possano formarsi appositamente specialisti in questo particolare campo.

⁶ Cfr. Recommendation n. R (91) 13 of the Committee of Ministers to member States, 9th September 1991, *The protection of the twentieth-century architectural heritage*.

1.4 Gli strumenti normativi in Italia

Quando, verso la metà degli anni '60, la Commissione parlamentare Franceschini⁷ raccolse un quantitativo cospicuo di materiale per poter fare il punto sullo stato dei beni culturali e della loro gestione, il patrimonio moderno venne analizzato solo in funzione della sua compatibilità ambientale, paesaggistica ed urbanistica. Negli stessi atti della Commissione si trova anche un'allusione a dibattiti che criticavano fortemente, per la loro incompatibilità ambientale, gli stessi edifici che oggi vengono ritenuti degli assoluti capolavori⁸.

Nei vecchi strumenti normativi⁹ che si occupavano dei beni architettonici non appariva alcuna previsione di tutela specifica per gli edifici contemporanei.

Solo quando, alla fine degli anni '90, ci fu un fiorire di norme per rinnovare l'organizzazione della tutela si è cominciata a porre l'attenzione verso le testimonianze materiali dell'architettura moderna.

Infatti nel 1998 veniva istituito il nuovo Ministero per i Beni e le Attività Culturali¹⁰ e, tra le direzioni generali in cui si articolava, se ne prevedeva una con specifiche competenze riguardo l'arte e l'architettura contemporanea: la DARC, *Direzione Generale per l'Architettura e l'Arte*

⁷ Cfr. *Per la salvezza dei beni culturali in Italia. Atti e documenti della Commissione d'indagine per la tutela e la valorizzazione del patrimonio storico, archeologico, artistico e del paesaggio*, Roma, Casa Editrice Colombo, 1967.

⁸ La torre Velasca a Milano, ad esempio, veniva annoverata come esempio di deturpazione del centro storico e del paesaggio.

⁹ Cfr. : Legge n. 364 del 1909, *che stabilisce e fissa norme per l'inalienabilità delle antichità e delle belle arti*, sostituita in seguito dalla Legge n. 1089 del 1939, *Tutela delle cose d'interesse storico o artistico*, e il R. D. n. 363 del 1913, *Regolamento per l'esecuzione delle leggi 20-6-1909, n. 364 e 23-6-1912, n.668, relative alle antichità e belle arti*, mai rinnovato e tuttora in vigore.

¹⁰ Cfr. D. Lgs. 20 ottobre 1998, n. 368, *Istituzione del Ministero per i Beni e le Attività Culturali*, a norma dell'art. 11 della legge 15 marzo 1997, n. 59, art. 1, comma 1.

Contemporanee. Questo organo istituzionale mira a definire, attraverso la ricognizione, la documentazione e la catalogazione, strategie e strumenti di promozione e di valorizzazione dell'architettura contemporanea, dove per contemporaneo si intende il patrimonio costruito da meno di 50 anni. Altra importante attività svolta dalla DARC è il rilascio della dichiarazione di importante carattere artistico, prevista dalla legge n. 633 del 1941 sulla tutela del diritto d'autore¹¹.

Successivamente, con l'entrata in vigore del D.P.R. n. 233 del 2007¹², la DARC viene trasformata in DPARC, *Direzione Generale per la qualità e la tutela del Paesaggio, l'Architettura e l'Arte Contemporanee*. Tale cambiamento comporta come unica novità l'accorpamento a tale direzione anche delle competenze in materia di paesaggio.

In pratica, attualmente, per sottoporre gli edifici moderni e contemporanei alle pratiche di tutela utilizzando gli strumenti normativi vigenti, si prefigurano due diversi scenari.

Il primo riguarda gli immobili che hanno più di cinquanta anni e il cui autore non è più vivente. In questo caso gli strumenti di tutela fanno riferimento al Codice Urbani¹³ e alla legge per la tutela del patrimonio della prima guerra mondiale¹⁴. Quando l'edificio è di proprietà privata, questo viene sottoposto a *vincolo diretto*. Ciò significa che dopo aver

¹¹ Cfr. Legge 22 aprile 1941, n. 633, *Protezione del diritto d'autore e di altri diritti connessi al suo esercizio*, art. 20 e art. 23.

¹² Cfr. D.P.R. 26 novembre 2007, n. 233, *Regolamento di riorganizzazione del Ministero per i beni e le attività culturali a norma dell'articolo 1, comma 404, della legge 27 dicembre 2006, n.296*, art. 7, comma 1 e 2.

¹³ Cfr. D. Lgs. 22 gennaio 2004, n.42 e s.m.i. (D.Lgs. 24 marzo 2006, n. 156, *Disposizioni correttive e integrative al Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 in relazione ai beni culturali*; D. Lgs 24 marzo 2006 n. 157, *Disposizioni correttive e integrative al Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 in relazione al paesaggio*, D. Lgs. 26 marzo 2008, n. 62, *Ulteriori disposizioni integrative e correttive al Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 in relazione ai beni culturali*; D. Lgs. 26 marzo 2008, n. 63, *Ulteriori disposizioni integrative e correttive al Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 in relazione al paesaggio*), *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*.

¹⁴ Cfr. Legge 7 marzo 2001, n.78, *Tutela del patrimonio storico della Prima guerra mondiale*.

preventivamente dimostrato il rilevante interesse storico artistico, la Direzione regionale emana un provvedimento esplicito, il decreto di dichiarazione. Nel caso in cui l'immobile sia di proprietà pubblica, esso è automaticamente sottoposto a tutela, fin quando non venga effettuata la verifica di interesse culturale.

Altro scenario è quello che si prospetta quando il manufatto non ha ancora cinquanta anni e il suo autore è vivente. In questo caso, infatti, una prima alternativa è offerta dalla normativa sul diritto d'autore¹⁵. L'autore stesso chiede il riconoscimento dell'importante carattere artistico della sua opera, potendo, così, accedere a contributi economici e attribuendosi l'esclusiva facoltà di studiare ed attuare modifiche della stessa. Essendosi recentemente intensificato il ricorso a questo tipo di strumento, il Ministero ha ritenuto opportuno definire alcuni criteri¹⁶, principalmente di carattere bibliografico, grazie ai quali la Direzione generale possa emettere decreti di vincolo diretto e di verifica dell'effettivo interesse culturale. Va detto che questo tipo di provvedimento non prevede alcuna verifica preliminare delle eventuali modifiche da parte del Ministero, lasciando a questo, come unica arma per evitare trasformazioni non congrue, la possibilità di revoca del riconoscimento di particolare valore artistico.

Una seconda alternativa di tutela è rappresentata dal *vincolo storico relazionale*¹⁷, grazie al quale viene definito l'interesse culturale non come intrinseco dal manufatto stesso, ma in relazione ad aspetti storici, documentati in maniera opportuna.

¹⁵ Cfr. Legge 22 aprile 1941, n. 633, *Protezione...*, cit.

¹⁶ Cfr. Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Direzione Generale per l'Architettura e l'Arte Contemporanee, nota del 28 giugno 2007, n. 3046 indirizzata alle Direzioni Regionali, *Procedure di riconoscimento dell'importante carattere artistico ai sensi dell'art. 20 della Legge 22 aprile 1941, n.633*.

¹⁷ Cfr. D. Lgs. 22 gennaio 2004, n.42 e s.m.i. (...), *Codice ...*, cit., art. 10, comma 3, lett. d).

Da quanto fin qui esposto appare evidente come esistano dei pericolosi vuoti legislativi, che producono la sostanziale impossibilità di attivare meccanismi di tutela per le opere di architettura contemporanea.

Per sopperire a tali mancanze alcune istituzioni locali hanno provveduto a redigere propri regolamenti per scongiurare la definitiva perdita di importanti testimonianze del XX secolo.

Caso emblematico è il caso di Ivrea, piccola cittadina resa ricca di un gran numero di pregevoli opere di architettura moderna grazie alla lungimiranza di Adriano Olivetti, che affidò la progettazione degli edifici e delle abitazioni degli operai e della sua fabbrica a vari autori, scelti tra quelli più rinomati dell'epoca. In concomitanza della grossa crisi che coinvolse l'Olivetti, si venne a creare un grosso dibattito teso a valorizzare il patrimonio architettonico della città che si concluse, nel 1999, con la nascita del MaAM, Museo a cielo aperto dell'Architettura Moderna di Ivrea, e con la stesura di una normativa di salvaguardia che venne assorbita nel 2002 dal regolamento edilizio comunale. Tale normativa, che confluisce nel Piano del Colore, si pone come obiettivo di prescrivere precisi criteri di intervento e di identificare soluzioni tecnologiche appropriate che siano funzione delle quattro classi di importanza in cui è stato suddiviso il patrimonio edilizio. Per poter prendere le giuste decisioni, si è provveduto a costruire un ampio repertorio di particolari costruttivi e di una tavolozza cromatica di riferimento.

Soluzioni legislative come quelle adottate ad Ivrea colmano solo parzialmente le carenze riscontrate a livello nazionale, riuscendo, questi tipi di provvedimenti, a regolamentare solo le trasformazioni relative alla parte pubblica¹⁸ degli edifici.

¹⁸ Tali strumenti normativi riescono a regolamentare le trasformazioni relative alle facciate, alle coperture, agli edifici ed agli spazi di pertinenza mentre non hanno competenza riguardo la possibilità di trasformazioni interne degli edifici.

CAPITOLO SECONDO

IL DEGRADO DEL CALCESTRUZZO ARMATO

2.1 Introduzione

Fino alla fine degli anni '70 si riteneva che le strutture in calcestruzzo armato fossero intrinsecamente durevoli anche se costruite senza particolare cura ed esposte ad ambienti normalmente aggressivi. In anni più recenti la prospettiva è drasticamente cambiata di fronte: all'aumentare dei casi di degrado, in forma di corrosione delle barre di armatura, di espulsioni di parti significative del copriferro, di deterioramento delle qualità estetiche e funzionali che hanno costretto ad anticipare gli interventi di manutenzione e ripristino straordinari; ai problemi e ai rischi conseguenti nei confronti di cose e, soprattutto, di persone. In seguito a tali considerazioni nasce la nuova sensibilità che oggi molti addetti ai lavori hanno nei confronti del degrado delle opere in calcestruzzo armato e della sua prevenzione. Si origina, quindi, il concetto di durabilità e di vita utile o vita di servizio, intesa come il periodo di tempo in cui la struttura è in grado di mantenere i requisiti previsti di sicurezza, stabilità, funzionalità, senza richiedere costi straordinari di manutenzione e di ripristino.

Per degrado delle strutture in cemento armato si intende la “*perdita delle prestazioni iniziali a seguito di eventi lenti correlati all’ambiente aggressivo per effetto di agenti naturali (gelo-disgelo, mare, ecc.) o artificiali (ambienti industriali)*”¹⁹. In questo termine non è incluso il dissesto che è relativo alla perdita delle prestazioni meccaniche causata

¹⁹ Cfr. AA.VV., *Il Calcestruzzo Vulnerabile. Prevenzione, diagnosi del degrado e restauro*, Edizioni Tintoretto, Ponzano Veneto, 2005.

da eventi straordinari (terremoti, incendi, esplosioni, ecc.), dal cambiamento dei sovraccarichi agenti (ad es. variazioni di destinazione d'uso per gli edifici, cambiamento della massa dei veicoli per i ponti, piste aeroportuali, ecc.), o da errate previsioni progettuali.

La durabilità di una struttura in calcestruzzo armato o precompresso rappresenta la capacità di resistere alle sollecitazioni aggressive, prodotte dall'ambiente in cui la stessa è situata, mantenendo inalterate le prestazioni iniziali durante l'intera vita di servizio prevista.

Per lungo tempo questi principi sono stati relegati ad un ruolo di secondo piano rispetto all'attenzione rivolta alle proprietà elasto-meccaniche del conglomerato e, in particolare, alla resistenza meccanica a compressione; tale situazione fu favorita dalla pratica assenza di strumenti normativi che attraverso dei requisiti semplici ed efficaci aiutassero il progettista nella scelta del conglomerato.

Fino agli anni '80 la cultura tecnica in generale, quindi la progettazione, e di riflesso la normativa, erano essenzialmente focalizzate sulle problematiche di carattere statico e soltanto marginalmente su quelle della durabilità.

In definitiva una struttura, in base al convincimento implicito che la resistenza meccanica, necessaria per assicurare la sicurezza, fosse sufficiente a garantire anche la durabilità della costruzione, progettata ed eseguita in conformità alla norma²⁰, poteva risultare sicura al collaudo statico, ma entrare nella sua vita di servizio con menomazioni anche

²⁰ Nel periodo che va dall'inizio del 1900 agli anni '80 erano tre i capisaldi normativi: il Regio Decreto del 10.01.1907, "*Regolamento Italiano – Prescrizioni normali per l'esecuzione delle opere in c.a.*", prima norma italiana cogente in materia di sicurezza delle costruzioni; il Regio Decreto del 16.11.1939 n° 2229 "*Norme per la esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice od armato*", che definiva in maniera puntuale sia le prestazioni, in termini di livelli tensionali, dei componenti strutturali, sia i processi di verifica della sicurezza; e la Legge del 05.11.1971 n. 1086 che segnava la transizione ad un nuovo approccio normativo, nel quale l'opera cominciava ad essere considerata nella sua integralità e non semplicemente nei suoi elementi costitutivi, concependo quindi la sicurezza come fatto probabilistico e introducendo per la sua verifica, accanto ai tradizionali metodi elastici, il calcolo a rottura.

gravi di resistenza agli agenti aggressivi e, quindi, con insufficienti proprietà di durabilità.

Successivamente, le problematiche di durabilità delle costruzioni sono state al centro delle ricerche e dei dibattiti scientifici, fino ad essere esplicitamente assunte nelle Norme Tecniche per le Costruzioni emanate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto del 14 gennaio 2008, che già nei Principi fondamentali stabiliscono i rapporti tra sicurezza e durabilità.²¹

Attualmente, la buona norma prevede che il progettista dopo aver definito la classe di vita nominale o di servizio, funzione dell'importanza dell'opera, si preoccupi di definire la tipologia di degrado che può verificarsi nei confronti del cemento armato, classificando l'ambiente di progetto, le sostanze aggressive presenti (nei confronti del calcestruzzo e dell'acciaio), e le misure progettuali per attenuare tali effetti. Lo strumento normativo, ad oggi disponibile, è la norma europea UNI EN 206-1:2006 e le istruzioni complementari per l'uso in Italia contenute nella UNI 11104:2004, tra l'altro richiamate entrambe dallo stesso D.M. 14/01/08. Tale norma associa le tipologie di degrado (degrado del calcestruzzo per cicli gelo-disgelo, corrosione delle barre di armatura innescato dai fenomeni di carbonatazione, ecc.) ai contesti ambientali (urbano, prossimità della costa, ecc.) e tramuta tutto in codificazioni standard definite *Classi di esposizione ambientale*, alle quali faranno riferimento sia le caratteristiche del calcestruzzo da impiegare (in termini di resistenza caratteristica minima e valori limiti composizionali della

²¹ Nel D.M. 14.01.2008, nel secondo capitolo *Sicurezza e prestazioni attese*, nel primo paragrafo *Principi Fondamentali*, al capo 7, si legge:

"La durabilità, definita come conservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali e delle strutture, proprietà essenziale affinché i livelli di sicurezza vengano mantenuti durante tutta la vita dell'opera, deve essere garantita attraverso una opportuna scelta dei materiali e un opportuno dimensionamento delle strutture, comprese le eventuali misure di protezione e manutenzione. I prodotti ed i componenti utilizzati per le opere strutturali devono essere chiaramente identificati in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche indispensabili alla valutazione della sicurezza e dotati di idonea qualificazione, così come specificato al Cap. 11."

miscela di calcestruzzo) sia il valore dei copriferri conformi alle tipologie di degrado scelte, assicurando pienamente la durabilità dell'opera secondo le classi strutturali di vita nominale di progetto definite dal tecnico.

Le 5 classi di esposizione e le 17 sottoclassi, funzione dell'entità del degrado, sono leggibili nella norma UNI 11104:2004 – Prospetto 1. La prima colonna identifica la classe, con una sigla in lettere (X0-XC-XD-XS-XF-XA), e le relative sottoclassi, ponendo un numero dopo tale sigla; la numerazione delle sottoclassi cresce proporzionalmente all'incremento dell'aggressione ambientale sulla parte di struttura interessata. Nella seconda colonna è descritto l'ambiente che rientra in una determinata classe, mentre nella terza sono riportati gli esempi più comuni di strutture o parti di esse compresi nella classe.

È importante rilevare che, qualora sia presente più di una tipologia di degrado, è assolutamente necessario indicare tutte le classi in cui ricade la struttura (o una sua parte); viene da sé che le caratteristiche definitive da assegnare al calcestruzzo, in funzione della durabilità auspicata, (in termini di: massimo rapporto a/c, resistenza minima a compressione e dosaggio minimo di cemento) saranno quelle corrispondenti alla classe più gravosa.

DENOMINAZIONE DELLA CLASSE	DESCRIZIONE DELL'AMBIENTE	ESEMPI INFORMATIVI DI SITUAZIONI A CUI POSSONO APPLICARSI LE CLASSI DI ESPOSIZIONE
1. Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	PER CALCESTRUZZO PRIVO DI ARMATURA O INSERTI METALLICI: TUTTE LE ESPOSIZIONI ECCETTO DOVE C'È GELO E DISGELO, O ATTACCO CHIMICO. CALCESTRUZZI CON ARMATURA O INSERTI METALLICI: IN AMBIENTE MOLTO ASCIUTTO	INTERNO DI EDIFICI CON UMIDITÀ RELATIVA MOLTO BASSA. CALCESTRUZZO NON ARMATO ALL'INTERNO DI EDIFICI. CALCESTRUZZO NON ARMATO IMMERSO IN SUOLO NON AGGRESSIVO O IN ACQUA NON AGGRESSIVA. CALCESTRUZZO NON ARMATO SOGGETTO A CICLI DI BAGNATO ASCIUTTO MA NON SOGGETTO AD ABRASIONE, GELO O ATTACCO CHIMICO.
2. Corrosione indotta da carbonatazione (caso in cui il calcestruzzo contiene armature o inserti metallici ed esposto all'aria ed all'umidità)		
XC1	ASCIUTTO O PERMANENTEMENTE BAGNATO	INTERNI DI EDIFICI CON UMIDITÀ RELATIVA BASSA. CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO CON LE SUPERFICI ALL'INTERNO DI STRUTTURE CON ECCEZIONE DELLE PARTI ESPOSTE A CONDENSA, O IMMERSO IN ACQUA.
XC2	BAGNATO, RARAMENTE ASCIUTTO	PARTI DI STRUTTURE DI CONTENIMENTO LIQUIDI, FONDAZIONI. CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO PREVALENTEMENTE IMMERSO IN ACQUA O TERRENO NON AGGRESSIVO.
XC3	UMIDITÀ MODERATA	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO IN ESTERNI CON SUPERFICI ESTERNE RIPARATE DALLA PIOGGIA, O IN INTERNI CON UMIDITÀ DA MODERATA AD ALTA.

XC4	CICLICAMENTE ASCIUTTO E BAGNATO	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO IN ESTERNI CON SUPERFICI SOGGETTE A ALTERNANZE DI ASCIUTTO ED UMIDO. CALCESTRUZZI A VISTA IN AMBIENTI URBANI. SUPERFICI A CONTATTO CON L'ACQUA NON COMPRESA NELLA CLASSE XC2.
3. Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1	UMIDITA' MODERATA	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO IN SUPERFICI O PARTI DI PONTI E VIADOTTI ESPOSTI A SPRUZZI DI ACQUA CONTENENTE CLORURI.
XD2	BAGNATO, RARAMENTE ASCIUTTO	CALCESTRUZZO ARMATO O PRECOMPRESSO IN ELEMENTI STRUTTURALI TOTALMENTE IMMERSI IN ACQUA ANCHE INDUSTRIALE CONTENENTE CLORURI (ES. PISCINE).
XD3	CICLICAMENTE ASCIUTTO E BAGNATO	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO, DI ELEMENTI STRUTTURALI DIRETTAMENTE SOGGETTI AGLI AGENTI DISGELANTI O AGLI SPRUZZI CONTENENTI AGENTI DISGELANTI. CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO, ELEMENTI CON UNA SUPERFICIE IMMERSA IN ACQUA CONTENENTE CLORURI E L'ALTRA ESPOSTA ALL'ARIA. PARTI DI PONTI, PAVIMENTAZIONI E PARCHEGGI PER AUTO.
4. Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	ESPOSTO ALLA SALSEDINE MARINA MA NON DIRETTAMENTE IN CONTATTO CON L'ACQUA DI MARE	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO CON ELEMENTI STRUTTURALI SULLE COSTE O IN PROSSIMITA' DEL MARE.
XS2	PERMANENTEMENTE SOMMERSO	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO DI STRUTTURE MARINE COMPLETAMENTE IMMERSO IN ACQUA.
XS3	ZONE ESPOSTE AGLI SPRUZZI OPPURE ALLA MAREA	CALCESTRUZZO ARMATO ORDINARIO O PRECOMPRESSO CON ELEMENTI STRUTTURALI ESPOSTI ALLA BATTIGIA O ALLE ZONE SOGGETTE AGLI SPRUZZI ED ONDE DEL MARE.
5. Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti		
XF1	MODERATA SATURAZIONE DI ACQUA, IN ASSENZA DI AGENTE DISGELANTE	SUPERFICI VERTICALI DI CALCESTRUZZO COME FACCIATE E COLONNE ESPOSTE ALLA PIOGGIA ED AL GELO. SUPERFICI NON VERTICALI E NON SOGGETTE ALLA COMPLETA SATURAZIONE MA ESPOSTE AL GELO, ALLA PIOGGIA O ALL'ACQUA.
XF2	MODERATA SATURAZIONE DI ACQUA IN PRESENZA DI AGENTE DISGELANTE	ELEMENTI COME PARTI DI PONTI CHE IN ALTRO MODO SAREBBERO CLASSIFICATI COME XF1 MA CHE SONO ESPOSTI DIRETTAMENTE O INDIRETTAMENTE AGLI AGENTI DISGELANTI.
XF3	ELEVATA SATURAZIONE DI ACQUA IN ASSENZA DI AGENTE DISGELANTE	SUPERFICI ORIZZONTALI IN EDIFICI DOVE L'ACQUA PUO' ACCUMULARSI E CHE POSSONO ESSERE SOGGETTI AI FENOMENI DI GELO, ELEMENTI SOGGETTI A FREQUENTI BAGNATURE ED ESPOSTI AL GELO.
XF4	ELEVATA SATURAZIONE DI ACQUA CON PRESENZA DI AGENTE ANTIGELO OPPURE ACQUA DI MARE	SUPERFICI ORIZZONTALI QUALI STRADE O PAVIMENTAZIONI ESPOSTE AL GELO ED AI SALI DISGELANTI IN MODO DIRETTO O INDIRETTO, ELEMENTI ESPOSTI AL GELO E SOGGETTI A FREQUENTI BAGNATURE IN PRESENZA DI AGENTI DISGELANTI O DI ACQUA DI MARE.
6. Attacco chimico		
XA1	AMBIENTE CHIMICAMENTE DEBOLMENTE AGGRESSIVO SECONDO IL PROSPETTO 2 DELLA UNI EN 206-1:2006	CONTENITORI DI FANGHI E VASCHE DI DECANTAZIONE. CONTENITORI E VASCHE PER ACQUE REFLUE.
XA2	AMBIENTE CHIMICAMENTE MODERATAMENTE AGGRESSIVO SECONDO IL PROSPETTO 2 DELLA UNI EN 206-1:2006	ELEMENTI STRUTTURALI O PARETI A CONTATTO DI TERRENI AGGRESSIVI.
XA3	AMBIENTE CHIMICAMENTE FORTEMENTE AGGRESSIVO SECONDO IL PROSPETTO 2 DELLA UNI EN 206-1:2006	ELEMENTI STRUTTURALI O PARETI A CONTATTO DI ACQUE INDUSTRIALI FORTEMENTE AGGRESSIVE. CONTENITORI DI FORAGGI, MANGIMI E LIQUAMI PROVENIENTI DALL'ALLEVAMENTO ANIMALE. TORRI DI RAFFREDDAMENTO DI FUMI E GAS DI SCARICO INDUSTRIALI.

Durabilità del calcestruzzo: classi di esposizione in relazione alle condizioni ambientali
(Norma UNI 11104:2004 – Prospetto 1)

2.2 Le cause del degrado

Il degrado delle opere in calcestruzzo avviene sia per l'azione chimica di sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esercizio, sia per le azioni fisiche o meccaniche inerenti all'esercizio stesso o esercitate dall'ambiente. La velocità e l'intensità del degrado dipendono dall'intensità delle azioni suddette, dalle condizioni climatiche e da fattori intrinseci del materiale e delle opere in calcestruzzo.

Un'aliquota preponderante delle cause di degrado degli elementi in calcestruzzo armato è da ascrivere a motivi che direttamente o indirettamente coinvolgono il conglomerato cementizio. In particolare, le principali ragioni del deterioramento precoce delle strutture possono essere ricondotte ad errori in sede di progetto o in sede di realizzazione. Alla prima categoria fanno parte le scelte riguardanti: i materiali utilizzati, ad esempio calcestruzzi di resistenza adeguata all'impegno strutturale, ma non sufficientemente idonei a poter resistere alla crescente aggressione ambientale degli ultimi anni; i dettagli geometrici della stessa, che portano alla bagnatura di parti critiche della struttura stessa o che favoriscono i ristagni d'acqua; la prescrizione di uno spessore di copriferro insufficiente rispetto alle condizioni di aggressività ambientale; il progetto di sezioni resistenti inadeguate che richiedono un numero eccessivo di barre di armatura e, di conseguenza, una loro disposizione inadatta a consentire una buona costipazione del calcestruzzo; la presenza di spigoli vivi.

Ulteriori cause, risiedono nella manipolazione del calcestruzzo in cantiere, negli errori, cioè, di posa in opera, compattazione e stagionatura del conglomerato che hanno contribuito ad esaltarne le già deficitarie caratteristiche di durabilità.

Le cause di natura chimica ed elettrochimica che promuovono il degrado dei materiali strutturali sono da ascrivere a reazioni chimiche e a processi

elettrochimici che coinvolgono i fluidi aggressivi, presenti nell'ambiente in cui la struttura è situata, i prodotti di idratazione del cemento e/o le barre di armatura. Tuttavia, perché i processi acquistino rilevanza dal punto di vista ingegneristico, non è sufficiente che i fluidi aggressivi lambiscano la superficie esterna della struttura, ma è, invece, necessario che essi la penetrino interessando spessori centimetrici di calcestruzzo. La capacità dei fluidi di penetrare nella matrice cementizia dipende non solo dalla porosità totale del materiale, ma anche dalla natura, dalla distribuzione dimensionale dei pori e, soprattutto, dal grado di interconnessione che si stabilisce tra gli stessi. Il termine penetrabilità riassume queste proprietà del materiale poroso nei confronti dei meccanismi di trasporto dei fluidi al suo interno.

Di seguito si analizzeranno i principali processi di degrado:

- la carbonatazione del calcestruzzo;
- la corrosione delle armature;
- l'aggressione chimica, specie da cloruri;
- l'azione del gelo e del disgelo.

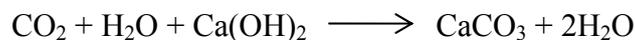
Questa distinzione è puramente indicativa perché, in pratica, alcuni dei processi si sovrappongono, dando luogo frequentemente ad azioni sinergiche.

2.2.1 La carbonatazione del calcestruzzo

L'aria è costituita prevalentemente da ossigeno e da anidride carbonica. La concentrazione di CO₂ nell'aria è fondamentale influenzata dai processi di combustione dei carburanti di origine fossile e da una generale riduzione della vegetazione che interessa ormai indistintamente tutte le aree del pianeta.

L'anidride carbonica gassosa è inerte nei confronti delle strutture in calcestruzzo, ma in presenza di umidità può reagire con i prodotti dell'idratazione del cemento.

Tuttavia, l'interazione più importante della CO₂ con i costituenti della pasta di cemento è quella che coinvolge l'idrossido di calcio dando vita alla seguente reazione di carbonatazione:



La carbonatazione non provoca alcun danno al calcestruzzo; anzi, almeno nel caso di calcestruzzi ottenuti con cemento portland, riduce la porosità e porta ad una maggiore resistenza meccanica.

Ha invece importanti conseguenze nei confronti delle armature; infatti il pH della soluzione nei pori del calcestruzzo si riduce dai valori iniziali, in genere compresi tra 13 e 14, a valori vicini alla neutralità.

