

MATERIA

46

Gennaio - Aprile 2005
€ 11,00 (in Italia)

Federico Motta Editore
Poste Italiane SpA
spedizione in abb. postale
D.L. 353/2003
(conv. 27/02/2004 n°46)
art. 1 comma 1, DCB Milano

Architettura di cemento Concrete architecture

Aspiazu Iza, Quemada, Gaztelu/De Mendia, Hadid,
Kei'ichi Irie + Power Unit Studio, Souto De Moura

ISSN 1121 - 0516



9 771121 051004 40046>

24 Editoriale

testo di
Paolo Portoghesi
24

32 Saggi

Bizzarrie
e contraddizioni
del cemento armato
testo di Tullia Iori
32

38 Progetti

Iñaki Aspiazu Iza
Cantina Baigorri
testo di
Jacopo Maria Giagnoni
38

Ignacio Quemada
Cantina Juan Alcorta
testo di
Massimiliano Giberti
46

Jaime Gaztelu Quijano
Ana Fernández
de Mendía
Cantina Señorío
de Otazu
testo di Vincenzo Pavan
58

24 Editorial

text by
Paolo Portoghesi
24

32 Essays

Curiosities
and contradictions
of reinforced concrete
text by Tullia Iori
32

38 Projects

Iñaki Aspiazu Iza
Baigorri Winery
text by
Jacopo Maria Giagnoni
38

Ignacio Quemada
Juan Alcorta Winery
text by
Massimiliano Giberti
46

Jaime Gaztelu Quijano
Ana Fernández
de Mendía
Señorío de Otazu Winery
text by Vincenzo Pavan
58

Zaha Hadid
CAC – Centro d'Arte
Contemporanea
Lois & Richard
Rosenthal
testo di Filippo Nicotra
64

Kei'ichi Irie
+ Power Unit Studio
Y House
testo di Sergio Pirrone
74

Eduardo Souto
De Moura
Due abitazioni
unifamiliari
testo di
Raffaella Maddaluno
82

90 Tecnica

Trends e innovazione
nel calcestruzzo
testo di Rossella Letizia
Mombelli
90

Zaha Hadid
CAC – Lois & Richard
Rosenthal
Contemporary Art
Center
text by Filippo Nicotra
64

Kei'ichi Irie
+ Power Unit Studio
Y House
text by Sergio Pirrone
74

Eduardo Souto
De Moura
Two single family
houses
text by
Raffaella Maddaluno
82

90 Technics

Trends and innovations
in concrete
text by Rossella Letizia
Mombelli
90

98 Normativa

Cemento, protagonista
del calcestruzzo
testo di Laura Badii
98

116 Panorama

Ducati Motor Factory
116

Lo Stadio Dall'Ara
117

La Pubblica Assistenza
Monsummanese
118

La stazione di Arnos
Grove a Londra
119

120 Recensioni

Novità dal mondo
della produzione
e del design, recensioni
di libri e mostre
120

98 Codes

Cement, the vital factor
in concrete
text by Laura Badii
98

116 Overview

Ducati Motor Factory
116

Dall'Ara Stadium
117

The Pubblica
Assistenza
Monsummanese
Welfare Service
118

The Arnos Grove station
in London
119

120 Reviews

News from the world
of production
and design, books
and exhibitions reviews
120

Bizzarrie e contraddizioni del cemento armato

Tullia Iori

Eduardo Torroja lo definiva una “extraña coyunda”, Eugène Freyssinet “le triomphe de l’absurde” e Ove Arup “a tricky material”. Come mai alcuni dei maestri del cemento armato hanno coniato simili espressioni per sintetizzare il carattere del materiale cui devono gran parte della loro fama? Effettivamente il cemento armato è un materiale bizzarro.

Fondato su un paradosso genetico, giustificato per anni da una teoria di calcolo incapace di comprenderne il reale comportamento, audace al punto da richiedere regolamenti per renderne sicura l’applicazione, nel corso del Novecento il cemento armato ha saputo interpretare i ruoli più diversi. Capace di resistere agli incendi – così nella propaganda dei pionieri –, ha conosciuto una diffusione capillare soprattutto perché adatto a resistere ai terremoti; abile nel mimetizzarsi all’interno di edifici di ogni stile è poi diventato il simbolo del rinnovamento dell’immagine architettonica; senza forma propria, passibile di essere gettato in sagome di qualunque complessità, è stato per lo più vincolato in strutture trilitiche omogenee, per poi dirompere, con ineguagliato vigore, modellato in superfici a doppia curvatura inversa; ancora, rivelatosi, in ritardo e con stupore, deperibile, affatto eterno come supposto in origine, ha trovato nuova vitalità espressiva nudo, forzatamente a vista, completamente esposto; infine, dopo aver affascinato intere generazioni di progettisti per il suo

carattere grezzo e rude, sta conquistando l’ultima grazie ad una rilanciata sperimentazione che ne svela un’inedita immagine patinata, setosa, scintillante. Il cemento armato ha indiscutibilmente dominato la storia delle costruzioni del XX secolo ma attraverso un percorso difficile, superando pregiudizi e alimentando un continuo dibattito sul suo reale comportamento innescatosi già dalla sua prima apparizione sulla scena mondiale; lungo il cammino ha trovato lo stimolo per migliorare, mutare carattere, trasformarsi radicalmente.

Per intendere meglio la natura del dibattito intorno al materiale, occorre intanto riconoscere che la tecnica del cemento armato si fonda su un paradosso tecnico.