L'acciaio, nel calcestruzzo carbonatato, si trova quindi a contatto con acqua praticamente pura, caratterizzata da un valore di pH ben al di sotto di 11,5, minimo valore necessario per assicurare, in assenza di cloruri, le condizioni di passività.²²

²² In condizioni normali le armature all'interno del calcestruzzo si passivano, si ricoprono, cioè, di un sottile strato di un ossido protettivo compatto, coerente ed uniforme che blocca l'avanzare del processo di corrosione delle stesse.

La reazione di carbonatazione inizia dalla superficie esterna del calcestruzzo e poi interessa le regioni più interne. La determinazione sperimentale dello spessore carbonatato si può effettuare in modo molto semplice spruzzando su una superficie di rottura del calcestruzzo una soluzione alcoolica di fenolftaleina²³.

Indipendentemente dalle condizioni di esposizione, la diffusione della CO₂ diminuisce all'aumentare della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo grazie alla riduzione del volume e della dimensione dei pori capillari, conseguenza della diminuzione del rapporto acqua/cemento. A parità di resistenza meccanica a compressione, inoltre, il processo di carbonatazione procede con maggiore velocità nelle strutture esposte ad umidità relativa moderata (come avviene negli ambienti interni) e più lentamente nelle strutture esterne, direttamente esposte all'azione dell'acqua piovana, per l'arresto momentaneo che il processo di diffusione della CO₂ subisce durante i periodi di pioggia, quando i pori capillari della matrice cementizia si saturano di acqua.

Una volta che il fronte carbonatato ha raggiunto le armature, depassivandole, la corrosione può aver luogo se sono presenti acqua ed ossigeno. Nel caso di strutture aeree, se si escludono le condizioni di completa saturazione del calcestruzzo, l'ossigeno è sempre presente in quantità tali per cui il suo apporto alle armature non costituisce un fattore cinematicamente controllante.

²³ La corretta modalità di esecuzione di tale prova è contenuta nella norma UNI 9944. Per effettuare tale prova, le carote, o i frammenti di calcestruzzo, devono essere spaccate secondo piani normali alla superficie di esposizione e, dopo essere state liberate dalle polveri, vanno spruzzate con una soluzione di fenolftaleina all'1% in alcol etilico. La fenolftaleina vira al rosso al contatto con materiale a pH > 9,2 (calcestruzzo sano) e rimane incolore per valori di pH inferiori. La prova deve essere effettuata subito dopo la rottura del calcestruzzo, in quanto nel tempo lo strato esterno di calcestruzzo tende a carbonatarsi.

2.2.2 La corrosione delle armature

Le armature annegate nel calcestruzzo correttamente confezionato e messo in opera sono caratterizzate da condizioni dette di passività contraddistinte da velocità di corrosione²⁴ che, dal punto di vista della durabilità, possono ritenersi praticamente nulle. In queste condizioni di passività, l'acciaio è ricoperto da un film di ossido protettivo di spessore nanometrico che si forma rapidamente durante le fasi iniziali di idratazione del cemento.

Purtroppo, nel tempo, il calcestruzzo può perdere le caratteristiche protettive. Questo si verifica essenzialmente per tre motivi:

- l'avanzamento del processo di carbonatazione, così come descritto precedentemente, che distrugge il film di ossido e con questo le condizioni di passività.
- il superamento di un tenore critico di cloruri, di cui se ne parlerà in maniera più dettagliata in seguito.
- la presenza, nel caso di strutture interessate da campi elettrici, di correnti che interferiscono con le armature.

Una volta venuta meno l'impermeabilità del film protettivo, i metalli restano direttamente esposti al contatto con l'ambiente che li circonda; con l'apporto contemporaneo di ossigeno ed acqua, permeati dalla

²⁴ La velocità di corrosione viene misurata in genere in $\mu\text{m}/\text{anno}$. Finché questa si mantiene al di sotto di 1,5-2 $\mu\text{m}/\text{anno}$, le conseguenze dell'attacco sulle armature sono trascurabili, almeno in relazione alla vita di servizio richiesta alle comuni opere in calcestruzzo armato. Quando invece supera i 2 $\mu\text{m}/\text{anno}$, i prodotti di corrosione si accumulano all'interfaccia armatura/calcestruzzo provocando dapprima una riduzione di aderenza e poi, una volta che l'attacco è penetrato di uno spessore compreso tra i 20 e 200 μm (a seconda delle caratteristiche del copriferro, del diametro delle armature, delle condizioni ambientali, del tipo e della velocità di corrosione, della natura dei suoi prodotti, ecc.), danneggiamenti anche nel calcestruzzo. L'umidità del calcestruzzo è il principale fattore di controllo della velocità di corrosione.

superficie di un calcestruzzo tendenzialmente poroso, si instaura un processo chimico di ossido-riduzione con l'armatura metallica.

La corrosione da carbonatazione, distruggendo completamente il film passivo, si presenta uniformemente distribuita sulla superficie dell'armatura; quella da cloruri, che possiede una velocità nettamente superiore rispetto alle altre, risulta in generale di tipo localizzato; infine, la corrosione da correnti disperse si localizza nelle zone dove la corrente lascia le armature.

In tutti i casi possono essere individuate due fasi nettamente distinte: una di innesco della corrosione, in cui si producono i fenomeni che portano alla perdita delle condizioni di passività, cioè alla distruzione locale o generalizzata del film protettivo, ed una di propagazione, che può essere più o meno veloce e ha origine dal momento in cui il film protettivo viene distrutto.

In generale, i prodotti della corrosione, poiché occupano un volume da 2 a 6 volte superiore a quello del ferro da cui provengono, generano delle tensioni interne di compressione sul calcestruzzo e delle tensioni di trazione in superficie, determinando la comparsa di fessure superficiali che corrono parallelamente ai ferri di armatura e che aumentano progressivamente e culminano con l'espulsione totale del copriferro negli spigoli o con la sua delaminazione nelle superfici piane e verticali.

Si noti, inoltre, come le conseguenze dei fenomeni corrosivi siano notevoli e riguardino non soltanto gli aspetti funzionali o lo stato esteriore delle opere interessate dal processo, ma anche gli aspetti strutturali e, quindi, le condizioni di sicurezza. A questi possono essere anche ricondotte: la riduzione della sezione resistente delle armature, che, di conseguenza, porta all'abbassamento del carico portante e della resistenza a fatica; e la riduzione di aderenza delle armature, che può finanche causare la perdita di ancoraggio.

2.2.3 L'aggressione da parte di agenti chimici

I cloruri rappresentano una causa frequente di corrosione delle armature. I sali a base di cloruri possono penetrare dall'ambiente esterno; questo si verifica, ad esempio, nelle strutture marine o in molte opere stradali su cui si spargono sali disgelanti. È importante osservare che, quando si interviene per il recupero di strutture realizzate in passato, sia necessario verificare la presenza di cloruri. Questi possono essere stati aggiunti nel getto tramite: l'acqua d'impasto; gli aggregati, ad esempio impiegando sabbia di mare non lavata; oppure tramite gli additivi, il cloruro di calcio era l'additivo accelerante di indurimento più impiegato in passato.

Nel momento in cui il cloro giunge a contatto con lo strato passivante questo viene distrutto, causando l'innescò di una serie di reazioni elettrochimiche che portano inevitabilmente al progressivo danneggiamento delle barre d'armatura. Affinché ciò avvenga, occorre la contemporanea presenza di ossigeno e di sufficienti concentrazioni di cloruro.

La rottura dello strato di protezione provocata dai cloruri ha luogo in forma localizzata e si manifesta sotto forma di crateri di dimensioni comprese tra 0.1 e 2 mm. La pericolosità dell'attacco corrosivo è dovuta al fatto che, nonostante la perdita di materiale metallico possa rappresentare una percentuale trascurabile del peso totale della barra, la sua profondità può interessare in breve tempo spessori considerevoli dell'armatura.

In pratica l'attacco corrosivo, una volta innescato, può portare in tempi piuttosto brevi a riduzioni inaccettabili della sezione delle armature o, peggio, al troncamento, anche nelle comuni condizioni di esposizione atmosferica.

Aggressioni chimiche meno frequenti sono quelle innescate dalla presenza di sostanze quali il magnesio o l'ammonio.

Entrambe danno luogo ad una reazione con lo ione calcio dei prodotti di idratazione del cemento generando sali solubili che vengono facilmente rimossi dall'azione delle acque.

Il magnesio presenta la peculiarità di poter reagire chimicamente con i prodotti di idratazione del cemento sostituendosi con gli ioni calcio e generando un silicato idrato di magnesio, responsabile della perdita parziale delle prestazioni meccaniche del conglomerato.

L'ammonio, a contatto con il calcestruzzo, trasforma l'idrossido di calcio, presente nella pasta di cemento, in prodotti fortemente solubili che, per effetto del dilavamento esercitato dall'acqua, vengono asportati generando un incremento della porosità della matrice cementizia.

2.2.4 L'azione del gelo e del disgelo

La formazione di ghiaccio nelle strutture in calcestruzzo può causare danneggiamenti anche gravi. Il degrado si manifesta inizialmente sotto forma di dilavamento della pasta cementizia superficiale, con messa a nudo degli aggregati, e, in fase avanzata, sotto forma di scagliature e delaminazioni degli strati più esterni; in alcune strutture orizzontali il processo può addirittura culminare con la formazione di crateri troncoconici profondi diversi centimetri e di diametro variabile.

Il ghiaccio si forma solo se è presente dell'acqua all'interno dei pori della matrice cementizia. Per essere più precisi, il danneggiamento ha luogo solo quando si raggiunge o si supera un determinato grado di saturazione²⁵.

Il degrado provocato da questo processo risulta essere fortemente dipendente dalle condizioni di smaltimento delle acque dalle zone corticali delle strutture. Infatti si consideri che ad una velocità maggiore di smaltimento conseguirà un minore grado di saturazione locale dell'elemento.

²⁵ Il grado di saturazione è espresso come rapporto tra il volume d'acqua e il volume dei pori.

CAPITOLO TERZO

IL RECUPERO DEGLI ELEMENTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

3.1 Generalità

Quando ci si trova in particolari situazioni o condizioni caratterizzate da aggressività molto elevata, da impossibilità di avere spessori di copriferro adeguati, da indisponibilità di calcestruzzi di qualità sufficiente, oppure quando bisogna assicurare una vita di servizio particolarmente lunga, può risultare opportuno o necessario aumentare la durabilità facendo ricorso all'uso di trattamenti superficiali. Questi operano impedendo che le specie aggressive, trasportate principalmente dall'acqua, attraversino il calcestruzzo garantendo allo stesso tempo una buona permeabilità al vapore acqueo.

È possibile individuare quattro classi principali di trattamenti superficiali del calcestruzzo: rivestimenti organici, che formano un film continuo; trattamenti idrorepellenti, che contrastano l'assorbimento dell'acqua; trattamenti che ostruiscono i pori; rivestimenti con strati cementizi di elevato spessore.

A prescindere dalla loro tipologia, tali trattamenti debbono soddisfare una serie di caratteristiche.

Prima fra tutte è quella di bloccare l'entrata di acqua liquida, poiché questa e gli eventuali inquinanti da essa trasportati risultano essere tra i principali fattori responsabili del degrado dei materiali da costruzione, ma, contemporaneamente, il trattamento deve lasciare che avvenga la fuoriuscita di acqua sotto forma di vapore, in modo da garantire la traspirabilità del supporto. In secondo luogo, i trattamenti superficiali

devono essere durevoli, in modo da garantire un effettivo allungamento della vita di servizio, e, allo stesso tempo, devono mantenere le caratteristiche estetiche e funzionali del supporto preesistente. Essi non devono subire variazioni causate: dalle alterazioni delle condizioni climatiche, dagli agenti aggressivi ambientali, quali cloruri e solfati, o dagli effetti delle radiazioni ultraviolette della luce solare. Altro fattore determinante nella scelta tra le varie tipologie di trattamento è la compatibilità sia fisica che chimica con il substrato esistente.

Inoltre, per le applicazioni nel campo della conservazione dei beni culturali, un trattamento superficiale deve garantire la possibilità di poter essere rimosso senza creare alcun danno al monumento.

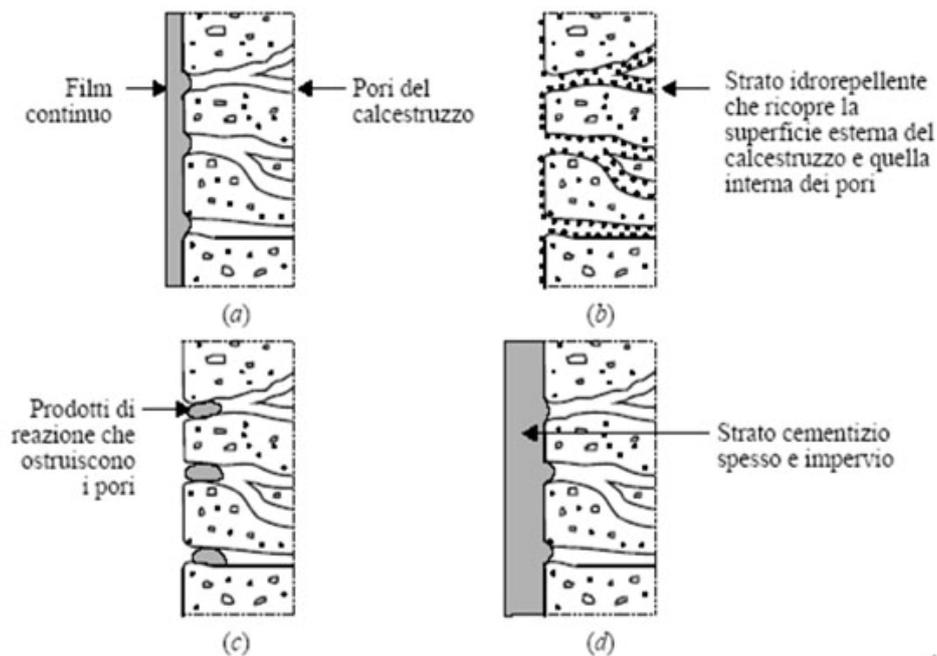


Illustrazione schematica dei diversi tipi di trattamento superficiale del calcestruzzo: (a) rivestimenti organici, (b) trattamenti idrorepellenti, (c) che portano al blocco dei pori, (d) strato cementizi.

Ad ogni modo, la scelta dei materiali più idonei da impiegare per il risanamento di opere in calcestruzzo degradate dipende fortemente dalle considerazioni emerse nella diagnosi del degrado di un determinato elemento e, quindi, dalle cause che l'hanno provocato (attacco solfatico, gelo-disgelo, fessure di origine termica, ecc.). I materiali da impiegare, quindi, debbono essere in grado di resistere a quelle sollecitazioni di carattere chimico, fisico o meccanico alle quali il calcestruzzo originale non è stato in grado di resistere.

Negli ultimi decenni sono state sviluppate molte tipologie di trattamenti superficiali per far fronte alle innovazioni tecniche ed alla crescente domanda di riparazione, ricostruzione e restauro nel settore delle costruzioni e nel settore della conservazione del patrimonio culturale. Essi, a seconda del materiale utilizzato, possono essere suddivisi in due macro categorie: quelli a base cementizia e quelli a base polimerica.

3.2 I prodotti a base cementizia

I materiali cementizi per il risanamento delle opere in calcestruzzo armato sono prodotti a base di cemento con l'aggiunta di agenti quali: superfluidificanti, in modo da abbassare il rapporto a/c ed ottenere quindi un calcestruzzo impermeabile; fumo di silice, per migliorare ulteriormente la resistenza agli attacchi chimici (cloruri, solfati, alcali); agenti espansivi, per compensare il ritiro igrometrico, a causa del quale tali prodotti subirebbero una contrazione differenziale rispetto al calcestruzzo originale, nel quale il ritiro si é ormai quasi completamente esplicato, ed evitare il distacco.

Possono inoltre essere adottati ulteriori accorgimenti composizionali per soddisfare specifiche esigenze prestazionali. Infatti l'utilizzo di cementi Portland a basso tenore di alluminato tricalcico permette di avere una migliore resistenza ai solfati, mentre quello di cementi d'altoforno ha una migliore efficacia rispetto all'attacco dei cloruri. Si possono anche impiegare fibre polimeriche o plastiche per contrastare gli effetti fessurativi del ritiro plastico o per migliorare la duttilità e la resistenza agli urti. Infine, l'introduzione di agenti aeranti aiuta a contrastare gli effetti dei cicli di gelo-disgelo.

Le principali caratteristiche da valutare nella scelta delle malte e dei calcestruzzi da impiegare nel recupero sono: la consistenza delle malte o dei calcestruzzi freschi, variabile in funzione dell'applicazione; il modulo elastico; l'assenza di bleeding²⁶; la resistenza meccanica a compressione; la resistenza meccanica a flessione; l'impermeabilità; la resistenza agli attacchi chimici provocati dal solfato, dal cloruro, dagli alcali e dall'anidride carbonica aggressiva; la compensazione del ritiro attraverso

²⁶ Il *bleeding*, o essudazione, consiste nella risalita in superficie, durante il costipamento del conglomerato cementizio, di una parte dell'acqua di impasto con la formazione di uno strato d'acqua e cemento sulla superficie del conglomerato.

un'espansione contrastata; l'assenza di fessure da ritiro plastico, grazie alla presenza di fibre polimeriche, per le malte da applicare a spruzzo; la duttilità; la resistenza agli urti; la resistenza all'abrasione; la resistenza alla formazione del ghiaccio; la fluidità, nel caso si renda necessario l'utilizzo di boiacche cementizie da impiegare per l'iniezione ed il consolidamento di strutture macroporose o fessurate.

Allo stato attuale non esistono normative per tutti i requisiti compositivi e prestazionali dei prodotti cementizi da impiegare nel restauro, ma solo molte norme nazionali ed estere sui metodi di prova delle varie caratteristiche che un prodotto cementizio destinato a questi scopi dovrebbe possedere. Gli strumenti legislativi impongono, però, che ogni prodotto sia accompagnato da una certificazione preliminare del produttore che attesti in maniera puntuale le varie caratteristiche e non solo in maniera puramente qualitativa, come veniva fatto in precedenza.

Esiste una vasta gamma di questi prodotti in funzione anche delle particolari tecniche applicative così sintetizzabili:

- per colaggio di betoncini entro casseri, se si tratta di riparare spessori relativamente elevati (> 5 cm);
- a spruzzo, o a cazzuola, se si tratta di riparare, con malte, superfici di grande estensione e di piccolo spessore (< 5 cm);
- per iniezioni di boiacche cementizie, se si tratta di consolidare strutture in calcestruzzo difettose per vespai interni o macrofessure (> 1 mm).

3.2.1. Intervento a spruzzo o a cazzuola

L'intervento è destinato all'applicazione di malte espansive a consistenza plastica per riparare grandi estensioni superficiali (pareti, volte, soffitti) mediante l'applicazione di spessori relativamente ridotti (in genere da 2 a 4 cm).

Esso consta di quattro fasi principali: la preparazione del sottofondo, la miscelazione dei prodotti, l'applicazione della malta e la stagionatura.

Al fine di garantire l'efficacia dell'intervento è necessario che il sottofondo si presenti sano, irruvidito e saturo di acqua e che i ferri di armatura siano privati dalla ruggine incoerente. Per ottenere ciò occorre, in primo luogo, rimuovere, mediante scarificazione meccanica o idrodemolizione, tutte le parti incoerenti e lo spessore di calcestruzzo ammalorato fino ad arrivare ad un calcestruzzo meccanicamente resistente e irruvidito. Successivamente, si passerà alla pulizia delle armature con sabbiatura, provvedendo alla loro ripassivazione con componenti passivanti. A questo punto, ove lo preveda il progetto, verrà disposta una rete elettrosaldata e, eventualmente, nuovi ferri di armatura. La rete elettrosaldata è formata da ferri di piccolo diametro ed è necessaria per spessori di malta superiore a 25 mm. Essa va disposta direttamente sul sottofondo o mediante distanziatori, per sfruttare al massimo l'azione di contrasto della rete stessa nei confronti dell'espansione della malta, sempre in modo da garantire un copriferro di almeno 15 mm. Nel caso in cui lo spessore di malta sia inferiore a 15 mm, il contrasto all'espansione della stessa verrà assicurato dalle asperità (di circa 5 mm) del sottofondo in calcestruzzo. Infine, sarà necessario saturare il sottofondo bagnando con acqua a pressione al fine di evitare sottrazione della stessa alla malta da applicare con conseguente perdita delle caratteristiche espansive.

La fase successiva è quella relativa alla preparazione della malta che deve avvenire con la maggiore cura possibile. L'acqua da aggiungere, così come richiesto dai produttori, è determinata stechiometricamente per cui, per ottenere un impasto che garantisca le prestazioni meccaniche dichiarate, bisogna evitare dosaggi grossolani ed approssimativi.

La terza fase è quella dell'applicazione che può essere eseguita a cazzuola o, più produttivamente ed efficacemente, a spruzzo con macchina intonacatrice. Essa dovrà avvenire per strati di spessore non superiore ai 30 mm. L'ultima applicazione, non dovendo accogliere ulteriori strati, potrà avere finitura liscia.

Ultima fase è quella della stagionatura. Essa va eseguita secondo le regole classiche: proteggere le superfici dall'evaporazione rapida ed eccessiva, nebulizzare acqua sulle parti esposte al caldo ed al vento ed applicare pellicole antievaporanti.

3.2.2 Intervento per colaggio

Per questo tipo di applicazione vengono generalmente utilizzate malte e calcestruzzi espansivi a consistenza superfluida (autolivellanti). Tale intervento viene scelto principalmente per riparare superfici verticali o orizzontali. Esso viene preferito a quello precedentemente esposto quando ci si trova di fronte a spessori relativamente elevati (maggiori di 50 mm) che permettono un facile riempimento del prodotto all'interno delle casseforme.

Anche in questo caso la prima fase è costituita dalla preparazione del sottofondo che avviene in maniera analoga a quanto sopra descritto.

La fase successiva è quella relativa al posizionamento dei casseri. Questi dovranno essere in materiale resistente ed impermeabile e dovranno essere ancorati e contrastati, per resistere alla pressione idraulica dell'impasto fluido ed evitare deformazioni indesiderate. Dovranno, inoltre, avere giunzioni particolarmente curate per impedire la fuoriuscita del prodotto nella fase liquida.

Relativamente alle fasi successive della produzione della malta o del calcestruzzo valgono le stesse raccomandazioni già descritte precedentemente per l'intervento a spruzzo con la variante che la consistenza della malta o del calcestruzzo deve essere molto fluida per rendere agevole l'applicazione per colaggio.

3.2.3 Intervento per iniezione

Il consolidamento tramite iniezioni di boiacche cementizie risulta efficace nel caso in cui la struttura presenti difetti interni, vespai, o esterni, nel qual caso viene preferito un consolidamento con liquidi a base polimerica.

La prima fase è quella relativa all'esecuzione delle perforazioni che dovranno avere una disposizione a quinconce. Nel caso in cui lo strato oggetto dell'intervento sia inferiore a 60 cm, solitamente i fori vengono eseguiti su un solo lato, mentre in quello in cui lo spessore sia superiore, si preferisce procedere all'iniezione su entrambi i lati. I fori, del diametro di 3 - 4 cm, possono essere orizzontali o inclinati e sono muniti di appositi boccagli di plastica attraverso i quali verrà iniettata a pressione la boiaccia cementizia dopo aver provveduto ad otturare le possibili vie di fuga.

La fase successiva consiste nel saturare con acqua tutta la struttura interna da consolidare. A questo scopo, utilizzando gli stessi fori attraverso i quali verrà eseguita l'iniezione della boiaccia, si procede alla completa bagnatura interna delle strutture nel giorno che precede l'intervento di consolidamento vero e proprio, per consentire lo smaltimento dell'eventuale acqua libera ristagnante all'interno.

Infine, prima di iniettare a pressione la boiaccia cementizia, occorrerà sigillare le fessure o procedere all'applicazione di un intonaco provvisorio che verrà rimosso una volta completato il consolidamento.

3.3 I prodotti a base polimerica

I materiali polimerici sono costituiti da molecole di prodotti organici collegati tra loro tramite un processo che prende il nome di polimerizzazione. È denominato monomero il prodotto di partenza costituito dalle singole molecole.

Negli ultimi anni sono stati sviluppati vari tipi di polimeri destinati al settore delle costruzioni, ma quelli che maggiormente interessano il campo della conservazione del patrimonio esistente sono i prodotti solidi ottenuti per polimerizzazione di un monomero liquido. A seconda del tipo di intervento che si vuole realizzare esistono: monomeri liquidi, che possono essere applicati sulla superficie del materiale da proteggere e che danno luogo, a polimerizzazione terminata, ad un rivestimento pellicolare, più o meno impermeabile ed aderente al supporto; liquidi monomerici con l'aggiunta di materiali in polvere o granulari, ottenendo una pasta o una malta da applicare come intonaco; liquidi relativamente poco viscosi, che possono essere iniettati all'interno di un solido riempiendone i micropori e le macrocavità e consolidandolo, a polimerizzazione terminata; polimeri che fungono da collante fra due superfici anche di materiale diverso, come avviene nel caso in cui si voglia realizzare un rinforzo strutturale applicando una lamiera di acciaio (beton plaqué) o tessuti polimerici (sistemi FRP).

Ad ogni modo, la scelta del materiale più idoneo va fatta tenendo conto non solo delle proprietà della resina stessa, ma anche di quelle del substrato su cui dovrà essere applicata.

Un'attenta valutazione delle caratteristiche delle resine può portare alla scelta del rivestimento più idoneo in funzione delle condizioni ambientali. Infatti recenti studi²⁷ hanno verificato, ad esempio, che per

²⁷Cfr. Almusallam A.A., Khan F.M., Dulaijan S.U., Al-Amoudi O.S.B. *Cem Concr Comp*, 2003.

ambienti chimicamente aggressivi o umidi è più idoneo utilizzare resine epossidiche, mentre risultano più efficaci le resine poliuretatiche in ambienti ricchi di cloruri.

La protezione ottenuta con i prodotti polimerici è molto influenzata anche dalla temperatura. Altri studi²⁸ hanno dimostrato come, per temperature superiori a 35°C, le loro proprietà si riducono drasticamente. Inoltre, nel caso in cui i prodotti polimerici vengano utilizzati come collanti di un sistema di rinforzo, la poca resistenza dei polimeri alle alte temperature rende inaffidabile la struttura in caso di incendio.

Anche le caratteristiche chimico-fisiche del substrato, in particolare quando l'ambiente risulta essere chimicamente aggressivo, influenzano l'efficacia e la durabilità dei trattamenti superficiali a base di polimeri. In effetti, le prestazioni del rivestimento si riducono per calcestruzzi che sono caratterizzati da maggiore porosità, proprietà connessa con il maggiore rapporto a/c.

Nel campo della conservazione del patrimonio culturale esistente il tipo di trattamento a base polimerica deve essere scelto anche in funzione della sua reversibilità. In questo caso, infatti, il rivestimento superficiale deve poter essere rimosso tramite l'utilizzo di solventi comuni all'insorgere di problemi garantendo, al contempo, la restituzione del substrato alla condizione originaria.

In generale, i tipi di polimero in commercio hanno diverse vocazioni applicative determinate dalla loro struttura, mono o bi-componente, e dal tipo di polimerizzazione, precedente o contemporanea alla messa in opera. Se ne riporta una schematizzazione nella seguente tabella.

²⁸Cfr. Jones M.R., Dhir R.K., Gill J.P. *Cem Concr Res.* 1995.

Polimero	Tipo	Applicazione
Resine epossidiche e poliuretaniche	Bicomponente	pellicole superficiali
		riempimento di piccole cavità e sarcitura di lesioni
		giunzioni strutturali
Resine alchidiche, viniliche, poliacrilicati	Monocomponente	pellicole superficiali
Silani	Monocomponente	impregnante

Classificazione dei polimeri da ripristino più utilizzati.

3.3.1 Le resine monocomponente

I prodotti monocomponente si distinguono fondamentalmente in monomeri, che induriscono in opera, e formulati già polimerizzati, da sciogliere od emulsionare prima dell'applicazione (resine viniliche ed poliacrilicati).

In quest'ultimo caso il polimero è stato ottenuto in un impianto chimico di polimerizzazione e viene applicato o disciolto in un solvente organico o emulsionato in acqua.

Questo tipo di applicazione non può essere utilizzata nel caso in cui l'evaporazione del solvente risulta impedita o comunque ostacolata. Ciò si verifica per esempio nel consolidamento per impregnazione, o per sigillatura di lesioni, o per giunzione di due strutture, dove l'evaporazione del solvente non può avvenire o risulta fortemente rallentata. Per questo motivo, tali polimeri trovano applicazione, quasi esclusivamente, quali rivestimenti superficiali: in questo caso, dopo l'evaporazione del solvente, organico o acquoso, verso l'aria, si forma un sottile strato protettivo del polimero solido sulla superficie della struttura trattata.

Un'applicazione molto interessante si ha con il lattice di cemento ottenuto aggiungendo dei polimeri, già formati e dispersi in emulsioni acquose, ad un impasto fresco di malta cementizia. Il lattice di cemento ha delle proprietà adesive superiori rispetto alla malta cementizia comune.

I silani sono prodotti liquidi che per la loro reattività all'acqua sono in grado di idrolizzarsi e ricombinarsi con le molecole di calcio presenti nella matrice cementizia.

Questo tipo di polimero è ottimo per rendere idrofobe le superfici del cemento armato e viene applicato in opera per emulsione in soluzione acquosa. A seguito del trattamento, effettuato semplicemente tramite

verniciatura a pennello o a rullo, i pori capillari del calcestruzzo risultano impregnati ma non ostruiti da uno strato monomero legato intimamente con gli atomi di calcio della matrice cementizia. In pratica, i silani riducono la porosità superficiale del conglomerato impedendo alla pioggia di penetrare la porzione corticale della struttura senza creare una barriera al vapore interno, costituito da gocce d'acqua più piccole dei capillari del calcestruzzo. L'effetto idrorepellente che si realizza è efficace per elementi verticali esposti alla pioggia e per pressioni superficiali non elevate, per cui non può essere impiegato come impermeabilizzante.

Tuttavia, proprio questa caratteristica di bloccare l'acqua liquida ma non il vapore acqueo, rende i pori trattati con silani penetrabili da gas come l'anidride carbonica, l'ossigeno e l'umidità dell'aria, creando le condizioni ideali per l'innesco della corrosione delle armature.

I silani devono essere considerati solo dei protettivi che consentono di ritardare il degrado ma non di consolidare zone già ammalorate.

3.3.2 Le resine bicomponente

Le resine bicomponente si ottengono unendo due componenti monomerici A e B, entrambi liquidi finché sono conservati separatamente. Quando sono mescolati insieme, con o senza cariche aggiuntive, reagiscono per produrre, dopo la loro applicazione sul o dentro il materiale da costruzione, un solido attraverso il processo di copolimerizzazione. Rientrano in questa categoria le resine epossidiche e quelle poliuretatiche.

Le proprietà del sistema epossidico dipendono fortemente dagli additivi e dal tipo di indurente impiegato. Le cariche minerali, che si possono aggiungere rendono molteplici ed estremamente vari i prodotti ottenibili modificando caratteristiche chimico-meccaniche quali: il modulo elastico; il pot-life, che è il tempo disponibile per l'applicazione dopo aver miscelato il componente A con il componente B; la resistenza a compressione; la resistenza a trazione; la resistenza agli urti; la riduzione del coefficiente di dilatazione termica; la temperatura massima in fase di indurimento; la viscosità.

Le resine epossidiche e poliuretatiche, bicomponenti con copolimerizzazione in situ, sono impiegate principalmente in qualità di adesivi (ad esempio beton plaqué, ancoraggi chimici, riprese di getto, impregnazione di tessuti, produzione di pultrusi) e meno per la formazione di rivestimenti superficiali. Il loro uso come collanti garantisce in parte la protezione dalle aggressioni ambientali, pur rimanendo vulnerabili alle forti escursioni termiche e vanificando completamente il consolidamento in caso di incendio. Anche la sarcitura di lesioni sfrutta le ottime caratteristiche adesive di questi materiali, in quanto, se le fessure non sono troppo grandi, consentono di ricreare la continuità meccanica delle parti danneggiate.

L'applicazione di resine epossidiche come trattamento superficiale risulta essere particolarmente efficace per bloccare la penetrazione di cloruri e fornire maggiore protezione contro gli attacchi dei solfati.

3.3.3 Altri tipi di resine

Recentemente, nel settore dei beni culturali, sono stati sperimentati nuovi trattamenti a base di polimeri biodegradabili. Questo tipo di materiale risulta particolarmente adatto nel campo della conservazione del patrimonio esistente in quanto risulta essere reversibile permettendo, qualora se ne renda necessario, la rimozione del trattamento senza inficiare in alcun modo il substrato esistente.

Pur avendo alcuni studi verificato la loro efficacia dell'impregnazione idrofobica, tuttavia, sono scarse le indagini riguardanti le prestazioni a lungo termine in ambienti più o meno aggressivi.

Altre sperimentazioni²⁹ sono state eseguite con lo scopo di aumentare l'efficacia di prodotti polimerici, già presenti sul mercato, grazie all'aggiunta di nano-particelle di organoclay³⁰.

L'inserimento di questi nanocompositi nella matrice polimerica migliora diverse proprietà della resina quali la resistenza agli agenti chimici aggressivi, le prestazioni termo-meccaniche, la idrofobicità superficiale. In particolare, l'acquisizione del carattere idrofobico è collegato alla maggiore rugosità superficiale dei sistemi nanocompositi rispetto alle resine ordinarie.

In ogni caso, gli attuali trattamenti a base di polimeri presentano spesso delle prestazioni che sono fortemente influenzate da fattori intrinseci ed estrinseci. Per tale ragione è ancora da sviluppare un materiale che risulti totalmente efficace e durabile in ogni condizione ambientale.

²⁹Cfr. L. Di Maio, M.L. Fariello, L. Incarnato, P. Scarfato, *Surface treatment of concrete with polymer/organoclay nanocomposite*, in: *Proceedings of the Thirteenth International Congress on Polymers in Concrete ICPIC 2010*. Funchal-Madeira, Portugal, 11-12 February 2010, BRAGA: Oficinas Gráficas de Barbosa & Xavier, Lda.

³⁰ Le organoclay sono argille modificate. Il componente principale è la bentonite, una cenere vulcanica alterata chimicamente che consiste principalmente di montmorillonite minerale argilloso.

3.4 Confronto tra prodotti a base cementizia e a base polimerica

Allo stato attuale i prodotti a base polimerica presentano caratteristiche in genere complementari a quelli a base cementizia, e solo in qualche caso le due categorie di prodotti risultano competitive tra loro per la stessa applicazione.

Sicuramente i prodotti cementizi risultano essere più vantaggiosi, anche in virtù dell'essere più economici, quando l'intervento è di consolidamento e interessa spessori centimetrici.

Se l'intervento è finalizzato a conseguire una protezione superficiale impermeabilizzante, risultano più vantaggiosi, dal punto di vista prestazionale i prodotti a base polimerica.

Quando, invece, si tratta di un intervento riempitivo di pori e cavità, la scelta tra liquidi polimerici e microcementi può essere fatta in base alla dimensione dei pori o all'estensione dell'intervento.

Nel caso in cui l'ambiente risulti fortemente corrosivo nei riguardi dei materiali a base di cemento, può essere presa in considerazione l'adozione di un intervento misto consistente in uno strato di malta rivestito superficialmente con uno strato sottile di prodotti polimerici.

Indipendentemente dal trattamento, bisogna tener presente che i polimeri risultano meno affidabili dei materiali cementizi rispetto alla resistenza alle alte temperature e al fuoco.

Tipo di intervento	Scopo
Rivestimenti centimetrici: malte di cemento (1-5cm); betoncini di cemento (5-10cm)	Consolidamento
Rivestimenti millimetrici: vernici a base di polimeri	Impermeabilizzazione o protezione
Riempimento di pori e cavità: iniezioni di vernici polimerizzabili (o iniezioni di microcementi per macrocavità)	Consolidamento
Sigillature di fessure: iniezioni di liquidi polimerizzabili	Consolidamento o protezione di ferri
Giunzione di superfici: adesivi a base di polimeri	Placcatura
Intervento misto: malte e calcestruzzi cementizi rivestiti da vernici polimeriche o miscele di acqua, cemento, sabbia e polimero	Consolidamento e protezione da ambienti corrosivi o processi fessurativi

Campi applicativi nel restauro con materiali cementizi e polimerici

CAPITOLO QUARTO

LA CHIESA DELLA SACRA FAMIGLIA E LA CLASSIFICAZIONE DEL DEGRADO

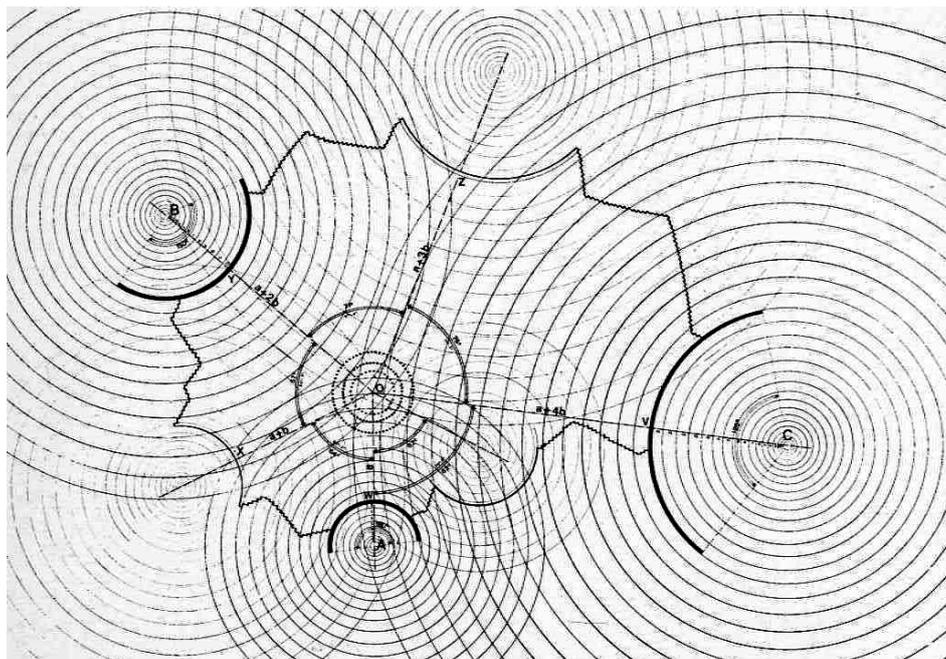
4.1 L'Architettura secondo Paolo Portoghesi e Vittorio Gigliotti

Il punto di partenza dell'architettura di Paolo Portoghesi e di Vittorio Gigliotti è il concetto di luogo, che è fortemente condizionato dalla presenza umana. Quando vi è un'organizzazione, secondo principi topologici o geometrici, nasce la teoria dello spazio come «sistema di luoghi». Lo stesso Paolo Portoghesi spiega: *“Avevo imparato da Borromini che il cilindro a matrice ellittica, essendo l'involuppo del corpo umano, può sintetizzare la presenza del corpo. La teoria dello spazio come sistema dei luoghi partiva dall'ipotesi che si potesse considerare lo spazio come qualcosa creato da successivi avvolgimenti rispetto al nostro corpo, come una cipolla che quando viene tagliata mostra i vari strati che avvolgono il nucleo interno; così pensavo allo spazio come a qualcosa che nasce dalla presenza del proprio corpo e di quello degli altri.”*³¹.

Lo scopo della loro architettura è quello di costruire luoghi che soddisfino a pieno l'esigenza dell'uomo di abitarli. La planimetria diventa il primo passo del progetto; su di essa si rappresentano le varie funzioni a cui deve assolvere l'edificio con famiglie di cerchi concentrici che si dilatano all'infinito sovrapponendosi. Successivamente la struttura architettonica materiale si adatterà liberamente su quella virtuale

³¹Cfr. P. Portoghesi e V. Gigliotti, *Ricerche sulla centralità, progetti dello studio di Porta Pinciana*, in «Controspazio», giugno 1971, p.8.

costituita dalle famiglie di cerchi concentrici in modo da rispecchiare la possibilità di interferenza di ciascuna funzione sia con l'interno dell'edificio sia con l'ambiente esterno.



Genesi della planimetria della chiesa della Sacra Famiglia dallo studio dello spazio come sistema dei luoghi

Il mezzo con cui evidenziare il gioco che si crea tra gli spazi interni ed esterni è il muro inflesso. Esso viene utilizzato come superficie sia verticale che orizzontale in modo da operare sullo spazio comprimendolo, dalla parte concava, o dilatandolo, dalla parte convessa. Altra costante fonte di ispirazione è la natura, dalle sue forme derivano le esperienze architettoniche. Paolo Portoghesi, infatti, scriveva: “*La mia architettura prende spunto da forme naturali*”³². Analogie tra

³² Cfr. P. Portoghesi, *Le inibizioni dell'architettura moderna*, Roma - Bari, 1974, p.157.

quest'ultime e quelle di Paolo Portoghesi e di Vittorio Gigliotti sono, infatti, continuamente possibili.

4.2 La Chiesa della Sacra Famiglia

La chiesa della Sacra Famiglia fu progettata dall' arch. Paolo Portoghesi e dall' ing. Vittorio Gigliotti nel 1968.

La prima pietra fu benedetta l'otto dicembre del 1971, ma il manufatto fu consegnato alla comunità solo nel giugno del 1975, ancora privo di pavimentazione.

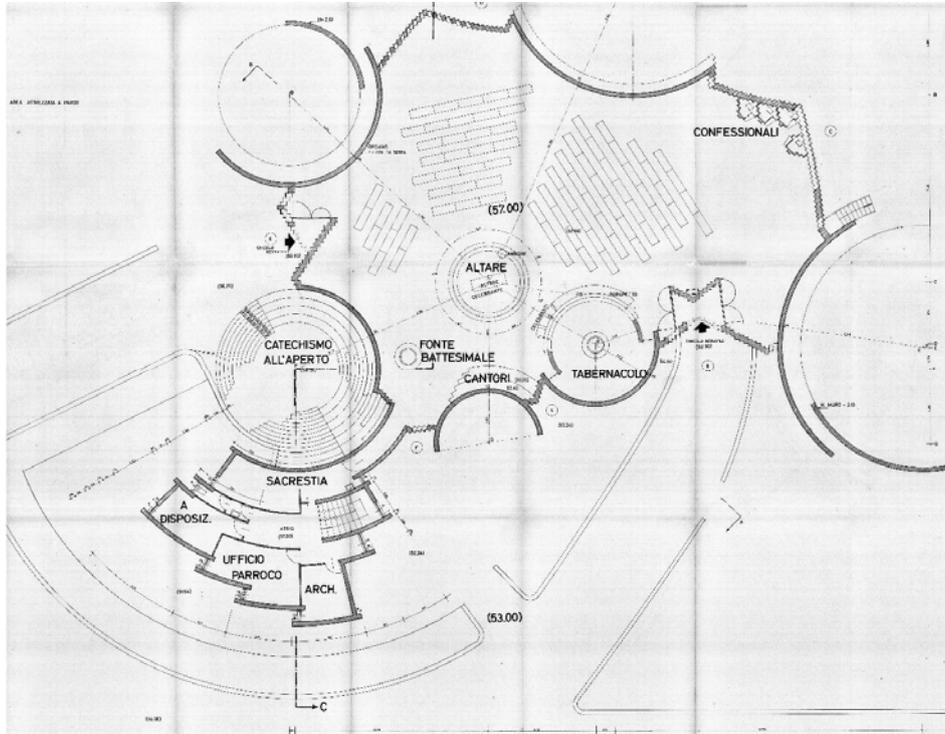
Essa sorge nel quartiere Fratte di Salerno, una zona contraddistinta da una edilizia residenziale popolare costituita da una serie di case di scarso valore architettonico, dalle facciate a tratti prive di intonaco che celano questo capolavoro in calcestruzzo armato.

Sin da lontano, ci si rende conto di come esso adempia pienamente alla sua duplice funzione: accogliere il fedele nella sua intimità e aprire la parrocchia al territorio, divenendone il cuore pulsante.

Il progetto scaturisce dall'idea, espressa svariate volte da Portoghesi e da Gigliotti, che lo "spazio" è un "sistema di luoghi"; ogni luogo, a sua volta, è caratterizzato dalla presenza umana e dalle sue attività.

Partendo, quindi, dalle funzioni che la struttura religiosa dovrà svolgere, vengono individuati dei fulcri che estendono i loro influssi al resto dello spazio, similmente ad un sasso che, lanciato in uno specchio di acqua, genera onde concentriche.

La genesi della chiesa è nella planimetria; in essa vengono individuati sei centri dai quali parte una serie di cerchi concentrici che definiscono i setti curvi, i quali servono a chiudere degli spazi e, simultaneamente, ad aprirne dei nuovi, in un gioco di interazione dinamica tra interno ed esterno.



Planimetria della Chiesa della Sacra Famiglia con individuazione delle funzioni dei vari luoghi ecclesiastici.

Dalle pareti cilindriche, di differente altezza, parte una serie di volte che si uniscono nella grande cupola centrale.

Entrando nella chiesa, il fedele viene accolto nel grembo dell'assemblea; tale sensazione si avverte grazie alla presenza di pareti tutte convesse, ad eccezione di quelle che delimitano la cappella del Santo Sacramento che crea uno spazio maggiormente favorevole all'intima preghiera dei singoli fedeli ed alla religiosa custodia della Santissima Eucaristia.

La convessità interna delle pareti, intesa a ricevere con calore i fedeli, è in perfetta sintonia con la concavità esterna, avente lo scopo di approfondire, come braccia materne, perenne disponibilità all'accoglienza degli abitanti ivi presenti.



Veduta dal basso della cupola centrale

Gigliotti sostiene che il «mistero della divinità» si possa scorgere, in tutto il suo chiarore, nei giochi di luce, la cui eccelsa potenza primeggia nell'opera in questione.

Le finestre spariscono, vengono sostituite da fessure inserite tra gli spigoli verticali.

Una grande apertura circolare, disposta sulla sommità della cupola principale, permette all'altare, fulcro della chiesa, di essere illuminato direttamente dai raggi del sole; ancora una volta, la luce è emblema del Divino.

Il peculiare utilizzo della luce non è una scelta casuale, ma è fedele ai canoni dettati dal Concilio Ecumenico Vaticano II; l'architettura e la liturgia vivono in simbiosi, si condizionano a vicenda; la chiesa-edificio diviene un' «icona escatologica».



Le finestre viste dall'interno della chiesa

In virtù di quanto menzionato, appare evidente che i progettisti partono dall'ideale concetto religioso di “Uno e Trino”, e lo trasfondono nella concretezza architettonica data dalla cupola centrale che unisce le tre volte.

La scelta delle forme, della posizione dell'altare, del presbiterio e dell'ambone, non è lasciata al caso, ma è frutto di attente analisi finalizzate ad un corretto svolgimento della liturgia.



Veduta dell'altare.

L'unità dell'assemblea religiosa viene creata tramite due stratagemmi: l'utilizzo del medesimo materiale, il calcestruzzo armato, sia per gli elementi verticali, sia per quelli orizzontali; il ripetersi dello stesso modulo di 25 cm, e per l'alternanza degli spigoli verticali, che uniscono i vari setti cilindrici, e per gli anelli concentrici che costituiscono le volte. Portoghesi, a proposito del cemento armato, dice: *“Nella mia carriera il cemento armato è stato di grande utilità nel riproporre i temi del passato ... Esso mi ha permesso di realizzare sogni di architetti vissuti molti*

*secoli fa, vincolati dalla tecnica muraria, e che hanno dovuto operare con limiti molto forti”.*³³

Al fine di conferire un peculiare carattere al manufatto, è evidente la necessità di conoscere approfonditamente la tecnologia.

Non appare superfluo aggiungere che la perfezione nella realizzazione dell'opera non possa assolutamente prescindere dalla necessità di continui ed efficaci rapporti con i costruttori ed i muratori, esecutori materiali di essa.



Immagine del cantiere della chiesa

³³Cfr. E. Sicignano, *Architetture in cemento armato*, Clean Edizioni, Napoli, 2007, p. 154-155.

Una conferma di quanto innanzi detto, è data dalle seguenti parole di Portoghesi: *“Il cemento a faccia vista era la moda del «Beton Brut», dominante allora. Io la accettavo, ma, allo stesso tempo, volevo che le superfici fossero meno violente, più curate. La mia aspirazione era che tra il legno della casseforma ed il cemento si stabilisse un’equazione e che il legno fosse trattato come le botti di quercia. Esempio straordinario, in tal senso, è l’organo della Chiesa della Sacra Famiglia a Salerno - Fratte, dove carpentieri navali diedero il meglio di se stessi realizzando qualcosa che non ha paragoni. Essi meritano lode perenne perché, per ottenere quei risultati, occorsero oltre l’esperienza e l’abilità, fatica e rigore immensi.”*³⁴.

L’intera struttura può essere suddivisa in tre corpi cui corrispondono rispettivamente: la Sacrestia, la Chiesa e l’area dedicata al Catechismo all’aperto.



Veduta dall'alto del prospetto sud est

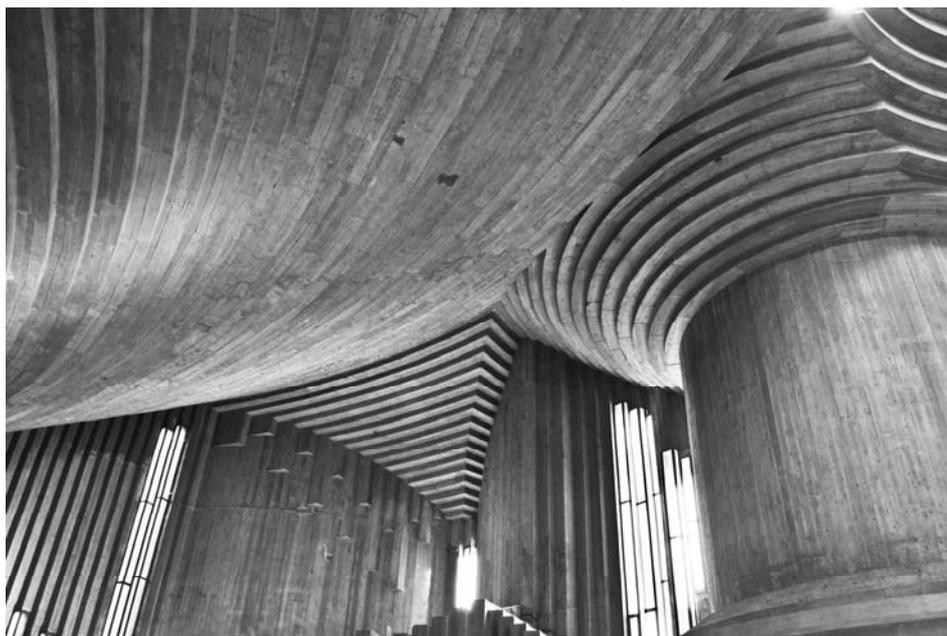
³⁴ Cfr. E. Sicignano, op. cit., p. 155.

Le fondazioni sono costituite da plinti a due pali e da zattere; i pali sono del tipo trivellato con un diametro nominale pari a 400 mm.

Il primo corpo ha una quota d'imposta inferiore di poco più di un metro rispetto a quella degli altri due.

La struttura della Sacrestia può essere assimilata ad una gabbia in cemento armato costituita da travi curve e pilastri; la sua copertura è data da un solaio piano contornato da un muretto di differente altezza, che funge da parapetto.

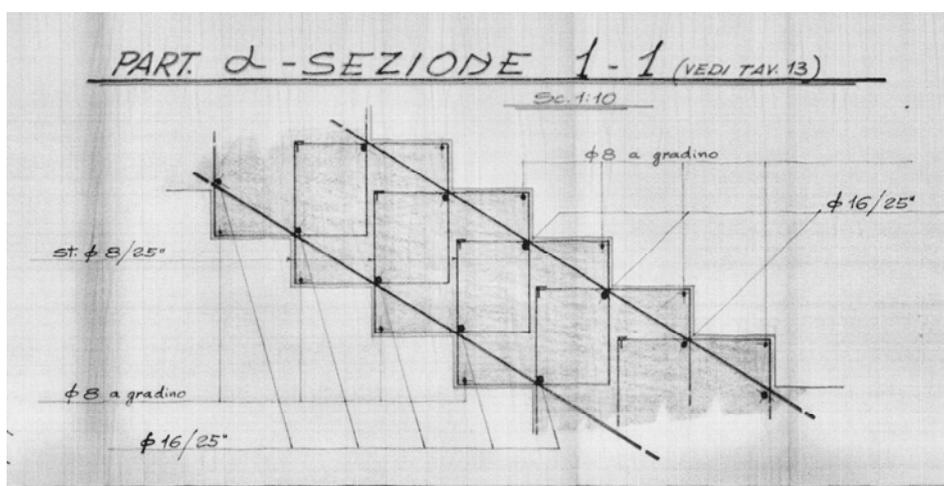
Lo spazio del secondo corpo, la Chiesa, è delimitato da pareti circolari alle quali sono accoppiate pareti a risega con sviluppo variabile. Per ottenerne la geometria, sono stati individuati tre fulcri: uno in corrispondenza del Tabernacolo, uno dei Confessionali, uno della



Veduta dell'interno della chiesa

Canonica; essi rappresentano il centro delle pareti circolari tra loro collegate dalle pareti a riseghe che si irradiano a ventaglio. Le superfici

frontali di queste ultime, costituite da rientranze spesse 25 cm, sono allineate ad uno dei tre centri. Il gradonato che caratterizza la copertura si sviluppa in perfetta armonia con la geometria innanzi descritta; tale copertura è stata realizzata tramite un unico getto. L'ausilio di staffe e ferri $\Phi 8$ ha reso possibile l'esecuzione del gradonato, sia interno che esterno.



Particolare della carpenteria della copertura della chiesa

Il terzo corpo, per il Catechismo all'aperto, ha una copertura che all'estradosso funge da anfiteatro; essa è costituita da una soletta piena in cemento armato che porta il gradonato, realizzato con un getto eseguito successivamente.

I materiali utilizzati sono: ferro Feb44k ad aderenza migliorata, calcestruzzo Rck300.

Ancora oggi è da considerare notevole la valenza architettonica della Chiesa della Sacra Famiglia, sebbene sia trascorso ormai un trentennio dalla sua realizzazione.



Particolari intersezioni tra elementi realizzati tramite l'utilizzo di riseghe, in corrispondenza dell'ingresso principale e all'interno della chiesa.

Essa, infatti, non solo adempie perfettamente alle esigenze della comunità, ma complessivamente, ne conserva anche la sua integrità; è solo parzialmente usurata dal trascorrere del tempo, pur sempre tiranno. Attualmente, gli unici problemi evidenziati sono dati da infiltrazioni di acqua, in particolar modo, in corrispondenza della copertura, che provocano, in alcune zone, un parziale distacco del copriferro.

4.3 Le schede di classificazione del degrado

La diagnosi del degrado è una delle fasi principali del processo di conservazione di un bene culturale. Infatti, solo grazie ad una attenta ricerca delle cause che hanno portato al decadimento dei materiali e della struttura potrà essere redatto un buon progetto di restauro scegliendo i metodi e i materiali più idonei.

Per poter effettuare una corretta diagnosi è necessaria un'attenta anamnesi dell'edificio. Questa è costituita da una serie di indagini che possono essere sinteticamente riassunte in: raccolta ed esame di notizie storiche e di carattere generale riguardanti il manufatto; ispezione della struttura; esecuzione di prove in situ e di laboratorio.

L'osservazione delle manifestazioni di degrado, l'identificazione e la descrizione delle stesse ha portato a redigere le schede riportate di seguito.

In primo luogo si è ricercato un glossario specifico e condiviso. Per arrivare a tale risultato è stato necessario ricorrere a strumenti normativi non solo italiani, ma anche europei ed americani.

Il lessico base utilizzato è quello desunto dalla norma UNI 11182:2006³⁵, redatta per i beni culturali, che descrive le forme di alterazione e fornisce i termini e le definizioni di queste per i materiali lapidei naturali ed artificiali. È stato poi necessario ampliare il glossario così desunto per quanto riguarda le specifiche manifestazioni di degrado che interessano i conglomerati cementizi. Per fare ciò si è utilizzato il *Concrete Repair Manual*³⁶, manuale edito nel 2008 che fonde in sé due documenti: ACI (American Concrete Institute) 201.1R-92, *Guide for making a condition*

³⁵ Cfr. UNI 11182:2006, *Beni culturali. Materiali lapidei naturali ed artificiali. Descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni.*

³⁶ Cfr. *Concrete Repair Manual*, pubblicato da ACI, American Concrete Institute e ICRI, International Concrete Repair Institute.

survey of concrete in service; e CS TR (Concrete Society Technical Report) n. 54, 2000, *Diagnosis of deterioration in concretes structures*.

La prima scheda è quella che riguarda l'edificio in generale. In essa sono individuati: la localizzazione, il progettista, l'anno di costruzione e la classe di esposizione in relazione alle condizioni ambientali, così come definito dalla norma UNI 11104:2004³⁷.