I due materiali che lo creano – il conglomerato cementizio e l’acciaio – presentano, come è noto, caratteristiche di resistenza praticamente opposte e la forza del loro connubio dimora proprio in questa radicale diversità: l’uno assorbe le sollecitazioni che l’altro non è in grado di sopportare. L’affidabilità statica dell’insieme ha come presupposto la garanzia di aderenza fra il conglomerato e il metallo: ma se il conglomerato non resiste a trazione, non può accompagnare gli allungamenti del metallo in zona tesa e, inevitabilmente, si fessura. La questione non è di poco conto: proprio a partire da questo difetto genetico, riconosciuto già alla fine dell’Ottocento durante la fase pionieristica della sperimentazione,

Curiosities and contradictions of reinforced concrete

Tullia Iori

Eduardo Torroja called it an “extraña coyunda”, Eugène Freyssinet “le triomphe de l’absurde” and Ove Arup “a tricky material”. Why is it that some of the masters of reinforced concrete have coined such expressions to summarize the character of the material to which they owe much of their fame? In effect, reinforced concrete is a curious material.

Based on a genetic paradox, justified for years by a calculation theory incapable of understanding its real behavior, audacious to the point of requiring regulations to make its application safe, during the course of the 20th century reinforced concrete has interpreted a vast range of roles. Capable of resisting fire – in the propaganda of its pioneers – it has been subject to widespread diffusion above all for its resistance to earthquakes. Capable of camouflaging itself in buildings of any style, it has then become the symbol of renovation of the architectural image: Without a form of its own, capable of being cast in shapes of any complexity, it was for the most part constrained in homogeneous trilit structures, then to break out, with incomparable vigor, modeled in surfaces with double inverse curvature. And again, showing itself, belatedly and surprisingly, to be subject to deterioration, and certainly not eternal as had been supposed at the beginning, it has found a new bare expressive vitality, necessarily exposed, entirely exposed. Lastly, after having fascinated entire generations of designers for its

rough, raw nature, it is conquering the latest generation, thanks to a new wave of experimentation that has conferred on it a new image – patinated, silky, scintillating.

Reinforced concrete has indisputably dominated the history of construction in the 20th century, but through a difficult itinerary, being obliged to rise above prejudices amidst an ongoing debate on its real behavior, a debate that arose already at its first appearance on the world scene; along the way it has found the stimulus for improving, changing its nature, and radically transforming itself.

To better understand the nature of the debate on this material, it should first be acknowledged that the technique of reinforced concrete is based on a technical paradox.

The two materials of which it is created – concrete and steel – present, as we know, strength characteristics that are virtually opposed, and the force of their combination lies expressly in this radical diversity: the one absorbs the stresses that the other is unable to withstand. The static reliability of the whole has as premise the guarantee of bond between the concrete and the metal. But if concrete cannot withstand tensile stress, it cannot accompany the elongation of the metal in the stressed zone and, inevitably, it cracks. This is not an insignificant matter. It is expressly starting from this genetic defect, recognized already in the late 19th century during the pioneer stage of experi-

si innestano, sulla storia del cemento armato, alcune delle più fortunate sperimentazioni costruttive e tecnologiche del secolo.

La presollecitazione dell'armatura, innanzitutto, che conduce Freyssinet – ma anche altri, prima e dopo di lui – a sviluppare il cemento armato precompresso. Pur basandosi sugli stessi materiali di base, questa tecnica ne rivoluziona le relazioni reciproche: l'armatura non serve più a sopportare le tensioni dovute alle sollecitazioni esterne, bensì è impiegata per creare nel calcestruzzo stati di tensione preventivi contrapposti a quelli generati da tali sollecitazioni. La 'collaborazione' fra i due materiali si trasforma così in una 'coazione': l'acciaio comprime il cemento, il quale diviene capace di resistere anche alle tensioni di trazione grazie al benefico meccanismo della sovrapposizione degli effetti. Il calcestruzzo precompresso dall'armatura pretesa non sostituisce il cemento armato ordinario: pur rappresentandone la più efficace mutazione genetica non si adatta a tutti i cantieri, richiede operai specializzati, macchinari costosi, controlli complessi. Riservato quindi alle grandi opere, attutisce però i toni del dibattito sul paradosso originale, assai meno preoccupante quando le luci rimangono ordinarie.

Anche il ferrocemento, creazione del più originale tra gli alchimisti del settore, Pier Luigi Nervi, può essere considerato cemento armato "geneticamente modi-

ficato". Lavorando sulle percentuali di armatura delle solette, Nervi dà vita ad un materiale che, pur essendo ancora una volta connubio di cemento e ferro, dal punto di vista delle caratteristiche di resistenza ha assai poco da condividere con il cemento armato ordinario. La soletta nerviana è piuttosto un "feltro" al quale l'estrema suddivisione delle armature, la sottigliezza dei fili e l'uniformità della distribuzione conferiscono caratteristiche analoghe a quelle di un materiale omogeneo, isotropo ed elastico, capace di resistere tanto a trazione che a compressione. È con questo poverissimo materiale, concepito in rudimentali laboratori (il balcone di casa o il magazzino dell'impresa, attrezzati con reti da pollaio e cazzuole), che l'ingegnere italiano realizzerà le cupole e le volte che nel dopoguerra lo consacreranno nel panorama costruttivo internazionale.