Le schede successive descrivono i singoli fenomeni di degrado riscontrati. Esse sono costituite da più parti: una breve definizione, con riferimento ai documenti su citati; l'individuazione all'interno dell'edificio della zona soggetta al tipo di degrado; altre manifestazioni di degrado, quando presenti oltre a quella principale, sono segnalate come compresenti; l'identificazione di eventuali degradi correlati, quando appare un processo di progressiva perdita o trasformazione strettamente collegato al fenomeno principale; le probabili cause. Questa ultima parte della scheda dovrebbe essere successivamente supportata, per poter confermare o meno le ipotesi, da una campagna di indagini, sia del tipo non distruttivo, che permettono di analizzare la struttura nella sua globalità in modo abbastanza semplice e rapido, sia del tipo distruttivo, che consentono di raggiungere risultati sicuramente più affidabili circa le cause che hanno provocato il degrado.

L'importanza di questo lavoro di anamnesi è quella di poter rendere più specifica, e quindi più efficace ed economica, la campagna di indagini.

³⁷ Cfr. UNI 11104:2004, *Calcestruzzo, specificazione, prestazione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206*.

Chiesa della Sacra Famiglia



Località

Salerno, località Fratte

Progettista

arch. Paolo Portoghesi e ing. Vittorio Gigliotti

Anno di costruzione

1971-75

Classe di esposizione ambientale (secondo la UNI 11104:2004)

XC4 - Descrizione dell'ambiente: ciclicamente asciutto e bagnato

Esempi informativi di situazioni: calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto ed umido.

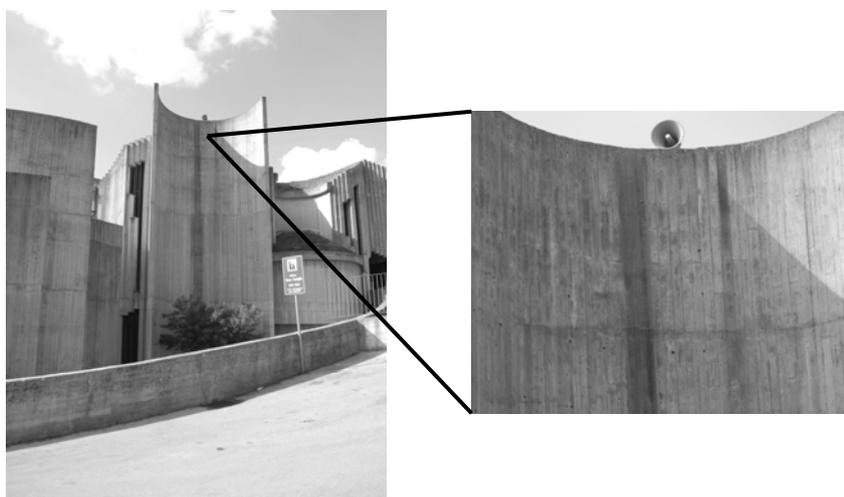
Calcestruzzi a vista in ambienti in ambienti urbani.

XS1 - Descrizione dell'ambiente: esposto alla salsedine marina, ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare.

Esempi informativi di situazioni: calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità del mare.

Colatura

Traccia ad andamento verticale. Frequentemente se ne riscontrano numerose ad andamento parallelo (UNI 11182:2006).
Generalmente di colorazione più scura della superficie (apporto di materia) o più chiara (asportazione, dilavamento).



Descrizione del fenomeno

Presenza di colore diversificato sulla superficie dell'intero manufatto.

Degradi compresenti

Colonizzazione biologica.

Degradi correlati

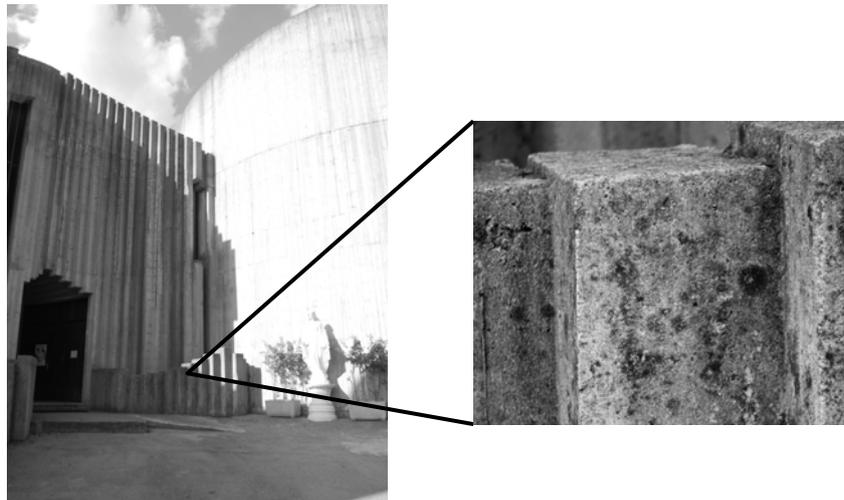
Erosione da dilavamento, deposito superficiale.

Probabili cause

Agenti atmosferici, morfologia del manufatto.

Colonizzazione biologica

Presenza riscontrabile macroscopicamente di micro e/o macro organismi: alghe, funghi, licheni, muschi, piante superiori (UNI 11182:2006).



Descrizione del fenomeno

Asporto di materia, presenza di muschi.

Degradi compresenti

Deposito superficiale.

Degradi correlati

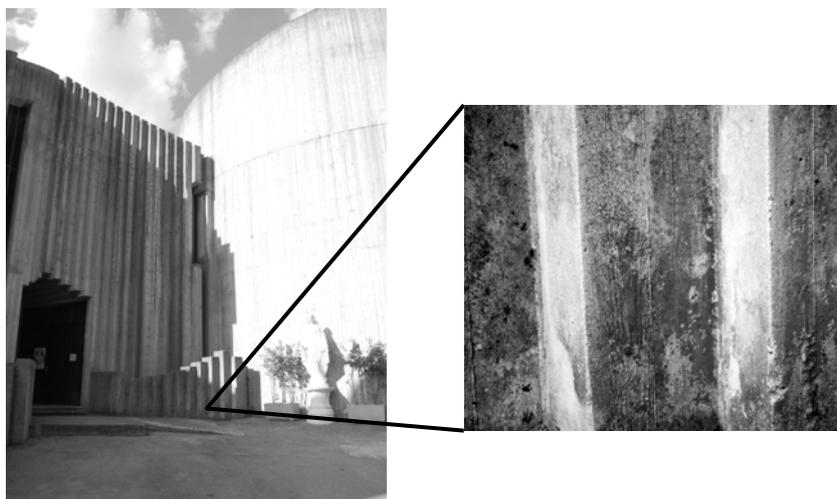
Disgregazione.

Probabili cause

Agenti atmosferici, morfologia del manufatto.

Patina biologica

Strato sottile, omogeneo, costituito prevalentemente da microrganismi, variabile per consistenza colore e adesione al substrato (UNI 11182:2006).



Descrizione del fenomeno

Area di colore verdastro ad andamento verticale.

Degradi compresenti

Deposito superficiale.

Degradi correlati

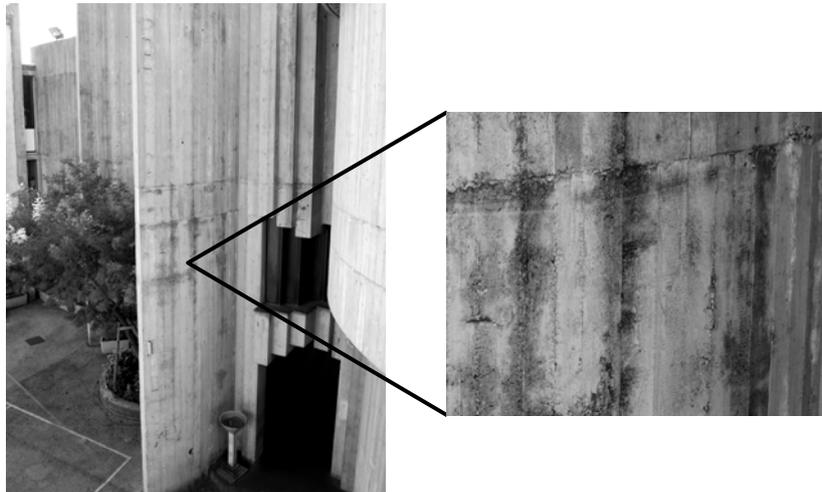
Disgregazione.

Probabili cause

Agenti atmosferici, morfologia del manufatto.

Deposito superficiale

Accumulo di materiali estranei di varia natura, quali polvere, terriccio, guani, ecc. Ha spessore variabile, generalmente scarsa coerenza e scarsa aderenza al materiale sottostante (UNI 11182:2006).



Descrizione del fenomeno

Presenza di aree di colorazione nerastra.

Degradi compresenti

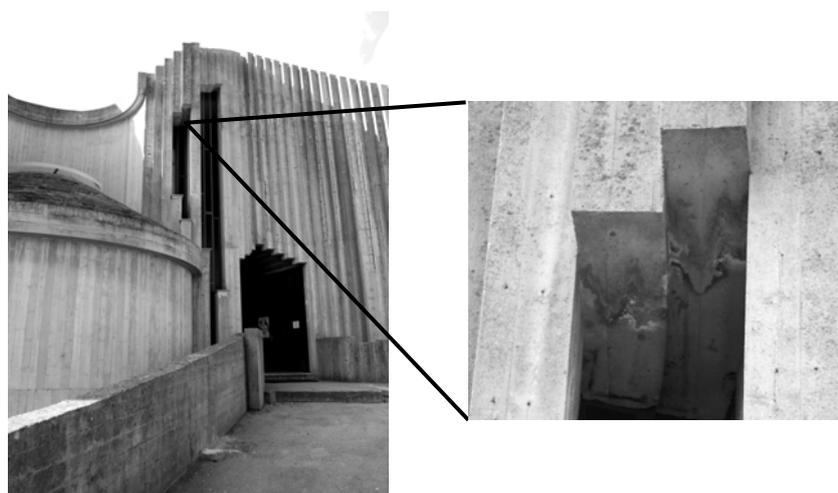
Erosioni, nidi di ghiaia.

Probabili cause

Inquinamento atmosferico.

Efflorescenza

Formazione superficiale di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, generalmente di colore biancastro (UNI 11182:2006).



Descrizione del fenomeno

Apporto e trasformazione di materia con zone imbibite di colore scuro, altre di colorazione più chiara e biancastra.

Degradi compresenti

Deposito, colonizzazione biologica.

Degradi correlati

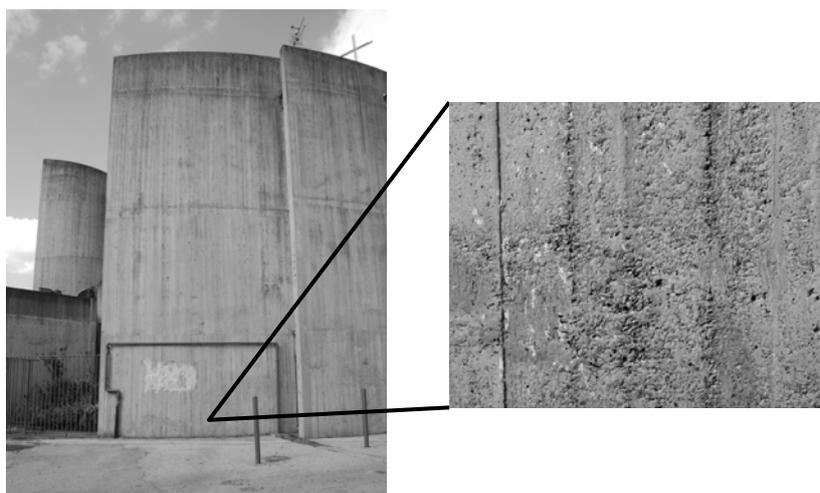
Disgregazione, macchie.

Probabili cause

Infiltrazioni di acqua meteorica.

Erosione

Asportazione di materiale dalla superficie che nella maggior parte dei casi si presenta compatta (UNI 11182:2006).



Descrizione del fenomeno

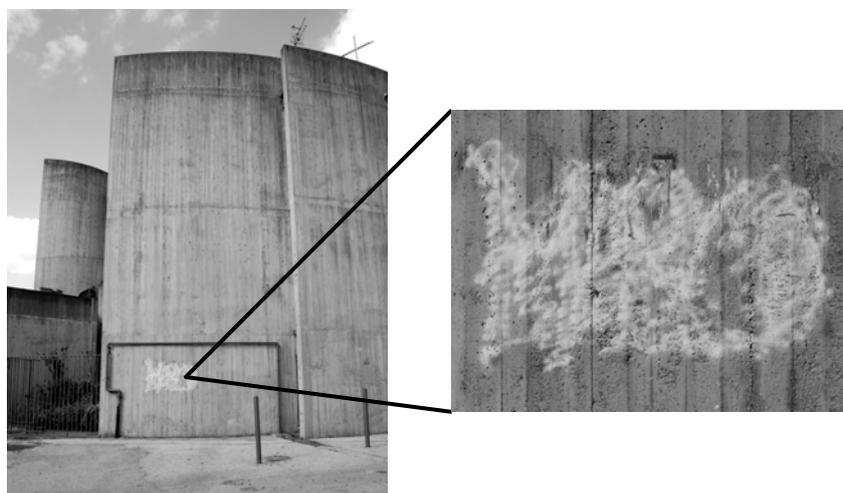
Perdita di materiale. Il fenomeno interessa la parte inferiore del manufatto.

Probabili cause

Esposizione agli agenti atmosferici.

Macchia

Variazione cromatica localizzata della superficie, correlata sia alla presenza di determinati componenti del materiale sia alla presenza di materiale estraneo (acqua, prodotti di ossidazione di materiale metallici, sostanze organiche, vernici, microrganismi (UNI 11182:2006).

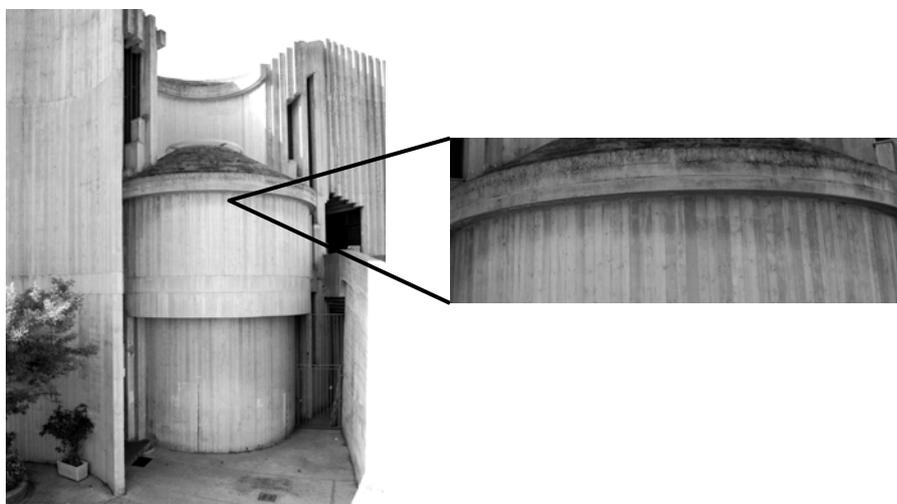


Descrizione del fenomeno
Zone di colore blu, bianco.

Probabili cause
Atti vandalici.

Alterazione cromatica

Variazione, a carico dei componenti del materiale, dei parametri che definiscono il colore. È generalmente estesa a tutto il materiale interessato; nel caso l'alterazione si manifesti in modo localizzato è preferibile utilizzare il termine macchia (UNI 11182:2006).



Descrizione del fenomeno

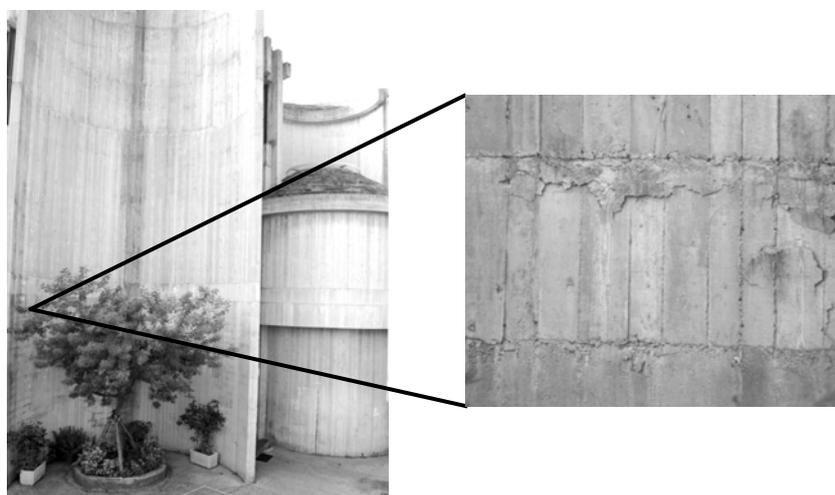
Zone di forma irregolare di colore scuro, dai margini sfumati.

Probabili cause

Morfologia del manufatto.

Ripresa di getto, Giunti

Linea o discontinuità visibile sulla superficie del calcestruzzo indicativa di getti successivi, dove uno strato di calcestruzzo era già indurito precedentemente alla posa in opera dello strato seguente (ACI (American Concrete Institute) 201.1R-92 reappr.1997 – *Guide for making a condition survey of concrete in service*).



Descrizione del fenomeno

Discontinuità della superficie. Interessa il manufatto in tutte le superfici verticali dell'edificio.

Degradi compresenti

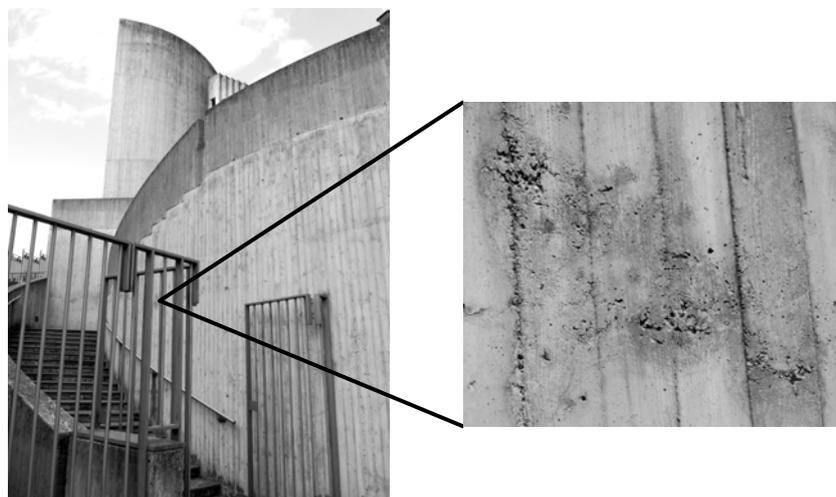
Deposito, macchie.

Probabili cause

Modalità esecutive del getto.

Vespai, Nidi di ghiaia

Vuoti lasciati nel calcestruzzo dovuti alla mancanza della malta di riempimento degli spazi tra gli aggregati più superficiali (ACI (American Concrete Institute) 201.1R-92 reappr.1997 – *Guide for making a condition survey of concrete in service*).



Descrizione del fenomeno

Discontinuità della superficie, aggregato a vista.

Degradi compresenti

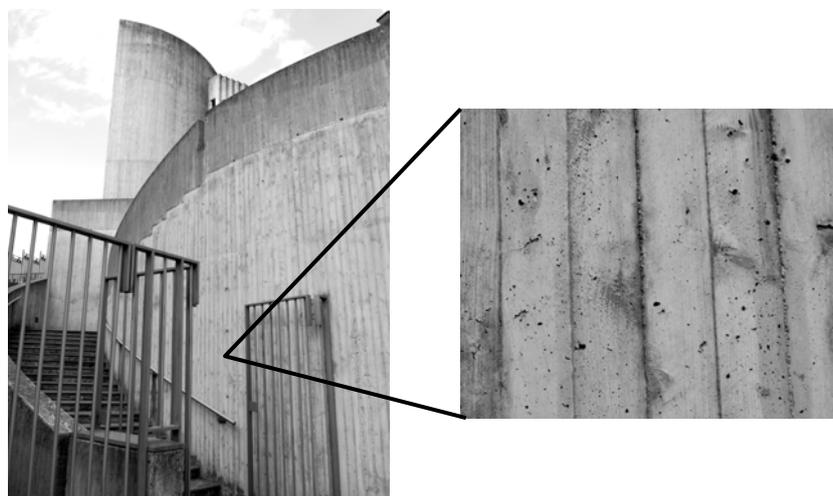
Microvuoti, erosione.

Probabili cause

Modalità esecutive (inadeguata curva granulometrica, segregazione nel getto, inadeguato costipamento e dosaggio dei componenti).

Vuoti d'aria

Piccoli e regolari vuoti dovuti alla presenza di bolle d'aria intrappolate nello strato superficiale del calcestruzzo durante la fase della posa in opera e dell'indurimento (ACI (American Concrete Institute) 201.1R-92 reappr.1997 – *Guide for making a condition survey of concrete in service*).



Descrizione del fenomeno

Discontinuità della superficie per la presenza di cavità di piccola dimensione.

Degradi compresenti

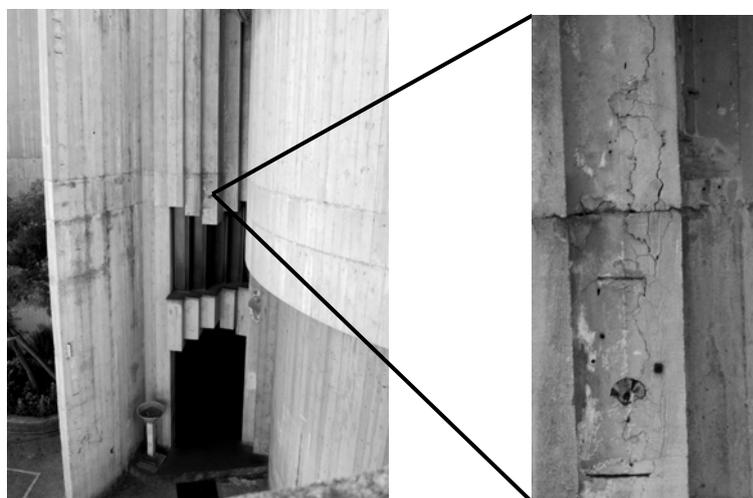
Microfessurazione, erosione.

Probabili cause

Presenza di bolle d'aria intrappolate nel conglomerato in fase di confezionamento e di messa in opera e rilevate alla rimozione dei casseri.

Danni da corrosione delle barre di armatura
Fessurazione

Soluzione di continuità che si produce lungo la direzione delle barre d'armatura a causa della loro corrosione (CS TR (Concrete Society Technical Report) 54/2000 – *Diagnosis of deterioration in concrete structures*).



Descrizione del fenomeno

Soluzione di continuità ad andamento verticale.

Degradi compresenti

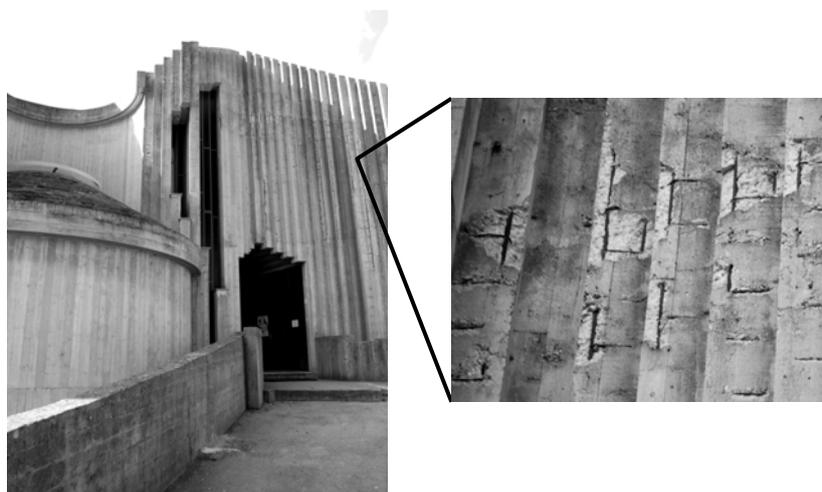
Efflorescenza, erosione.

Probabili cause

Carbonatazione del calcestruzzo, corrosione delle armature.

Danni da corrosione delle barre di armatura
Delaminazione

Perdita di materiale lungo un piano parallelo alla superficie causata dalla corrosione delle armature. (CS TR (Concrete Society Technical Report) 54/2000 – *Diagnosis of deterioration in concretes structures*).



Descrizione del fenomeno

Perdita di materia secondo un piano parallelo all'andamento delle barre d'armatura.

Degradi compresenti

Esfoliazione, erosione.

Degradi correlati

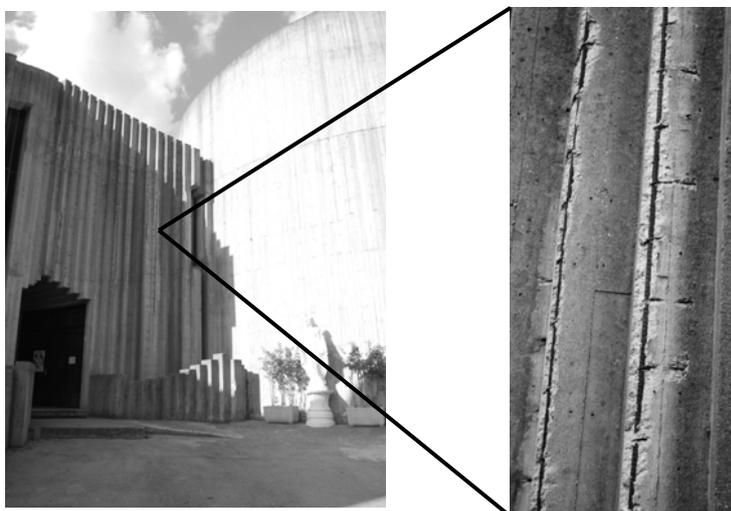
Fessurazione, espulsione.

Probabili cause

Carbonatazione del calcestruzzo, corrosione delle armature.

Danni da corrosione delle barre di armatura
Espulsione

Perdita di elementi tridimensionali in forme di scaglie che si staccano dalla massa del calcestruzzo causata dalla corrosione delle barre d'armatura (CS TR (Concrete Society Technical Report) 54/2000 – *Diagnosis of deterioration in concretes structures*).



Descrizione del fenomeno

Barre d'armatura a vista.

Degradi correlati

Fessurazione.

Probabili cause

Morfologia del manufatto, spessore del copriferro, carbonatazione del calcestruzzo, corrosione delle armature.

CAPITOLO QUINTO

LA FABBRICA LANDIS & GYR E LA TEMATICA DELLA RIFUNZIONALIZZAZIONE DI UNA FABBRICA

5.1 Luigi Cosenza e la sua Architettura

Luigi Cosenza è sicuramente tra i massimi rappresentanti del movimento razionalista nell'Italia meridionale nel XX secolo.

Peculiarità di tutta la sua opera è quella di umanizzare quelli che erano i principi del Razionalismo. La persona che dovrà poi usufruire del bene architettonico diviene soggetto del pensiero progettuale, che nasce dall'analisi delle sue esigenze.

Il suo appartenere al Razionalismo si evince dal rifiuto della veste decorativa, dalla rivalutazione delle forme geometriche pure, dalla scelta di volumi netti, dalla predilezione per la pianta libera. Nonostante ciò, egli dovrebbe essere definito un progettista razionale più che razionalista. Ogni singola scelta all'interno dei suoi progetti è dettata, infatti, dalla ricerca della ragione, in modo che potesse essere palese sia la funzione complessiva sia quelle singole relative ad ogni parte della costruzione. Questo modo di agire certo non esclude la componente poetica delle sue opere legata principalmente ad una grande attenzione per il rapporto tra interno ed esterno.

I suoi studi sull'architettura vernacolare e la sua enorme attenzione all'ambiente che lo circonda, lo portano ad elaborare progetti che si inseriscono in punta di piedi nel contesto che li circonda; il processo compositivo non è dettato solo dalla funzione, ma anche dall'ambiente naturale e costruito, in modo da raggiungere il risultato di trasformare la natura pur agendo in armonia con essa.



Vedute della fabbrica Landis & Gyr di Salerno all'epoca della realizzazione

Cosenza colloca i propri edifici in funzione dell'esposizione e studia, in funzione di questa, l'utilizzo di varie protezioni dagli agenti atmosferici, che non si limitano solo ad elementi fisici quali aggetti, pensiline o frangisole, ma assume una funzione importante anche la scelta ed il posizionamento della flora.

Al centro delle opere di Cosenza c'è sempre l'uomo, l'utente, con le proprie esigenze e i propri bisogni, per tale motivo egli modella in esse lo spazio in funzione di come dovrà essere vissuto. Tali volumi vengono definiti anche grazie alla luce, che diviene un vero e proprio strumento.

La recente possibilità di utilizzare strutture intelaiate in cemento armato, gli permette di disegnare grandi vetrate e, conseguentemente, di risolvere, fin dalla fase progettuale, i problemi legati ad una eccessiva luminosità studiando l'insolazione e l'inclinazione dei raggi solari rispetto a tutte le pareti.

Un incontro importante per la formazione di Luigi Cosenza è quello con Adriano Olivetti, grande industriale di Ivrea, con il quale condivide la visione della fabbrica come casa, e non caserma, dei lavoratori. La centralità dell'uomo, da sempre principio fondamentale per Cosenza, si estende anche all'edilizia produttiva che diventa nelle sue mani luogo di lavoro per uomini che devono essere considerati non più solo come unità

produttive, ma esseri umani con le loro aspirazioni sociali e le loro esigenze fisiche.

In sintesi, progettare per Cosenza significa svolgere un'azione creativa che trasformi l'ambiente in funzione dei bisogni, non solo materiali, dell'uomo.

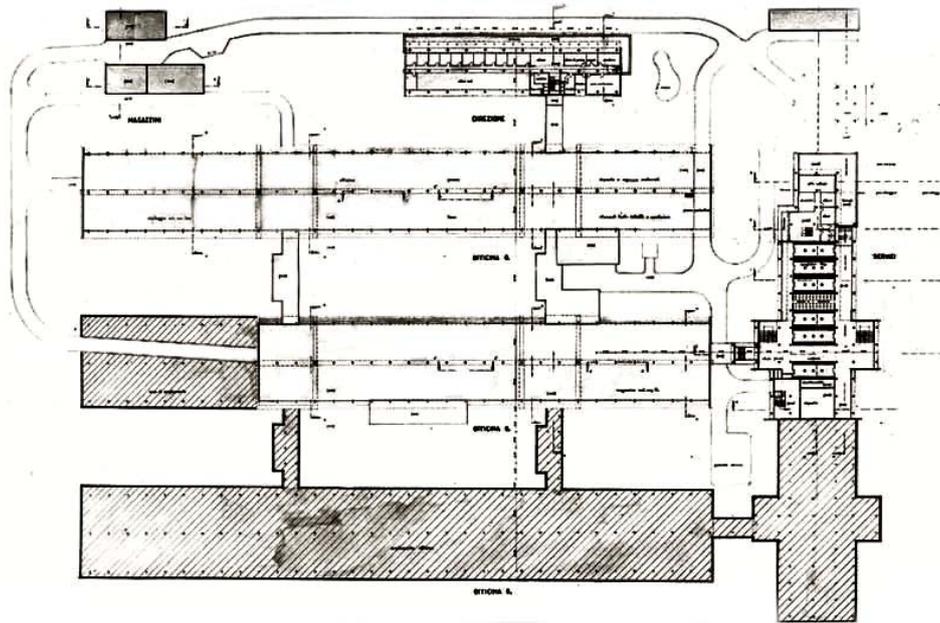
5.2 La fabbrica Landis & Gyr

Come già accennato nel precedente paragrafo, Luigi Cosenza cambia in modo radicale il modo di progettare una fabbrica, non pensando solo alle esigenze delle macchine, ma, soprattutto, a quelle degli operai, avendo la convinzione che il rendimento non possa che aumentare quando vi sia un perfetto equilibrio fisico e spirituale. Lo spazio nasce, quindi, dall'analisi della posizione delle macchine e degli addetti, e non viceversa.

Lo stesso Cosenza affermava: *“Un ambiente razionalmente organizzato per un preciso ciclo di lavoro non esclude un proporzionamento degli spazi interni verificato su chi lavora, capace di realizzare composizioni volumetriche di sicuro valore poetico. Il rendimento di qualsiasi impegno non può che accrescersi qualora l'organismo chiamato ad assolverlo venga posto in un perfetto stato di equilibrio fisico e spirituale. [...] Una fabbrica può uscire dagli schemi razionali di valore universale e cercare di assolvere a un più elevato compito umano attingendo dall'ambiente, dal clima, dalla struttura del luogo in cui dovrà sorgere, per la composizione di ogni dettaglio della sua struttura e della sua forma negli spazi interni ed esterni dove gli uomini, i quali operano per quel determinato fine, si associano o si isolano per espletare le proprie mansioni. [...] Individuato lo schema base dei percorsi e ubicata la singola macchina e la posizione dell'addetto, si deve modellare intorno ad essi lo spazio circostante configurando le superfici piane o curve, opache o trasparenti, delle coperture e delle pareti.”*³⁸.

La fabbrica Landis & Gyr rispecchia pienamente tale filosofia. Essa fu realizzata negli anni '62-'65 nella piana del Piacentino nella zona sud di Salerno.

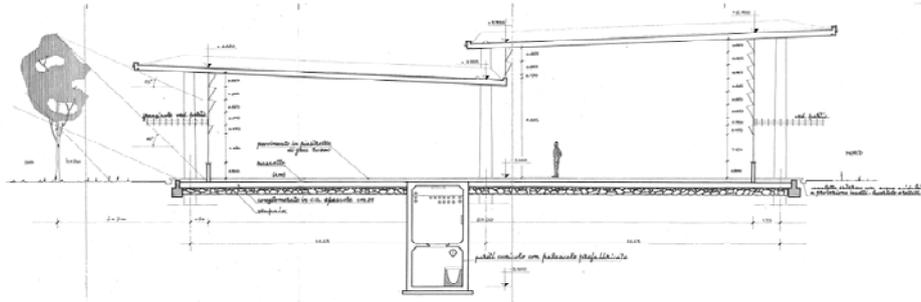
³⁸ Cfr. Luigi Cosenza, *Nascita di una fabbrica*, ANIAI, 1955.



Planimetria della fabbrica Landis & Gyr. Le parti tratteggiate indicano le possibili future espansioni del complesso industriale.

Questa azienda produceva elementi per i controlli elettrici di minime dimensioni e di grande precisione la cui realizzazione richiedeva l'utilizzo di macchinari pesanti cui bisognava garantire molta stabilità. Per tale motivo i corpi in cui veniva effettuata la produzione furono progettati ad un solo livello, mentre i corpi in cui erano ubicati i servizi e gli uffici si sviluppavano su due livelli.

Cosenza svolse, per la sua realizzazione, accurati studi sulla collocazione dei due corpi costituenti il complesso e sulle tipologie di infissi da utilizzare, in modo da garantire non solo un'illuminazione ottimale, ma anche una sufficiente ventilazione. Da ciò nasce l'ubicazione dei due grandi corpi, ad un unico livello, a pianta rettangolare ed esposti verso sud-ovest e nord-est; in essi si svolgevano le attività di produzione e di montaggio.

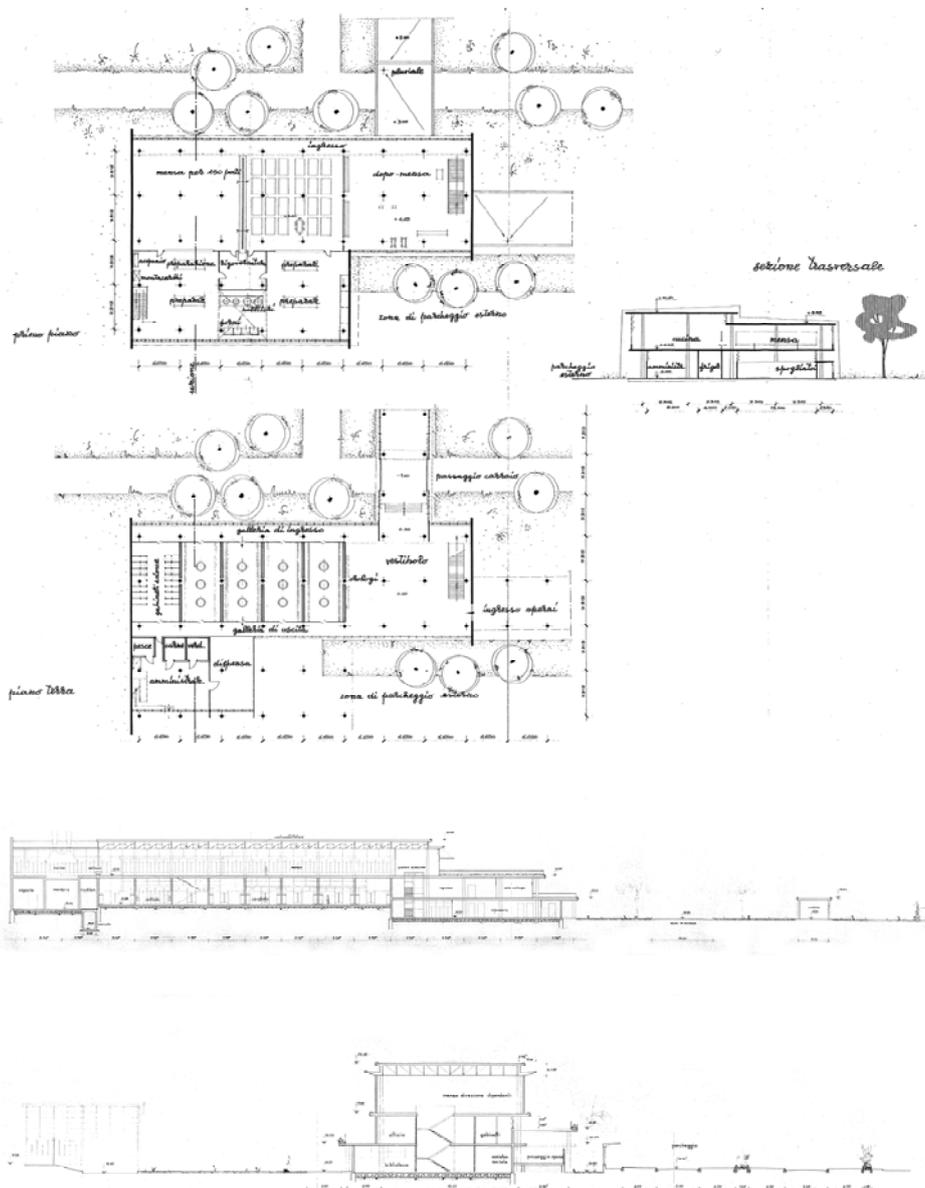


Sezione del corpo officina.

Il blocco servizi venne disposto sulle testate dei corpi officina e direttamente collegato a queste tramite corridoi coperti e all'ingresso grazie ad un portico. Esso è costituito da due livelli: il primo ospitava locali di servizio, spogliatoi e servizi igienici, una biblioteca ad uso degli operai e l'infermeria; il piano superiore, collegato a quello inferiore con una scala aerea estremamente suggestiva, ospitava la mensa, la cucina e un grande terrazzo affacciato su un'ampia zona verde.



Vedute esterne ed interne del blocco servizi.



Planimetria, sezione longitudinale e sezione trasversale del blocco servizi

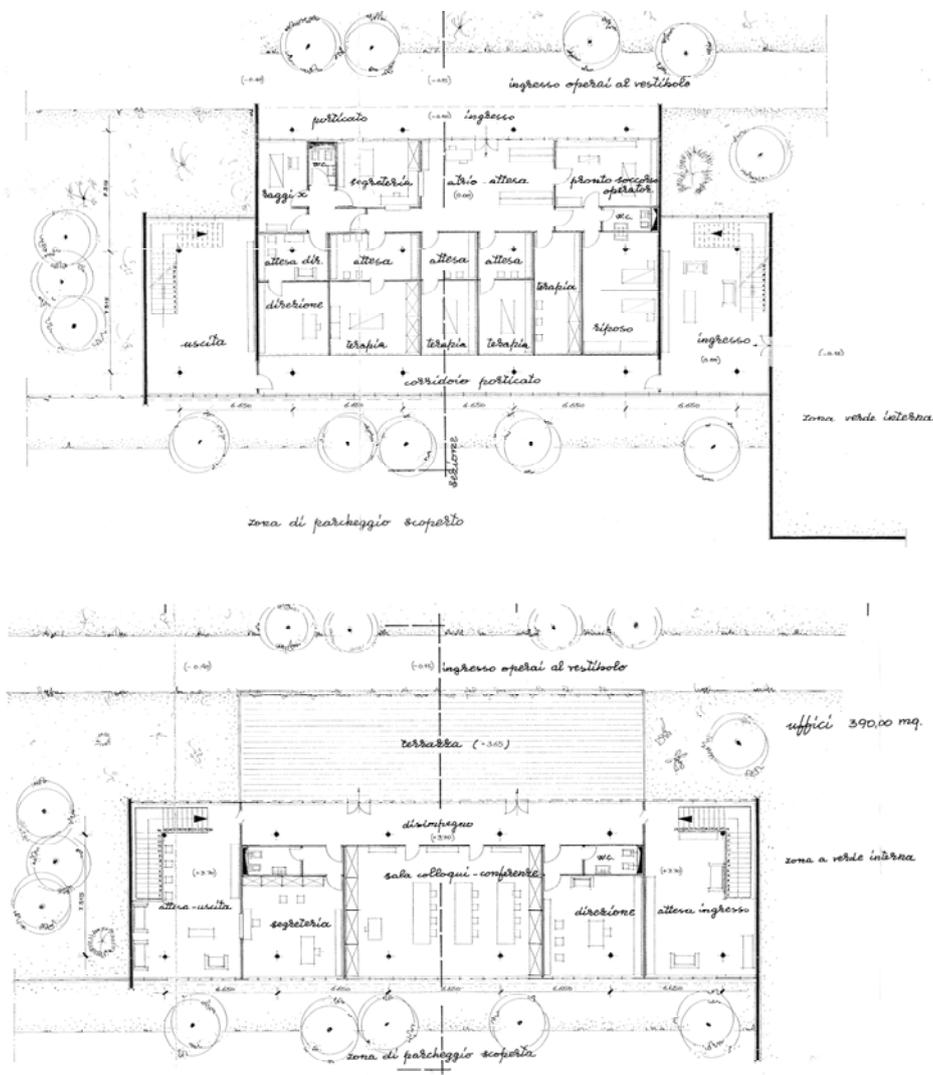
Infine il volume uffici era ubicato parallelamente ai corpi officina. Si sviluppa su due livelli di cui il primo, delineato da pilotis, era destinato a parcheggio coperto.

È, inoltre, interessante la realizzazione di un cunicolo ispezionabile al di sotto dei corpi officina che raccoglievano in cavedi separati gli impianti a rete, in modo che ogni intervento potesse essere effettuato senza alcuna interferenza con le lavorazioni.

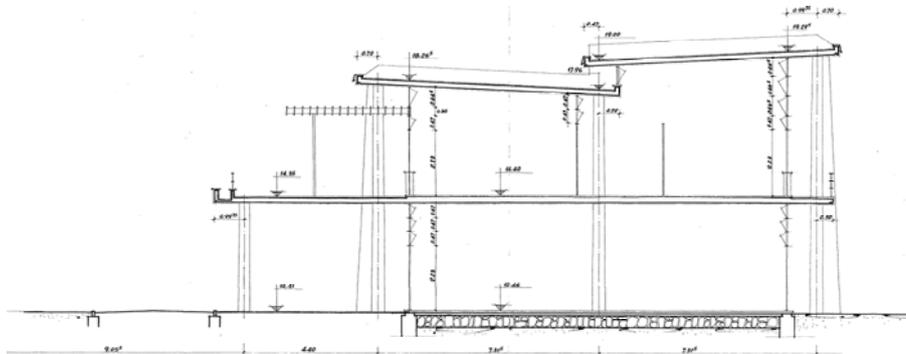


Vedute esterne ed interne del blocco uffici

La distribuzione planimetrica e la viabilità interna, costituita da gallerie di collegamento, porticati e viali alberati, fu studiata da Cosenza in modo da consentire non solo la massima libertà di articolazione dei cicli produttivi sia nella fase di primo impianto sia nelle future espansioni, ma anche di poter ridurre sia i trasporti di materie prime, di semilavorati e di pezzi finiti, sia i percorsi degli addetti tra i vari corpi.



Planimetria piano terra e primo piano del volume destinato agli uffici

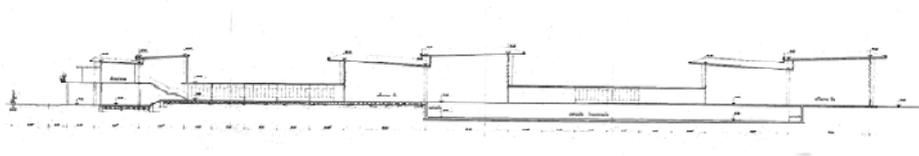


Sezione trasversale del volume uffici

Per quanto riguarda il sistema costruttivo adottato, l'utilizzo di una maglia modulare di m 13,40 x 6,65 evidenzia come si fosse pensato, nei primi studi, ad ottenere una completa industrializzazione del processo costruttivo. In fase esecutiva, invece, si optò per realizzare la struttura in cemento armato con elementi gettati in opera alternati ad elementi prefabbricati di dimensioni modulari.



Intersezioni tra varie parti del complesso: a sinistra tra una officina e la galleria che congiunge questa all'altra; a destra porticato di ingresso che funge da elemento di unione tra la casa del custode e il blocco servizi.



Sezione longitudinale dell'intero complesso industriale

L'orientamento dei corpi di fabbrica fu scelto da Cosenza per assicurare, alla latitudine di Salerno, la migliore protezione dal caldo, tenendo conto sia dell'altezza del sole sull'orizzonte nei mesi contraddistinti da temperature più alte, sia della ventilazione trasversale realizzabile incanalando in maniera opportuna le brezze marine.



Vedute interne dei corpi officina

La scelta di utilizzare grandi pareti vetrate impone uno studio attento per poter garantire un adeguato comfort ambientale. Diventano quindi parte integrante del progetto elementi di protezione quali: pensiline, che hanno lo scopo di evitare che cadano all'interno della parete vetrata i raggi solari in tutti i periodi dell'anno in cui la temperatura esterna superi i 20 gradi centigradi; frangisole, che permettono di ridurre la dimensione della sporgenza della copertura; posizionamento delle aperture su fronti opposti in modo da garantire una corretta ventilazione coadiuvata anche da una serie di finestre collocate in corrispondenza del pilastro centrale

dove le due falde della copertura creano un dislivello; utilizzo di una parete naturale costituita da una cortina di alberi a foglia caduca.

L'innovazione di Cosenza nel progettare una fabbrica è forse proprio questo utilizzo del verde come vero e proprio elemento architettonico che definisce il rapporto tra gli spazi interni e l'ambiente esterno. Alberi sempreverdi o a foglia caduca, arbusti, prati, scelti sempre in funzione della vegetazione autoctona, hanno una duplice funzione: da un lato proteggere gli utenti dai raggi solari ed assorbirne il calore; dall'altro qualificano l'ambiente esterno, in modo da far divenire la fabbrica luogo confortevole per gli operai.



Elementi di protezione: frangisole, pensiline, uso della flora

E' pienamente rispettato in questo progetto il concetto di sostenibilità, tanto in voga nei nostri tempi, in quanto non solo si rispetta il paesaggio preesistente, ma lo si modella in parte, in modo da migliorare il benessere di coloro che vivranno al suo interno, e, non ultimo, si pensa anche a come le possibili future espansioni della fabbrica, non intacchino in alcun modo l'ambiente circostante.

5.3 La rifunzionalizzazione di una fabbrica

Per molti edifici un tempo destinati all'attività industriale si pone ormai il problema dell'inadeguatezza e della perdita del ruolo funzionale per cui erano stati progettati. Troppo spesso luoghi emblematici del costruire moderno, come ad esempio la fabbrica Landis & Gyr progettata da Luigi Cosenza, divengono dimenticati reperti di archeologia industriale. Urge, quindi, la necessità di bloccare il processo degenerativo cui vanno incontro questi opifici, nella maggior parte dei casi privi di tutela e perciò forse destinati alla demolizione, ponendo il quesito di un loro eventuale riuso.

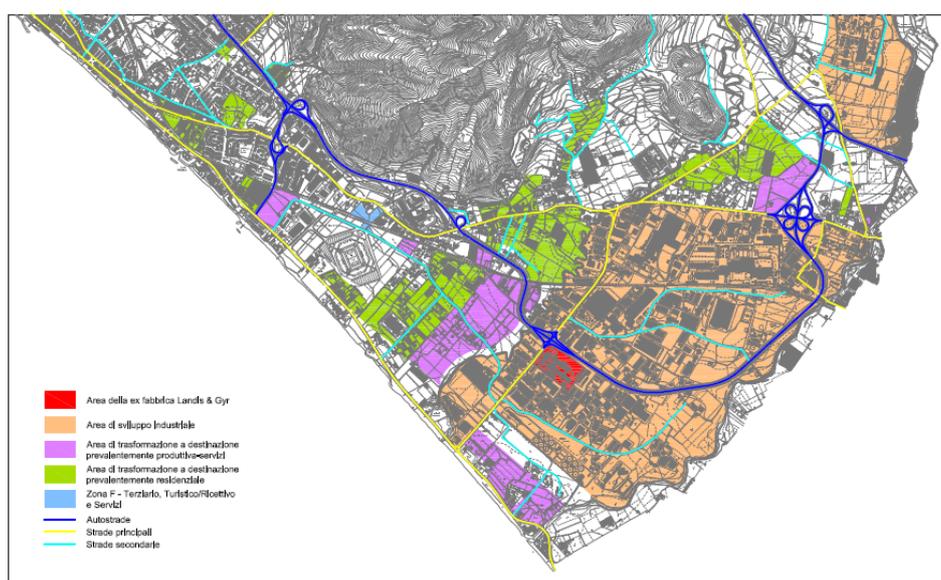
Il primo passo per la conservazione di tali beni, testimonianza di attività lavorative e di processi produttivi ormai desueti, è la rifunzionalizzazione. La scelta di una giusta funzione, o di un giusto mix funzionale, è il presupposto per ridare vita ad un contenitore vuoto valorizzando non solo il manufatto stesso ma, anche, l'ambiente che lo circonda.

L'individuazione degli usi deve essere effettuata ponendo come prioritario il problema della conservazione del segno architettonico, materiale e storico.

La nuova funzione scaturisce da un'attenta conoscenza sia del manufatto, analizzandone gli aspetti architettonici e costruttivi, sia del contesto ambientale. È quindi necessario fare una lettura delle previsioni fornite dai piani urbanistici, della viabilità, della presenza di sistemi di trasporto pubblico, della presenza di strutture di interesse collettivo. Grazie a queste analisi si riuscirà a raggiungere lo scopo di rendere vitale un'area 24 ore al giorno e 365 giorni all'anno.

Questo tipo di analisi, condotta sul territorio che circonda la fabbrica Landis & Gyr, ha messo immediatamente in evidenza come il Piano Urbanistico Comunale della città di Salerno non preveda possibilità di

cambio di destinazione d'uso, essendo l'opificio ricadente in una Area a Sviluppo Industriale (ASI). Di conseguenza, un progetto di rifunzionalizzazione per quest'opera di architettura, pur trovandosi in una zona molto ben servita da infrastrutture stradali e investita da ampi progetti di trasformazione con destinazione sia residenziale sia produttiva, dovrebbe scontrarsi con il regolamento comunale.



Analisi del contesto territoriale della fabbrica Landis & Gyr con individuazione delle previsioni del PUC di Salerno.

Di seguito, determinata l'utenza, si può procedere a dimensionare gli spazi collegati ad ogni attività e a verificare la bontà delle ipotesi rispetto al contesto ambientale e ai dettami della conservazione del bene.

Per quanto riguarda il recupero di opifici dismessi, le principali difficoltà sono legate all'eccezionalità della dimensione e delle rispettive aree di pertinenza e alla posizione che questi occupano nel tessuto urbano. Le strategie di intervento più efficaci nel campo del restauro di tali edifici, adottate attualmente da molti progettisti, fanno riferimento alla logica

della “scatola nella scatola”³⁹, per la quale il nuovo volume è inserito all'interno dell'edificio in maniera autonoma sia formalmente sia strutturalmente. Il nuovo elemento deve risultare chiaramente distinguibile nell'insieme e sostanzialmente differente dall'esistente, così che siano rispettati i principi della riconoscibilità e della reversibilità dell'intervento mutuati dalla consolidata tradizione della disciplina del restauro.

Gli artisti delle arti figurative sono stati tra i primi ad intuire le enormi potenzialità degli opifici dismessi, trasformandoli in ampi atelier in grado di ospitare le opere più svariate.

Esempio di rifunzionalizzazione molto interessante, dove è stata applicata più o meno spontaneamente la logica della “scatola nella scatola”, è il complesso artistico Factory 798 o Dashanzi Art District. Esso sorge a Dashanzi, nel distretto Chaoyang a Pechino e ospita la più fiorente comunità artistica dell'intera Cina. L'area ha preso il nome da uno dei suoi principali edifici: la Joint Factory 718.

Il complesso industriale Dashanzi, era stato concepito come una estensione del “*piano di unificazione socialista*” studiato in cooperazione con l'Unione Sovietica, nei primi anni '50. Ben 156 fabbriche furono realizzate in seguito a questo concordato durante il primo piano quinquennale dell'allora neonata Repubblica Popolare Cinese. Ben presto, queste fabbriche furono dedicate allo sviluppo di componenti elettronici in un progetto in collaborazione con la Germania dell'Est. Proprio grazie a questa collaborazione lo stile architettonico scelto per il nuovo complesso risentiva dell'influenza della scuola Bauhaus, che prediligeva un approccio funzionale a uno meramente estetico, come avrebbero invece preferito i russi. I capannoni più grandi vennero concepiti per inondare di luce naturale gli ambienti interni.

³⁹ Cfr. L. E. Malighetti, *Le strategie di intervento*, in M. Grecchi, L. E. Malighetti, *Ripensare il costruito. Il progetto di recupero e rifunzionalizzazione degli edifici*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN), 2008.

Tutte le finestre sono rivolte verso nord, in modo tale da annullare le ombre create dalla luce. Il complesso ricopriva una superficie di 640 mila metri quadri e prese il nome di Joint Factory 718, dopo che il governo cinese decise di usare il numero 7 come prefisso per catalogare tutti i complessi militari. I lavori iniziarono nell'aprile del 1954 e, nel 1957, venne raggiunto il pieno regime operativo. Negli anni '60, il complesso venne diviso in numerose sottosezioni chiamate con nomi come 706, 751 o 798. Verso la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90 le fabbriche cessarono progressivamente di funzionare e furono abbandonate. Nel 1995, l'Accademia di Belle Arti di Pechino, alla ricerca di un luogo economico dove allestire i suoi workshops e laboratori artistici, si stabilì presso l'allora defunta Factory 706. La locazione, che doveva essere temporanea, divenne permanente e nel 2000, quando il rettore del Dipartimento di Scultura scelse l'area per stabilire il suo nuovo studio.



Vedute interne dei padiglioni del 798 District di Pechino

Attraverso il passaparola, ben presto una nutrita schiera di artisti e designer cominciarono a muoversi verso Dashanzi, convertendo la vecchia fabbrica dal design Bauhaus in un vivace quartiere artistico dal gusto post-industriale e senza rimuovere i vecchi slogan maoisti dagli

architravi. Nello stesso anno, Tabata Yukihiro della Tokyo Gallery creò il Beijing Tokyo Art Project (BTAP) dentro una sezione della Factory 798. Facendosi portavoce delle esigenze degli artisti della zona, cominciarono ad aprire un numero sempre crescente di atelier, caffè, negozi, studi di design, ristoranti alla moda, club e gallerie, attraendo un numero sempre maggiore di curiosi, appassionati, collezionisti e mercanti d'arte da tutte le parti del mondo.

Dopo la ristrutturazione, questi capannoni sono divenuti delle vere e proprie nuove opere di architettura, producendo un dialogo dinamico con le vecchie strutture originali della fabbrica.

Nel 2003 la rivista americana "*Time*" classificò il 798 District come uno dei 22 centri municipali in cui vi sia il più alto senso di cultura al mondo.

Nel 2006 il governo municipale di Pechino ha designato la Zona Artistica 798 come uno dei luoghi più importanti di concentrazione artistica e culturale. In seguito, per lanciare lo sviluppo dell'arte contemporanea nella zona artistica, l'amministrazione del distretto di Chaoyang e il gruppo Sette - Stelle hanno fondato insieme l'Ufficio di Realizzazione e Amministrazione della Beijing Art Zone 798, con lo scopo di gestire e coordinare le attività nel distretto. Nel 2007 l'area artistica è stata inclusa nella Lista del Primo Gruppo di Architettura Contemporanea Protetta, emessa dalla Commissione della Pianificazione Urbana della Municipalità di Pechino insieme all'Amministrazione Municipale dei Patrimoni Culturali. Secondo i regolamenti nessuna delle strutture presenti nella lista può essere demolita e i lavori di recupero, che comunque non possono cambiarne la struttura originaria, devono essere sottoposti ad una valutazione preventiva.