Tornando alle anomalie che segnano la storia del materiale, è inevitabile imbattersi nelle contraddizioni teoriche che ne hanno minato sin dalle prime battute la credibilità in ambito scientifico. Se, infatti, lo sviluppo della costruzione metallica è anticipato e affiancato dai limpidi progressi della teoria dell'elasticità e dai rigorosi strumenti di calcolo da essa derivati, lo sviluppo del cemento armato è per lunghi anni accompagnato da "formule prive di qualunque valore scientifico, fondate su ipotesi ingiustificate e ingiustificabili, che conducono a conclusioni che l'esperienza

mentation, that some of the most successful structural and technological experimentation of the century has been carried out. First came the prestressing of the reinforcement, which led Freyssinet – as well as others, both before and after him – to develop prestressed reinforced concrete. While based on the same essential materials, this technique revolutionized the mutual relationship. The reinforcement no longer served to withstand stresses deriving from external forces, but was instead used to create in the concrete states of preventive stress in contraposition to those generated from outside. The "collaboration" between the two materials was thus transformed into a "coercion". The steel compresses the cement, which becomes capable of withstanding tensile stress as well, thanks to the beneficial mechanism of superimposition of effects. Prestressed concrete with prestressed reinforcement is not intended to replace ordinary reinforced concrete. Although representing the most effective genetic mutation, it is not suitable for all construction sites, requires skilled workers, expensive machinery and complex testing. Reserved to great works, then, it mitigates the tone of the debate on the original paradox, much less disturbing when the spans remain ordinary.

"Ferrocemento" too, the creation of the most original of the alchemists in this sector, Pier Luigi Nervi, can be considered "genetically modified" reinforced concrete.

Working on the percentages of reinforcement of floor slabs, Nervi created a material that, while being once again a combination of cement and iron, from the viewpoint of strength characteristics has very little to share with ordinary reinforced concrete. Nervi's slab is more of a "pad" on which the extreme subdivision of the reinforcement, the fineness of the wires and the evenness of the distribution confer characteristics similar to those of a homogeneous, isotropic and elastic material, capable of withstanding both tensile and compression stress. It is with this very poor material, conceived in rudimentary laboratories (the balcony of a house or the warehouse of a company, put together with chicken-wire and trowel), that the Italian engineer built the domes and vaults that, in the postwar period, were to consecrate him in the international panorama of building.

To return to the subject of the anomalies in the history of this material, it is inevitable to note the theoretical contradictions that have undermined from the first its credibility in the scientific sphere. If, in fact, the development of metal construction was anticipated and flanked by clear progress in the theory of elasticity and by the rigorous calculation tools deriving from it, the development of reinforced concrete was for many years accompanied by "formulas devoid of any scientific value, based on unjustified and unjustifiable hypotheses, which led to conclusions that experience



1



2



3

- 1 Frank Lloyd Wright, Steffens House, Chicago, 1909
- 2 Le Corbusier, Villa Church, Ville d'Avray, 1928
- 3 Pier Luigi Nervi, tribuna coperta dello Stadio Berta in costruzione, Firenze, 1930-32
- 4 Eduardo Torroja con Arniches e M. Dominguez, tribuna dell'ippodromo "La Zarzuela", 1935
- 5 Eduardo Torroja con Secondino Zuaso, Fronton Recoletos, 1935. Vista interna
- 6 Giorgio Baroni, copertura per l'ammasso di canapa, Tresigallo Ferrara, 1939

notoriamente smentisce", come sentenza duramente Gustavo Colonnetti all'inizio degli anni Quaranta. La teoria di calcolo, formulata nell'ultimo decennio dell'Ottocento per cercare di giustificare il comportamento del materiale, doveva infatti sostituire con urgenza le facili, quanto inammissibili, formulette divulgate da Hennebique insieme al suo brevetto e le non meno errate ipotesi di Koenen che andavano diffondendosi in Europa grazie alla *Monier-Brochure*. Il tentativo, operato maldestramente dai due, ma proseguito anche dai loro critici, era quello di accogliere i principi di Hooke, Navier e Saint-Venant e più in generale l'intero corpo della teoria matematica dell'elasticità – faticosamente messa a punto nel corso dell'Ottocento per un materiale omogeneo, isotropo, a comportamento elastico lineare come il ferro – e adattarli ad un materiale non omogeneo, anisotropo ed elastico in modo anomalo come il cemento armato. La soluzione, escogitata nel 1894, aggira il principale problema, quello della eterogeneità della sezione: la tecnica è quella di rendere il ferro equivalente al cemento grazie ad un "coefficiente di omogeneizzazione" m . Le formule apparentemente corrette che derivano da questa drastica forzatura si rivelano presto in disaccordo con le evidenze della sperimentazione; ma intanto la "sezione ideale omogenea" ed m – in molti casi fissato, per semplicità di conto, pari a 10, ma in realtà mutevole e inco-

stante – entrano nei regolamenti nazionali. Regolamenti che, a loro volta, sono motivati proprio dalle stesse incertezze teoriche e sperimentali sul materiale: si stabilisce per legge quello che non si riesce a dimostrare scientificamente.

Il metodo di calcolo, decisamente a favore di sicurezza, ha conservato un posto d'onore, nei corsi universitari e nella pratica corrente, fino in tempi recenti, almeno in Italia, pur se già dalla fine degli anni Trenta era stata messa a punto un'altra teoria, quella elasto-plastica, decisamente più adatta a spiegare il comportamento del cemento armato. Contemporaneamente per le strutture più complesse, come per esempio le leggerissime coperture di Torroja e di Nervi, si sviluppa la sperimentazione su modelli.

Non bastano comunque le anomalie tecnologiche o le incongruenze teoriche a fermare lo sviluppo del materiale. Superata la fase pionieristica di inizio secolo, che lo riserva principalmente a fabbriche e infrastrutture, il cemento armato si diffonde nell'edilizia corrente, non tardando ad esprimere le sue potenzialità formali. Anche la storia delle applicazioni architettoniche e strutturali della nuova tecnica appare però segnata da una dicotomia di fondo. Da una parte la cultura architettonica del moderno gli impone l'ortogonalità rigorosa, la riduzione del vocabolario costruttivo a pilastri, travi, solette: a quel sistema trilitico omogeneo più adatto forse

al ferro. Dall'altra il mondo degli ingegneri rifiuta il telaio monolitico, la prigione cubica, per veleggiare verso sagome curvilinee, forme morbide, geometrie complesse rese possibili dalla plasmabilità, peculiare proprietà di questa composita pietra artificiale resistente a flessione.