Veduta esterna ed interna dell'hangar affittato dall'artista Shao Fang

Le testimonianze del passato industriale di questo quartiere sono presenti ad ogni angolo. Sul muro dell'hangar affittato dall'artista Shao Fang c'è ancora la vernice sbiadita dello slogan di Mao che dice: *“Alcune classi vincono, altre si estinguono, questa è la Storia”*. Ciminiere fumanti possono essere intraviste tra sculture parcheggiate qua e là, installazioni agli angoli di piccoli edifici di mattoni colorati e, ad ogni isolato, cartelli che segnalano le varie gallerie e atelier.

In quest'area si tengono quasi ogni giorno spettacoli artistici e mostre. Grazie alla creatività ed all'impegno degli artisti, quest'area si è sviluppata fino a divenire un luogo di congregazione influente per ciò che concerne l'industria della cultura e della creatività e dove nel contempo coesistono generi artistici differenti. Un numero crescente di artisti e di istituzioni artistiche si è trasferito al suo interno così da rendere il 798 District una vera e propria sede di grande potenziale economico. Numerose compagnie multinazionali hanno scelto questo luogo per presentare le loro campagne promozionali così che, gradualmente, esso è diventato il centro di una comunità che combina insieme cultura e commercio. Sono qui presenti negozi di mobili, di moda e locali che attraggono sempre più clienti e visitatori, che danno sempre più vitalità alle attività culturali e a quelle commerciali.



Vedute esterne del 798 District.

Nel giro di pochi anni, i costi di affitto di questi spazi sono paurosamente aumentati. Nel 2000 il costo per metro quadro era di 0.8 RMB al giorno (cioè 24 RMB al mese per metro quadrato, circa 2,5 euro). Nel 2004 erano già a 60 RMB per metro quadro al mese.

Altro esempio significativo è stato quello realizzato grazie alla fondazione DIA che è stata tra i primi enti a promuovere il restauro e la riconversione di grandi edifici industriali per trasformarli in perfetti contenitori di opere di arte moderna e contemporanea. Un esempio illustre di cessione di un reperto di archeologia industriale all'arte è il DIA:Beacon, lungo il fiume Hudson, vicino New York. L'opificio in cemento armato fu realizzato nel 1929 dalla Nabisco (National Biscuit Company) su progetto dell'architetto Louis N. Wirshing ed è caratterizzato da grandi luci e da una copertura illuminata da lucernari a shed di tipo industriale.

Al contrario di quanto avvenuto per il 798 District, la cui riconversione ha avuto inizio in maniera spontanea, per questo complesso fu commissionato un progetto di restauro allo studio Open Office di New York City, guidato da Lyn Rice, per l'architettura, ed al californiano Robert Irwin, come consulente artistico - ambientale per le sistemazioni esterne.

Lo scopo era quello di poter esporre negli ambienti dell'opificio, caratterizzati da ampi spazi interni e da abbondanza di luce naturale, le opere della Fondazione realizzate dal 1960 in poi, fuori scala e multimediali e, perciò, difficilmente posizionabili in un museo tradizionale.

Così come avvenuto per l'esempio cinese, il riconoscimento della validità storica ed artistica di questo bene è avvenuto tramite l'iscrizione nel Registro Nazionale dei Siti Storici.

Gli esempi precedentemente riportati dimostrano come, in realtà completamente diverse l'una dall'altra, in territori culturalmente così lontani, la scelta di riconvertire grossi insediamenti produttivi abbia fatto da volano per zone periferiche che attirano oggi l'attenzione di un gran numero di persone, portando, quindi, grossi vantaggi non solo dal punto di vista culturale, ma, anche, da quello economico.

CAPITOLO SESTO

LA FABBRICA SOLIMENE E LA TEMATICA DELL'ADEGUAMENTO DI UNA ARCHITETTURA MODERNA

6.1 Paolo Soleri

La visione dell'architettura per Soleri è complessa. Egli parte da radici organiche, in contrapposizione al Movimento Moderno e al principio di quest'ultimo secondo cui la forma segue la funzione, per poi giungere alla teorizzazione del concetto di estetogenesi. La creatività, che è alla base dell'architettura, genera nuove consapevolezze e, quindi, nuove forme. Soleri, infatti, scrive: *“Il cosa, il perché, il come, il dove (il quando è un gioco di parole) è una sequenza sbagliata. Perché il divenire è muto nell'assenza del come. E il come non ha bisogno del cosa e del perché per essere operativo; infatti nell'assenza del come l'intelligenza è assente. Il come ha solo bisogno dello spazio, il come è la danza dello spazio (il Divenire). È il come che eventualmente partorisce il cosa e, a posteriori, il perché. Il desiderabile è, in un certo senso, il come che trova il suo scopo (il cosa, il perché)”*⁴⁰.

La sua notevole attenzione al rispetto per l'ambiente e le sue sperimentazioni di intersezione fra questo e l'architettura sono alla base dell'utopia architettonica da lui sintetizzata nella formula:

$$\text{architettura} + \text{ecologia} = \text{arcologia}$$

⁴⁰ Cfr. P. Soleri, *What if? Quaderno 1*, § 34, Arcosanti, 2003.

L'arcologia è la risposta di Soleri allo spreco di risorse tanto presente nei tempi moderni. L'uomo non è al centro del cosmo, ma è solo uno degli elementi che contribuiscono alla evoluzione dello stesso. Il fine è, quindi, cercare un modo di vivere dell'umanità congruente con il resto dell'universo. Ecco perché Soleri lega il concetto di architettura ai temi della città e dell'ambiente, rivendicando la sinergia dei diversi e principali rami del sapere. Da Whright eredita l'idea che vi sia una perfetta coincidenza tra urbanistica ed architettura, la quale è ecologia che muta da ecologia della natura ad ecologia dell'uomo. La sua passione per il concetto di città si scorge nelle sue parole: *“Il più potente effetto vivente è l'effetto urbano. [...] La città genera la civilizzazione, che non è solo un'altra invenzione umana, ma una stupenda nuova creazione.”*⁴¹.

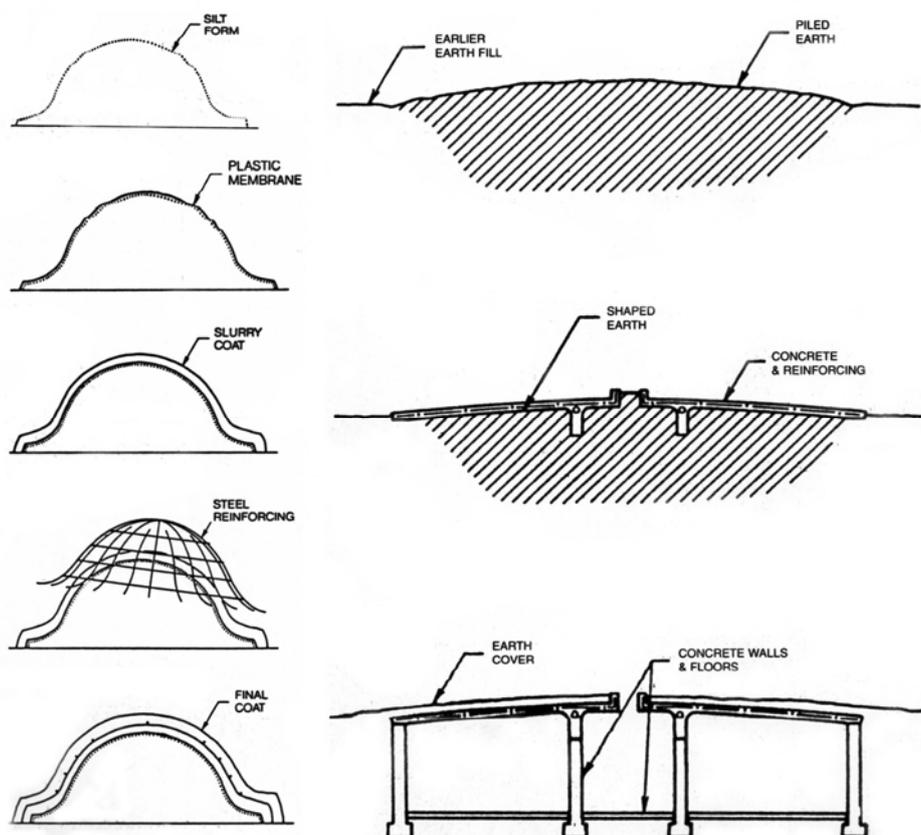
Le città idealizzate da Soleri, in contrapposizione alle megalopoli che distruggono la flora e ne inibiscono il funzionamento con il loro inquinamento, sono neo-natura, un nuovo ed idoneo habitat per l'uomo costruito grazie alla sua creatività.

Tale creazione deve, però, avvenire rispettando il principio della *lean alternative* (alternativa frugale), tentando, cioè, di raggiungere un equilibrio tra produzione, consumo e valore. La tecnica se, da un lato, è vista come un acceleratore di distruzione ambientale, quando, invece, utilizzata opportunamente, in unione alla spiritualità, diviene strumento per creare nuovi processi evolutivi. Il principio di *leanness* deve liberare l'architetto, che per Soleri è artista, dall'ansia del fattibile per spingerlo a cercare il desiderabile.

Per poter produrre nuovi ed utili modelli per la società, specialmente in questo periodo storico in cui la maggior parte dell'umanità è al limite dell'indigenza e della fame, c'è bisogno di ricerca e di azione. Soleri vuole toccare e modellare la materia con le proprie mani. Egli sin dagli albori della sua carriera decide di lasciare gli studi di progettazione per avvicinarsi, a Vietri, all'arte della ceramica, studiando le tecniche della lavorazione dell'argilla e apprendendone i segreti. Tale esperienza viene

⁴¹ Cfr. P. Soleri, *What if? Quaderno 1*, § 79, Arcosanti, 2003.

da lui così descritta: “Facevo cose piccolissime, ad esempio ciotole nere non smaltate e modellate a mano. Mi interessavano gli oggetti storicamente presenti nella cultura vietrese. Il processo della mia ricerca era questo: produrre oggetti piccoli e studiare superfici e colori che si potessero ottenere in una sola cottura ed il bucherò sembrava la tecnica ideale per produrre oggetti neri”⁴².



A sinistra: schema dell'*earthforming*. A destra: fasi costruttive della *Earth House*.⁴³

⁴² Cfr. S. De Mas, *Don Vincenzo e la “fabbrica”*, in AA. VV., *Gli spazi della ceramica*, Grimaldi&C. Editori, Napoli, 1995, pagg. 141-142.

⁴³ Cfr. G. Frediani, *Paolo Soleri e Vietri*, Officina Edizioni, Roma, 2000, pag. 24-25.

Queste prime sperimentazioni sono alle base di quelle applicazioni a grande scala aventi massima espressione nell'*earthforming*, tecnica di formazione a terra di volte in calcestruzzo, sperimentata a Cosanti prima, con la realizzazione della sua *Earth House* nel 1956, e, successivamente, perfezionata ad Arcosanti.

È sorprendente come anche in queste costruzioni, pensate prima in negativo, come spazi cavi, e poi ricavate per sottrazione del materiale sciolto, la luce riesca ad essere pensata come costruttrice di spazio. La luce si diffonde, disintegrando la consistenza materica e definendo uno spazio senza peso che ricongiunge esterno e interno. Egli, infatti, studia la luce che emana il sole, pensando non tanto agli effetti che essa può determinare nelle cavità dello spazio architettonico, ma la vede soprattutto come energia cosmica, e pertanto da incanalare opportunamente negli habitat, a favore della qualità ambientale, contro inquinamenti e sprechi.

6.2 La fabbrica delle ceramiche Solimene

La fabbrica delle ceramiche Solimene è la prima ed unica architettura italiana di Paolo Soleri. In questa, come in tutte le sue architetture, emerge il coraggio di aggredire la dimensione paesaggistica creando un nuovo talmente fantasioso e significativo da far sentire il contesto in cui si colloca inconcepibile senza di esso.

La fabbrica fu realizzata negli anni 1952-54 a Vietri sul Mare (Sa), in località Cascietta. Essa si sviluppa su un lotto esiguo, delimitato da una parete rocciosa, fortemente scoscesa, e dalla strada statale d'ingresso a Vietri sul Mare.



Insegna della fabbrica delle ceramiche Solimene, parte integrante del basamento in calcestruzzo armato.

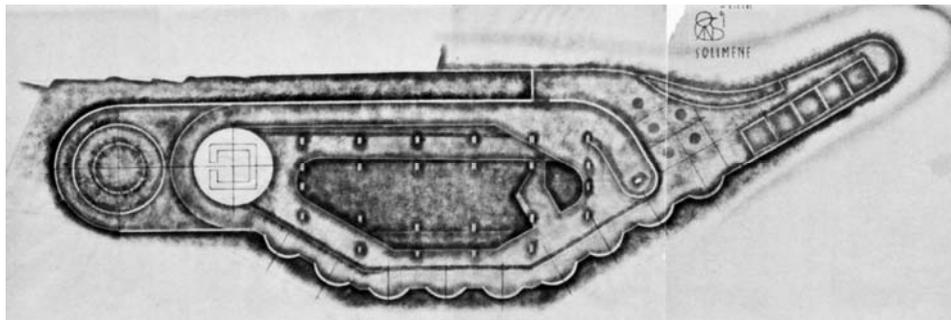
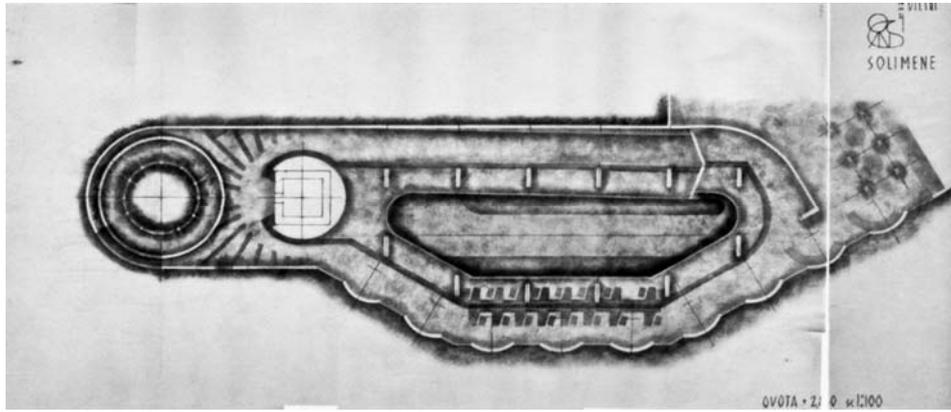
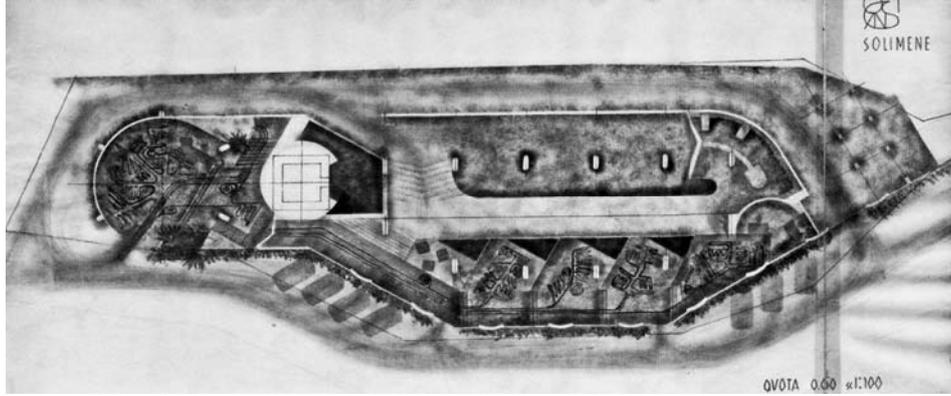
Il terreno sul quale Soleri era stato chiamato da Vincenzo Solimene a realizzare la sua nuova fabbrica, presentava un salto di quota di dodici metri, ed era terrazzato e coltivato ad uliveto. Si intuisce, quindi, come il contesto su cui agire aveva, ed ha tuttora, una grossa valenza estetica, ragione dell'esistenza di un vincolo di tutela paesaggistica che riguardava l'intera zona e, di conseguenza, motivo per cui il progetto fu contestato dall'allora Soprintendenza ai Monumenti di Napoli, la quale ne chiedeva modifiche sostanziali per adeguarlo alla tipologia edilizia delle fabbriche locali. Nonostante le diatribe con le istituzioni, l'approvazione avvenne nel 1954, occasione in cui il sindaco pronosticò: *“È un edificio originale che aumenterà il prestigio della città”*⁴⁴.

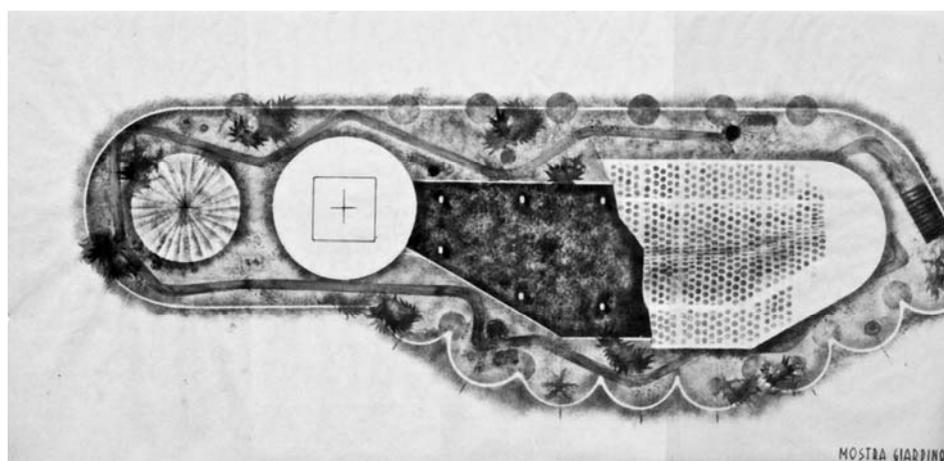
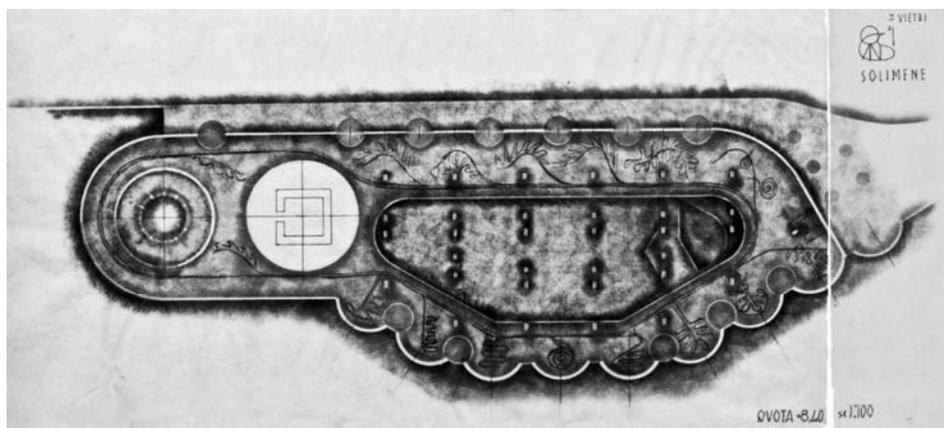
Il processo osmotico innescato da Soleri tra il fabbricato e il contesto, sia naturale sia antropico, nel quale sorge, viene palesato nelle sue considerazioni inserite nella relazione tecnica di accompagnamento al progetto del 1952: *“un organismo architettonico con funzione di attrazione e di mostra per l'industria ceramica locale alla quale avrebbe dato impulso attraverso le esportazioni in quasi tutti i paesi d'Europa e delle Americhe; [...] l'originalità estetica del nuovo complesso farà confluire in questo centro la quasi totalità dei turisti e forestieri con tutte le vantaggiose conseguenze che ne deriveranno allo sviluppo del commercio e delle condizioni sociali del Meridione”*⁴⁵.

Il progetto redatto da Soleri è contraddistinto da una totale assenza di riferimenti tecnici, ed avulso dalla parte amministrativa e costruttiva dell'edificio. Per tale ragione solo il primo lotto, completato nel 1955, e il solo ad essere contraddistinto dalla presenza di Soleri in cantiere, è fedele all'idea progettuale.

⁴⁴ Cfr. G. Frediani, *Paolo Soleri e Vietri*, Officina Edizioni, Roma, 2000, pag. 34.

⁴⁵ Cfr. A. I. Lima, *Soleri, architettura come ecologia umana*, Editoriale Jaca Book Spa, Milano, 2000, pag. 124.

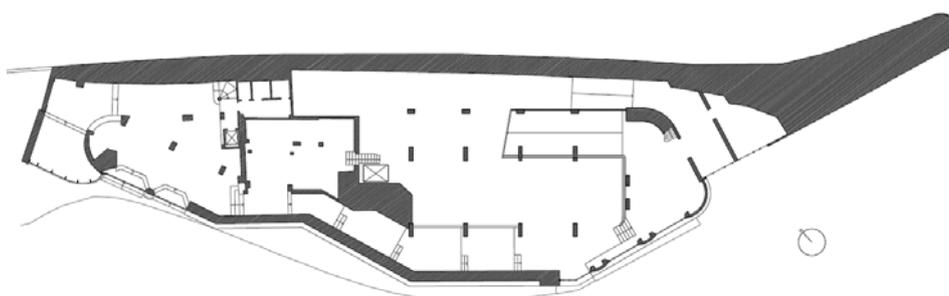




Progetti di Paolo Soleri per la fabbrica Solimene: planimetrie rispettivamente a quota 0.00, a quota 2.80, a quota 5.60, a quota 8.40 e vista copertura, che prevedeva la realizzazione di un giardino pensile.⁴⁶

La realizzazione di una rampa interna, che poggia su pilastri simili ad alberi pietrificati e segue l'inclinazione della parete esterna, collega tutti i livelli e crea un architettura che è contemporaneamente di sosta e di percorso.

⁴⁶ Cfr. S. Suatoni, *Soleri. Etica e invenzione urbana*, Palombi Editore Jaca Book, Roma, 2005, pag. 162-163.



Planimetria della fabbrica Solimene a quota 0,00⁴⁷.

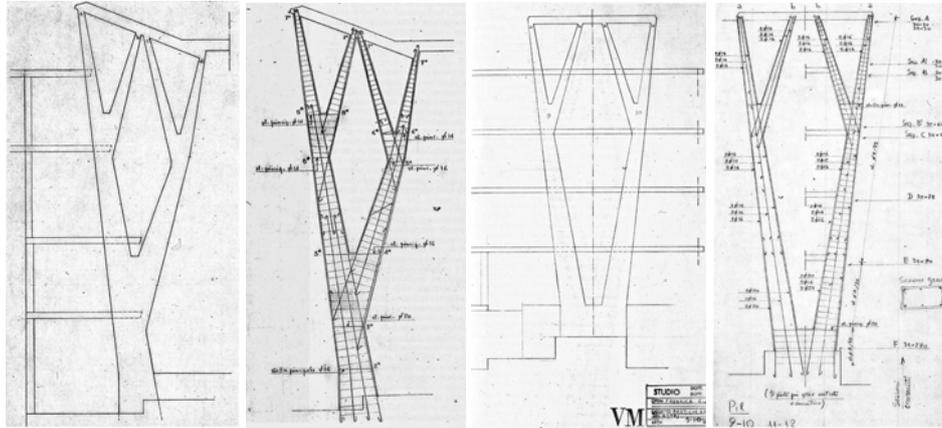
Infatti, lungo il suo sviluppo si articolano le varie fasi lavorative e si vengono a definire le postazioni di lavoro dei vari operai.

Si viene, quindi, a creare un corpo cavo centrale che ospitava un forno verticale, alimentato a legna, presente fino al momento in cui l'evoluzione tecnologica non ha imposto un nuovo modello, alimentato elettricamente, a sviluppo orizzontale, e il vuoto è stato riempito con un montacarichi che collega la fabbrica al piano superiore, dove oggi sorge il Centro Studi per le Arti Vietresi.



Viste del corpo centrale, caratterizzato dalla rampa che poggia sui pilastri alberiformi.

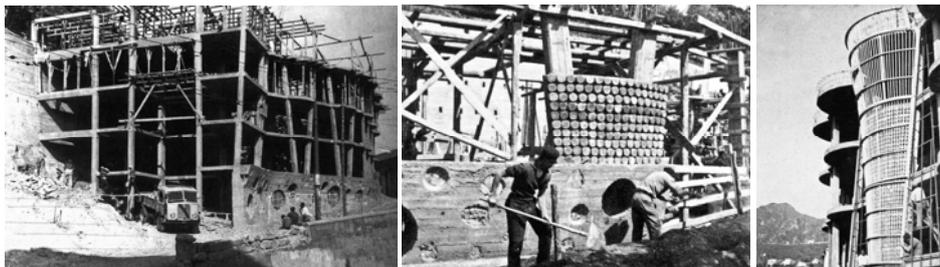
⁴⁷ Rilievo effettuato da Marzio Di Pace in collaborazione con Luciano Marini.



Geometria e carpenteria di due diverse tipologie di pilastri alberiformi⁴⁸

La posizione di questo forno palesa la volontà di legare il cuore della struttura al ciclo di produzione e cottura del materiale ceramico.

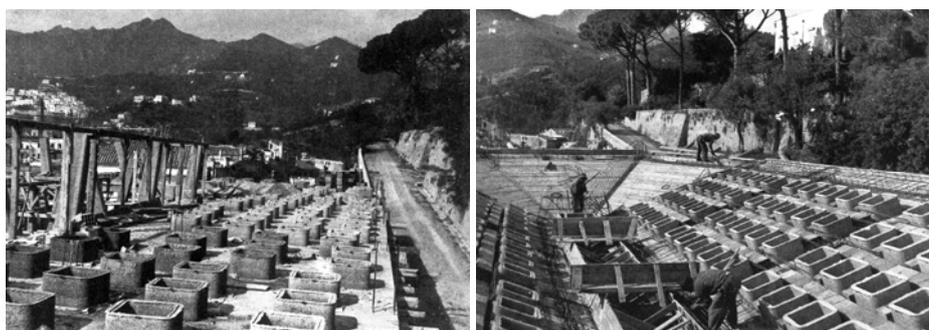
Questo, discendente dal forno a camere sovrapposte, grazie alle rampe, d'ausilio alla calata del materiale pre-lavorato, entrava dapprima nella camera più alta, poi in quella sottostante, e giungeva, al termine dei passaggi di lavorazione, al piano terra pronto per l'imballaggio e la vendita.



Immagini del cantiere della fabbrica delle ceramiche Solimene

⁴⁸ Cfr. G. Frediani, op cit., pag. 50 - 51.

La struttura è composta da una fitta trama di travi e pilastri in calcestruzzo armato gettato in opera che nella parte centrale sono alberiformi e si sviluppano per un'altezza di sedici metri con organici assottigliamenti dalla base all'attacco della copertura (da 120 a 20 cm) e biforcazioni che sostengono i solaio in latero-cemento dei vari livelli.



Immagini del cantiere durante la realizzazione della copertura⁴⁹

La copertura, inizialmente pensata con una sezione curvilinea e realizzabile grazie all'utilizzo del vetrocemento inflesso, fu poi costruita con una struttura latero-cementizia con aperture più grandi e distanziate, ottenute tramite anelli prefabbricati in calcestruzzo, chiusi superiormente da lastre di vetro. Al suo estradosso le abitazioni della famiglia Solimene sostituiscono il giardino pensile progettato da Soleri.

Tuttavia, nonostante le numerose trasformazioni compiute, il corpo centrale mantiene quasi intatte le sue proporzioni: la bellezza del vasto spazio interno, legato alla continuità della rampa, è ancora oggi inalterata.

⁴⁹ Cfr. G. Frediani, op cit., pag. 57.



Particolari del prospetto a mare, caratterizzato dal particolare rivestimento fittile.

Sicuramente di grande impatto è il prospetto aperto al mare, ad ovest. L'involucro che lo caratterizza oltre a svolgere la duplice funzione tecnica di mascheramento della struttura portante e di protezione termoacustica, diviene manifesto pubblicitario della fabbrica stessa dichiarando all'esterno, tramite la reiterazione di vasi di argilla, ciò che avviene all'interno.

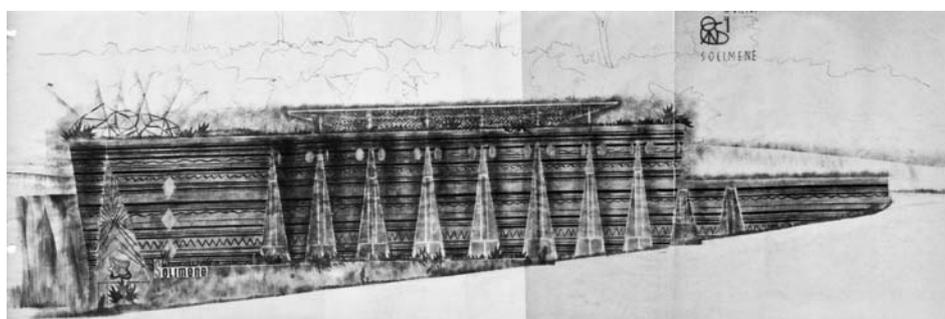
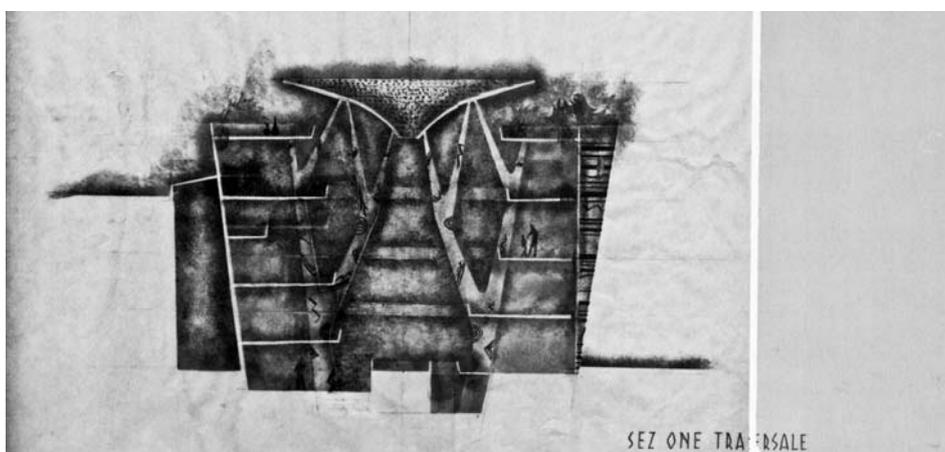
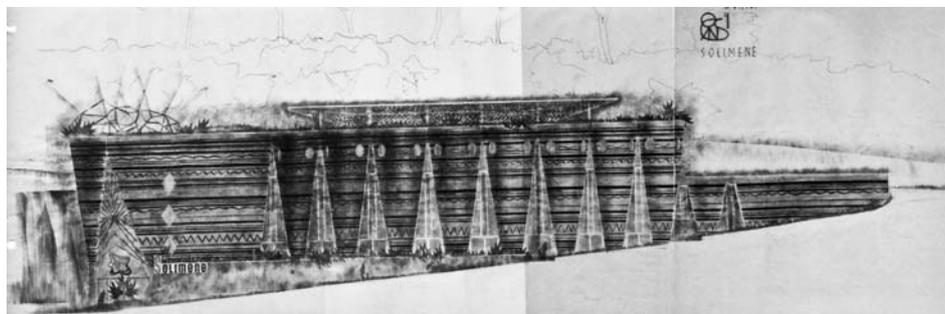


Il basamento, con le sue aperture circolari, visto dall'esterno e dall'interno.



Vedute interne degli spazi espositivi situati a piani terra.

Attraverso lo studio di brocche in ceramica, Soleri definisce il pattern del rivestimento realizzato grazie all'alternanza di vasi grezzi e smaltati in verde acqua, a ricordo delle cupole maiolicate della costiera amalfitana. Le tompagnature fittili furono eseguite grazie a vasi collegati tra loro da filo di ferro sul lato interno, in corrispondenza del collo e successivamente allettati nel calcestruzzo previa messa in opera di una centina lignea che definisse la sagoma del profilo a cono. L'enorme quantitativo richiesto, circa 20000, costrinse gli operai ad utilizzare e a non scartare i vasi usciti fallati dalla cottura, ragione per cui si può riscontrare una diffusa rottura e caduta di tali elementi. Le grandi vetrate triangolari e le finestre romboidali, posizionate alla sommità dei coni, furono realizzate grazie a telai artigianali composti da profili in ferro a T e ad L e verniciati in verde.



Progetti di Paolo Soleri per la fabbrica Solimene: prospetto a mare e sezione trasversale e longitudinale⁵⁰

⁵⁰ Cfr. S. Suatoni, op. cit., pag. 160-161.

Ulteriore elemento che compone tale facciata è il basamento. Inizialmente progettato in calcestruzzo faccia vista con incrostazioni fatte da elementi in ceramica decorata, fu poi intonacato e furono aperte nel suo interno finestre circolari, presenti in alcuni disegni preliminari, ma non nel progetto depositato.

Elementi che differiscono notevolmente dal progetto soleriano sono l'ingresso principale e il lato est del fabbricato. Nel primo Soleri prevede un corpo avente la forma di una grossa conchiglia turrata al cui interno doveva essere collocata una rampa che collegava l'ingresso monumentale con il giardino pensile posto in copertura. Questa ipotesi fu sostituita in cantiere con un banale parallelepipedo rivestito con maioliche verde acqua cui fu addossato successivamente un ulteriore corpo in calcestruzzo. I successivi lavori di manutenzione hanno rimosso tale volume sostituendolo con un volume in vetro ed acciaio progettato in collaborazione con lo stesso Soleri.



Prospetto ovest.

Sul lato est, infine, fu realizzato, in luogo della terrazza allungata presente nel progetto e che armonizzava il volume della fabbrica con

l'andamento in salita della strada, un corpo a più piani che cerca di mascherare la sua banalità celandosi dietro un rivestimento ceramico simile a quello della monumentale facciata adiacente.

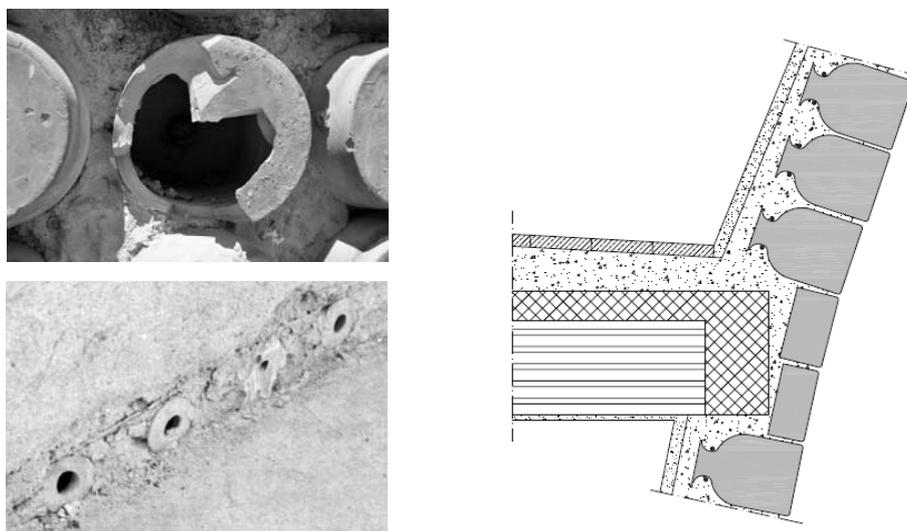
La fabbrica delle ceramiche Solimene è sicuramente un'eccezionale esempio di architettura organica pienamente integrata nel paesaggio vietrese fatto non solo di flora, ma anche di architettura vernacolare.

6.3 L'adeguamento di una architettura moderna

Il patrimonio moderno esistente oltre a presentare spesso un'obsolescenza funzionale, causata dalla dislocazione delle funzioni nell'ambito urbano o dalla loro rapida evoluzione, ne mostra una tecnologica. Tale perdita prestazionale è causata sia dall'utilizzo ai tempi della costruzione di tali edifici di tecnologie, tecniche e materiali che erano ancora in fase di sperimentazione, sia alla crescente attenzione che nei nostri tempi si rivolge a tematiche quali l'efficienza energetica e il comfort ambientale. Per tale motivo è da auspicare che l'incremento prestazionale prodotto dal progetto di recupero superi il livello originario.

Nel caso della fabbrica delle ceramiche Solimene, pur prevedendo gli strumenti urbanistici che la struttura conservi il suo carattere produttivo e imponendo questi il restauro conservativo della facciata e il risanamento conservativo del resto dell'opificio, sarebbe forse più corretto considerarla un museo vivo piuttosto che un edificio industriale. Essa, infatti, mostra al visitatore l'antica arte di quella ceramica divenuta famosa in tutto il mondo. Nonostante ciò, il tecnico che si trovi ad operare in condizioni simili deve fare un enorme sforzo per conciliare la volontà di non apportare modifiche sostanziali con l'esigenza di innovare le tecniche e di rispettare le nuove leggi riguardanti la sicurezza dei luoghi di lavoro.

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli eventuali interventi di consolidamento per le strutture verticali od orizzontali devono tenere conto al contempo che: la costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione; possano essere insiti e non palesi difetti di impostazione e di realizzazione; la costruzione possa essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti; le strutture possano presentare degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.



Particolare dell'involucro della fabbrica delle ceramiche Solimene.

A seconda dei risultati ottenuti da tali verifiche, si può decidere se la destinazione d'uso dell'edificio sia o meno compatibile con lo stesso e se sia il caso di operare interventi di tipo strutturale. Questi ultimi possono essere: di adeguamento, quando si vogliono raggiungere i livelli di sicurezza definiti dalle norme vigenti; di miglioramento, caso in cui ci si accontenta di aumentare la sicurezza strutturale; di riparazione o locali, ove l'intervento interessi porzioni limitate dell'edificio. Le attuali *Norme Tecniche per le Costruzioni*⁵¹, ai sensi del *Codice dei beni culturali*⁵²,

⁵¹ Cfr. D. M. 14 gennaio 2008, *Norme Tecniche per le costruzioni*, cap. 8, *Costruzioni Esistenti*.

⁵² Nel comma 4 dell'art. 29 del D. lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 "*Codice dei beni culturali e del paesaggio*" si legge: "*Per restauro si intende l'intervento diretto sul bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate all'integrità materiale ed al recupero del bene medesimo, alla protezione ed alla trasmissione dei suoi valori culturali. Nel caso di beni immobili situati nelle zone dichiarate a rischio sismico in base alla normativa vigente, il restauro comprende l'intervento di miglioramento strutturale.*"

offrono la possibilità di limitarsi ad interventi di miglioramento qualora si operi su manufatti tutelati. La stessa norma impone che le verifiche vengano effettuate utilizzando coefficienti che siano funzione del *livello di conoscenza* dei singoli parametri caratterizzanti l'edificio.

Ulteriori verifiche da effettuare quando si vuole intervenire su un opificio sono quelle relative ai livelli di comfort e di sicurezza richiesti attualmente per gli ambienti di lavoro, notevolmente aumentati negli ultimi decenni.

A tal proposito, le vigenti norme forniscono una serie di direttive riguardanti le caratteristiche dei luoghi di lavoro affinché possano essere soddisfatti gli standard minimi⁵³. Diviene, quindi, prioritaria l'individuazione di percorsi ed uscite di sicurezza e di altri particolari accorgimenti da adottare in caso di incendio. Tali valutazioni sono funzione non solo di parametri intrinseci all'opificio, ma anche del tipo di attività che viene svolta al suo interno e del numero di operai.

Inoltre, è da garantire la condizione di benessere che, pur essendo legata per molti aspetti a percezioni soggettive, può essere definita genericamente come il grado di soddisfacimento che l'individuo ha nei confronti dell'ambiente fisico. Essa è funzione di parametri igrotermici, acustici e luminosi. A seconda della posizione dell'edificio, sia in termini climatici che urbani, è possibile verificare se sia presente una adeguata illuminazione e correggere la sua intensità, più o meno elevata, tramite una nuova disposizione delle postazioni lavorative o l'utilizzo di elementi schermanti o di impianti di illuminazione artificiale.

Per quanto riguarda poi il benessere termoigrometrico, espresso come condizione di neutralità nella quale un individuo sano non percepisce sensazioni né di freddo né di caldo, esso è dipendente non solo dalla temperatura ma anche dall'umidità relativa dell'aria e dalla ventilazione. Qualora il solo edificio non riesca a soddisfare i giusti valori, si può

⁵³ Cfr. Decreto Legislativo n. 81 del 9 aprile 2008, *Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*, Allegato IV, *Requisiti dei luoghi di lavoro*.

ricorrere all'istallazione di impianti tenendo sempre conto che il sistema edificio-impianto deve operare in maniera sinergica la mediazione tra condizione climatica esterna e obiettivi di microclima interno.

Il ruolo centrale del recupero edilizio in un ottica di sviluppo sostenibile è ben evidenziato dall'Agenda 21, documento emanato in seguito all'Earth Summit di Rio de Janeiro nel 1992. La necessità di operare secondo tali principi è dettata dalla constatazione che gli edifici esistenti possono essere definiti *energivori* sia in rapporto alle tecnologie impiegate per la realizzazione dell'involucro, sia per l'inadeguatezza degli impianti. Tale tipo di atteggiamento è validato anche in virtù delle recenti norme riguardanti l'efficienza energetica⁵⁴. Queste ultime, in funzione delle zone climatiche, forniscono valori di prestazione energetica che l'edificio nuovo o esistente deve rispettare.

Dopo un'attenta analisi e valutazione delle carenze prestazionali, si dovrà procedere alla definizione del fabbisogno energetico unitario annuo attuale e di quello migliorativo e all'individuazione delle strategie progettuali. Il miglioramento energetico può essere conseguito in funzione di tre variabili principali sulle quali intervenire con opportuna selettività ed organicità: l'efficienza dell'involucro, l'efficienza degli impianti, lo sfruttamento di fonti energetiche alternative.

Per quanto concerne l'involucro esterno sono due i fronti su cui si può agire: le superfici opache e quelle trasparenti. Nel primo caso possono essere adottate soluzioni che eliminano i ponti termici e, in aggiunta, che incrementano l'isolamento termico. È questo il caso del restauro del Padiglione dell'Artigianato di E. Tavolara a Sassari, dove, grazie alla

⁵⁴ I principali testi di riferimento della nuova normativa energetica sono: il Decreto Legislativo 19 agosto 2005 n. 192, *Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*, la Circolare del Ministero dello Sviluppo Economico del 23 maggio 2006, *Chiarimenti e precisazioni riguardanti le modalità applicative del Dlgs 19 agosto 2005, n.192 di attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*, il Decreto Legislativo 29 dicembre 2006 n. 311, *Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia*.

consulenza del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Roma Tor Vergata, che ha individuato come responsabile scientifico il prof. Sergio Poretti, è stato previsto un rivestimento a cappotto delle tamponature.

Per poter garantire i valori prestazionali definiti dalle norme quasi sempre si deve procedere alla sostituzione degli infissi. Un intervento di restauro che ha affrontato tale problematica risolvendola e rispettando pienamente il progetto originario è quello dell'Officina ICO Centrale ad Ivrea. Questo edificio fu realizzato da Luigi Figini e da Gino Pollini nel 1941 che caratterizzarono fortemente il progetto tramite l'inserimento di una doppia parete vetrata lungo il prospetto su via Jervis. Nel 2004 fu presa la decisione di procedere alla stesura di un progetto di recupero del manufatto che fosse conforme al canovaccio di regole generali predisposto dal consulente per il restauro, essendo l'edificio soggetto ad una locale normativa di salvaguardia. Le norme vigenti in materia di sicurezza, dispersione termica e isolamento acustico hanno imposto la sostituzione integrale della facciata interna. I profondi studi sull'immagine originale hanno portato i progettisti a far realizzare appositamente serramenti più sottili rispetto a quelli usualmente presenti in commercio e aventi profilo in alluminio verniciato in grigio antracite.



L'officina ICO Centrale di Ivrea. A partire da sinistra: prospetto lungo via Jervis, la grande doppia parete vetrata prima e dopo il restauro.

Tutta l'operazione di smontaggio della facciata esterna e successivo rimontaggio previa riparazione, ha permesso inoltre di apportare alcuni accorgimenti per aumentare l'efficienza e la resistenza al degrado.

Ulteriori considerazioni vanno fatte riguardo la scelta della tipologia dell'impianto e, soprattutto, del posizionamento dei suoi componenti. Queste, in un edificio da tutelare, vanno fatte tenendo sempre conto dei principi di reversibilità tipici della disciplina del restauro. Il posizionamento degli impianti, infatti, non deve in alcun modo inficiare la lettura dello spazio architettonico e, nel contempo, questi devono poter essere riparati e/o rimossi senza danneggiare in alcun modo elementi della struttura.

Ove possibile, sarebbe auspicabile che tali impianti possano essere alimentati da fonti energetiche rinnovabili. A seconda delle condizioni climatiche al contorno è possibile inserire diversi sistemi di produzione di energia pulita. L'accorgimento fondamentale è quello di inserire tali elementi integrandoli completamente con il substrato esistente e non modificando in alcun modo la valenza architettonica. La copertura può ospitare in maniera del tutto sostenibile impianti fotovoltaici, come è accaduto nel caso del su citato restauro del Padiglione dell'Artigianato di E. Tavolara a Sassari oppure nel caso del progetto riguardante l'ex stabilimento Lanerossi, dove alcune tegole sono state sostituite con altre fotovoltaiche.

L'area degli ex Mercati Ortofrutticoli all'Ingrosso (MOI), situata nell'area del Lingotto a Torino e costituita dagli edifici dei vecchi Mercati Generali, importante opera di architettura razionalista in cemento armato progettata da Umberto Cuzzi (1932-34), rappresenta un ottimo progetto di recupero all'insegna della sostenibilità ambientale. In questi luoghi è stato situato un Centro Servizi del Villaggio Olimpico di Torino 2006. Tutto l'insieme è caratterizzato da una particolare attenzione alla qualità bioclimatica, al benessere e al risparmio energetico, che si fonda sulla connessione alla rete di teleriscaldamento, sull'impiego di pannelli

solari e di pavimenti radianti, sul recupero delle acque e sul forte isolamento degli involucri.

In conclusione, come dimostrato anche dal su citato intervento sull'officina ICO Centrale di Ivrea, appare evidente come solo una stretta collaborazione con gli organi istituzionali, quali Soprintendenze, Comuni e Vigili del Fuoco, e una buona interrelazione tra questi, possa far superare le difficoltà che scaturiscono da un intervento di adeguamento di un bene da tutelare, ottenendo delle deroghe alla rigida applicazione delle normative in modo da evitare variazioni del progetto originale non strettamente necessarie.

CAPITOLO SETTIMO

CONCLUSIONI

7.1 Una metodologia per conservare l'architettura moderna

Abbiamo finora visto come i principali problemi inerenti la conservazione del patrimonio architettonico moderno siano legati alle caratteristiche intrinseche dello stesso.

In primo luogo, l'uso di materiali innovativi o di innovative tecniche di adoperare materiali nuovi ed antichi, ha prodotto il forte degrado che può riscontrarsi allo stato attuale. In particolare, l'uso del calcestruzzo, utilizzato spesso anche come elemento di finitura esterna, è stato adottato in quegli anni senza avere piena coscienza delle sue criticità. Altri fattori che hanno particolarmente inciso e accelerato il degrado sono quelli legati alla morfologia degli edifici quali: utilizzo di tetti piani, che presentano criticità sia rispetto alla tenuta all'acqua, sia per l'assenza di un adeguato isolamento termico; assenza di sporti e cornicioni e predilezione per le pluviali incassate, che hanno comportato gravi problemi di infiltrazione d'acqua difficilmente risolvibili senza apportare modifiche al disegno dell'architettura; soluzioni di continuità adottate in corrispondenza dei raccordi tra elementi orizzontali e verticali, che hanno comportato il manifestarsi di fenomeni collegati alla presenza di ponti termici.

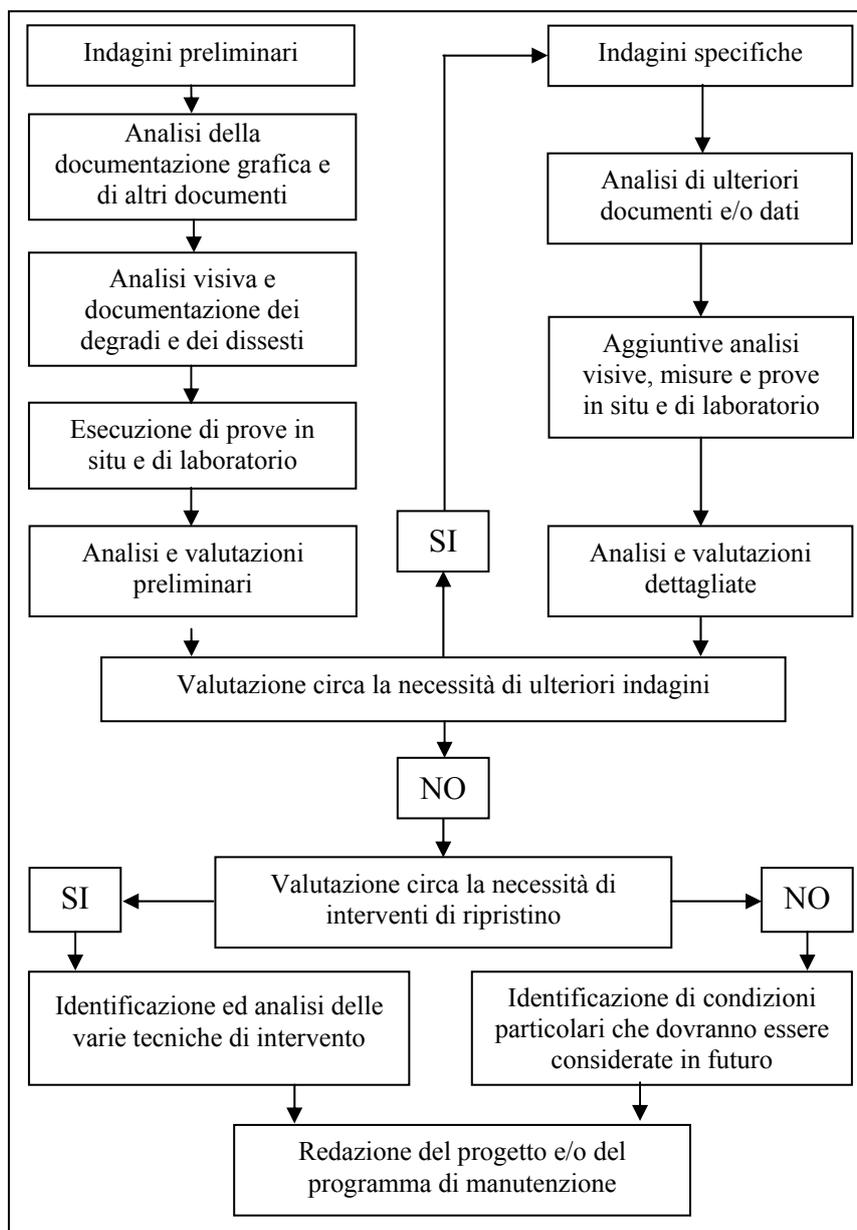
Successivamente si è verificato come tale patrimonio versi in stato di abbandono dopo che, nato per ospitare funzioni specifiche e modellato con cura su queste, oggi sia stato privato della stessa.

Infine ulteriori riflessioni sono state fatte riguardo alla inadeguatezza in cui si trovano tali edifici di fronte alle evoluzioni normative e al crescente bisogno di garantire condizioni di benessere ambientale ottimali.

Ci si trova, quindi, a decidere quale sia il modo più corretto per operare su questo immenso patrimonio. La sua conservazione integrale, o, peggio, la sua museificazione, è improponibile sia perché insostenibile socialmente ed economicamente, sia perché è opportuno offrire alle nostre realtà urbane la possibilità di avere nuove architetture figlie della contemporaneità. Per tale motivo, urge una scelta riguardo a cosa conservare che sia basata sulla riconoscibilità delle testimonianze storiche, culturali e tecnologiche, le quali dovranno essere valorizzate tramite le pratiche della conservazione del bene. Sicuramente la storia dell'architettura è fondamentale per poter individuare le qualità di un intervento, ma essa non è uno strumento obiettivo essendo fortemente influenzata da ideologie e mode culturali nonché da condizionamenti economici e sociali, vista la poca distanza temporale che intercorre dalla costruzione del patrimonio architettonico cui facciamo riferimento.

Queste incertezze rendono fondamentale le operazioni di individuazione e catalogazione delle opere. I materiali archivistici divengono lo specchio delle attività umane, della società nel suo complesso, della storia dell'architettura e dell'urbanistica. Attualmente in Italia tale processo di archiviazione ha avuto inizio con l'istituzione del *Centro per la documentazione e la valorizzazione delle arti contemporanee*⁵⁵, anche se, per il momento, la scelta delle opere è stata fatta principalmente in base alla notorietà dell'autore. Fortunatamente esistono anche Archivi di Stato, sia quello centrale, sia alcuni provinciali, che, grazie ad una politica culturale lungimirante, hanno acquisito non solo documenti provenienti

⁵⁵ Cfr. Legge del 12 luglio 1999, n. 237, *Istituzione del Centro per la documentazione e la valorizzazione delle arti contemporanee e di nuovi musei, nonché modifiche alla normativa sui beni culturali ed interventi a favore delle attività culturali*, art. 1.



Ripristino degli elementi in calcestruzzo armato o non, diagramma di flusso.

da enti pubblici ma anche archivi privati, permettendo a tecnici e studiosi di consultare i progetti originali delle grandi opere moderne.

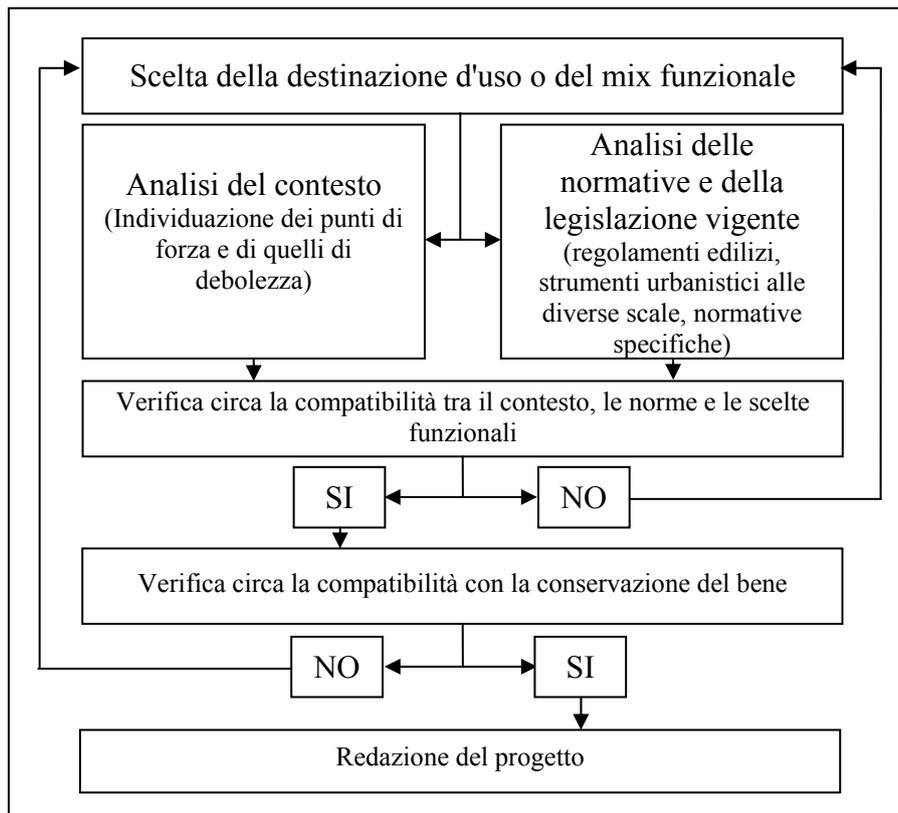
Sicuramente sono riscontrabili differenze sostanziali fra il recupero delle architetture del XX secolo e l'intervento sul patrimonio pre-moderno. Infatti, come anche i casi studio analizzati hanno dimostrato, vi è una totale impossibilità di isolare una serie di esempi che possano fungere da campione, in modo da far scaturire, dalla analisi degli stessi, linee guida specifiche da applicare a casi simili. Ogni progetto di recupero diviene, quindi, unico.

Per questo motivo, la fase relativa alla conoscenza dell'oggetto su cui si intende intervenire assume in questi casi una valenza maggiore. Le analisi conoscitive non possono limitarsi al solo aspetto morfologico e dimensionale, esse devono indagare: sui singoli materiali utilizzati, che, essendo spesso frutto di sperimentazioni non consolidate potrebbero non essere più reperibili, sui dettagli costruttivi di ogni elemento, sullo stato di degrado e, non ultimo, sul messaggio che quella architettura voleva trasmettere nell'idea del suo autore. Per poter poi attivare un giusto processo di valorizzazione diviene fondamentale anche la conoscenza del territorio che circonda il bene in modo da individuarne i punti di forza e le debolezze.