Il telaio Hennebique, dunque, si afferma come materiale simbolo dell'architettura moderna per le qualità sintetizzate dal celebre prototipo Dom-Ino di Le Corbusier: pianta libera e facciata libera, e il resto dei cinque punti della nuova architettura, sono resi possibili dal sistema strutturale composto di distanti sostegni verticali e solette piane, e sbalzo sul perimetro. Il dispositivo di piani sporgenti da un corpo centrale consente quella "stratificazione orizzontale" esasperata da Wright che lancia a sbalzo le sue vertiginose mensole a scomporre in piani paralleli la scatola cubista.

Parallelamente il telaio si impone, a partire dall'Italia, come struttura antisismica per eccellenza. Dopo la sperimentazione inescata dal terremoto di Messina del 1908, infatti, lo scheletro di cemento armato, senza sbalzi e con piccole luci, si dimostra efficientissimo contro le azioni dinamiche perché monolitico ma elastico, capace quindi di deformarsi senza sconnettersi e di tornare rapidamente alla sua forma originale. La resistenza alle scosse delle intelaiature in cemento armato viene confermata nel 1925 dal terremoto di Tokyo,

- 1 Frank Lloyd Wright, Steffens House, Chicago, 1909
- 2 Le Corbusier, Villa Church, Ville d'Avray, 1928
- 3 Pier Luigi Nervi, Stadio Berta under construction, Firenze, 1930-32
- 4 Eduardo Torroja with Arniches and M. Dominguez, stand on the race course "La Zarzuela", 1935
- 5 Eduardo Torroja with Secondino Zuaso, Fronton Recoletos, 1935. Inner view
- 6 Giorgio Baroni, roof for the pool hemp, Tresigallo, Ferrara, 1939

notoriously refutes", as Gustavo Colonnetti harshly proclaimed in the early 40s. The calculation theory, formulated in the last decade of the 19th century in an attempt to justify the behavior of the material, had in fact to urgently replace the easy but unacceptable formulas divulged by Hennebique along with his patent and the no less erroneous hypotheses of Koenen which were becoming widely known in Europe thanks to the *Monier-Brochure*. The attempt, implemented clumsily by the two, but continued also by their critics, was that of take the principles of Hooke, Navier and Saint-Venant and more generally the entire body of the mathematical theory of elasticity laboriously developed in the 19th century for a material that was homogeneous, isotropic, and of linear elastic behavior such as iron, and to adapt them to a material that was non-homogeneous, anisotropic and elastic in anomalous manner such as reinforced concrete. The solution, devised in 1894, avoids the main problem, that of the heterogeneity of the section. The technique was that of rendering iron equivalent to cement thanks to a "homogenization coefficient" m . The formulas, apparently correct, which derived from this drastic distortion soon showed themselves in disagreement with the results of experimentation. But in the meantime the "ideal homogeneous section" and m – in many cases established, for simplicity's sake, as equivalent to 10 but in reality changeable and inconstant – entered into

national regulations. Regulations which, in turn, were motivated expressly by the same theoretical and experimental uncertainty about the material. What had not been possible to demonstrate scientifically was thus established by law.

The calculation method, decidedly in favor of safety, has retained a place of honor in university courses and in current practice until recent times, at least in Italy, although already by the late Thirties another theory had been developed, the elastoplastic one, decidedly more suitable for explaining the behavior of reinforced concrete. Contemporaneously for the more complex structures, such as the very lightweight roofing of Torroja and of Nervi, experimentation on models was developed.

But technological anomalies and theoretical incongruence were not enough to stop the development of this material. Having gone beyond the pioneering stage at the turn of the century, in which it was reserved mainly to factories and infrastructures, reinforced concrete spread throughout the contemporary building sector, soon revealing all of its formal potentiality.

But the history of architectural and structural applications of the new theory also appears marked by a basic dichotomy. On the one hand, the architectural culture of modernism called for rigorous orthogonal schemes, a reduction of the structural vocabulary to pillars, beams, and floor slabs; to that homogeneous trilitic system perhaps

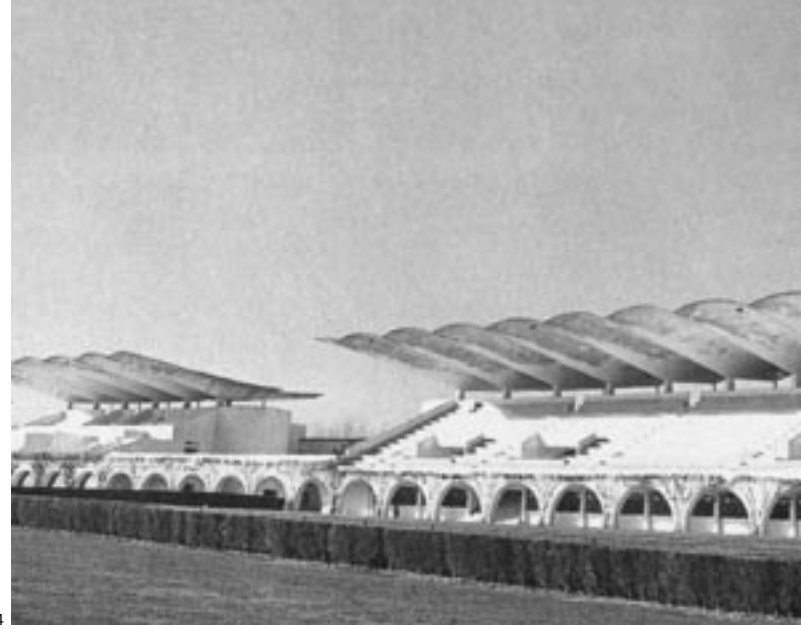
more suitable to iron. On the other hand, the world of engineers rejected the monolithic frame, the cubic prison, venturing toward the curvilinear shapes, soft forms and complex geometries made possible by plasticity, a property peculiar to this artificial stone composite resistant to bending. The Hennebique frame thus emerged as the material symbolic of modern architecture for the qualities exemplified in the famous prototype Dom-Ino by Le Corbusier: free plan and free façade, and the rest of the five points of the new architecture, were made possible by the structural system composed of far-apart vertical supports and flat floor slabs, projecting from the perimeter. The arrangement of planes projecting from a central body allows that "horizontal layering" brought to an extreme by Wright, who cantilevered his vertiginous corbels to decompose the cubist box into parallel planes. In a parallel development the frame emerged, starting in Italy, as the antiseismic structure par excellence. After the experimentation triggered by the earthquake that devastated Messina in 1908, in fact, the reinforced concrete skeleton, without overhangs and with small spans, showed itself highly efficient in resisting dynamic actions, insofar as it was monolithic but elastic and thus capable of deforming without disintegrating, and of rapidly returning to its original form. The resistance to earthquakes of reinforced concrete frames was confirmed in 1925 by the Tokyo earthquake,

evento che segna profondamente il legame del Giappone con questo materiale. Ma – dicono gli ingegneri – il cemento armato eseguito in cantiere, senza i vincoli della produzione industriale che avevano costretto all’ottimizzazione e quindi alla standardizzazione dei profili metallici, non si può confinare nel reticolo degli assi cartesiani. È Maillart il primo a rimproverare a Hennebique di aver ridotto il nuovo materiale a mero sostituto economico del legno o del ferro, rivendicando al contrario per esso la libertà di forme che nel passato era stata – a suo modo – della ghisa, materia fusa colabile in stampi. Oltre gli spigoli del telaio si avviano le sperimentazioni di Dischinger e Finsterwalder sulle volte di spessore sottile, che consentono di mettere a punto il sistema Zeiss-Dywidag adottato per le cupole dei planetari e poi sviluppato da Torroja nel mercato di Algeciras e nelle travi a profilo curvilineo – che imitano le volte a botte – del Frontón Recoletos. È ancora Torroja a superare i limiti di forme geometriche – cupole, volte – già esplorate con i materiali della tradizione, avventurandosi alla scoperta delle risorse formali delle superfici anticlastiche. L’iperboloide ad una falda che genera la pensilina a sbalzo dell’ippodromo della Zarzuela è una delle prime superfici a doppia curvatura inversa rese possibili dal cemento armato impiegato in spessori sottili. Anche da qui partono le ricerche sui paraboloidi iperbolici, quegli hypar che consentiranno a

an event that influenced Japanese acceptance of this material. But – say the engineers – reinforced concrete made on the construction site, without the constraint of industrial production which had obliged the optimization and thus the standardization of metal sections, cannot be confined within the reticle of the Cartesian axes. Maillart was to first to reproach Hennebique with having reduced the new material to a mere economical substitute for wood or iron, claiming for it on the contrary the freedom of forms which in the past had been inherent to – in its own way – cast iron, a smelted material that could be cast in dies. Beyond the edges of the frame ventured the experimentation of Dischinger and Finsterwalder on vaults of reduced thickness, which allowed the development of the Zeiss-Dywidag system adopted for the domes of planetariums and then further developed by Torroja in the market of Algeciras and in the curved beams – imitating barrel vaults – of the Frontón Recoletos. It was Torroja again who exceeded the limitations of the geometric shapes – domes, vaults – already explored with traditional materials, going on to discover the formal resources of anticlastic surfaces. The single-pitch hyperboloid which generates the cantilever roof of the Zarzuela race track was one of the first surfaces with inverse double curvature rendered possible by the use of reinforced concrete in thin layers. And it was from here that research on hy-

Candela di divenire lo “shell builder” per eccellenza, ma che già prima della seconda guerra mondiale erano stati anticipati in Europa dal francese Aimond e dall’italiano Baroni. Una nuova contraddizione, seguita da lungo dibattito, è provocata da questa ricerca formale. Perché se il cemento armato non ha forma, ha però bisogno di una cassaforma: e questa, se complessa, rischia di incidere esageratamente sul costo dell’opera finita. Comunque occorre rinchiudersi in prigioni matematiche, ricorrere cioè alle particolari geometrie delle superfici rigate. Superfici rigate sono gli hypar, generabili facendo scorrere segmenti su altri segmenti sghembi: quindi anche appoggiando tavole di legno su altre tavole di legno. Anche una forma apparentemente fantasiosa come quella costruita da Candela a Xochimilco è solo la composizione di otto identiche, “banali”, superfici rigate. Non sono rigate, invece, le superfici che descrivono le coperture di Isler, la cui affascinante genesi formale (fazzoletti di stoffa appesi, spalmati con sottili strati di gesso e poi rovesciati a suggerire geometrie certamente compresse) si scontra con la complessità esecutiva: costose sagome lignee rivestite di ancor più costosi materassini per meglio approssimare le morbide geometrie della tela solidificata. Non sono rigate neppure le geometrie curvilinee di Nervi che, per superare quella che definisce “un’architettura di tavole”,

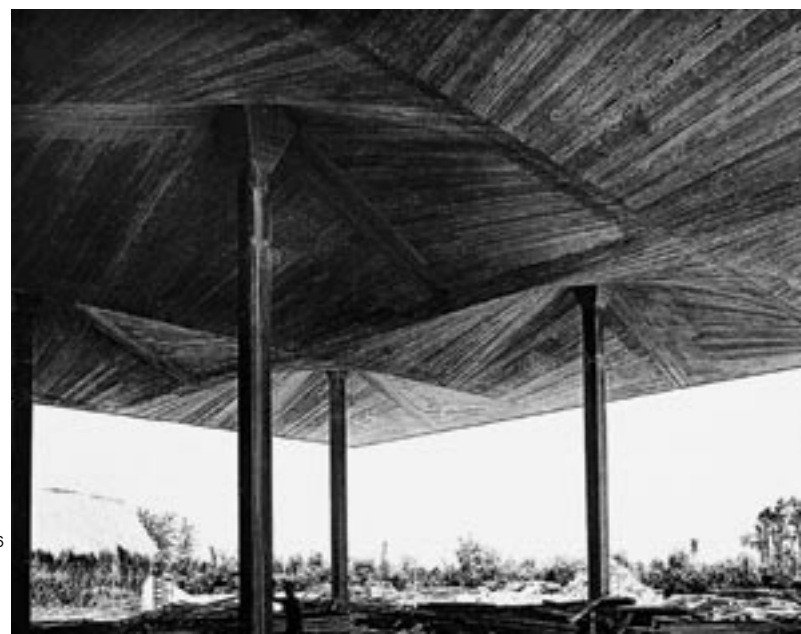
perbolic paraboloids started, those hypars that allowed Candela to become the “shell builder” par excellence, but which already prior to World War II had been anticipated in Europe by the French architect Aimond and the Italian Baroni. A new contradiction, followed by lengthy debate, was provoked by this formal research. Because if reinforced concrete has no form, it has however need of a formworks; and the latter, if complex, may weigh excessively on the cost of the finished work. In any case, it becomes necessary to enclose it in mathematical prisons, i.e., to recur to the particular geometries of scored surfaces. Scored surfaces are the hypars, which can be generated by sliding segments onto other slanting segments; and thus also by resting wooden boards on other wooden boards. Even such an apparently fantastical form as the one built by Candela at Xochimilco is merely the composition of eight identical “banal” scored surfaces. Not scored, instead, are the surfaces that form the roofs of Isler, whose fascinating formal genesis (gussets of fabric hung, spread with thin layers of plaster of Paris and then reversed to suggest compressed geometries) contrasts with the complexity of the execution: expensive wooden profiles covered with even more expensive pads to better approximate the supple geometries of solidified fabric. Nor are they scored, the curvilinear geometries of Nervi who, to go beyond what



4



5



6

7
Richard Meier, Chiesa
del Giubileo, Roma,
1996-2003

8
Herzog & de Meuron,
Biblioteca, Eberswalde,
1994-99

9
Nieto Sobejano Arquitectos,
Centro Conferenze, Mérida,
1999-2004

ricorre ad un'altra invenzione, complementare al ferrocemento, da lui definita "prefabbricazione strutturale": tecnica scomparsa con il suo inventore, esaurita, come tutta la sperimentazione sugli spessori sottili, in seguito al crescente costo della manodopera nell'edilizia. Ma arriviamo ad un'altra bizzarria. Che il cemento armato non fosse eterno come propagandavano i pionieri era notizia che circolava negli ambienti tecnici e scientifici già subito dopo la prima guerra mondiale. Si conoscevano i danni provocati da agenti chimici acidi e da sali, ma ancora si considerava una certezza assoluta l'inoscidabilità dell'armatura metallica annegata nel getto. Solo in tempi più recenti si è constatato che il fenomeno della corrosione si può innescare anche in assenza di guasti o danneggiamenti del copriferro per cause esterne: all'interno del cemento apparentemente integro, per via della naturale porosità del conglomerato, in condizioni di umidità particolari ma molto probabili nella vita di un'opera, l'armatura comincia ad arrugginirsi, rigonfia e fa "esplodere" lo strato di cemento fino a quel momento deputato a proteggerlo. Paradossalmente, proprio nelle more della comprensione di questi processi dirompenti e inarrestabili, la sperimentazione architettonica portava a spogliare il cemento armato dei rivestimenti lapidei, degli intonaci, di tutti gli strati protettivi e ad esibire il conglomerato nudo, a vista, con

bene impresse sulla superficie le venature delle casseforme usate per sagomarlo. Tranne che nelle grandi strutture e in poche altre esperienze – come quelle fondamentali di Perret – fino agli anni Quaranta le potenzialità espressive superficiali del cemento armato non sono state sfruttate direttamente: intonato come le murature o camuffato dietro sottili lastre di marmo, il materiale è stato considerato come un dispositivo statico con cui sovvertire i tradizionali rapporti tra pieni e vuoti. Il processo di rivelazione dei metodi costruttivi che si avvia invece nell'immediato dopoguerra prende forza proprio nel fondamento brutalista riservato al conglomerato. Passando da Le Corbusier, a Kahn, a Scarpa e, a tappe forzate, fino a Tadao Ando, progressivamente il cemento armato assume un nuovo ruolo trasformandosi da materiale per strutture a materiale per superfici. Protagonisti di questa nuova immagine architettonica sono i muri, che prendono il posto delle colonne cui l'affermazione del telaio ha ormai rubato "il carattere sacrale, il ritmo" (Ando). Muri con ben incise le tracce della loro realizzazione, nella quale si combinano abilità artigianale e tecnologia moderna. Ai gusci e alle piastre grezze e ruvide di Le Corbusier si contrappongono i lisci e satinati muri di Kahn, gettati tra casseforme di compensato dove, oltre al segno marcato dei giunti, spiccano le cavità lasciate dai distanziatori, debitamente ingigantite

mediante tamponi di legno, accuratamente apposti alle due estremità del tirante, e poi riempite di piombo fino a qualche millimetro dalla superficie. Nelle sagome minutamente scaltellate di Scarpa l'immagine monolitica del getto, sapientemente fluidificato mediante additivi innovativi, è ottenuta con accuratissime casseforme, spesso costituite da morali di legno selezionato e assemblato con precisione da ebanista. Anche i muri astratti e monocromatici di Ando sono frutto di una accorta fattura delle casseforme di legno laccato, opera di carpentieri non certo ordinari, ma anche di una studiata alchimia nel dosaggio degli inerti e dell'acqua, alla ricerca di uno slump modesto, capace di garantire getti consistenti e stabili. Con la consapevolezza della scarsa durabilità del cemento armato si è avviata anche la complessa questione del suo restauro. Mentre è perfezionata da tempo la tecnologia che permette di consolidare strutturalmente il cemento armato ammalorato, è urgente capire come intervenire su questi sofisticati esempi di superfici a vista quando si avvierà, se non è già successo, il processo di corrosione delle armature. Le integrazioni con malte a ritiro compensato o i procedimenti elettrochimici, messi a punto ed efficaci per strutture ordinarie, protette almeno dall'intonaco, non sono certo adatti per intervenire sui getti continui di Scarpa o sulle tese superfici di Ando per le quali anche le più invisibili pellicole

7
Richard Meier, Jubilee
Church, Rome, 1996-2003

8
Herzog & de Meuron,
Library, Eberswalde,
1994-99

9
Nieto Sobejano Arquitectos,
Conference Centre, Mérida,
1999-2004

he called "table architecture", recurred to another invention, complementary to "ferrocemento", which he called "structural prefabrication"; a technique that died with its inventor, exhausted, like all of the experiments with reduced thicknesses, due to the growing cost of labor in the building industry. And now we come to another strange fact. That reinforced concrete was not eternal as it had been propagandized to be by its pioneers was news that began to circulate in technical and scientific circles already soon after World War I. The damage caused by acid chemical agents and by salts was known, but the resistance to corrosion of the metal reinforcement drowned in the poured concrete was still held to be an absolute certainty. Only in more recent times was it observed that the phenomenon of corrosion can be triggered even in the absence of failure or damage to the iron protection from external causes. Inside the apparently integral concrete, due to the natural porosity of the conglomerate, in particular conditions of humidity, but conditions very likely to occur during the lifetime of a work, the reinforcement begins to rust, swells and "explodes" the layer of concrete up to that moment assigned to protect it. Paradoxically, it was expressly in attempting to understand these disastrous and relentless processes that architectural experimentation led to despoiling reinforced concrete of stone facings, plasters, all of the

protective layers, and displaying the bare concrete, with the veining of the formworks used to mold it clearly impressed on the surface. Except in the great structures and in a few other experiments – such as the fundamental ones of Perret – up to the Forties the expressive potential of reinforced concrete surfaces was not directly exploited: plastered over like masonry or camouflaged behind thin layers of marble, the material was considered as a static device with which to subvert the traditional relations between fullness and voids. The process of revealing the construction methods that started in the early post-war period drew strength expressly from the brutalist treatment reserved to concrete. Passing from Le Corbusier to Kahn to Scarpa and, by forced stages, down to Tadao Ando, reinforced concrete progressively assumed a new role, transforming itself from a material for structures to a material for surfaces. The leading role in this new architectural image was played by walls, which took the place of columns, from which the new predominance of the frame had by now subtracted "the sacred nature, the rhythm" (Ando). These walls bore clearly incised on them the traces of their building, in which the craftsman's skill and modern technology were combined. Contrasting to the raw, rough plates and shells of Le Corbusier were the smooth, satiny walls of Kahn, poured in plywood formworks where, in addition to the signs left by

the joints, appeared the cavities left by the spacers, duly enlarged by wooden buffers, precisely positioned at both ends of the tie rod and then filled with lead up to a few millimeters from the surface. In the minutely scaled profiles of Scarpa, the monolithic image of the concrete casting, skillfully fluidified by the use of innovative additives, was obtained with extremely precise formworks, often consisting of squared timber selected and assembled with the precision of a cabinet-maker. And the abstract, monochromatic walls of Ando also result from skillfully fabricated formworks of lacquered wood, the work of carpenters by no means ordinary, but also from a studied alchemy in the dosage of aggregates and water, in the search for a limited slump, designed to guarantee consistent, stable castings. With growing awareness of the poor durability of reinforced concrete, the complicated question of its restoration arose. While the technology used to structurally consolidate deteriorated reinforced concrete has been perfected over the years, it is urgently necessary to decide how to intervene on those sophisticated examples of exposed surfaces at the moment when the process of corrosion of the reinforcement occurs, even if it has not yet occurred. Integration with compensated shrinkage mortar or electrochemical procedures, perfected and effective for ordinary structures, protected at least by plaster, are certainly not suitable for the continuous castings of Scarpa or the

di resina rischiano di compromettere l'effetto materico e cromatico originario. Non è solo il tema del recupero ad aprire nuovi spazi di ricerca e sperimentazione sul materiale. Se la tecnologia dei materiali innovativi ha ruotato negli ultimi decenni intorno alle membrane per tensostrutture – e più in particolare sulle inesauribili combinazioni di matrici e rivestimenti – più recentemente, anche alla luce delle scarse possibilità di adattamento delle coperture leggere all'edilizia non provvisoria, la sperimentazione si è riavvicinata al mondo del calcestruzzo armato. Con nuovi intenti, ancora una volta paradossali: rinnovare un materiale nato povero, ruvido, grigio conferendogli un'immagine pregiata, raffinata, cangiante, quasi di lusso. Non si tratta più solo di provare a sostituire la classica armatura di tondini con fibre di vetro o metallo, soluzione ampiamente saggiata ma che si è rivelata forse più adatta ai prodotti intermedi dell'edilizia (blocchi, casseforme a perdere). La sperimentazione attuale coinvolge soprattutto gli ultra-high performance concrete (UHPC), i cementi ad altissime prestazioni, con eccezionali capacità di resistenza a compressione e sorprendentemente anche a trazione; il BSI o il Ductal, di origine francese, ci avvertono, per esempio, che presto il cemento potrebbe fare a meno dell'armatura (e l'esilissima sezione della Passerella della Pace di Seonyu, in Corea del Sud, anticipa gli sviluppi formali di

stretched surfaces of Ando, for which even the most invisible resin films risk impairing the original textural and chromatic effect. The subject of repair is not the only issue to open new spaces for research and experimentation on this material. While the technology of innovative materials has rotated in recent years around membranes for stress structures – and more particularly around the inexhaustible combination of matrixes and coatings – more recently, also in light of the scarce possibilities of adaptation of lightweight roofs to non-temporary buildings, experimentation has again approached the world of reinforced concrete. With new intentions, once again paradoxical: to renovate a material born poor, rough, gray, by conferring on it an expensive, refined, gleaming image, almost luxurious. It is no longer merely a question of trying to replace the classic reinforcement of bars with fiberglass or metal, a solution widely experimented but which has shown itself to be perhaps more suited to the intermediate products of building (blocks, disposable formworks). Current experimentation is focused mainly on ultra-high performance concrete (UHPC), possessing exceptional compression strength and, surprisingly, even tensile strength. BSI and Ductal, of French origin, show us, for example, that cement might soon be able to do without reinforcement (and the ultra-slender section of Seonyu's Footbridge of Peace, in South Korea, anticipates formal developments in

una tale mutazione). Ma altre miscele, arricchite di polveri reattive, di magici additivi e dalla granulometria degli inerti sapientemente progettata, sono pronte a valorizzare la vocazione del cemento armato 'all'esibizione'.

Zaha Hadid ha scelto un self-compacting concrete (SCC) per ottenere le superfici coniche pericolosamente inclinate e i tagli netti, dagli spigoli affilati, delle bucaure del suo Phaeno Science Centre: senza bisogno di vibrazione e quindi senza i conseguenti microvuoti, il cemento superfluido garantisce una densità inusitata a sagome dinamiche che appaiono ritagliate dal laser. Tecniche fotografiche e innovativi additivi ritardanti hanno invece consentito ad Herzog & de Meuron di imprimere su pareti di cemento immagini ossessivamente ripetute per trasformare le facciate della biblioteca di Eberswalde in una gigantesca opera di pop art. Meier, per la sua nuova chiesa romana, ha stimolato l'invenzione del Bianco TX Millennium, innovativo cemento con inglobate particelle fotocatalitiche che neutralizzano gli inquinanti atmosferici garantendo un bianco splendente e costante nel tempo.

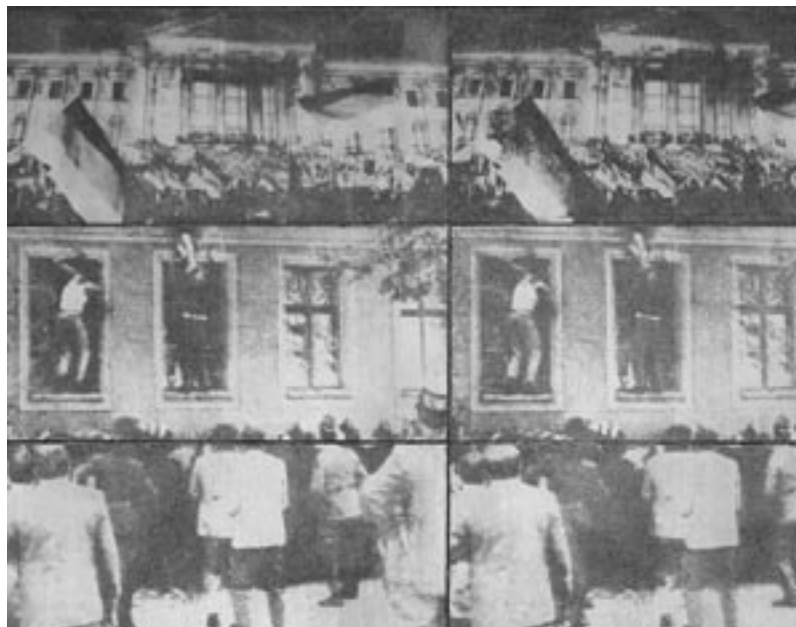
Aspettiamo i giochi di ombre che consentirà l'applicazione del LiTraCon, ancora in fase di prova, ma già presentato agli specialisti suscitando prevedibili entusiasmi: compatto e massivo, come al solito, ora il cemento si lascia attraversare dalla luce: l'ultima delle sue contraddizioni.

this mutation). But other mixes, enriched with reactive powders, with magic additives and with skillfully designed granulometry of the aggregates, are ready to valorize the vocation "to exhibition" of reinforced concrete.

Zaha Hadid has chosen a self-compacting concrete (SCC) to obtain the hazardously inclined conical surfaces and the clean cuts, with sharp edges, of the spans in his Phaeno Science Centre. Without need of vibration and thus without the ensuing micro-voids, the super-fluid cement guarantees a new density to dynamic shapes that appear to have been cut with a laser. Photographic techniques and innovative delaying additives have instead allowed Herzog & de Meuron to imprint on concrete walls obsessively repeated images, thus transforming the façade of the Eberswalde library into a gigantic work of Pop Art. Meier, for his new church in Roma, has promoted the invention of the Bianco TX Millennium, an innovative cement with photocatalytic particles encapsulated in it which neutralize atmospheric pollution, ensuring a splendid white that does not dim with the passage of time. We are awaiting the plays of shadow that will allow the application of LiTraCon, still in the test stage, but already having been presented to the specialists, arousing predictable enthusiasm: compact and massive, as usual, cement now allows itself be traversed by light: and this is the latest of its contradictions.



7



8



9