La fase della conoscenza è propedeutica a quella relativa all'elaborazione della diagnosi. In questo momento del progetto si mette a confronto tutta la conoscenza acquisita con quella derivata dalla letteratura specialistica in modo da formulare una serie di ipotesi sulle cause che hanno provocato degrado. Solo dopo un'accurata campagna di indagini sperimentali, tali ipotesi potranno essere validate o meno e si potranno individuare una serie di soluzioni atte al chiarimento dei problemi riscontrati.

L'individuazione della destinazione d'uso è ciò che decreta, in larga parte, il successo di un progetto di recupero. Essa nasce da un'attenta lettura dei bisogni del territorio e del contesto economico e sociale e può

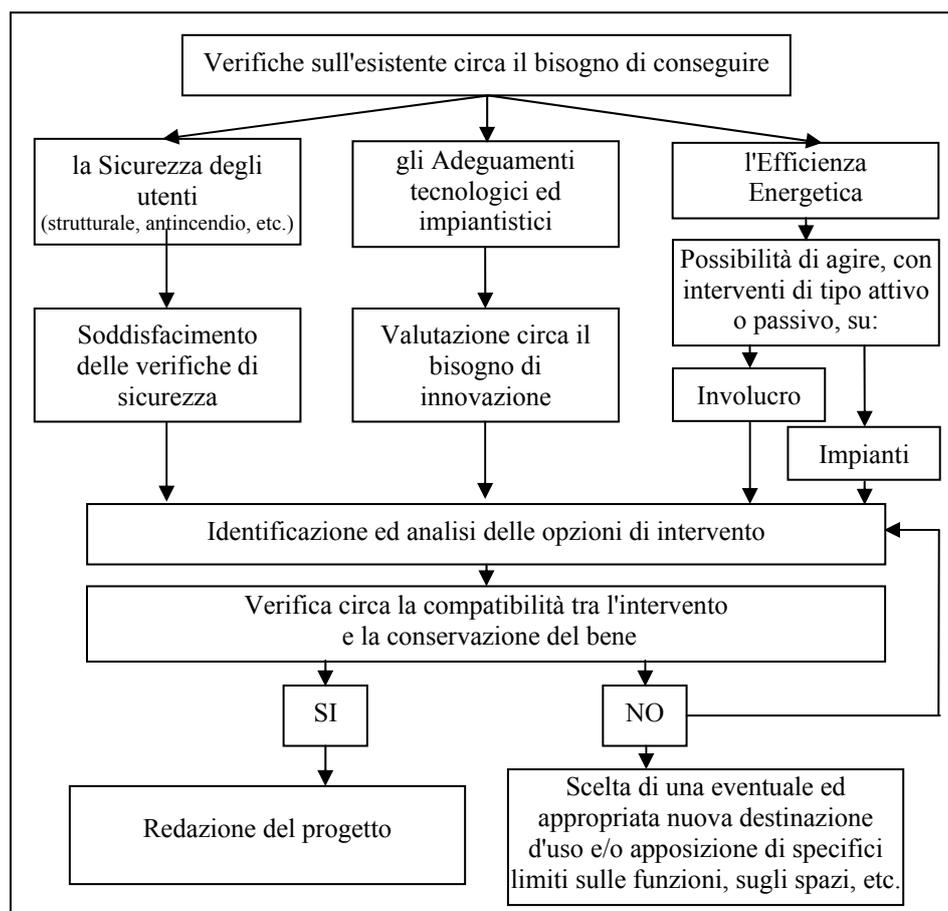
comportare una grossa valorizzazione del bene non solo in termini culturali ma anche economici.



Rifunzionalizzazione di un architettura moderna, diagramma di flusso.

Ogni scelta funzionale, sia che si tratti di una rifunzionalizzazione, sia che si decida semplicemente di operare un adeguamento, necessita di essere sottoposta ad una serie di verifiche. Queste devono avvenire tenendo conto della sicurezza e del benessere termo-fisico degli utenti e della compatibilità con il bene che si intende conservare. Tali accertamenti potrebbero portare all'analisi di numerose soluzioni tecniche

e impiantistiche. La scelta più idonea sarà quella che permette il verificarsi, simultaneamente, delle condizioni di sicurezza, tutela e comfort. Se ciò non avvenisse sarà opportuno ripensare la destinazione d'uso o il mix funzionale scelto in precedenza.



Adeguamento normativo, tecnologico ed energetico, diagramma di flusso

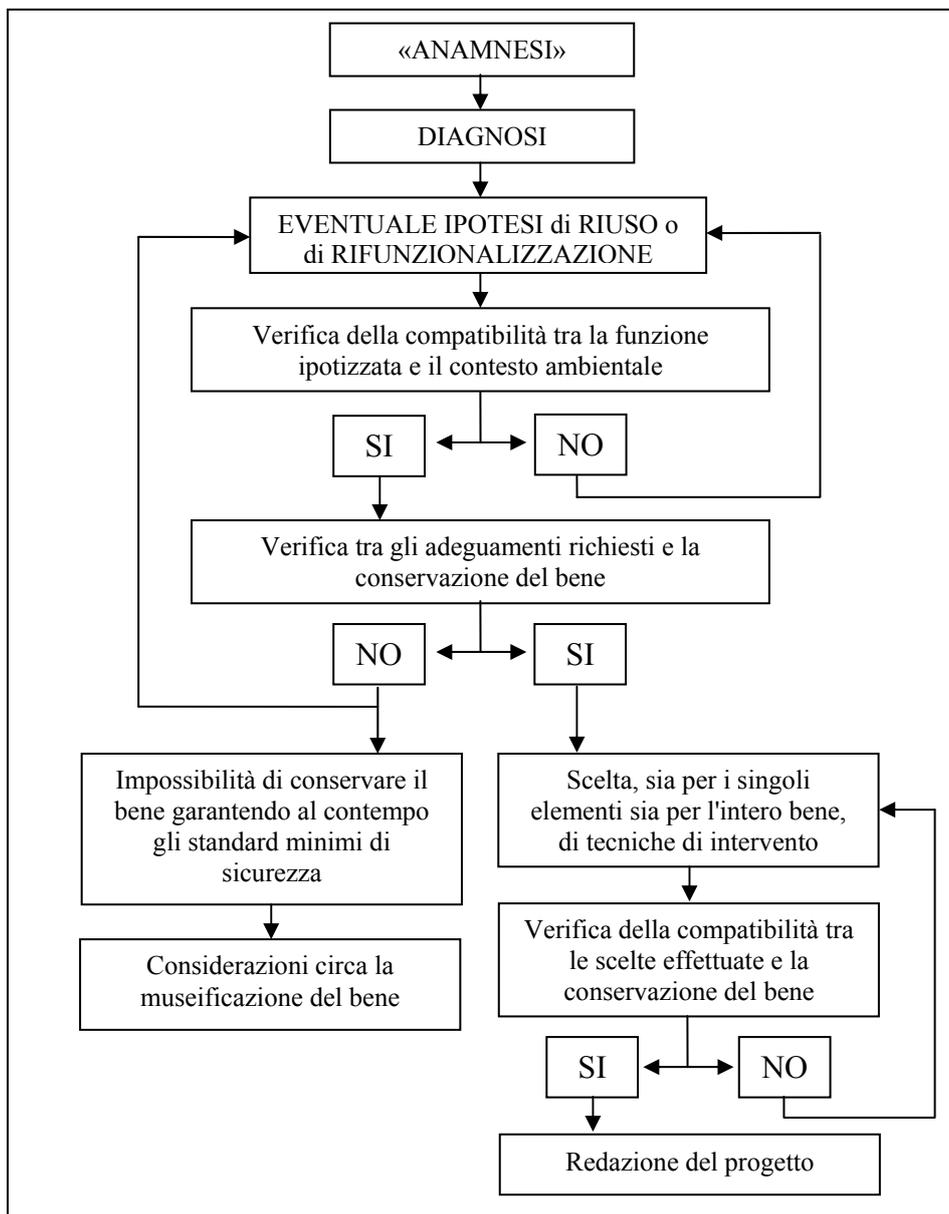
Le strategie da utilizzare per attuare la tutela dei beni appartenenti al patrimonio moderno sono argomento di forte dibattito. Infatti, i principi basilari della pratica del restauro, quelli cioè della riconoscibilità e della

reversibilità degli interventi, cedono spesso alla tentazione della ricostruzione secondo il dettame del «dov'era, com'era».

In casi particolari come questi si possono raggiungere giusti compromessi, atti a redigere un buon progetto, solo grazie ad un atteggiamento interdisciplinare e ad una stretta collaborazione tra le istituzioni, il mondo culturale, la committenza e i progettisti. È questo il caso del palazzo delle Poste di via Marmorata a Roma, progettato da Adalberto Libera e Mario De Renzi nel 1933, che nel 2000 ha subito un intervento di restauro reso particolarmente efficace dalla collaborazione con il mondo universitario che, dopo aver studiato in maniera molto accurata l'esistente in ogni sua parte e averne rilevato i difetti e le mancanze, ha suggerito un ventaglio di soluzioni, a volte riprogettando gli elementi formali e costruttivi più significativi⁵⁶.

In definitiva, se le istituzioni, il mondo culturale e gli operatori non si arroccassero ognuno nel proprio feudo, si riuscirebbe a ridare il respiro a beni che sono testimonianza della storia recente e che rivendicano la loro essenza di monumento che vuole vivere ancora nonostante la lunga agonia provocata dall'incuria e dall'abbandono.

⁵⁶ L'intervento di restauro è stato realizzato tramite la stretta collaborazione tra l'Ufficio Tecnico delle Poste e il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Roma Tor Vergata, sotto la supervisione del prof. Sergio Poretti.



Metodologia per la conservazione dell'architettura moderna, diagramma di flusso.

BIBLIOGRAFIA

AA. VV., *Carta ICOMOS - Principi per l'analisi, la conservazione e il restauro strutturale del patrimonio architettonico*, Ratificata dalla XIVa Assemblea Generale dell'ICOMOS a Victoria Falls - Zimbabwe, ottobre 2003

AA. VV., *Gli spazi della ceramica*, Grimaldi&C. Editori, Napoli, 1995

AA.VV., *Il Calcestruzzo Vulnerabile. Prevenzione, diagnosi del degrado e restauro*, Edizioni Tintoretto, Ponzano Veneto, 2005

AA. VV., *Materiali e Tecniche per il recupero edilizio*, Luciano Editore, Napoli, 2005

G. Aloï, *“Architettura industriale contemporanea”*, Ulrico Hoepli editore, Milano

P. G. Bardelli, *Analisi e progetto per la conservazione dell'edificio moderno*, in M. Casciato, S. Mornati, S. Poretti, a cura di, *Architettura moderna in Italia. documentazione e conservazione*, primo convegno nazionale Do.co.mo.mo Italia, EdilStampa s.r.l., Roma, 1999

S. Benedetti, *L'architettura delle Chiese contemporanee*, Palombi Editore Jaca Book, Milano, 2000

D. Boltri, *Problemi di manutenzione del patrimonio architettonico razionalista Olivetti*, in G. Callegari, G. Montanari, a cura di, *Progettare il costruito. Cultura e tecnica per il recupero del patrimonio architettonico del XX secolo*, Franco Angeli Editore, Milano, 2001

D. Bosia, *Il recupero del moderno*, in G. Callegari, G. Montanari, a cura di, *Progettare il costruito. Cultura e tecnica per il recupero del patrimonio architettonico del XX secolo*, Franco Angeli Editore, Milano, 2001

A. Buccaro, G. Mainini, a cura di, *Luigi Cosenza oggi. 1905/2005*, CLEAN Editore, Napoli, 2006

G. Cacciaguerra, M. P. Gatti, *Conoscere e valorizzare le testimonianze delle strutture in calcestruzzo armato. Il caso della tribuna dello stadio di Bolzano*, in A. Catalano, C. Sansone, a cura di, *The building techniques. I International congress*, Luciano Editore, Napoli, 2009

R. Capomolla, *Alcuni particolari architettonici e costruttivi nel restauro del palazzo delle Poste di via Marmorata a Roma*, in M. Casciato, S. Mornati, S. Poretti, a cura di, *Architettura moderna in Italia. documentazione e conservazione*, primo convegno nazionale Do.co.mo.mo Italia, EdilStampa s.r.l., Roma, 1999

M. Casciato, *I confini del moderno, un confronto aperto fra limiti e limite*, in M. Casciato, S. Mornati, S. Poretti, a cura di, *Architettura moderna in Italia. documentazione e conservazione*, primo convegno nazionale Do.co.mo.mo Italia, EdilStampa s.r.l., Roma, 1999

S. Chiarenza, *Luigi Cosenza e il progetto del Mercato Ittico a Napoli: tra logica geometrica e cultura sociale*, in P. Fiore, a cura di, *Le case e i luoghi del lavoro. Letture e confronti*, Gutenberg Edizioni, 2008

L. Coppola, *Concretum*, Edizioni McGraw Hill, Milano, 2007

L. Coppola, *Il ripristino e consolidamento delle strutture esistenti in calcestruzzo armato e precompresso*, Kerakoll group Edizioni, 2009

G. Cosenza, F. D. Moccia, a cura di, *Luigi Cosenza. L'opera completa*, Electa Editore, Napoli, 1987

- L. Cosenza, *Nascita di una fabbrica*, Conferenza ANIAI, 1955
- R. De Fusco, *Storia dell'architettura contemporanea*, Laterza Editore, Roma-Bari, 1982
- C. de' Seta, *L'Architettura del Novecento*, Garzanti Editore, Milano, 1992
- C. Díaz Gómez, J. Rodríguez Cid, R. Gumà Esteve, *Dalla fabbrica per produrre alla residenza per abitare*, in P. Fiore, a cura di, *Le case e i luoghi del lavoro. Letture e confronti*, Gutenberg Edizioni, 2008
- C. Di Biase, *Il degrado del calcestruzzo nell'architettura del novecento*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN), 2009
- C. Di Biase, F. Albani, *Deterioration in the XXth century architecture: concrete, reinforced concrete, artificial stone*, in A. Catalano, C. Sansone, a cura di, *The building techniques. I International congress*, Luciano Editore, Napoli, 2009
- M. Ercadi, G. Massobrio, S. Tuzi, *Paolo Portoghesi architetto*, Skira Edizioni, Milano, 2001
- M. L. Fariello, P. Scarfato, L. Di Maio, L. Incarnato, *Innovative polymeric surface treatments for concrete protection*, in A. Grimaldi, G. Plizzari, R. Realfonzo, *The new boundaries of structural concrete*, Ed. CUES, Salerno, 2010
- G. Frediani, *Paolo Soleri e Vietri*, Officina Edizioni, Roma, 2000
- E. Garda, *Conoscere il moderno. Appunti per un percorso metodologico*, in G. Callegari, G. Montanari, a cura di, *Progettare il costruito. Cultura e tecnica per il recupero del patrimonio architettonico del XX secolo*, Franco Angeli Editore, Milano, 2001

E. Giacomelli, *Una normativa per la salvaguardia del patrimonio architettonico del Novecento di Ivrea*, in G. Callegari, G. Montanari, a cura di, *Progettare il costruito. Cultura e tecnica per il recupero del patrimonio architettonico del XX secolo*, Franco Angeli Editore, Milano, 2001

G. Giordano, N. Sorbino, *Luigi Cosenza. Architettura e tecnica*, CLEAN Editore, Napoli, 2003

M. Grecchi, L. E. Malighetti, *Ripensare il costruito. Il progetto di recupero e rifunzionalizzazione degli edifici*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN), 2008

R. Grignolo, *La Nuova ICO di Ivrea. Ipotesi di recupero tra storia e tecnologia*, in G. Callegari, G. Montanari, a cura di, *Progettare il costruito. Cultura e tecnica per il recupero del patrimonio architettonico del XX secolo*, Franco Angeli Editore, Milano, 2001

R. Ientile, *Materiali del XX secolo: appunti per la conservazione*, in G. Callegari, G. Montanari, a cura di, *Progettare il costruito. Cultura e tecnica per il recupero del patrimonio architettonico del XX secolo*, Franco Angeli Editore, Milano, 2001

L. Incarnato, P. Scarfato, *Applications of Polymeric Treatments in Improving Building Construction Materials Durability*, in Sophie G. Doyle, *Construction and Building: Design, Materials, and Techniques*, Nova Science Publishers, 2010

A. I. Lima, *Soleri. Architettura come ecologia umana*, Palombi Editore Jaca Book, Milano, 2000

C. Marcosano Dell'Erba, *Monumento vivo e testimonianza storica: due culture a confronto con le sorti del moderno*, in M. Casciato, S. Mornati, S. Poretti, a cura di, *Architettura moderna in Italia. documentazione e conservazione*, primo convegno nazionale Do.co.mo.mo Italia, EdilStampa s.r.l., Roma, 1999

F. D. Moccia, a cura di, *Luigi Cosenza scritti e progetti di architettura*, CLEAN Editore, Napoli, 1994

G. Montanari, *Cosa conservare dell'architettura contemporanea?*, in G. Callegari, G. Montanari, a cura di, *Progettare il costruito. Cultura e tecnica per il recupero del patrimonio architettonico del XX secolo*, Franco Angeli Editore, Milano, 2001

C. Norberg-Schulz, *Alla ricerca dell'architettura perduta*, Officina Edizioni, Roma, 1975

C. Norberg-Schulz, *Architetture di Paolo Portoghesi e Vittorio Gigliotti*, Officina Edizioni, Roma, 1982

C. Palestini, *Archeologia industriale: una sfida per il restauro del moderno*, in M. Casciato, S. Mornati, S. Poretti, a cura di, *Architettura moderna in Italia. documentazione e conservazione*, primo convegno nazionale Do.co.mo.mo Italia, Edilstampa s.r.l., Roma, 1999

R. Panella, *Il progetto sul moderno a Roma come conservazione dell'identità*, in M. Casciato, S. Mornati, S. Poretti, a cura di, *Architettura moderna in Italia. documentazione e conservazione*, primo convegno nazionale Do.co.mo.mo Italia, Edilstampa s.r.l., Roma, 1999

P. Pedferri, L. Bertolini, *La durabilità del calcestruzzo armato*, Edizioni Mc Graw-Hill, Milano 2000

M. Pisani, *Dialogo con Paolo Portoghesi*, Officina Edizioni, Roma, 1989

M. Pisani, *Paolo Portoghesi*, Edizioni Electa, Milano, 1992

S. Poretti, *Il modo di costruire: un filo di continuità nell'architettura italiana del Novecento*, in M. Casciato, S. Mornati, S. Poretti, a cura di, *Architettura moderna in Italia. documentazione e conservazione*, primo convegno nazionale Do.co.mo.mo Italia, Edilstampa s.r.l., Roma, 1999

S. Poretti, *Modernismi italiani. Architettura e costruzione nel Novecento*, Gangemi Editore, Roma, 2008

E. Procida, *Archivi di architettura contemporanea: attualità e prospettive*, in M. Casciato, S. Mornati, S. Poretti, a cura di, *Architettura moderna in Italia. documentazione e conservazione*, primo convegno nazionale Do.co.mo.mo Italia, Edilstampa s.r.l., Roma, 1999

M. C. Redini, C. Saggiaro, *Controllo tipologico e controllo morfologico negli interventi di restauro degli edifici moderni*, in M. Casciato, S. Mornati, S. Poretti, a cura di, *Architettura moderna in Italia. documentazione e conservazione*, primo convegno nazionale Do.co.mo.mo Italia, Edilstampa s.r.l., Roma, 1999

S. Salvo, *Nuovo, vecchio o antico? Applicabilità della teoria del restauro alle opere di architettura contemporanea*, in M. Casciato, S. Mornati, S. Poretti, a cura di, *Architettura moderna in Italia. documentazione e conservazione*, primo convegno nazionale Do.co.mo.mo Italia, Edilstampa s.r.l., Roma, 1999

P. Soleri, *What if? Quaderno 1*, Arcosanti, 2003

E. Sicignano, *Architetture in cemento armato*, Clean Edizioni, Napoli, 2007

E. Sicignano, *Il DIA Art Foundation a Beacon, New York, 2003*, in F. Fascia, a cura di, *Museums. Merely buildings for culture?*, Luciano Editore, Napoli, 2005

E. Sicignano, L. Arcuri, *The church of the Holy Family by Paolo Portoghesi and Vittorio Gigliotti*, in A. Catalano, C. Sansone, a cura di, *The building techniques. I International congress*, Luciano Editore, Napoli, 2009

L. Stafferi, *Materiali del XX secolo: appunti per una lettura del degrado*, in G. Callegari, G. Montanari, a cura di, *Progettare il costruito. Cultura e tecnica per il recupero del patrimonio architettonico del XX secolo*, Franco Angeli Editore, Milano, 2001

S. Suatoni, *Soleri. Etica e invenzione urbana*, Palombi Editore Jaca Book, Roma, 2005

R. Vezzari, *Normativa urbanistica per il recupero*, in G. Callegari, G. Montanari, a cura di, *Progettare il costruito. Cultura e tecnica per il recupero del patrimonio architettonico del XX secolo*, Franco Angeli Editore, Milano, 2001

R. M. Vitrano, *Recupero funzionale e adeguamento tecnologico. Una esperienza sul campo*, in A. Catalano, C. Sansone, a cura di, *The building techniques. I International congress*, Luciano Editore, Napoli, 2009

B. Zevi., *Storia dell'Architettura moderna*, Giulio Einaudi Editore, Torino, 1990

A. M. Zorgno Trisciuglio, *Architettura e tecnologia per il recupero. Nuove frontiere di ricerca*, in G. Callegari, G. Montanari, a cura di, *Progettare il costruito. Cultura e tecnica per il recupero del patrimonio architettonico del XX secolo*, Franco Angeli Editore, Milano, 2001

A. M. Zorgno Trisciuglio, *Coscienza tecnica e nuova architettura*, in M. Casciato, S. Mornati, S. Poretti, a cura di, *Architettura moderna in Italia. documentazione e conservazione*, primo convegno nazionale Do.co.mo.mo Italia, Edilstamp s.r.l., Roma, 1999

A. M. Zorgno Trisciuglio, *Gli apporti della tecnologia dell'architettura. Problemi di identificazione tecnica e costruttiva e specificità tecnologiche nel recupero e nella salvaguardia delle architetture del XX secolo*, in G. Callegari, G. Montanari, a cura di, *Progettare il costruito. Cultura e tecnica per il recupero del patrimonio architettonico del XX secolo*, Franco Angeli Editore, Milano, 2001

- C. Benincasa, *Una chiesa, a Salerno, che merita di essere vista*, in «Arte», gennaio 1988
- L. Berni, *Chiesa della Sacra Famiglia. Salerno*, in «Panorama», n. 555, dicembre 1976
- M. Boriani, *Restaurare il "moderno"? Difficoltà tecniche e teoriche di un tema di attualità*, in «Costruire in laterizio», n. 60, dicembre 1997
- A. Castagnaro, *Organico/Razionale: nuovi paesaggi*, in «Rassegna ANIAI», settembre 2006
- G. Frediani, *Concavità e convessità. La fabbrica di ceramiche Solimene*, in «Area», n. 35, novembre-dicembre 1997
- N. Fruscione, *Tra gli alberi i cannocchiali*, in «Il Mattino», 11 ottobre 1997
- C. Gresleri, *Tra realizzazioni e... L'architettura del dopoconcilio a Salerno*, in «Agire», n. 7, luglio 1983
- G. Mazzara, *La Chiesa della Sacra Famiglia a Salerno*, in «L'Industria delle Costruzioni», n. 40, marzo/aprile 1974
- M. Mulazzani, *L'identità ritrovata: il restauro dell'Officina ICO Centrale*, in «Casabella», n. 766, maggio 2008
- P. Portoghesi e V. Gigliotti, *Ricerche sulla centralità, progetti dello studio di Porta Pinciana*, in «Controspazio», giugno 1971
- E. Sicignano, *Paolo Soleri. Fabbrica di ceramiche a Vietri sul Mare*, in «Costruire in laterizio», n. 61, gennaio-febbraio 1998
- E. Sicignano, *Pensieri e profezie dal deserto dell'Arizona*, in «Abitare la terra», n. 21, primavera/estate, 2007
- D. Wei, 798, in «La China», dicembre 2008

A Vietri sul mare, in «Domus», n.307, giugno 1955

Verde all'ovest, in «Il Mattino», 16 novembre 1972

Un recupero di edilizia industriale, in «iiC. L'Industria Italiana del Cemento», n. 832, giugno 2007

C'era una volta a Pechino la fabbrica, in «ArtKey Magazine», dicembre 2007

La riqualificazione energetica dell'esistente, in «Modulo», n. 345, ottobre 2008

Ucca! Quanto è contemporanea Pechino, in «Exibart.onpaper», n.44

Villa Oro è sospesa come un sogno tra terra, cielo e mare, in «Il Mattino», 20 febbraio 2009

Utopie et réalité. Hommage à Paolo Soleri, in «Le carré bleu», n. 1, 2009

Il recupero dei grattacieli, in «Modulo», n. 357, gennaio 2010

Riferimenti normativi

Legge n. 364 del 1909, *che stabilisce e fissa norme per l'inalienabilità delle antichità e delle belle arti*

Regio Decreto n. 363 del 1913, *Regolamento per l'esecuzione delle leggi 20-6-1909, n. 364 e 23-6-1912, n.668, relative alle antichità e belle arti*

Legge n. 1089 del 1939, *Tutela delle cose d'interesse storico o artistico*

Legge n. 633 del 22 aprile 1941, *Protezione del diritto d'autore e di altri diritti connessi al suo esercizio*

Per la salvezza dei beni culturali in Italia. Atti e documenti della Commissione d'indagine per la tutela e la valorizzazione del patrimonio storico, archeologico, artistico e del paesaggio, Roma, Casa Editrice Colombo, 1967

Recommendation n. R (91) 13 of the Committee of Ministers to member States, 9th September 1991, *The protection of the twentieth-century architectural heritage*

ACI 201.1R-92, *Guide for making a condition survey of concrete in service*

Decreto Legislativo n. 368 del 20 ottobre 1998, *Istituzione del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, a norma dell'art. 11 della legge 15 marzo 1997, n. 59*

Legge n. 237 del 12 luglio 1999, *Istituzione del Centro per la documentazione e la valorizzazione delle arti contemporanee e di nuovi musei, nonché modifiche alla normativa sui beni culturali ed interventi a favore delle attività culturali*

CS TR n. 54, 2000, *Diagnosis of deterioration in concretes structures*

Legge n.78 del 7 marzo 2001, *Tutela del patrimonio storico della Prima guerra mondiale*

UNI 11104:2004 *Calcestruzzo, specificazione, prestazione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206*

Decreto Legislativo n. 42 del 22 gennaio 2004, e s.m.i. (D.Lgs. 24 marzo 2006, n. 156, *Disposizioni correttive e integrative al Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 in relazione ai beni culturali*; D. Lgs 24 marzo 2006 n. 157, *Disposizioni correttive e integrative al Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 in relazione al paesaggio*, D. Lgs. 26 marzo 2008, n. 62, *Ulteriori disposizioni integrative e correttive al Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 in relazione ai beni culturali*; D. Lgs. 26 marzo 2008, n. 63, *Ulteriori disposizioni integrative e correttive al Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 in relazione al paesaggio*), *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*

Decreto Legislativo n. 192 del 19 agosto 2005, *Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*

UNI EN 206-1:2006 *Calcestruzzo, specificazione , prestazione, produzione e conformità*

UNI 11182:2006, *Beni culturali. Materiali lapidei naturali ed artificiali. Descrizione della forma di alterazione - Termini e definizioni*

Circolare del Ministero dello Sviluppo Economico del 23 maggio 2006, *Chiarimenti e precisazioni riguardanti le modalità applicative del Dlgs 19 agosto 2005, n.192 di attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*

Decreto Legislativo n. 311 del 29 dicembre 2006, *Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia*

ACI 364.1R-07, *Guide for Evaluation of Concrete Structures before Rehabilitation*

Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Direzione Generale per l'Architettura e l'Arte Contemporanee, nota del 28 giugno 2007, n. 3046 indirizzata alle Direzioni Regionali, *Procedure di riconoscimento dell'importante carattere artistico ai sensi dell'art. 20 della Legge 22 aprile 1941, n.633*

D.P.R. n. 233 del 26 novembre 2007, *Regolamento di riorganizzazione del Ministero per i beni e le attività culturali a norma dell'articolo 1, comma 404, della legge 27 dicembre 2006, n.296*

Concrete Repair Manual, pubblicato da ACI, American Concrete Institute e ICRI, International Concrete Repair Institute, 2008

Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, *Norme Tecniche per le Costruzioni*

Decreto Legislativo n. 81 del 9 aprile 2008, *Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro*