

HINTERLAND

33-34



**Tipologia e territorialità
del ponte**

Lire 6000
Anno 8 / Numero 33/34
Spedizione in abbonamento postale
gruppo IV / 70 Printed in Italy

"GUARDARE LONTANO SVILUPPA LA VISTA"

FIRMATO CREM



IACP - BOLLATE

L'intervento edilizio dell'IACP realizzato nel comune di BOLLATE si sviluppa in 2 fabbricati lineari per complessivi 238 alloggi, di cui 48 monolocali. È una progettazione che si sgancia dai canoni tradizionali avendo una ricerca formale come principio ispiratore: con il contrasto tra il colore cupo del rivestimento di facciata (che va smorzandosi passando dalle superfici a piano piloti a quelle dei piani superiori) e le masse aggettanti in calcestruzzo a vista, dei parapetti dei balconi, interrotte, ad intervalli regolari da punte di vetrocemento; con spazi che creano i percorsi; corpi esterni, quasi estranei al fabbricato e che ad esso si protendono facendosi, dello stesso, parte integrante; giochi di volumi che danno al complesso quel senso di movimento che si prova osservando le due

costruzioni con le loro testate volutamente a punta, come prue di navi in navigazione. Il fabbricato più alto è diviso in 8 corpi da 7 giunti di dilatazione; presenta 8 vani scala-ascensore esterni al fabbricato e due passerelle di collegamento tra detti vani e il fabbricato che permettono ad ogni piano l'accesso di singoli alloggi. Nel piano seminterrato sono ubicati i posti macchina, (solo però per i primi 3 corpi) parte delle cantinette (le restanti sono ricavate nelle zone coperte del tetto) ed i locali per i servizi comuni.

Nei primi 3° corpi sul piano piloti, disposti a zig-zag rispetto all'asse longitudinale, dei "giardinetti coperti" realizzati in muratura di blocchi LECA a vista, posti a grigliato forniscono l'unico sfogo per gli appartamenti del 1° piano che non sono dotati di

balcone; ad essi si accede, direttamente dall'alloggio, a mezzo di una scaletta in ferro racchiusa in un vano a punta esternamente tamponato con vetrocemento. Nei 5° corpi seguenti questi "giardinetti coperti" sono stati eliminati e sostituiti con minialloggi bilocali aventi la stessa forma geometrica.

Il fabbricato più basso prende forma dall'accostamento di 4 blocchi identici alle cui estremità trovano spazio vani comuni di ritrovo ed i vani scala-ascensore sporgenti a punta rispetto al resto del fabbricato e tamponati in vetro-cemento creando così un notevole punto di contatto con l'altro fabbricato. Un piano piloti, due soli piani destinati ad abitazione, un sottotetto da utilizzare come stenditoio (ad eccezione della parte riservata alle cantinette per gli alloggi del 2° piano); questa è la distribuzione verticale dell'edificio. La particolarità di questo fabbricato è la destinazione degli spazi abitativi del 1° piano: non più appartamenti tradizionali, ma monolocali da assegnarsi a persone anziane, con l'evidente intento di offrire un'assistenza domiciliare, in alternativa al ricovero in Istituti, a persone sufficientemente indipendenti ma incapaci di una vita completamente autonoma. Trova in questa ottica una sua logica la distribuzione degli spazi: il corridoio centrale su cui si affacciano i monolocali e gli spazi comuni che hanno la funzione di creare momenti di incontro evitando così l'isolamento che la tipologia dell'alloggio facilmente potrebbe creare.



42044 GUALTIERI - Strada statale, 63 - Tel. (0522) 834916
COOPERATIVE RIUNITE EDILI IDRAULICHE

IL METANO TI DA' UNA MANO.

NON INQUINA.

Il metano ti dà una mano perché è una fonte naturale di energia pulita e conveniente. Con il suo alto rendimento, il metano ti dà un riscaldamento perfetto, o tanta acqua calda sempre pronta, aria serena e pulita in casa e fuori. Il metano ti dà una mano a risparmiare tempo, energia e denaro.



Snam

Società del Gruppo EBR

E' CONVENIENTE.

GUARDA AL FUTURO.

**HA MOLTE
APPLICAZIONI.**



L'ENERGIA PULITA DEL FUTURO.

IMPRESA
Ingg. GAGLIARDI - CHIODONI - BIANCHI S.P.A.
COSTRUZIONI CIVILI E MARITTIME

Sede: 60100 ANCONA - Corso Garibaldi, 111 - Telefono 071/51807-28960
Filiale: 65100 PESCARA - Statale Adriatica Nord, 348 - Telefono 085/70826



Porto di Ortona - Lavori di escavazione e costruzione dell'approdo per naviglio minore del porto di Ortona

SEAT. STORIA ECONOMICA D'ITALIA.



Milioni di persone consultano le pubblicazioni **SEAT**.

E la **SEAT**, dal 1925, fornisce loro milioni di informazioni.

Una realtà nata dalla perfetta rispondenza tra le più diverse esigenze del consultatore e i vari mezzi.

La loro struttura razionale e articolata, sempre più a portata di utente, garantisce la selezione specifica del target e fa delle edizioni **SEAT**, una tappa obbligata per ogni operatore economico.

Una presenza pubblicitaria che dura un anno intero e permette una copertura locale, nazionale o europea. 60.000.000 di volumi distribuiti per informare 60.000.000 di Italiani.

SEAT
OBIETTIVO INFORMAZIONE

Hinterland 33-34

I-II 1985

**english translations
traductions françaises**

English Contents

A digression on bridges: historical sites and functions	Guido Canella	2 (here 2)
Bridge types and technical progress	Fabrizio De Miranda	4 (here 3)
For a history of bridges	Riccardo Pefano	8 (here 5)
<i>Documentation:</i> 9. Reaching the other bank 10. Firmitas, utilitas, venustas 12. "Tellus stabilita": standard design, local executions 14. The Middle Ages: fortified bridges 16. The Middle Ages: the pont-maison 18. The Renaissance: intuition, experiments, norms 20. Rialto: a site and its project 22. The Renaissance: architectural order, structural order 24. The eighteenth century: mastering forces 26. 19th-20th centuries: the last masonry arches 28. The industrial revolution and metal structures 30. 19th-20th centuries: towards a universal technology 32. 19th-20th centuries: iron girders 34. 20th century: evolution of iron girders 36. 20th century: suspension over long spans 38. 20th century: suspension bridges in the metropolis 40. 20th century: economy and the use of stays 42. 20th century: concrete — continuity and innovation 44. Freyssinet/Maillart: speculation and structures 47. Beyond the nature of materials: prestressing (extracts from G. Albenga, L.B. Alberti, A. Averlino, W. Barclay Parsons, G. Dalfiume, S. Deswarte, F. di Giorgio Martini, J. Fleming, A. Foscari, V. Franchetti Pardo, E. Freyssinet, R. Gabetti, P. Gazzola, J.W. Goethe, H. Honour, I. Insolera, B. Lemoine, F.D. Klingender, Leonardo da Vinci, R. Maillart, E.B. Mock, R. Morandi, V. Nascé, I. Nono, A. Palladio, J.R. Perronet, N. Pevsner, A.M. Ripellino, J. Roebling, J.B. Rondelet, T. Ruddock, D.B. Steinman, E. Viollet-Le-Duc)		
Bridge architecture, or form independent of structural commitment	Gian Paolo Valenti	48 (here 11)
<i>Documentation:</i> 50. Provisional structures 51. Trade and allied urban growth 52. Changing logistic needs 53. Superstructural and monumental 54. Form in objects and in its expression 55. The ideologies of constructivism 56. Structure the absolute; logic in design 57. Broken continuity and continuous image 58. Bridges, architecture denied 59. Figurative images from the environment (Gian Paolo Valenti)		
Bridging to enhance true values of the environment	Lucio S. d'Angiolini	60 (here 12)
<i>Documentation:</i> 61. The Randstad circuit 63. Riverside cities in the making (Giovanni Tacchini)		
<i>Documentation:</i> 64. London: between City and port 66. Paris: road-river crossing 68. Paris: bridges and "enclaves" 70. Germany: bridging structures and architectural tradition 72. Moscow 1938: new bridges and urban embellishment 74. 18th century Italy: bridges as monuments, far-reaching effects 75. Turin: military roads and industrial roads 76. Venice: natural discontinuity and artificial continuity 77. Rome: a capital and its many ramifications 78. United Italy: regional and national rail traffic 79. The Strait: integration within Italy or Mediterranean outlook (edited by Heidi Hansen and Angelo Torricelli)		

A digression on bridges: historical sites and functions

Guido Canella

On Friday noon, July the twentieth, 1714, the finest bridge in all Peru broke and precipitated five travellers into the gulf below. This bridge was on the highroad between Lima and Cuzco and hundreds of persons passed over it every day. It had been woven of osier by the Incas more than a century before and visitors to the city were always led out to see it. It was a mere ladder of thin slats swung out over the gorge, with handrails of dried vine. (...) It seemed to Brother Juniper that it was high time for theology to take its place among the exact sciences and he had long intended putting it there. What he had lacked hitherto was a laboratory. Oh, there had never been any lack of specimens; any number of his charges had met calamity, — spiders had stung them; their lungs had been touched; their houses had burned down and things had happened to their children from which one averts the mind. But these occasions of human woe had never been quite fit for scientific examination. They had lacked what our good savants were later to call proper control. The accident had been dependent upon human error, for example, or had contained elements of probability. But this collapse of the bridge of San Luis Rey was a sheer Act of God. It afforded a perfect laboratory. Here a last one could surprise His intentions in a pure state.

from Thornton Wilder, *The Bridge of San Luis Rey*, Grosset & Dunlap, USA 1927, pp. 15, 19-20.

When discussing the subject of bridges, architects who are also writers - like historians of architecture (whether of rationalist leaning or not) - are often fired by an unusual respect for the exact sciences, almost as if bridges were classifiable among the essentially material works of "pure engineering" as would be a dam or a sewer. So that when the subject is not studiously avoided it is treated from an entirely technological viewpoint, of the kind in which technique is more related to the equation *architecture = structure*.

At the risk of digressing into the realms of fantasy and perhaps of becoming paradoxical in so doing, certain reflections following presentation of a graduate thesis on the Maillart bridges return to mind; the thesis, by Riccardo Pefano, was discussed at the Faculty of Architecture of Milan Polytechnic after presentation of the author by Professor Mario De Micheli to an examining committee most of whose members were architects (an exception being the presence of Professor Fabrizio De Miranda, a well-known authority on the subject).

Reassured by the evidence of such specific competence in structural matters — a genealogy of types used throughout the history of bridges appears in this issue in a clearly expressed synopsis dedicated to architects — here we will merely touch on a few aspects of the subject, all intuitive and mostly unverifiable, concerning relations between bridges and their surroundings changing during the course of history. Evolution in the design of bridges is often used as a means for measuring the degree and extent of progress reached by different societies: unlike architecture, bridge building technology seems unaffected by internal contradictions, claiming indeed consideration as the most material of "material culture", devoid of any artistic "contamination", preserved, in other words, from allusive, irrational involvement with the immediate context. It will be noted, in fact, that

where — though rarely — decorative detail is used in bridges, it is superstructural to a degree greater than it would be anywhere else (even in historical periods addicted to the cult of ornamentation).

Bridges, it may therefore be said, seem clearly, unequivocally, to exist for the purpose of facilitating movement between two parts of a territory otherwise unconnected, a statement almost as free from doubt as the geometrical pronouncement to the effect that a straight line represents the shortest distance between two points.

Multiplying accessibility and the possibilities of communication and trade seems to have been the decisive role played by bridges over centuries, a normal function in the expression of civilization.

Can any queries be voiced on this point?

Greek civilization, cradle of western cultural exchange, clearly considered natural obstacles no hindrance; rather did its continuously changing state from land to water appear to have encouraged the natural Greek taste for adventure, for settling down far from home, for expansion all over the archipelago, colonization of the Magna Grecia.

Roman civilization, on the contrary, stabilizing in character, remained firmly centered in Rome, bridges representing not only a means of transit but even becoming a symbol of progressive conquests.

Throughout the whole of the Middle Ages bridges appear to have suffered a decline in social significance, often becoming part of densely grouped buildings; this diminished influence, and structural regression, are explained as being due to the prevalently local nature of markets. (This while the Middle Ages witnessed early forms of capitalism put into effect over the longer trading routes of those days, leading to fairs held in the Po and Rhine valleys, in Flanders, in Champagne, even across the Channel, in any case right in the heart of Europe and never impeded by the presence of natural obstacles).

From the Renaissance onwards bridges once more regained importance when single states established their own economies; worthy of note however is the fact that the use of bridges became consolidated chiefly within the sphere of relations inside capital cities, a situation which continued until the eighteenth century when countries were creating their own armed forces on a grand scale, a premise of no mean importance to the industrial revolution and to rail transport.

It cannot be said that during the whole of this period bridges did not also make their contribution by encouraging traffic and trade across the continent, but they did so chiefly by facilitating movement within cities, their very nature suiting them to a function of linkage but sometimes involving them in the construction of homogeneous or complementary connecting routes. This was so in the capital towns (to quote but two of many examples, the medieval *pont-maison* and the *corridore* of the Renaissance period), but also in centres engaged in overseas trade (such as Venice and Amsterdam, cities built on islands favouring construction of long waterfronts). In these commercial towns, indeed, the system of bridged crossings made for continuity and a wide variety of uses for roads of that particular kind (equipped for housing travellers breaking their journeys over long distances).

In more recent times, where land barriers have been deliberately cut through communication has been greatly facilitated, as exemplified by the canals of Suez (1869), Corinth (1893), Panama (1914); on the other hand the great schemes for the Channel tunnel or for Gibraltar or Messina will make little change to the situations on either side of these links, apart from an easier and faster crossing, compared with what

has been established over the years by use of ferryboats, as the bridge built across the Bosphorus has proved. For that matter do not the longest and most famous American bridges mainly serve to reconnect settlements, spread around on the opposite banks, with the heart of the big cities whose offshoots they are? This is an aspect which we feel has been acutely observed by Lucio d'Angiolini in his contributions where he discusses *bridging* realizable in other ways than by an actual bridge.

Carrying forward this idea it is reasonable to hope that Europe may in time acquire characteristics of a common civilization (though progress in this direction is slow and difficult) showing with growing clarity — where a will towards bridging may exist — the precarious nature of boundaries fixed along lines of physical, and even ethnic, discontinuity. Strangely enough, on the other hand, boundary lines of greater inaccessibility still remain over certain continuous open spaces, such as seas and great plains, where trade and traffic have been insufficient for building up a culture of settlement. In addition to their use in spanning great distances, there may perhaps be little risk in foreseeing a more "habitable" significance for future bridge designing, viaducts once more fulfilling the function of linking one district with another, overcoming the dismembering effect of industrial activity on city life. Much more potentially than exasperated forms of amenity preservation, this could remove the threat implicit in the criterion — today almost the only one considered — of restructuring which takes as its pretext the demand for office space; thus would a chance be offered of organically reuniting cities with their wider fields of natural gravitation; bridges could once more regain that architectural and authentically structural *pathos* lost to them during the long parenthesis of technological utilitarianism.

Bridge types and technical progress

Fabrizio De Miranda

From the fall of the Western Roman Empire to the Renaissance period, roads all over Europe steadily deteriorated, the main routes being still those built by the Romans. In the towns however road-making continued in proportion to the people's needs; life with all its varied experiences was lived in the streets where most of the trading was done as well.

Nowadays our streets have almost entirely lost their character of places for meeting and trading; motoring is dominant, streets and squares can no longer serve their earlier purpose because the former are congested with traffic and the latter are generally used as car parks. Urban traffic has undergone a radical and negative transformation and congestion is only one of its chronic evils.

Perhaps foreseeing a future regression of this kind, several centuries ago many brilliant minds pondered the idea of separate roads for pedestrians and vehicles. Of these Leonardo da Vinci was certainly the first and, for a long time, the only thinker to face problems relating to the future of roads, problems which in the twentieth century have become so acute. Leonardo's *Nuova Città* was revolutionary not so much because of its architecture but because of the road system it proposed. In times when a galloping horse was the fastest means of getting about, Leonardo was thinking in terms of rapid transport at some future time. To make urban traffic efficient and pleasant for the whole population, he imagined a double set of streets: one at ground level for all types of vehicles and the other overhead, real bridges for pedestrians only. He worked out their structure down to the smallest detail including runnels for rain water and shafts to light the lowest stretches.

It is not unlikely that the miles and miles of aqueducts crossing each other in many parts of Europe, often dating back to Roman times, may have suggested these overhead pedestrian routes. Many of them did in fact become pedestrian roads as, for instance, the "via dell'Acquedotto" in Perugia where, though no longer functioning as an aqueduct, the pedestrian roadway is in full use. Built in 1286 by Fra Bagnano, a monk expert in hydraulics, it is a little over 200 m long and crosses a gorge at the level of the houses passing above several minor roads. In 1821 it was officially termed a viaduct and a parapet was added.

The classic repertoire of bridges, in the sense of city streets, also includes those which the French call *pont maison*. Up to roughly 1700 these bridges were flanked by shops and rows of houses as much as five storeys high. When crossing them it was almost impossible to distinguish the buildings from ordinary street blocks, while the river could only be glimpsed here and there in between. The narrow corridor of roadway so formed became a popular place for merchants to conduct their business and so, though the bridges were originally planned as such, the streets across them became some of the busiest meeting and trading places in the town. In Italy, Ponte Vecchio in Florence is a typical example of a *pont maison* and even today many jewellers shops still stand upon it. In Venice the natural obstacles formed by innumerable canals led to construction of a great many bridges to provide continuity and to enable pedestrians to cross from one district to another. Ponte di Rialto and Ponte San Giobbe are splendid examples of Venetian bridges.

Evolution in bridge types and in building techniques

Over the centuries and alongside development of road-making techniques, structural types have undergone important changes due to a steady

increase in the speed of vehicles, a factor of fundamental importance in designing routes of communication. Related to road widths, this parameter determines their traffic carrying capacity. For reasons of safety (visibility at bends and over humps, limitation of outward swing, stretches of road for acceleration and slowing down at motorway intersections, etc.), design characteristics for roads and railways must today be kept within much stricter limits than were fixed for the slow traffic of the past. As speed parameters do not tend to fall but rather to rise so that traffic capacities may be continually increased, similarly the above limits tend to become more severe and, in respecting them, road designing has to include an ever increasing number of large scale structures.

While due to the steady rise in the speeds of both rail and road vehicles, technical developments were being made in building both railways and roads, the same may be said for bridges following technological progress in materials and in the science and techniques of construction.

As regards materials, these may be considered under two main headings:

1. Progress in metallurgical processes over a century has brought into use for civil engineering purposes a wide range of constructional steels possessing greatly differentiated mechanical properties (resistance, flexibility and resilience) due both to the numerous alloying elements (Mn, Si, Cr, Mo, Ni, Cu, etc.) used in these processes, and to heat treatments applied following lamination and drawing.

Improvements in resistance characteristics of building steels have gradually made possible over a century of time tripling of stresses per mm^2 permissible for steel, at static level; this has greatly increased the possibilities of using these steels for large structures.

2. Technical progress in the production of concrete achieved, by a century of experimental research, continued theoretical study and practical application, led to development of that enormously useful structural material called **reinforced concrete**. Invented towards the end of the last century, its structural potential depends on a fortunate combination of two physical properties: natural adherence between concrete and steel rods, and the fact that both these components have the same coefficient of heat dilation.

Over the last fifty years, research has increased resistance of concrete to compression by about 300% compared with what it was initially while, in the last twenty, there has been such rapid evolution of design methods and constructional techniques as to make possible realization of self-supporting beams of prestressed concrete covering free spans about five times longer than those conceivable in the 30s; in recent years arched bridges have been built with free spans four times longer than could be attempted at the beginning of this century (Ponte Risorgimento built in 1906 over the Tiber had a 100 m span).

As regards the effect of developments in building science on technical evolution of bridge construction, a really revolutionary step forward was made two centuries ago when the theory of statics was systematically and extensively applied to the work of checking structural resistance.

Iron was recognised as the material which most nearly embodied the laws on which technical theory was then based, and it was consequently in great demand as a material for building bridges. It was not however immediately used to the best advantage as past tradition, especially that tied to construction of masonry and wooden bridges, meant that most builders merely replaced the earlier materials with the new one, keeping designs and, to some extent constructional techniques as well, more or less as they were. The result was that, for nearly a century,

bridge building was dominated by large heavy structures, of both arched and trussed types. In some exceptional cases the correct attitude was shown, in the form of fresh designs exploiting the new material and the possibilities it opened up. Lighter and more elegant structures were realized and these, based on new techniques and constructional methods, have continued their progress up to the present day as well as offering further possibilities for the future.

Thirty years ago Giuseppe Albenga wrote in one of his monographical notes: *Profoundly and decisively influenced by aeronautical constructions, other kinds too are tending towards lightness. Airplane construction must of necessity be light; a long flight carrying a fairly heavy load cannot be undertaken unless the weight of the plane itself is reduced to the minimum compatible with structural strength.*

Over forty years ago Fritz Leonhardt acutely observed that the metal structure was the last to "return" to the use of standards of lightness when engineers were already applying them extensively to reinforced concrete in all fields of civil engineering, even to bridges and dams, both works requiring the greatest margins of resistance and the greatest caution. "Return" to the use of these standards because, as mentioned earlier, they were already used in the most ancient forms of suspension bridges on iron chains. As Albenga recalls, Father Anastasio Kircher mentions several such bridges built in China and how, at the time, they were attributed to the Emperor Ming-Ti who lived about two thousand years ago. These were the first bridges in which metal had to carry the structure itself plus a light load. In Europe a similar foot bridge was built over the Tees in 1741. These bridges were extremely light as the chains were in the most suitable condition for withstanding stresses. Things improved still further when, about a century later, chains were replaced by cables formed of extremely strong wire braids.

Constructional types used in modern bridge building

Recognising the criterion of lightness involving removal of all dead weight which does not contribute to increasing overall strength, the constructional types most generally used in bridge building today are briefly summarised here.

Ordinary reinforced concrete bridges
The conventional type of reinforced concrete structure now makes it possible to build low cost beam bridges — supported beams, Gerber beams and continuous beams — generally over fairly short spans of 20-30 m, while arched ones, with the deck high up, can be used, still at low cost, for spans of 200 m and over.

Prestressed reinforced concrete beam bridges
Highly resistant steel cables used with prestressed reinforced concrete can offer technically valid structures at a reasonable cost creating self-supporting beams to cover spans of from 25 to 250 m. To build them however steels of exceedingly high tensile strength are needed, as well equipment of a high technological level, the whole raising costs to a considerable degree.

Steel and reinforced concrete compound trussed bridges

Structures consisting of steel trusses in combination with a reinforced concrete (prestressed or not) deck, in use for the last forty years throughout the world, especially in the United States and Japan, provided structures of a technically good standard at reasonable cost, suitable for spans from 20 to 200 m.

Steel truss bridges

These structures consisting of steel panel beams stiffened by ribbing offer interesting prospects, from both the technical and cost standpoints, for beam bridges with spans varying between 100 and 300 m. Development of this type only began in Germany after the second world war, though a valid example had been in existence in

Great Britain since 1851 when the Britannia rail bridge, designed by Stephenson and his colleagues, was built over the Menai Straits. In this case the designers broke away from all past traditions and created a really original type of bridge which however, as stated above, was not used again for nearly a hundred years.

Steel bridges with lowered deck

For bridges having a road or rail deck inside and low down in the structure — frequently at no great height above water level — particularly suitable structures are the Langer type of thrustless steel arch (a slim arch with stiffening beam) or the Nielsen type with suspended deck and inclined stays acting as a trussed beam with diagonals continually in tension. As they are transparent these structures can be extremely elegant while from both technical and cost standpoints, they are practically without any valid alternative. Their best lengths of span lie between 50 and 300 m.

Braced bridges

The most effective structure for spans over 300 m and up to 1500 m is a new one namely a braced bridge with deck suspended by a system of extremely strong straight steel stays. These together with the deck itself form highly rigid trussed structures, elegant on account of their transparency and also low in cost compared with the classic structure of suspended bridges referred to below. Some unfortunate examples were built over a century and a half ago when refined mathematical theories and electronic calculating equipment were not available for controlling structural analysis, and real development of this new type only began throughout the world about thirty years ago. Its evolution is proceeding uninterrupted and it has already been used for a wide range of spans formerly the undisputed field of suspension bridges.

The first braced bridge appeared in Germany over the Rhine in the 50s spanning several hundred meters, but a type of these bridges with 500 m spans was suggested in 1964 by H. Homberg at the CECA conference in Luxembourg, for a road and rail bridge over the Channel. A few years later, in 1969, at the International competition of ideas for a road and rail bridge across the Strait of Messina, the Lambertini group presented a design for a braced bridge (which was awarded one of the five ex equo prizes) with a central span of 1300 m; following concrete experience gained by some of its members (F. De Miranda and F. Leonhardt) in Argentine, Spain and the United States, this same group offered the concessionaires (by then a legally constituted company) a fresh version of the original design with the central span increased to 1800 m. This design, which fully allows for warping strains caused by rail traffic, includes high coefficients of safety as regards aerodynamic stability, and wide margins of resistance against seismic movements of exceptional severity (such as those that occurred in the area during the earthquake of 1908).

Suspension bridges

For the greatest spans, those over 500 m up to the present feasibility limit (3000 m), finally we have the king of long-distance bridging structures, the suspension bridge. Though resourceful in spanning long distances, it has however always been prone to warping (especially where supporting accidental loads occur at about 1/4 and 3/4 of the way over), as regards aerodynamic stability, there has always been a tendency to resonance and flutter. This explains the need for adding a stiffening truss type of deck to the system formed by the suspending cable and the vertical stays. Introduction of these measures into construction of suspension bridges over long spans about eighty years ago was not, however, sufficient in itself to solve the problem of limiting deformation especially where railways bridges were concerned; in these cases it is most important to limit sagging caused by the

dynamic effects of fast moving trains and to limit inclination in order to observe the maximum longitudinal slopes.

As long ago as 1855, in designing a road and rail bridge over the Niagara Falls (in use until 1897), Roebling and colleagues added a highly effective system of fanwise stays to stiffen the deck beam and reduce flexibility of the whole structure. Twenty years later, over a span of 488 m, the Roeblings again resorted to this system for the famous Brooklyn Bridge still functioning today. Since then many bridge builders have introduced similar stiffening methods — sometimes adding them when the need became evident — to solve warping problems in suspension bridges.

For a railway bridge over the Elbe in 1938, Fritz Dischinger designed one along the lines adopted fifty years before by the Roeblings for Brooklyn Bridge.

Earlier than that, however, the French built a suspension bridge with a 90 m span (still used today) at Costantine in Algeria in 1912; this had a stiffening beam integrated by a system of stays similar to Brooklyn.

A highly original and effective system was proposed by D.B. Steimann in 1952 in his initial design for a suspension bridge over the Strait of Messina. He used a large stiffening truss of varying heights (the greatest being 1/4 and 3/4 of the span) combined with a system of stays fixed to the deck at points directly above the piers and fanning out upwards to join the main cables. Other stiffening methods using stays have been introduced into suspension bridge design during the last thirty years: in 1952, in Central America (San Marcos Bridge), in 1968 by the Russians in the Volgograd Bridge over the Volga with a span of about 900 m, also in the 60s and 70s by the English in the Severn Bridge (1966), over the Bosphorus in 1972 and over the Humber in 1981. In the field of great spans, in 1979 the Japanese began construction of their series of road and rail bridges including the longest suspension bridge in the world, the Akashi-Kayio Bridge across the Strait of Naruto; here it may be noted, with some degree of chagrin, that this bridge with its three spans of m 890 + 1,790 + 890, going up in 1985 in environmental conditions no less severe than those prevailing at the Strait of Messina, will be virtually identical with the one which could have become the link between Sicily and continental Italy had the National Competition of 1969 been followed up by concrete action of the proper kind.

For a history of bridges

Riccardo Pefano

I am proud of this metal mile, on seeing it my most buoyant visions rise: the fight waged over construction prevails over style, a rigorous calculation of bolts and steel ... The metal mile is Brooklyn bridge in one of Majakovskij's most famous poems (1); in it he saw the emblem of a civilization with its steel arm ... reaching out towards the West; one image from among the many which the bridge, deeply rooted in every culture, brings to mind: thoughts turn for instance to sacrifices, both animal and human, linked since Roman times with the building of bridges, felt as an interference with the natural order of things and therefore as sacrilegious, or else to the legends that flourished around the many "Devil's Bridges" spread throughout medieval Europe, or even again to the symbolical value which psychology today attributes to the shape of a bridge. And yet, approaching the subject from a more specific viewpoint, it is at once clear that the bridge theme is mainly seen from the purely structural angle (2) while its static and constructional aspect often appears as the decisive element considering the work as a whole. It is just this feature that is identifiable with a kind of inner logic pervading the design, helping to find a thread running through the evolution of bridges, one that can provide a key to their historical interpretation, even if any such key will be bound up with many a complex set of other factors. Taking this as our starting point, a glance at man's earliest achievements in bridge building will be of special significance since they comprise many basic structural principles which can serve even now for making a general list of the constructional forms of bridges. *It happens that the works of men always reproduce something of the earlier forms they used and that when a people has reached maturity traces will still appear of things it attempted to achieve in its earliest days* (3); so wrote Viollet-Le-Duc referring to a wooden bridge in Savoy which he attributed to a tradition in use in the area even before the Romans arrived. Little remains nowadays of constructions dating much earlier than Roman times but even so we can form an idea of what primitive bridges must have been like in Europe from a study of indigenous works in some areas that have remained more or less off the beaten track, in Central Asia, South America and in Africa. From the simplest type with a single main "beam" (a block of stone or a trunk stretching from one river bank to the other) structures gradually became more elaborate; Palladium says *Men first made wooden bridges sufficient for their needs in those days* (4); wood can in fact withstand bending stresses in a way that stone cannot, thus making it possible to progress from the most elementary type and marking the starting point for a history of bridge building. A beginning was made in definition of the static role of the deck and that of the supporting structure, secondary beams came into use alongside the principle ones, different kinds of piers were adopted and were used in different ways; stone piers were often replaced by piles driven into the ground and braced. Something of this slow evolution of wooden bridges is recorded by classical historians in their descriptions of the first known bridges. For instance, Herodotus and Diodorus refer to military ones like the great bridge over the Nile (2000 BC) and over the Euphrates (700 BC) or the floating bridges built by Cyrus, Darius and Xerxes in Asia Minor (600 BC). But the most interesting results are probably to be found in works done on a smaller scale: where the beam was not long enough to span the required distance, a cantilever bridge was built (like the one mentioned by Viollet-Le-Duc) adopting a succession of fixed

joints starting from the imposts in order to shorten the free span to suit the beam. Some similarity may be noted between this concept and, in the case of stone work, that applied for making a false arch though this was more often used for roofing (each stone was laid slightly out of line and above the previous one until the structure could be completed in the middle with a single piece).

The second great static type found among primitive bridges, forerunners of the great American constructions built at the turn of the century, is the suspension bridge: in this case the carrying structure consisted of ropes, lianas, criss-crossed vegetable fibres onto which a footway was hung; in some cases there were devices, for adjusting rope tension, fixed at the ends to poles, trees or rocks. Noteworthy too is the introduction, in some cases, of oblique structural elements (load-bearing, as in the case of A-frame bridges, or reinforcing as in the case of struts fixed between the supporting structure and the deck) which gave rise to the first systems that set up horizontal thrust on the abutments, of which the most mature conception was embodied for centuries in the stone arch. Origins of the three great structural types — arch, cable, beam — (the forms of the two latter being even then perfectly defined) — are therefore very remote; that heritage of primitive and intuitive knowledge, the basis for all later research, handed down to us over the years, grew and developed around them.

Not before Roman times, however, was there to be any consolidation of technical knowledge; classical Greece made no decisive contribution in this field, and only due to the practical and empirical attitude of the Romans — expressed in their great drive to control vast territories (fifty thousand miles of roadways built throughout the Empire) was any considerable progress made in bridge building. Viewed as a typically utilitarian construction, development of this art went hand in hand with that of road making. *Roman bridges did not involve their builders in problems of architectural design but rather in those of pure engineering (...)*. Even where bridges were given special arches of a celebratory kind at each end, a different attitude was shown towards construction of the main supporting arches compared with that towards the celebratory and more decorative type. *This may well have been due to the varying skills of the builders put to work on the one and on the other: utilitarian those supporting the bridge itself, decorative and aesthetically gratuitous those designed ad celebratory* (5).

The fact that bridges were considered subordinate to general road layout (although this did not prevent construction of the monumental kind bearing a more markedly architectural stamp, such as those in Rome itself, the bridges of Augustus at Rimini and at Narni, the great aqueducts of Segovia and Alcántara, or the Pont du Gard at Nîmes) led to standardization of style of a whole series of minor ones, irrespective of the enormous distances separating them: the fact that in many bridges throughout the Provinces and the Empire substantially similar features were repeated, may be explained by extending the problem to that of a multiple which is the minimum common to the whole network of roadways, both large and small, in the areas under the sway of Roman civilization (6). Thus throughout Europe and the Mediterranean area the stone-arch bridge became the rule and for centuries the static principle thought out by Roman builders characterized evolution of bridge building. The arch was rounded (rise-to-span ratio therefore being 1:2) and, unlike the false arch, consisted of ashlar joints between which always lay perpendicular to the intrados; in this way the structure could carry vertical loads by simply compressing the ashlar, making

it possible to achieve span lengths and carrying capacities greater than anything previous types of bridges could take. One disadvantage was the presence of horizontal thrust — unknown in the suspension and beam type bridges — which raised problems of absorbing this force on the ground at both ends; for this purpose strong abutments were added. The functional principles of arched bridges made different constructional methods necessary. As in the case of false arches, they could only be built after first setting up scaffolding on which to lay the ashlar; then, when the last one is placed in position, a series of stresses is set up providing the necessary stability. The method is the same if the bridge has two or more spans; the arch must always be built separately, scaffolding being transferred from a completed one to the next. This means that, at one stage, the piers must withstand the thrust from a single arch until the adjacent one — whose thrust balances that of the first one — has been put up. Piers in Roman bridges are therefore very sturdy, acting as pier-abutments, and are generally protected by cutwaters to reduce the pressure of flow by spreading it over a wide surface.

With the decline of the Empire, and during most of the early Middle Ages, the state of the road network in Europe worsened; during its collapse under Barbarian attacks, the regime built no new roads nor was it able to keep the Roman network in repair and this, though very strongly constructed, began to fall into disuse and disappear. (...) This unhappy state of affairs continued and became worse throughout all or nearly all of the early medieval period causes lying in the unending wars, the state of permanent anarchy prevailing in widespread areas, economic decay, the lack of a respected central authority, strong and universally recognised, capable of arranging continuous maintenance work on the roads (7). As a consequence of this bridge construction too was slowed down and while it was still considered an essentially technical question, it progressively lost that affirmative character it had kept during the preceding period: for the whole of this age, in fact, the bridge was almost a claw, the jointed appendix of a building, intimately connected with its physiology, clutched within its structure, lacking any kind of stylistic or functional solution. Even when it did not belong to a castle or to some kind of fortification, the medieval bridge remained enclosed between two defended points and thus in any case under control (8).

From the start of the eleventh century onwards a number of factors concentrated renewed interest on the need for an efficient network of communications: for instance, a return to monetary economy which, especially following the Crusades, reactivated intercontinental trade giving life to organization of fairs and markets in the towns, as well as the work of certain religious orders (famous among these being the *fratres pontifices* — the "brothers of the bridge" who concerned themselves with bridge construction) aimed at creating a series of safe roadways leading to Rome and to places of worship. The effect of these stimuli was extraordinarily revitalizing for the medieval bridge while the final disappearance of those precise rules for design and execution, settled in advance and therefore fully adaptable to suit every circumstance, meant that the Roman arch type of structure was more freely construed. The static principle of the medieval bridge in fact remained substantially unaltered but a greater variety was noticeable in structural forms: in Sicily and in Spain where Arab influences were more keenly felt, use was made, for example, of the pointed arch (even if the first pointed arch bridge in the West, that at Martorell in Catalonia built in the 3rd Century BC, is presumably

Constructional reasons can also be brought to explain the introduction and spread of the pointed arch. This particular shape in fact made easier construction of the scaffolding, assisting the layer type of building (the first layer of ashlar and mortar were laid over a light scaffolding and, once hardened, this layer could stand the weight of the next ones, and so on until the desired thickness was reached), something of great advantage especially where lack of timber in some regions sent up the cost of temporary supports. From the static point of view, use of the pointed arch meant a lessening of thrust (vertical thrust prevailing in the stress put on the arch) and therefore a lightening of abutments but at the same time it was more difficult to keep the deck straight as it tended to follow the outline of the arch and slope too sharply; (a disadvantage of this kind was more serious in the West due to frequent passage of carts over bridges, but less so in the East where traffic of men and animals prevailed).

By the twelfth century the pointed arch was generally widespread, especially so in France with its fortified bridges described by Viollet-Le-Duc, and in England where a great many smaller bridges were built in this style, but also in Italy and in the rest of Europe. Its development took place alongside that of the round arch directly derived from the Roman tradition and continued throughout the whole of the Middle Ages, from the 7th century Aqueduct at Spoleto — one of the few great works of the early medieval period but in any case built on the remains of a preceding Roman aqueduct — right through to the Ceret Bridge in Spain with its 45 m span, and to a number of others statically less interesting, such as the Bridge of the Maddalena over the Serchio and the covered bridge in Pavia, all fourteenth century.

New departures could also be noted in the use of the round Roman arch: the main one consisted in construction of depressed arches (a rise-to-span ratio of less than 1:2) more daring in their static conception (such as the Pont d'Avignon over the Rhone built in 1187, the Ponte di Castelvecchio in Verona built in 1354, the 13th and 14th century bridges in Florence such as the Ponte delle Grazie, the Ponte alla Carraia, Ponte Vecchio). Further proof that the so-called decadence of the medieval bridge compared with the Roman bridge cannot be substantiated, not even from the technical point of view, is provided by some realizations which, in spite of a lack of theoretical knowledge and material possibilities in those times, do mark important stages in the structural history of bridge building: an example of this is the Ponte Visconteo at Trezzo sull'Adda (1370-1377) which with its 72 m span would have been the longest span in the world at the beginning of the twentieth century had it not been destroyed by Carmagnola in 1417 (all that is left of it today are a few traces of the abutments and imposts). Less of this expertise is found in some bridges in northern Europe, such as old London Bridge (12th century) and Bristol Bridge (13th century) both heavy constructions which made a kind of barrier across the two rivers and considerably hindered navigation; on the other hand with the buildings they carried on them they represented vital cores of the economy of those cities, if it is true that Londoners were always against the idea of new bridges over the Thames (9).

This brings us to another feature of the medieval bridge in that it became a point of reference and a centre of urban activity (recalling the already mentioned Ponte Vecchio in Florence), since it must be noted that nearly all the bridges built near to highly populated cities or within their walls were furnished with houses, shops and mills. Rarely was there a central square in medieval towns nearly all of which were enclosed by walls and towers, and a lot of people consequently spent time on the bridges especially if they

were trying to settle down on them (10).

Even from the slight mention made of them, it is clear that the variety of ways in which bridges responded to fresh needs makes it difficult to classify them by homogeneous types. Rather are there a number of features common to all, perhaps deriving more from a new general attitude towards building than from reasons prevailing which are closely linked to that particular discipline: while maintaining its utilitarian character, it is for this reason that bridges assumed features belonging more to important architectural works. Medieval bridges are characterized by marked dissymmetry and by irregularity of layout, often introduced for purposes of defence — namely to split up an assault by the enemy — but sometimes designed for technical reasons (it was mistakenly thought that by making an upstream curve the bridge would offer less resistance to water flow); a further characteristic is that of being multi-functional, including as they did fortifications, defence corps, houses, chapels and shops. Again, unlike the Roman bridge, the medieval bridge was markedly regional in character; generally speaking this ensured its suitability to its natural and human environment (a perfect example of this is the Chapel Bridge in Lucerne built in the 15th century; the layout of which recalls the irregular road network of the district).

As part of the overall review of design work that took place in the Renaissance, so too the bridge, with a revival of the classical ideal, (...) returns to its essential function of a piece of sculpture along a road, after having been a strictly technical structure during the Middle Ages (11). This is proved by the interest beginning to be shown in bridges in architectural literature where, for the first time, recognition is given of the independent value of a theme that for centuries had been considered as of secondary importance and in any case as subordinate to military needs or as an accessory in road making: although the first specific manual on bridges, the *Traité des ponts* by Hubert Gautier, was only brought out in 1714, since the appearance of Leon Battista Alberti's *De Re Aedificatoria* in 1452, all the sixteenth and seventeenth century treatises had discussed bridges as a separate subject. Further, though questions of aesthetics and reference to classic Roman models became integrated into bridge designing, structural necessities led to a resumption of the medieval technical tradition absorbed in its entirety into research during the Renaissance period.

While therefore the static model remained substantially that used by the Romans, evolution begun in the Middle Ages, both as regards structural problems and constructional processes, continued; on the one hand studies on how to depress the arch proceeded apace, encouraged by the growing volume of bridge traffic and consequent need for a flatter arch to reduce the incline (disappearance in the West of the pointed arch and cambered deck), while on the other various types of flatter 'basket-handle' type scaffolding were introduced for construction of polycentric arches thus facilitating the operation of stone-cutting. Although technical knowledge was still in its infancy (Galileo was the first to give mathematical expression to initial studies on the mechanics of solids even if Leonardo had already made a number of experiments on the resistance of materials and studied thrusts in arches) (12), technological progress of a general kind brought with it improvements in bridge designs: following better techniques applied to the construction of caissons for laying foundations in rivers, and of various types of pile driving machines, a better level was achieved in the foundations themselves, their weaknesses — following acts of war — having been seen as the chief causes of the many

collapses that had affected bridges up till that time. These considerations were made when planning rebuilding of the Notre Dame Bridge in Paris whose piers had become undermined by the river. Fra' Giocondo, called over from Italy, seems to have been the one who suggested using a set of piles, protected by underwater rocks, for the foundations enabling the bridge — carrying a double row of buildings — to remain in use until 1853 when the need to lower the deck meant having to rebuild it, but on the same foundations. The same care over laying foundations — using caissons resting 3 m below on the rocky river bed — was taken with another famous bridge in Paris, Pont Neuf, work on which was begun in 1578. Though considered of little significance from the structural point of view on account of its thick arches and piers, Pont Neuf is worthy of note for other reasons relating to its key position in the city and to Parisian social life. With its considerable width of 20 m, and free of all the adjuncts which hampered crowd movement on other bridges along the Seine, it became the scene of all popular uprisings until the Revolution, constituting the most magnificent stamping ground for agitation that could possibly be imagined (13). But apart from the strategic potential inherent in Pont Neuf against the background of Paris, a perfect example of how a bridge can affect the life of a city is provided by the Rialto Bridge: rather than the bridge itself, built by Antonio da Ponte between 1558 and 1592, it was Palladio's designs which offered one of the instances in which urban layout becomes more distinct ... where it was not only a question of how to design a bridge as such, but where a whole city was to be included in a strategy of growth implying and interpreting a decisive change in productive activity (14). Palladio's training was of a technical nature, unrelated to exercise of the figurative arts as was the case with almost all the great architects of the Renaissance period; he "grew up" in a building site, making his own contribution to the progress of building techniques and his new ideas actually came into being in bridge building where he devised wooden trussed arches and beams. Even so, his design for Rialto is decidedly weighted in favour of the figurative as opposed to the technical approach, with its three arches showing the classical influence. Palladio designed his bridge within a new urban layout for the Rialto area and, in extension of this, to the rest of the city (15): his first idea (around 1550) was to have two large rectangular squares departing symmetrically from each end of the bridge, but this later found to be unworkable. The whole operation in fact turned out to be impracticable: apart from the presence of water, the compact, impenetrable and private nature of the buildings would have meant wholesale demolition (16) and Palladio therefore limited his work to designing just the bridge, a description of which appears in *I Quattro Libri dell'Architettura*. Though reduced to a fragment of the original idea, Palladio's new plan still included a certain involvement of the city which, around the bridge, was to revive a century-old tradition of trading as he himself emphasises: *Most beautiful in my view is the invention of the bridge, that follows; very well suited to the place, where buildings were to be set up: this lay in the middle of a city, one of the greatest and noblest of Italy; a metropolis for many others; where trading is carried on in great style, reaching out to nearly all parts of the world* (17). The formal qualification suited to the purpose of serving the greatness and dignity of the aforementioned city, and of increasing its already large income (18) finds expression in its reference to the classical model and requires ample margins of freedom in relation to the structural design which thus holds a subordinate position (explaining why the bridge has often been judged unfavourably) (19).

An example of how the relationship between formal requirements and static necessities could have been satisfied in a different manner is seen in another bridge belonging to the Renaissance period, the Ponte di Santa Trinita in Florence completed by Bartolomeo Ammannati in 1570, even though the original design is attributed to Michelangelo (20). Unlike Palladio's design for Rialto, the idea underlying Santa Trinita is based on static and constructional considerations (21). Ammannati was faced with the problem of crossing the Arno, a river subject to high and frequent flood levels; he therefore had to interfere as little as possible with water flow and reduce the surface areas exposed to the current down to the minimum, and this meant having as little as possible in the way of supporting structures in the river. Technically speaking a single span would have been impossible to build, but neither were two spans possible because a centrally placed pier would have had to stand in the most turbulent point of the river and also because aesthetic considerations would have discouraged the choice of an even number of arches; Ammannati therefore chose three. Having thus decided span length all that remained was the shape of the arch, but even that was greatly limited by the need to keep the deck as flat as possible as the road running over it carried a great deal of traffic. With a span of that length the round arch, which appeared to be the best choice from the static and aesthetic points of view, had to be discarded as it would have meant too high a rise and therefore too great a difference in level in relation to the roadway. Ammannati kept strictly to the logic of the facts of the situation; the arch would have to be lowered and he achieved this by forcing to the limit the possibilities of resistance offered by the structure. In fact the more the arch is lowered the greater will be the thrust on abutments and piers: the arches of Santa Trinita are depressed in a ratio of 1:7 when one of 1:4 was considered daring, exceeded only in the eighteenth century at a time when both structural models and methods of building had been revised. Perhaps to forestall inevitable criticism of the weakness of the structure, perhaps to convince himself, when faced with a static hazard of that kind Ammannati altered the shape of the curve, a most unusual form that he thought would give an impression of inadequate strength. More to remedy the visual effect than to make any substantial difference, in the first place he put a vertical tangent on the first stretch of the arch at the point where it leaves the impost, resorting to the feeling of safety suggested by a classical design (the round arch starts from the impost with a vertical tangent); he then made a change to the crown replacing the almost horizontal stretch — due to the arch being so extremely flat — with a slight point, in order to spread vertical loads more effectively (but then decided to use a cartouche to hide what he considered as being formally incorrect). In this way he managed to design an arch of unprecedented form having a triple curve, the most perfect union of two river banks imaginable (22); for centuries a subject of controversy among those who have tried to define this arch — some have likened it to an ellipse, others to a parabola, others again have called it a multi-centered arch — it did however prove its ability to withstand all the Arno flood levels (the bridge was destroyed by the German army during its retreat in 1944, and was built again after the War using the same technique as that adopted by the Renaissance period builders) (23).

During the seventeenth century and the first half of the eighteenth no novelties of importance can be recorded in bridge building: apart from changes in taste affecting decoration and style, constructional methods and techniques

remained more or less the same compared with the previous age (mention may be made of a number of French bridges of those times: the Pont Marie of 1635 in Paris and also the Pont Royal by Mansart and Gabriel (père) of 1685, as well as some of the work done by Gabriel (fils) such as the Pont de la Charité on the Loire in 1716 and the bridge at Blois in 1720). It was in this period however that the basis was laid for a new attitude in design, identifiable, in this specific case, with the work of Jean Rodolphe Perronet who, though operating within the great historical cycle of the masonry arch, stands out as the ideal "watershed" after whom the history of modern bridge building began. The apogee of French monarchy, occurring in the reign of Louis XIV, and the great drive towards creation of infrastructures throughout France as a consequence of Colbert's economic policy, touched off a process which, some decades later, was to lead to an initial distinction among the works of architects, civil engineers and military engineers; to formation — in other words — of a technique of culture as it is understood today: *Following creation of the Corps des Ponts et Chaussées in 1716 military concern spread to supervise regulation of the whole country, marking the birth of an idea of public works and services, assured by the engineering officials of the great State organizations. From then on the engineer became a key factor in a new division of labour devised as part of a project to rationalize the use of space and establish infrastructures prior to launching industrial production. (...) Schools were opened for training engineers: the Ecole des Ponts et Chaussées in 1747, the Ecole du Génie Militaire de Mézières in 1748 and, most important of all, the Ecole Polytechnique founded in 1794 by the Convention under the name of Ecole Centrale des Travaux Publics whose task was to centralize recruitment of members of the State corps* (24).

Meanwhile a new conception of space, extensive, open, available, formed by infrastructures and no longer confined by strongholds (25) began to make headway and gain definitive acceptance. On the one hand decline of the Corps of Engineers' vision of spatial distribution as consisting of a dense network of fortifications was in decline, giving place to the newer tactical role of movement and consequently of roadways. *We have placed too much faith in strongholds, we have built too many of them: we have blindly continued making one mistake after another, forgetting that the stronghold was merely an accessory and that the great tactic consisting of movement was the chief aim* (26). On the other hand, alongside the action of State organizations intensifying road building partly for commercial reasons, private initiative took a line in support of widespread canal cutting, as representing the most suitable means of transport — prior to arrival of the railways — for goods and materials for early forms of industrial enterprise.

Nothing had hitherto been seen like the direction taken by all this activity, as appears from the new ideas being expressed about teaching: *in a Europe in which schools continue to 'mould' space, a more technical and less 'fervent' approach to landscape began to appear for the first time, one less systematically orientated towards spatial order, directed more along the lines of a practical transformation of land which the first wave of engineers had estimated and dominated* (27).

Thus, first in France and then throughout the whole of the west, society found itself facing enormous progress in traditional techniques. Together with the new static and constructional precepts incorporated in Perronet's stone bridges, exemplary in themselves, important results had also been achieved in the building of wooden bridges: in Switzerland the work of Hans Ulrich Grubenmann may be recalled, in particu-

lar his design for a Bridge over the Rhine at Schaffhausen in 1756-58 with spans of 119 m, and, in America, the improvements to a long tradition of trussed beam and arch bridges that were to enable Louis Wernwag to construct the longest wooden span in the world — 104 m — in his Bridge at Fairmount over the Schuylkill in 1814. Simultaneously with development of traditional techniques, progress was also being made in studies and experimental applications of new materials such as cast iron and iron, which only later on were destined to dominate bridge building. Perronet's work takes on particular significance, not only because of its link with the foundation and teachings of the Ecole des Ponts et Chaussées, but mainly because of the constructional interpretation given by it of this new rational disposition which at the outset showed itself merely in an effort to observe matters much more carefully: in the importance that began to be attached to piers whose foundations had given way (Tours, Angers, Orléans), to arches that broke, to the apparently indestructible monuments washed away rivers in flood. Suddenly, therefore, much closer attention was being given to how failures can enrich experience (28). It was in fact just this "closer observation" which led Perronet to revise former static principles and constructional methods of bridge building, causing in him a departure from the classical proportions of academic tradition, revived in that period by Piranesi's engravings (his hypothetical *Ponte Magnifico* of 1750) and leading him towards structures possessing features of slenderness and transparency — normally associated first with the metal constructions of the nineteenth century and later with those in reinforced concrete of the twentieth — which in fact characterize the last of the stone bridges as the first modern ones. In his particular case, Perronet realized that the sum of forces acting on the pier was almost vertical, thrust from one arch being balanced by that from the adjacent one. The pier is therefore no longer affected by depression of the arch and consequent increase in thrust since this is absorbed at deck level and transferred through one arch after another to the abutments. To enable the described static model to function, changes had also to be made to the method of construction: instead of building one arch at a time — generally done by putting up the scaffolding for the first one and taking it down afterwards to use for the second — they were all built at the same time using multiple scaffolding and in this way an uninterrupted flow of stresses towards the abutments could be maintained. Though this system involved a greater amount of supporting structures the advantages so gained were enormous: relieved of thrust, the piers could be made much more slender, offering less resistance to water flow, while the arch could be lowered to a point considered impossible only a few years before (arch depression in the Pont de Nemours on the Loire, completed in 1810 after Perronet's death, reached a ratio of 1:15). Perronet's bridges (some of the best known being the Pont de Neuilly over the Seine built in 1772, the Pont de Sainte Maxence over the Oise dated 1780, the Pont de la Concorde in Paris of 1791) were thus much less solid than previous ones: slim piers, long low arches, very slight curves, reduced surface areas. His work gave birth to the modern structural concept, seen as a single unit within which each component part had its own function collaborating with all the others to create the strength of the whole (at the same time this involved a greater degree of risk as, by upsetting continuity of the structural system, the collapse of one span would mean collapse of the whole bridge, like a house of cards) (29). Further, the simplicity and high quality of the underlying structure allied to technical perfection in preparing and laying the ashlar which were left visible (stereotomy, or the technique of stone

cutting, had at that time reached a very high level indeed) made any kind of decorative work inadvisable, no rarity in seventeenth and eighteenth century bridges: as Perronet himself explained, when speaking of the Pont de la Concorde, "... we made use of no kind of sculptural decoration, partly to avoid departing too far from the kind of simplicity consecrated to this type of monument, and partly not to weaken in any way the male character most suited to the architecture of bridges (30). After the works of Perronet, which so clearly influenced many of the last stone bridges built in Europe (such as the Ponte Vittorio Emanuele I over the Po river built in 1810 and that over the Dora of 1828, both in Turin) stone as a material for bridge building fell to a great extent into disuse, its place being taken by new ones offering much greater possibilities, though until the middle of the twentieth century its excellent characteristics of strength and durability meant that some use of it continued to be made. An initial scientific exposition of the arch theory, set down by Lamé, Clapeyron, Moseley and Culmann, brought constructional technique for stone arches to a higher level of perfection: of great interest is the work of Paul Séjourné who designed several road and railway bridges, including the Pont Adolphe at Luxembourg built between 1899 and 1903, for some time the longest stone arch in the world, the first — with its 85 m span — to exceed the medieval Bridge of Trezzo sull'Adda. But apart from the formal and constructional results which were, all the same, of a high qualitative level (such as the bridges designed by Paul Bonatz for the Reichsbahn for or some Swiss railway viaducts), nothing particular happened to mark the latter period of stone bridges which went entirely out of use in the middle 50s following changes in market conditions: high cost of materials and of processing them, lack of stone cutters, competition from new techniques and new materials.

The mechanical characteristics of cast iron and, above all, of ordinary iron, used in bridge building from the second half of the eighteenth century onwards (31), at last made it possible to define the three great types of structure (arch, beam, suspended cable), old as the hills it might be said but until then severely conditioned by the limits placed upon them by traditional techniques and materials. A mainly single type of scenario, in which for centuries the stone bridge had been dominant, now gave place to an extremely varied one. Instead of the slow evolution, both in structure and in building techniques, characteristic of the stone bridge, there was now rapid overlapping, both temporal and spatial, of different experiences, at times no easy matter to classify by any standard other than that of ever longer spans, against a background in which technological development seemed to impose the sole reasons of its own internal logic while awaiting a lasting definition of the notions of progress and techniques (32). Dealing with metal bridges therefore, it seems best to follow through the changes that took place in each structural type, singling out certain experiences even if there was overlapping and interaction among them over time. Although the first metal bridges were suspended (a footpath hung onto iron chains had been put up over the Tees in England as early as 1741), it was the arch which maintained the most immediate continuity with the past; even if this continuity has often been attributed to the inertia of a century-old tradition in stone bridge building (the metal arch raising at the start similar static, constructional and expressional patterns) a further explanation may be found in the mechanical qualities of a material like cast iron in some ways similar to those of stone, especially as regards its limited ability to withstand stresses.

The first cast iron bridges clearly reflected traditional types (whether of stone or wood) as may be seen in the first known design of a bridge with a metal arch (1774), namely that at Inveraray by Robert Mylne (designer of the monumental Blackfriars' Bridge in London) and even more so in the successive designs (in wood, stone and in cast iron) made in 1773-75 by Thomas Pritchard, the architect who from 1777 to 1779 worked with the foundry experts Abraham Darby III and John Wilkinson over realization of the more famous Coalbrookdale Bridge from which the history of modern bridge building is generally considered to start. And yet the Coalbrookdale round arch, consisting of a set of five parallel ribs, hinged to the impost and at the crown, was of no particular interest from the structural standpoint: neither the form given to the arch nor the framing around and over it reflect any of the current thinking of architects, engineers and mathematicians. It had little influence on later designs but, becoming quickly famous, it was an important stimulus to the use of iron (33). There is some significance in the fact that this stimulus came from a country whose situation was very different compared with that of France — until then in the vanguard as far as concerned constructional techniques — and, in general, with the rest of Europe. England was in fact considerably behindhand in the organization of technical training: the English engineers lacked the advantage of prestigious schools for their training such as the Ecole Polytechnique and the Ecole des Ponts et Chaussées, and teachers like Prony, Navier and Poncelet; they learnt their trade by working in factories, in the offices of professional firms and on building sites (34). But if, from one point of view, this brought England to an impasse in relation to the Continental model (Telford and Rennie, two of the major protagonists of British engineering in the nineteenth century, had to learn French in order to update their knowledge), from another it appeared as the necessary basis for a more unprejudiced approach to designing, one that had not been obliged to suffer hindrances from a type of teaching that had already become academic, as happened in France where the Ecole des Ponts et Chaussées disapproved the first cast iron bridges. More unprejudiced the British designers were able to diversify their field of action accumulating an extremely wide range of experiences (35). Iron being a new material whose efficiency was unknown, the designing of iron bridges obviously needed full liberty to experiment and information had to be sought in disciplines outside the field of civil building: it was mainly the enormous development of mechanical construction that took place in the island from the middle of the eighteenth century onwards (...) which laid the basis for subsequent applications of iron and cast iron in civil engineering. Before they became civil engineers, Rennie, Marc Brunel, Fairbairn and the Stephenson had been mechanical engineers and it was not by chance that De Cessart and Bogardus, pioneers of metal constructions in France and in America, both had previous experience of mechanical constructions, the one in building a complex machine for cutting piles under water on bridge building sites, and the other as a maker of clocks and printing machines (36). Together with acceptance of the most diverse kinds of reciprocal contribution (such as those in the nineteenth century between designs for iron bridges and others for ships), as from the end of the eighteenth century an increasingly clear line of research was established in which the metal bridge appeared as something eminently technical and was progressively removed from the influence of "architecture": if a decade were to be named in which major bridge building slipped out of the hands of architects and into those of engineers, it would have to be 1790-1800. In those years John Rennie and Tho-

mas Telford established themselves as the masters of bridge design, overtaking the older architects Mylne, Stevens, Harrison and Dance and younger aspirants like Soane and Nash (37). But British supremacy in bridge building and in metal constructions generally, is explained above all by the country's industrial development: with a population about half that of France, at that time England was producing two thirds of world coal consumption, half the world's requirements of iron and of cotton cloth; per capita income was about double that of the French and three times that of the Germans; no one could compete with its industrial products (38). Development on that scale could not be matched in Continental Europe where, though interesting, a number of projects could not be realized. Some of these were French (including that of V. De Monpetit in 1783 for an arched cast iron bridge with a span of 120 m), possessing several features destined to remain as constants in the evolution of cast iron bridges; these comprised replacement of the semi-arches, made in a single casting, used for Coalbrookdale Bridge, with a series of cast iron elements the function of which was the same as that of ashlar in stone arches: this was a case where returning to an old tradition meant progress. All the English (and later the French) bridges had arches made of cast iron elements starting from the eighteenth century, like the famous Sunderlaid Bridge over the Wear built in 1796 designed by T. Wilson and R. Burdon, at that time the greatest in the world with its 72 m span.

Just because of the progressively greater lengths reached by free spans with relatively light structures, made possible because of the high resistance of the material, cases began to appear of excessive warping and of instability which diverted the attention of bridge designers from problems of mechanical resistance to that of structural rigidity. Thomas Telford, inspector of public works for the county of Shropshire since 1781, in proposing a solution settled one of the most complex questions in the structural history of arched bridges, namely that of combined response by tympanum, arch and deck together. What Telford did was to change the connecting grid between arch and deck into a rigid and structurally active element, as was done with the Bridge at Craigellachie over the Spey in Scotland (1812-1815), in the design for a 150 m span arch in London (1798) and in that for the bridge over the Menai Strait in Wales (1810) where, amongst other things, he used a revolutionary method of cantilever erection, afterwards adopted by Eiffel in the construction of his viaducts. France began to feel the effects of its delay in the field of metal construction work at the beginning of the nineteenth century, to such an extent that the new material — cast iron — was brought into the country by a government decree (1801), the purpose of which was to publicize a 'modern' technology that England had been using for years: the firm that had been awarded the work of building three wooden bridges in Paris was obliged to use cast iron for them. Today only one of these three bridges remains standing, the Passerelle des Arts (1803) by L.A. De Cessart and J. Dillon, the first metal construction in France.

It was not until 1840 however that all reference to traditional models in designing arch bridges came to an end. Progress made by then in industrial metal processing provided iron in the form of sheeting and angle iron, a material at last able to withstand tractive forces; further, construction of railway networks — with the very great stresses produced by fast running trains — made it necessary to achieve a high level of rigidity in bridges something which could not be expected of the suspension bridge, until then the chief means of carrying roads over large spans. Worthy of note among the arched railway bridges of the time are the Royal Albert

Bridge — with its two great 'bowstring' arches — by I.K. Brunel over the Tamar at Saltash (1854-59), the Bridge over the Aare at Olten in Switzerland by Etzel and Riggensbach (1851) and the Bridge over the Seine at Asnières by E. Flachet (1852) the first laminated iron bridge in France. The best results however were to come with the viaducts designed by Gustave Eiffel who brought back into France the structural truss technique, abandoned in Europe in favour of the plate girder type but further improved in America (the first arch to exceed an 100 m span was built with a trussed structure over the Mississippi by J. Eads at St. Louis between 1869 and 1874). In his Bridge over the Douro at Oporto in 1875-77 and above all in the Garabit viaduct over the Truyère in 1880-84, Eiffel reached the peak in metal construction work when designing what are remembered as the masterpieces of nineteenth century French engineering. In the meantime the spread of railway transport throughout Europe, accompanied by the definitive establishment of metallurgical industries in each country, helped to bridge the gap that still separated the rest of Europe from England and France: thus in Italy G. Röhrlisberger realized the bridge at Paderno sull'Adda between 1887 and 1889, this being considered the major Italian monument to iron architecture of the nineteenth century (39).

With the introduction of steel towards the end of the century the arched bridge proceeded in the direction of increasingly large spans then possible on account of the better characteristics of the material available: for the first time a 500 m span was exceeded with the New York bridges over the Kill van Kull by O.H. Amman and A. Dana in 1931, and at Sidney by F. Freeman in 1932. But it was just this definitive acceptance of the steel bridge which more and more often made it necessary to solve problems relating to how a metal construction could fit in with its urban surroundings. The debates pursued during the nineteenth century between engineers and architects reached one of its high points over the Pont Alexandre III in Paris, a very depressed arch with a span of over 100 m. Built by Louis Jean Résal for the 1900 Universal Exhibition, one of its most fervent opposers was Auguste Perret who denounced the heavy decorations hiding structural elements of the bridge. Situated, as far as concerns span suitability, between the beam type (small spans) and the suspended type (large spans), in the field of medium-length spans the arched metal bridges had to contend with competition from reinforced concrete: being less economical than these latter, use of the arched metal bridge had been more and more limited to special cases becoming increasingly rare with the passage of time.

If the arched bridge is the dominating theme in the first period of the history of metal bridges, by the time laminated iron became an industrial product and rail transport finally established, around the middle of the nineteenth century the beam type gained popularity, approved by realization of one of the most famous bridges of that century, namely the Britannia Tubular Bridge by R. Stephenson, W. Fairbairn and E. Hodgkinson over the Menai Strait in 1850; this consisted of a great rectilinear box-shaped beam through which the train passed. Once again the structural theme dominated in the design: *if the proximity of the city and contact with a certain cultural level had been instrumental in causing R. Stephenson to indulge in certain stylistic refinements when designing Newcastle Bridge, where the Britannia Tubular Bridge was concerned, a bridge erected in open country over the Menai Strait close to Telford's famous suspension bridge, he devoted his whole attention to perfection of the tubular bridge theme achieving results of considerable functional effectiveness, technological perfection and formal synthesis*

(40). The Britannia Tubular Bridge is thus another convincing monument to industrial civilization and though far from the complex design problems which the presence of a city necessarily imply, led in any case to some considerable progress not only as regards bridges but also in civil building and mechanical construction work.

The second half of the century brought with it the trussed beam bridge destined to remain a classic for nineteenth century railways. Growing recognition was given to its advantages over the arched type as well as over the plate girder type (lighter, fewer rivets, better scope for design...), while it was also found more suited to the new demands made by rail traffic; once saturation of lines in the plains was reached, the higher ground had to be faced and for designers this meant viaducts on tall piers. The problem was brilliantly solved by a long series of them built for the Swiss railways — such as the Grandfey viaduct over the Sarine (1857) — followed later by Eiffel's viaducts for the railways in the Massif Central — La Bouble, Bellon, La Sioule, Neuvial — all built between 1867 and 1869. However, when iron was replaced by steel, and after execution of several large-scale works, like the heavy cantilever bridge over the Firth of Forth by J. Fowler and B. Baker in 1883-90, the metal beam bridge was relegated to small and medium span applications, in both the trussed version and, later, when welding was introduced, in the plate girder version.

In the case of the welded plate girder type with continuous beam an episode occurred which, though of no particular importance as far as concerned span or technological performance, was nonetheless worthy of note if its wider context is considered. This has to do with Roosevelt's public works project for which the Tennessee Valley Authority was set up in 1933. This was a federal body instituted to carry out planning and reclamation work in the great valley of the turbulent Tennessee — *running through part of Virginia, North Carolina, Georgia, Tennessee, Alabama, Mississippi and Kentucky — which, with its flooding, land erosion and power of devastation, was a hindrance to the well-being and progress of this thickly-populated region which covers 40,910 square miles (41).* The purpose of this project, one result of which was creation of fifteen thousand miles of navigable waterways — by construction of dams, artificial lakes and canals — did not only aim at solving the hydrological problems of the area, but included more general kinds of planning such as realization of river ports, factories, warehouses, electric power stations, offices, etc. The anything but secondary role assigned to formal suitability, and the way the works carried out would fit into the landscape, gave rise to fruitful collaboration among engineers and architects: *The (...) points that struck me most forcibly were, first, the way in which the dams and power houses have been designed in relation to their surroundings, so that they form a unity with the landscape and enhance its interest and beauty, instead of standing out, like so many nineteenth-century utilitarian constructions, in gross and defiant conflict with the natural environment (42).* These words of Julian Huxley's could also be applied to the long series of metal bridges which, from the 30s onwards, contributed, by their characteristics of clarity, simplicity and rigorous design, to achievement of such a high level of human landscaping in the Tennessee Valley.

A sight which has become part of the communal memory, of the mental scenario of millions of people (43), is the suspension bridge, certainly the best known among modern bridges. The first iron bridges were suspended and generally consisted of wooden footways hung from iron chains; about halfway through the last century

these bridges appeared both in England, where frequent winter flood levels made piles in rivers inadvisable (there was a series of suspension bridges designed by S. Brown in which the usual kind of chain was replaced by one with flat links, jointed at the ends), and in America where they still could not make the large castings needed for the first arched bridges of cast iron (early in the nineteenth century it was J. Finley who perfected constructional technique in building various bridges).

Chains dominated the first age of the suspension bridge which around 1820 became established as the most normal way of making large-span road crossings; this is confirmed by several important bridges put up in Great Britain (Telford's bridges over the Menai Strait in 1826 and over the Conway in the same year, Brunel's Bridge over the Avon at Clifton built between 1829 and 1864) and on the Continent (the one over the Rhone at Tournon built in 1824 by M. Seguin and another over the Sarine at Fribourg in 1834 by J. Chaley, this latter being at that time the longest in the world with its 271 m span). These structures were generally liable to warping and possessed inadequate aerodynamic stability as was shortly to be proved by the many collapses that occurred in those years. By then railways had definitively established themselves and their need for more rigid types of structures, such as arches and beams, meant that the suspension bridge was temporarily put on one side. Robert Stephenson, who designed the most important railway bridge of that period — the Britannia Bridge — made the following comment when he watched a train crossing S. Brown's suspension bridge over the Tees (1830) during opening of the Stockton-Darlington line: *I do not think that railway bridges can be constructed on the suspension bridge principle; we have one at Stockton and it was in an alarming condition. (...) When the engine and train went on it for the first time (...) a wave about two feet high rose in front of the engine almost like a carpet* (44).

Research on the suspension bridge was not however given up in America where, after continuous improvements, a really important one was built. This was John Roebling's railway Bridge over the Niagara (1855). Proving Robert Stephenson wrong, Roebling solved the problem of rigidity by replacing the light decks used until then with a Pratt-type trussed beam 6 m high which he fixed to the supporting structure by a series of oblique stays. This bridge stood up excellently to the stresses created by passing trains as well as to the hard environmental conditions prevailing in the area, and became a point of reference from which to work out the statics and constructional needs of contemporary suspension bridges, continuously improved by the great American bridges put up in the sixty years across the end of the century: from the ultra-famous East River Bridge of Brooklyn (1870-1883) by John and Washington Roebling, with a span of 520 m, to the George Washington Bridge over the Hudson river in New York (1932) by O.H. Amman and C. Gilbert — the first to exceed on kilometer and reach 1068 m in its span — and then the Golden Gate Bridge across the Bay of San Francisco (1933-37) by O.H. Amman, J.B. Strauss, L.S. Moissief and C. Derleth with a span of 1280 m. Following the grand era of the suspension bridge in the United States, events up to this present day — added to the growth of technology throughout the world — have brought in their train ever greater achievements culminating in Akashi Kaikyo Bridge in Japan (now under construction) which, with its 1780 m span, holds the world record.

Among the latest developments in the history of bridge structures, one of the most significant is the increasing popularity of cable-stayed bridges

for which sloping steel cables of very great strength are used as the main load-bearing element forming, together with the metal or prestressed concrete deck, a kind of highly rigid trussed structure. Based on the suspension bridge, which in some cases made use of secondary stays alongside the usual vertically hanging cables, the cable-stayed bridges have only recently assumed a clearly defined static physiognomy marking them out as a type on their own: as built today, the cable-stayed bridge appeared for the first time in Germany after the Second World War as part of a plan for rebuilding the many bridges destroyed by military action. Their invention was therefore the result of a situation in which necessity combined with limitations (especially in the lack of raw materials) led to studies from which a new structural type emerged. Since then their position has been consolidated, evidence of this being the frequent use made today of this type especially for medium spans of up to 300 m. Apart from the German bridges, examples can be seen in the Bridge over the Seine at Brotonne (1977) designed by J. Muller, the Bridge over the Columbia river at Pasco-Kennewick, Washington, (1980) by F. Leonhardt and, in Italy, the Bridge over the Arno in Florence (1978) by F. De Miranda. Alongside this kind of application however its evolution is proceeding towards a range of spans hitherto considered as belonging to the suspension bridge; in their design of 1969 for a cable-stayed bridge over the Strait of Messina, F. De Miranda and F. Leonhardt proposed a span of 1300 m, extended in a later version to 1800 m.

Though for several years past the use of new materials such as plastics and aluminium has been discussed for applications in civil building, it may be said that up to now modern bridge building has continued in its use of reinforced concrete, both the ordinary kind and prestressed. Both concrete and iron, known as far back as Roman times, have always been used in bridge building separately; their combined use is however, relatively recent: only towards the middle of the last century, when it was thought that the presence of iron bars sunk into the mixture would improve the poor tensile strength of concrete, did the history of reinforced concrete begin. Within the course of a few decades, after an initial period of pioneering work (mention may be made, among the patents taken out by the French inventor J. Monier, of the one for an arched reinforced concrete bridge of 1873), the new material received recognition for design purposes, certified by the first official Prussian standards in 1903 and by the French standards in 1906.

François Hennebique was one of the most significant personalities of this initial period. When still very young he began work as a builder, wasting no time to discover the importance that reinforced concrete would have. Entirely ignorant of the doubts that afflicted the academic world concerning the joint use of such heterogeneous materials, within a few years he founded his own business working out a complete constructional method in which floors, beams and pillars were all of reinforced concrete: *Like the British engineers in the first half of the nineteenth century, Hennebique had had no schooling. Born in the country he grew up on building sites and never became a builder who knew Latin. He did learn about capitalism, however. An entrepreneur in the etymological sense of the word, he practiced empiricism, speculating with his mind and his money on the behaviour of materials in use* (45). His name must therefore take its rightful place in the history of reinforced concrete; in 1894 he built a railway bridge at Viggen in Switzerland (2.4 m span), in 1898 a footway at Esternay in France (15 m span), in 1899 another two bridges in France — Perpignan (15

m span) and Chatellerault (three arches the middle one of which already reached a span of 50 m), and lastly in 1908 the Ponte Risorgimento in Rome, the first concrete arch to reach a span of 100 m. *The aesthetic arguments put forward by Hennebique are very soundly based; he brings out the "monolithic nature" and hence the stone-like quality of reinforced concrete in order to apply the rules of composition and decoration used for conventional stone work. In other words reinforced concrete applied to architecture strengthens the tradition* (46); while the spread of reinforced concrete throughout the world is due to Hennebique, whose company had become an empire by the turn of the century, it must be noted that the most original research was done elsewhere. Especially in the field of bridge building, of more interest is the work of Eugène Freyssinet who designed a series of very low arches for construction in concrete (reinforced or not) like those at Prairéal-sur-Besbre in 1907, at Veurede on the Allier in 1911, at Villeneuve-sur-le-Lot in 1914-20. These designs owed much to the technique of prestressed reinforced concrete. For the purpose Freyssinet in fact worked out a new method of removing the scaffolding: by means of a number of jacks placed at the crown he transferred uniform compression to the arch — herein lay the idea of prestressing — which being thus raised by an inch or two made it easy to take down the scaffolding. Then followed the great bridges of Saint-Pierre du Vovray in 1922 (132 m span) and of Plougastel on the Elorn in 1924-30 (three arches with spans of 172 m).

The most significant contribution was that made by Robert Maillart one of the greatest designers of the century whose bridges were generally built of reinforced concrete. His arched bridges aroused very wide interest after their "discovery" by Siegfried Giedion and Max Bill in the 40s, after his death. During his lifetime Maillart's designs were systematically opposed and for the most part had to be built in remote areas of the Swiss Alps, *where they could be constructed at a much lower cost than that necessary for other types and, what was equally important, where relatively few people would see them* (47). Critical review made a "case" out of Maillart leading to debate and comparisons between his work and contemporary research by the avant-garde of figurative abstract art. In actual fact Maillart showed no interest in matters outside his specific line of activity and seemed rather to want to carry forward his engineering work as far as he could; though his expressive effects rise to exceptionally high levels, he does not appear to have sought them as something apart from his technical research: *Maillart's most elegant structures are simply engineering structures par excellence and not mysterious art forms immune to calculational analysis* (48). The novelty of his work lies principally in the expression of a vitality, seen in the whole of his structural design and recognisable in a new vision of the statics of bridge building. Any parallels should therefore be sought rather in the tradition of the great bridge builders; as Roebling had done with the suspension bridge, so did Maillart, when faced with the problem of combined action among the elements forming an arched bridge (arch itself, deck and transverse walls), realize that only by making the deck rigid would it be possible to relieve the arch of bending stresses that result in an imperfect structural response, and by designing an entirely new kind of bridge — the deck-stiffened arch (better known as a "Maillart bridge") — make feasible the construction of what have been called the *first pure arches in the history of architecture* (49). In addition to the stiffened deck type, his most original contribution to the art, Maillart also designed several triple-hinged arched bridges, transforming the tympanum — as Telford had already done — from a mere baffle into a

structural element thus using for purposes of resistance a box-shaped cross section (consisting of the two tympana, the arch and the deck) much more effective than the traditional open cross section. The first type may be seen in the bridges over the Valtchielbach at Donath (1925), over the Landquart at Klosters (1931) and over the Schwandbach at Hinterfultigen (1933), the second type being represented by the bridges over the Inn at Zuoz (1901), over the Rhine at Tavanasa (1905) over the Salginatobel at Schiers (1930) and over the Arve at Vessy-Genf (1936), all in Switzerland. After Maillart's time the reinforced concrete bridge entered a phase of maturity, its fields of application steadily widening and replacing both the traditional stone arch and, especially in the medium span range, the steel bridge as is shown by the very great number of arch and beam types built from the 30s onwards. Finally, the spread of prestressing techniques (50) accompanied by progress in processes of execution and calculation as well as by improved mechanical characteristics of materials, has all meant that in the last few years beam spans have reached lengths five times, and arch spans four times what they both were at the beginning of the century (51) even if many bridge designers lament the fact that structural forms are becoming increasingly duller (symptomatic in this connection is the gradual disappearance of a classical shape like the arch), and also the further fact that in design economy so little attention is now being paid to architectural and, more generally, to environmental considerations.

(For references and notes cf. the Italian text).

Bridge architecture, or form independent of structural commitment

Gian Paolo Valentini

A controversial identity

The history of bridge constructions consists of a chronological series of modifications of projects in relation to the operational techniques adopted, the materials used, and the circumstances of the site.

Much more detailed and complex is the interpretation to be given to architectonic motivations and rationale as they bear on the environmental and formal components concurring in the definition of the project as a composition or recomposition of its forms beyond the structure itself, factors which establish cultural identities and analogies considerably removed in time. But as long as engineering is not assigned a role and, consequently, an area of competence, and as long as that field of competence is not recognized as a disciplinary culture ambiguously parallel or complementary to architectural culture (for both disciplines can contribute to the realization of the same constructional event) the construction of bridges must be considered mainly the fulfilment, without mediating agencies, of a state of necessity — that is, of the material and instrumental benefits that promoted such work to begin with.

Historically, before the 16th century nothing has been found in writings or works that would tend to establish an explicit relationship between static execution and formal structures. Vitruvius probably did not consider it of any great importance to write anything about the construction and even less about the architecture of bridges.

Therefore, one can only suppose that in Roman times, even in urban surroundings, bridges were considered merely the utilitarian trappings of the street network, to be proposed with characteristics consonant with the figurations and perspectives of the structures normally found in any public place.

Palladio, however, clearly perceived the importance of the structural problem and he critically examined a few procedures followed in the construction of wooden bridges, whose network of connexions and supports is derived from the age-old experience of trusses, while the problem of form is virtually ignored or is resolved at the very moment that the static design is carried out. *The bridges to be built should be solid and supported by big strong beams, so that there is no danger of their breaking because of the frequent passage of persons and animals and the weight of the baggage waggons and artillery of troops passing over them; or risk that they might be ruined by floods or by the full tide of the waters* (A. Palladio, *I Quattro Libri dell'Architettura*). But the specificity of these structures cannot be transferred to those of walling, in which the great bulk of the thickness and of the visible surfaces suggests second thoughts not only of a descriptive nature, for that matter solved by the joints of the ashlar, but of a more significant kind, which Palladio assigns to superstructures of niches and statues and continues, in the Rialto bridge, with colonnades and tympana. Evidently the static behaviour of a structure is still known only as a condition of inert support at the base of the walling above, while still unknown is the behaviour of the materials under the stress of the forces acting on them.

The relationship between structure and form is restricted to the simplified relations between support, considered rather like a semifinished product, and purposeful investiture, considered instead a plausible approach to the codified repertory of environmental description. Similarly, as long as the structure has not been calculated and validated by the doctrines of scientific institutions (though it is considered reliable in so far as it is a variant or replica of preceding

constructions) it responds only to the internal logic of the operational process (in the Middle Ages, for example, it was customary to restore again and again defensive walls and bridges demolished during military operations or seriously degraded by the elements).

Not even the variables introduced by the materials, the place, and the original customs regarding constructing seem to have changed for many centuries the accepted fact that the bridge is a construction which fulfills a utilitarian function — that is, it favours communications by land, just as canals favour those by water. The designing of bridges was seen in all its complexity and richness of technical content when, in the course of the 18th century, the new bases were laid for scientific thought, which was to lead to a series of innovations in the technology of production and to profound cultural changes.

Building, in particular, tended more and more to include a much wider area of operations in which much more scientific processes could be applied to construction projects.

The result was that the limits of the disciplinary competence of architecture were marked off not by the alternative but by the partly substitutive limits of engineering, which controlled the construction of machines and of utilitarian structures, and these were more and more being taken out of the hands of architects, along with the great urban and territorial infrastructures, such as bridges, viaducts, roads and canals, ports and dams.

In this century, during which a fundamental change in the history of European societies has come about, it has become indispensable to seek out and acknowledge the cultural and operational role of architecture.

Thus the academic, erudite, and doctrinaire limits of architecture were discovered and authoritatively maintained, up to the first half of the 19th century, within the barriers of historical culture, so that any construction job regarded as utilitarian, with little or no representational content, was deliberately relegated to the engineering field.

But running counter to this conservative attitude was the concrete reality of a new outlook in town-planning which tended to set up service structures (street networks, water supply and disposal, artificial light), with techniques of construction derived from more and more systematic and analytic planning procedures (involving materials and components), leading to the foundation of higher polytechnical schools, and the publishing and circulation of manuals which drove the engineer's work towards autonomous planning in the confidence that numerical calculation, because it is an objective procedure, is the only, the most rational, and the economic answer to all requirements of construction.

Already in the 18th century the scientific revolution and the spread through materialistic culture of Galilean "time" (time as an objective and linear succession of instants) contributed to the establishment of scales of values and countable parameters in the revolution then in course in economic mechanisms.

In fact, unity of time as an instrument for measuring efficiency and profit in production and as an estimate of the distances between commercial terminals relaunched the idea of easy means of transport and communications. In this picture, the permanent bridge took its place as the point of conjunction or articulated connexion between the main lines of long distance journeys, whereas until that time, more often than not, travellers had to put up with fords and ferries.

Road and bridge-making, then, became a sufficiently generalized activity to be organized on a grand scale over the whole territory under the central public authorities. Another secondary benefit was that it facilitated the strategic movements of troops (many stretches of roads, since

the Middle Ages, were still private property and the crossing of bridges or the use of ferries were subject to a toll).

In order to guarantee the upholding of technical standards (the history of bridge building runs parallel with the history of their collapses) university-level polytechnical schools were instituted for the training of specialized personnel, as had already been done in France with the organization of the Corps des Ponts et Chaussées. Thus, the year after the founding of the Ecole des Ponts et Chaussées in Paris in 1747 saw the establishment of the Ecole des Ingénieurs for officers of the Corps of Engineers at Mézières and, in 1794, the Ecole Polytechnique; these schools were followed by the Polytechnics of Prague in 1806, of Vienna in 1815, and of Karlsruhe in 1852.

The foundation of these polytechnical schools was an answer not only to the need to provide efficient supply and transport organizations but also to the specific contents emerging from the new culture of science and its applications in the area of machines and buildings. Corresponding to these developments in science, in fact, were the laws of mechanics and of the science of construction (physical principles underlying the laws of proportionality, flexure and the neutral axis, analytical calculus, and stability, as handed down by Hooke, Mariotte, Parent, Bernoulli, Coulomb and Navier), whereas by the use of descriptive geometry and by applying the decimal metric system to all forms of measurement, tridimensional representation became possible, as well as the communication and worldwide knowledge of the technical details of a construction project during a period of fundamental changes in production processes and in the operational practice of the building system.

These are the premises of the fundamental change in the history of construction, premises which determine the dualism, in this area of planning, between "engineers" and "architects", excluding or contributing to the concept of architecture technical contents which widen the conventional unitariness of the contributions made by cultural and humanistic as well as formal and environmental service. The development of the sciences and their applications, however, led in the direction of precise and controlled specificity of technical content, and this in turn to explorations of the rationale behind certain structural choices and to the stimulation of experimentation.

Therefore the extension of the engineer's area of competence entailed a restriction of the architect's: from operations limited to the construction of roads, bridges, and canals, the engineer's activities soon expanded with complete independence to include the building of markets, railway stations, fair pavilions, trade centres, and anonymously styled factories for industrial production.

Since Jean Rodolphe Perronet, the builder of 18th century urban brickwork bridges, a man still harnessed to the dialectics of Classicism, and since Abraham Darby III, a foundryman who expanded the range of his production to include the construction of the first cast iron bridge, the building of bridges has developed along the lines of the new relationship, established in the 19th century, between "utility" design and capitalistic modes of production.

Now the superior quality of the results of a "structural" approach are evidenced in the simplification of procedures, the division of labour, and the serial continuity of the components, which have all brought about the complete cancellation of preceding architectural codes.

On the other hand, while the bridge is an age-old product, its past is devoid of any archaeology and lacking in sufficient testimony to be culturally confirmed on the basis of its models, whereas it can be coherently utilized by applying the resources offered by structural

analytical calculus and by the new materials now available.

Closer and closer intervals are proposed in order to obtain greater distances between the supports (the 1298 metres of the Verrazzano Bridge in New York are surpassed by the 1330 metres of the bridge over the Strait of Messina), also demanded are load-bearing potentials scaled to growing dynamic loads (in the 19th century, the railways; in the 20th, also massive transport vehicles); static behaviour in relation to techniques of production used for materials (from cast iron to steel and from reinforced concrete to pre-stressed concrete) and to their proper use (for example, in metals, the methods of connexion; and in reinforced concrete, the methods of caissoning).

Although conceptually one can list three types that dominate the structural system, namely the chain under stress, the compressed arch, and the girder, nevertheless every bridge represents a single and unrepeatable experience in planning, which involves the calculator in a highly professional operation.

There is a mistaken belief that the structural approach is absolute, that it cannot be modified or in any way altered, and that since it comes from calculation it is objectively exhaustive; this illusion may have originated in the tendency to restrict the field of planning to a technological approach without considering that *the details involved are infinite, and that no hard-and-fast rules can be applied* (Palladio).

The operational mechanisms of the bridge were proposed again and again with various original solutions, creating a series of problems in planning, poised between replicas with variations and innovations just this side of prudence and safety, and arousing in the author a vocational bias towards "a place centre-stage" bound up with the purported "authenticity" of the project itself inside the myth of science, technology, and operational efficiency, which liberated it from its subjection to architectural problems considered superstructural.

From Perronet and Thomas Telford, who acted as officials in "civil" engineering constructions, to engineers of the 19th century like Robert Stephenson and Gustave Eiffel, who worked with both public and private commissions, down to the great calculators of the 20th century, such as Robert Maillart, Pier Luigi Nervi, and Riccardo Morandi, the professionals of calculation, the transformation in the identity of a bridge went hand in hand with that of the author, the interpreter of axioms considered irrefutable. But an interpretation of the vast and age-old production of bridges is hardly possible without reference to their time and place, that is, to the societies within which these constructions took place.

Circumstances and relationships external to calculus alone widen the sphere of implications of a project, but above all the type of cultural acquisitions which can be indicated as concomitant relations or connexions: the relationship with the natural or constructed environment; the relationship with the historical-cultural, social, economic and production context; the relationship of the structure (its statics) with its function, material, and technology; and the relationship of the structure with the design of the form.

But then in the search for its identity with these instruments of interpretation, one discovers figurations, qualities, and a multiple repertoire of idioms inside a sort of inborn dialectics in which such factors as utility, statics, and structural commitment are compared with the physical realities of the site, the scientific realities of the project, the reality of natural events of the place, and finally with a reality of figuration derived, as usual, from contents which, despite age-old cultural differences, are seen to have an elective affinity.

Bridging to enhance true values of the environment

Lucio S. d'Angiolini

When I was asked to write about bridges from the point of view of urban planning, they said nothing about which kind of urban planning was meant; architectural magazines devote much space to the kind that contemplates the environmental image or certain significant centres of community life: Piazza del Campo in Siena, the main square of an English new town of the 60s, the higher city at Bergamo, the maze of small streets in a garden city of the early 20th century. At this level the many ancient bridges whose fine architecture and historical values call forth our emotions must of necessity include the Rialto bridge in Venice, Ponte Vecchio or Ponte Santa Trinita in Florence, Ponte Sant'Angelo or Ponte Milvio in Rome or — limiting examples to this country — the cable-plus-current driven ferry boat dating back to the 15th century, still started by hand and still plying to and fro across the Adda at Imbersago.

But the theme of bridges at "micro" urban planning level was not what they had in mind even if the splendid imagery it offers has been an inspiration to much of my design work in the past; clearly they wanted the subject treated from the "macro" angle and in so doing I shall advance a single concept.

In pre-history, but later in historical times as well, coastal traffic penetrated inland via river mouths, working its way up either on the water or over dry river beds (a mode of entry used in Calabria, for example, after ruin overtook the ancient Via Popilia during the Middle Ages, centuries later rebuilt by Joachim Murat). First fords then bridges marked the stage following simple up-river penetration (though examples of it still exist in Africa and in Amazonia). Pathways across the valleys — climbing mountain crests between one lateral valley and the next, or leading right over the main dividing range as did the Isthmian Ways in Magna Grecia, up from the Ionian Sea and down to the Tyrrhenian — were those connecting the civilization of one valley with that of another; the inter-valley roads, with their trade in obsidian and amber, were the forerunners of routes built by the ancient Romans, even of some present day roads through central and northern Europe. Without fords and bridges these roads would certainly never have been built. Though on a different scale, so may similar importance be attached to relations achievable, despite physical obstacles, between one urban facility and another, between two parts of the same city, between two human settlements. Considered from this standpoint the Bridge joining Buda to Pest was certainly designed to link two communities, but what difference in concept is there between the Bridge across the Bosphorus and the under water tunnel now being built to allow Shinkansen, the fast intercity train, to link the two biggest islands of North Japan? What difference is there between the road and rail tunnels joining Como to Chiasso and the road and rail dyke bridge crossing Lake Lugano between Chiasso and Lugano itself?

In spite of orographical barriers and the presence of a State frontier post, the Monte Olimpino tunnels in practice join the two towns of Como and Chiasso in much the same way as did the first bridge between Buda and Pest. For that matter the second underground rail line brings the Milan Polytechnic closer to the Science Museum on the other side of the town (a proximity certainly more useful were the Museum better able to fulfil its teaching function). On a different plane, an underground rail network creates an urban structure totally different from any attainable above ground. Its presence establishes new vicinities. Indeed it could be

said that only by visualising and accepting this kind of "bridging" will it ever be possible to deal with the complex design problems of modern cities.

In whatever form it takes, "bridging" is an engineering artifice for establishing proximity, for overcoming physical obstacles (even for avoiding interference with the fabric of old city centres), able in many cases to ensure visual continuity between two areas which this artifice connects.

Because if we agree that only an unprejudiced attitude towards "bridging" in the widest sense can solve design problems of the urban environment — providing new and separate communication networks, new accessibility, perhaps

even avoiding interference with ancient routes — we must also agree that another important requirement is that an urban layout should be immediately clear, one that the newcomer can negotiate without difficulty.

Just as the road designer makes use of "active" signposting, of outstanding landmarks visible on arrival (a tower overlooking a certain square, the highest point of a cathedral or, at night, a greater concentration of street lighting showing where the centre lies) so should the urban planner make this same rule his own; increasing accessibility to monuments and their surroundings this rule is likened to Carlo Cattaneo's oft quoted admonition: *A city must appear in its best and truest guise.*

In other words, if favouring social contact and activity, any engineering artifice is acceptable so long as it ensures visual continuity — the primordial need of animals to control their habitat — so long as the many-sided significance of physical vicinity in built-up areas is in this way made immediately clear, satisfying the needs of a better quality of life.

Like the viaduct or the overhead railway, seen from this point of view the bridge is an engineering artifice which, if indeed it succeeds in its aim, offers the advantages of visual continuity, allowing each and all to enjoy an unbroken view of their surroundings.

Français

Sommaire

Divagations à propos du lieu historique et de la fonctionnalité du pont *Guido Canella*

Technique et typologie du pont *Fabrizio De Miranda*

Pour une histoire des ponts *Riccardo Pefano*

Tableaux: 9. Entre deux rivages 10. Firmitas, utilitas, venustas 12. La "tellus stabilita": type unifié et techniques locales 14. Moyen Age: la ramification fortifiée 16. Moyen Age: le pont-maison 18. Renaissance: intuition, expériment, règle 20. Rialto: lieu et invention 22. Renaissance: ordre architectonique et ordre structural 24. XVIIIème siècle: la domination des forces 26. XIX-XXème siècle: les épigones de l'arc en maçonnerie 28. Révolution industrielle et charpenterie métallique 30. XIX-XXème siècle: vers une technologie universelle 32. XIX-XXème siècle: la poutraison en fer 34. XXème siècle: évolution de la poutraison en fer 36. XXème siècle: la suspension sur de grandes lumières 38. XXème siècle: le pont suspendu métropolitain 40. XXème siècle: l'économie du haubannage 42. XXème siècle: béton armé entre continuité et innovation 44. Freyssinet/Maillart: spéculation et "oeuvre d'art" 47. Au-delà de la nature des matériaux: la précontrainte (extraits de G. Albenga, L.B. Alberti, A. Averlino, W. Barclay Parsons, G. Dalfiume, S. Deswarte, F. di Giorgio Martini, J. Fleming, A. Foscarini, V. Franchetti Pardo, E. Freyssinet, R. Gabetti, P. Gazzola, J.W. Goethe, H. Honour, I. Insolera, B. Lemoine, F.D. Klingender, Leonardo da Vinci, R. Maillart, E.B. Mock, R. Morandi, V. Nascé, I. Nono, A. Palladio, J.R. Perronet, N. Pevsner, A.M. Ripellino, J. Roebing, J.B. Rondelet, T. Ruddock, D.B. Steinman, E. Viollet-Le-Duc)

L'architecture du pont ou bien la forme au-delà de l'engagement structural *Gian Paolo Valenti*

Tableaux: 50. La structure précaire 51. Echange et addition urbaine 52. L'urgence logistique 53. Superstructural et monumental 54. La forme entre objectivation et expression 55. Idéologie du constructivisme 56. Absolu structural et raison du projet 57. La continuité interrompue et l'image ininterrompue 58. Le pont nié 59. L'occasion du milieu (*Gian Paolo Valenti*)

Faire ponts aux justes valeurs du contexte *Lucio S. d'Angiolini*

Tableaux: 61. Dans le circuit du Randstad 63. La formation de la ville sur le fleuve (*Giovanni Tacchini*)

Tableaux: 64. Londres: aux confins entre City et port 66. Paris: le carrefour route-fleuve 68. Paris: ponts et enclaves 70. Allemagne: ingénierie territoriale et tradition architectonique 72. Moscou 1938: système des ponts et décor urbain 74. Italie XVIIIème siècle: ponts-monuments et longs embranchements 75. Turin: de la viabilité militaire à la viabilité industrielle 76. Venise: discontinuité naturelle et continuité artificielle 77. Rome: le grand nombre de bras d'une capitale 78. Italie unitaire: flux régionaux et flux nationaux 79. Le Détroit: intégration italienne ou perspective méditerranéenne (par *Heidi Hansen* et *Angelo Torricelli*)

Divagations à propos du lieu historique et de la fonctionnalité du pont

Guido Canella

Vendredi 20 juillet 1714, à midi le plus beau pont de tout le Perou se cassa, en faisant précipiter cinq voyageurs dans l'abîme sous-jacent. Ce pont se trouvait sur la grand-route entre Lima et Cuzco, et des centaines de personnes le traversaient chaque jour: il avait été tressé avec des joncs par les Incas plus d'un siècle avant et tous ceux qui venaient visiter la ville étaient toujours amenés le voir. Il était formé d'une simple échelle de feuilles fines, suspendue sur le précipice, avec des balustrades de lianes sèches. (...) Frère Ginepro croyait que pour la théologie le moment était arrivé depuis longtemps de prendre place parmi les sciences exactes et il avait décidé d'effectuer ce passage. Jusqu'à ce jour-là, il lui avait manqué le laboratoire, mais les exemples n'avaient pas manqué: un grand nombre de ses pénitents avaient connu des calamités: piqués par les araignées, touchés aux poumons, on leur avait incendié les maisons, leurs enfants avaient été frappés par des malheurs qu'il est répugnant d'imaginer. Cependant ces cas de douleur humaine n'étaient jamais complètement aptes à la recherche scientifique. Il leur manquait ce que plus tard nos savants devaient appeler un contrôle adéquat. Les malheurs avaient dépendu, par exemple, des erreurs humaines ou ils avaient contenu des éléments de probabilité. Au contraire, la ruine du pont de San Luis Rey était un véritable Acte de Dieu et elle offrait un laboratoire parfait. Enfin l'homme pouvait y surprendre Ses intentions à l'état pur.

de Thornton Wilder, *The Bridge of San Luis Rey*, 1927

En traitant le sujet du pont les architectes qui écrivent — comme les historiens de l'architecture (et non seulement ceux qui sont de part rationaliste) — sont pris d'habitude par un scrupule insolite pour les sciences exactes, comme si le pont rentrait dans la catégorie essentiellement instrumentale de l'"ingénierie pure", ainsi qu'un barrage ou qu'un égout. Par conséquent, quand le thème n'est pas habilement évité, ils se limitent à le traiter selon les manières d'une interprétation toute technologique, du type pour lequel la technique est plus liée à l'équation *architecture=structure*.

Pour cela, tout en risquant de divaguer fantastiquement et peut-être paradoxalement, nous voudrions ici rappeler les réflexions suggérées par la discussion d'une thèse de diplôme à propos des Ponts Maillart: thèse soutenue à la Faculté d'architecture du Polytechnique de Milan par l'ingénieur Riccardo Pefano, rapporteur le professeur Mario De Micheli, devant une commission où prévalaient les architectes (avec peu d'exceptions, parmi lesquelles la présence influente en matière de professeur Fabrizio De Miranda).

Rassurés par les témoignages de spécifique compétence structuristique, qui a été ici déjà explicitée par généalogies typologiques en série historique — une claire synopsis consacrée aux architectes —, nous nous limiterons à évoquer le sujet du pont par allusions, toutes intuitives et peu vérifiables, à propos de sa territorialité véritable.

L'évolution typologique du pont est souvent employée pour traduire en paradigme le degré de progrès et l'extension qui ont été atteints par les différentes civilisations: différemment de

2 (ici 14)

4

8

48

60

80

l'architecture, sa technologie semble exclure les éléments de sa contradiction intérieure, en exigeant une place dans l'optique de la "culture matérielle" qui est plus instrumentale et exempte de toute "contamination" artistique, c'est-à-dire dépourvue d'entrelacements contextuels, allusifs et irrationnels. En effet, on peut remarquer que le détail décoratif, quand il est présent, jamais comme dans le pont apparaît superstructural (et cela arrive même pour des époques qui ont le culte de la décoration).

Il semble, alors, que la tâche essentielle et univoque du pont consiste à faciliter le passage entre deux entités territoriales qui autrement seraient séparées, presque avec le même caractère péremptoire avec lequel en géométrie élémentaire on affirme que le parcours le plus bref entre deux points est rectiligne.

Le pont, donc, comme multiplicateur de l'accessibilité, de la communication, de l'échange aurait secondé de façon décisive ces flux pendant le cours des époques, physiologiquement par rapport à l'expression de la civilisation.

Est-ce qu'il existe des contradictions possibles à ce propos? La civilisation grecque, berceau de la culture occidentale des échanges, n'a pas été conditionnée par les obstacles naturels: au contraire, son continuel changement d'état entre terre et eau semble avoir encouragé sa propension à s'aventurer et à s'implanter loin: que l'on pense aux ramifications insulaires et aux nouvelles rives de Magna Grecia que cette civilisation possédait.

La stabilisation romaine — où le pont n'est pas seulement un moyen, mais il devient aussi le véritable symbole de progressives prises de position — apparaît, au contraire, comme une civilisation fortement focalisée sur l'Urbe.

Pendant tout le Moyen Age il semble que le pont se rabougrisse, dans son signifié de civilisation, jusqu'à s'intégrer dans un ensemble fermé, de sorte que son rayon d'influence plus limité et sa régression structurale ont été interprétés

comme les effets d'un marché essentiellement local.

(Au contraire on sait que justement pendant le Moyen Age ont commencé à se développer les premières formes de capitalisme, libérées sur les itinéraires au long cours des marchands, vers les foires de la Vallée du Pô, de la Vallée du Rhin, des Flandres, de la Champagne, même d'Outre-Manche; des itinéraires visés donc au cœur de l'Europe, mais jamais inhibés par les hasards transversaux). A partir de la Renaissance, la formation de véritables économies d'état a relancé l'importance du pont. Mais il faut remarquer que son emploi allait consolider surtout le cadre de relations intérieur à la ville-capitale. Ce cadre était destiné à exceller jusqu'au dix-huitième siècle: jusqu'à la conscription, à l'équipement et à l'armement articulé des grandes armées nationales, prémisses non secondaires à la Révolution industrielle et au transport ferroviaire. Ce n'est pas que pendant cette période le pont n'ait pas contribué à encourager les flux continentaux, mais il a pu y contribuer tout en restant surtout un intermédiaire du cercle urbain, tendu constitutionnellement à la connexion et parfois à la construction de connectifs fonctionnels, homogènes ou complémentaires. Cela arriva pour les villes chef-lieu (que l'on pense, entre autres, au pont-maison du Moyen Age et au corridor de la Renaissance), mais aussi pour les villes-centre commercial (que l'on pense à Venise et à Amsterdam, villes implantées sur un système insulaire qui en étendait au maximum le front de cale). Dans la ville-centre commercial le système des ponts assurait continuité et promiscuité à ces lignes équipées très particulières (qualités indispensables à la réception et à la projection à longue distance).

En revenant à l'époque moderne, on pourrait aussi induire que les séparations artificielles et naturelles, loin de séparer, développent les connexions et les rapports circulaires. Cela est arrivé pour les percements isthmiques de Suez (1869), de Corinthe (1893), de Panama (1914);

tandis que les grandes liaisons prévues sur les détroits de la Manche, de Gibraltar, de Messine ne modifieront pas les assiettes de contexte continental, si non pour une plus grande fluidité de relations, par rapport à ce qu'ils sont déjà consolidés par les ferries (comme le pont réalisé sur le Bosphore prouve).

D'autre part les plus importants ponts américains de grande ouverture ne servent-ils pas surtout à rapprocher au cœur de la ville des prises de position parsemées sur d'autres rives mais déjà liées à ces villes?

Il nous semble que cela est saisi avec finesse par la contribution de Lucio d'Angiolini dans cet effet de *faire pont*, opérant indépendamment de la présence de la construction proprement dite. On pourrait même en déduire comme il est digne de foi de présumer que l'Europe peut prétendre (et elle va assumant avec peine) des caractères communs de civilisation en montrant de plus en plus — quand on veut des ponts — la précarité des limites implantées sur les *discontinuités* physiques et même ethniques. Au contraire, il est drôle de remarquer la persistance de lignes de plus grande inaccessibilité le long de certaines *continuités* étendues, mers et grandes plaines, où des excursions plus intermittentes n'ont pu déposer une culture d'implantation. Peut-être n'est-il pas hasardé, alors, de pronostiquer un futur plus "habitable" de la typologie du pont protendu, outre que sur les grandes ouvertures, à reconquérir des viaducs d'une nouvelle praticabilité urbaine, après le régime de séparation induit dans les villes par les étendues occupations industrielles. Cela pourrait conjurer bien plus efficacement que la conservation à outrance, le critère, aujourd'hui presque exclusif, de la restructuration fondée sur le prétexte tertiaire; on pourrait rattacher organiquement la ville à son plus vaste rayon de gravitation naturelle; on pourrait rendre au pont ce *pathos* architectonique, et authentiquement structural, qui a été dispersé pendant la longue parenthèse d'utilitarisme technologique.

HINTERLAND

anno 8 numero 33-34

I-II 1985

marzo-giugno 1985

Trimestrale di Architettura & Urbanistica
Quarterly review of Architecture & Urbanism
Revue trimestrielle d'Architecture & Urbanisme

Direttore Guido Canella

Hanno redatto questo numero: Heidi Hansen, Francesca Bonfante, Donatella Braghin. Traduzioni: James Pallas, Patrizia Passamonti, Vivien Sinnott. Copertina: Gianni Sassi.

Redazione:

Via Revere 7, 20123 Milano, tel. 4695222-4695333

Direttore responsabile: Guida Canella

Hinterland, Via Revere 7, 20123 Milano, tel. 4695222-4695333

Tutti i diritti di proprietà letteraria e artistica riservati

Manoscritti e fotografie anche se non pubblicati non si restituiscono

Amministrazione:

Programma s.r.l., Via Revere 7, 20123 Milano, tel. 4695333

Pubblicazione trimestrale registrata al Tribunale di Milano n. 152 del 15/4/1977

Fotocomposizione: Fotocompograf, Via Anguissola 2, Milano

Stampa: Litolega srl, Bresso

Promozione abbonamenti: Programma s.r.l., Via Revere 7, 20123 Milano, tel. 4695333

Abbonamento a 4 fascicoli:

Italia Lit. 24.000

Estero Lit. 36.000 - US \$ 25

Copia arretrata Lit. 6.000

Gli abbonamenti possono avere inizio in qualsiasi periodo dell'anno. Per cambio di indirizzo informarci almeno 20 giorni prima del trasferimento allegando l'etichetta con la quale arriva la rivista.

Distribuzione alle librerie: A. Mondadori, Milano-Segrate

Concessionaria per la pubblicità: RIMA srl, Via Luigi Barzini 20, 20125 Milano, tel. 60722161-683352, telex 334353 Inafor Rima

Ricordiamo che abbonamenti e corrispondenza redazionale vanno indirizzati a:

Hinterland, Via Revere 7, 20123 Milano, telefono (02) 4695222-4695333

In copertina: fotomontaggio con Pieve di Olgiate Olona, XVI sec., e G. Eiffel, Viadotto della Tardes nel Creuse, 1883.

Sommario

Divagazioni sul luogo storico e sulla funzionalità del ponte
Guido Canella

2

Tecnica e tipologia del ponte Fabrizio De Miranda

4

Per una storia dei ponti Riccardo Pefano

8

Schede: 9. Fra due sponde 10. Firmitas, utilitas, venustas 12. La "tellus stabilita": tipo unificato e tecniche locali 14. Medioevo: la propaggine fortificata 16. Medioevo: il "pont-maison" 18. Rinascimento: intuire, sperimentare, regolare 20. Rialto: luogo e invenzione 22. Rinascimento: ordine architettonico e ordine strutturale 24. Settecento: il dominio delle forze 26. XIX-XX secolo: gli epigoni dell'arco in muratura 28. Rivoluzione industriale e carpenteria metallica 30. XIX-XX secolo: verso una tecnologia universale 32. XIX-XX secolo: la travata in ferro 34. XX secolo: evoluzione della travata in ferro 36. XX secolo: la sospensione su grandi luci 38. XX secolo: il ponte sospeso metropolitano 40. XX secolo: l'economia della strallatura 42. XX secolo: cemento armato fra continuità e innovazione 44. Freyssinet/Maillart: speculazione e "opera d'arte" 47. Oltre la natura dei materiali la precompressione (estratti da G. Albenga, L.B. Alberti, A. Averlino, W. Barclay Parsons, G. Dalfiume, S. Deswarte, F. di Giorgio Martini, J. Fleming, A. Foscari, V. Franchetti Pardo, E. Freyssinet, R. Gabetti, P. Gazzola, J.W. Goethe, H. Honour, I. Insolera, B. Lemoine, F.D. Klingender, Leonardo da Vinci, R. Maillart, E.B. Mock, R. Morandi, V. Nascé, I. Nono, A. Palladio, J.R. Perronet, N. Pevsner, A.M. Ripellino, J. Roebling, J.B. Rondelet, T. Ruddock, D.B. Steinman, E. Viollet-Le-Duc)

L'architettura del ponte ovvero la forma oltre l'impegno strutturale
Gian Paolo Valenti

48

Schede: 50. La struttura precaria 51. Scambio e addizione urbana 52. L'emergenza logistica 53. Soprastrutturale e monumentale 54. La forma tra oggettivazione ed espressività 55. L'ideologia del costruttivismo 56. Assoluto strutturale e ragione progettuale 57. La continuità interrotta e l'immagine ininterrotta 58. Il ponte negato 59. L'occasione ambientale (Gian Paolo Valenti)

Far ponti ai giusti valori del contesto Lucio S. d'Angiolini

60

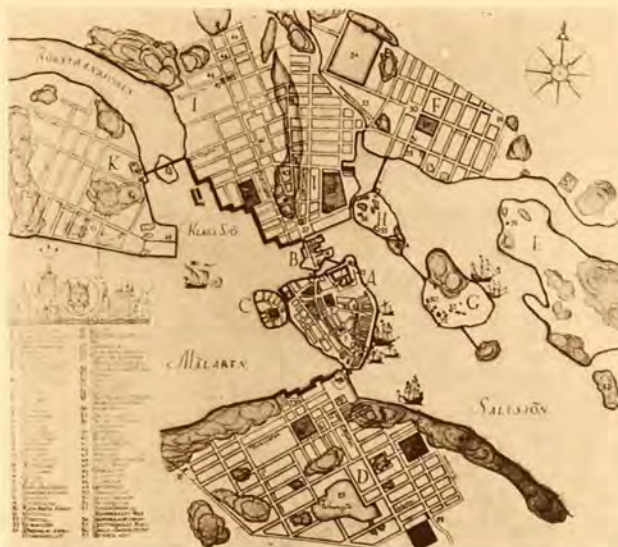
Schede: 61. Nel circuito del Randstad 63. Il farsi della città sul fiume (Giovanni Tacchini)

Schede: 64. Londra: al confine tra City e porto 66. Parigi: il quadrivio strada-fiume 68. Parigi: ponti ed "enclaves" 70. Germania: ingegneria territoriale e tradizione architettonica 72. Mosca 1938: sistema dei ponti e decoro urbano 74. Italia XVIII secolo: ponti-monumenti e lunghe diramazioni 75. Torino: dalla viabilità militare alla viabilità industriale 76. Venezia: discontinuità naturale e continuità artificiale 77. Roma: le molte braccia di una capitale 78. Italia unitaria: flussi regionali e flussi nazionali 79. Lo Stretto: integrazione italiana o prospettiva mediterranea (a cura di Heidi Hansen e Angelo Torricelli)

Libri ricevuti

80

Divagazioni sul luogo storico



1. Veduta prospettica di Mantova, 1575. 2. Pianta di Stoccolma, 1650. 3. Le Corbusier, Piano di Algeri, progetto B per la nuova soluzione della Città degli Affari sul Quartier de la Marine, 1933. 4. H.P. Berlage, Idea per un ponte attrezzato, 1907. 5. B. Taut, "Percorso che conduce alla casa di cristallo nella Valle del Wild-

Il venerdì 20 luglio 1714, a mezzogiorno, il più bel ponte di tutto il Perù si spezzò, precipitando cinque viaggiatori nell'abisso sottostante. Questo ponte si trovava sulla strada maestra fra Lima e Cuzco, e centinaia di persone lo attraversavano ogni giorno: era stato intessuto di giunchi dagli Incas, più di un secolo prima, e chi veniva a visitare la città era sempre condotto a vederlo. Era formato da una pura e semplice scala di lamine sottili, sospesa sul precipizio, con balaustre di liane secche.

(...) Frate Ginepro credeva che per la teologia fosse giunto da un pezzo il momento di prender posto fra le scienze esatte, e da gran tempo era deciso a collocarvela. Gli era mancato, fino a quel giorno, un laboratorio. Oh, non erano mancati esempi: un'infinità di suoi penitenti avevano incontrato calamità: punti dai raggi, toccati nei polmoni, le case incendiate, i figli colpiti da disgrazie che ripugna immaginare. Ma questi casi di umano dolore non erano mai del tutto adatti alla ricerca scientifica. Mancava loro ciò che i nostri bravi eruditi dovevano più tardi chiamare un adeguato controllo. Le disgrazie erano dipese, ad esempio, da errori umani, o avevano contenuto elementi di probabilità. Invece la rovina del ponte di San Luis Rey era un mero Atto di Dio, offriva un laboratorio perfetto. Là finalmente era dato all'uomo sorprendere le Sue intenzioni allo stato puro.

da Thornton Wilder, *The Bridge of San Luis Rey*, 1927 (tr. ital. *Il ponte di San Luis Rey*. Dall'Oglio, Milano 1946, pagg. 7 e 11)

Nell'affrontare il tema del ponte gli architetti che scrivono — come gli storici dell'architettura (e non solo quelli di parte razionalista) — solitamente vengono presi da un inconsueto scrupolo per le scienze esatte, quasi che il ponte rientrasse nella categoria essenzialmente strumentale della "pura ingegneria", come una diga o una fognatura. Sicché, quando il tema non viene accortamente evitato, si limitano a trattarlo nei modi di una interpretazione tutta tecnologica, del genere dove la tecnica è più vincolata all'equazione *architettura=struttura*.

Perciò, a rischio di divagare fantasticamente e forse paradossalmente, vorremmo qui provarci a richiamare le riflessioni indotteci dalla discussione di una tesi di laurea sui Ponti Maillart; tesi sostenuta alla Facoltà di architettura del Politecnico di Milano dall'ingegner Riccardo Pefano, relatore il professor Mario De Micheli, davanti a una commissione dove prevalevano gli architetti (con poche eccezioni, tra le quali quella assai autorevole in materia del professor Fabrizio De Miranda).

Tranquillizzati dalle testimonianze di specifica competenza strutturistica, contestualmente qui già esplicitata per genealogie tipologiche in serie storica — una chiara sinossi dedicata agli architetti —, ci limiteremo ad evocare il tema del ponte per spunti, tutti intuitivi e ben poco verificabili, intorno alla sua territorialità storica.

L'evoluzione tipologica del ponte è spesso impiegata a tradurre in paradigma il grado di progresso e l'estensione raggiunti dalle diverse civiltà: diversamente dall'architettura, la sua tecnologia sembra escludere elementi di sua interna contraddizione, pretendendo anzi una collocazione nell'ottica della più strumentale "cultura materiale", scevra da ogni "contaminazione" artistica, cioè preservata da intrecci contestuali, allusivi, irrazionali. Infatti si può notare come il particolare decorativo, quando pur vi compare, mai come nel ponte risulti soprastrutturale (e ciò perfino in epoche dedite al culto dell'ornamento).

Insomma, il compito del ponte sembra colto essenzialmente e univocamente nel facilitare il transito tra due entità territoriali altrimenti separate, quasi con la stessa perentorietà con la quale nella geometria elementare si afferma che è rettilineo il percorso più breve tra due punti.

Il ponte, dunque, come moltiplicatore dell'accessibilità, della comunicazione, dello scambio avrebbe assecondato in modo decisivo questi flussi durante il corso delle epoche, fisiologicamente rispetto all'espressione delle civiltà.

Esistono contraddizioni possibili in proposito?

e sulla funzionalità del ponte

La civiltà greca, grembo della cultura scambiata occidentale, non è stata certo condizionata dagli ostacoli naturali: anzi il suo continuo cambiamento di stato tra terra e acqua sembra averne favorito la propensione ad avventurarsi, ad insediarsi lontano: si pensi alle propaggini insulari e alle nuove sponde di Magna Grecia che quella civiltà ebbe.

La stabilizzazione romana — dove il ponte, oltre che mezzo, assurdo a vero e proprio simbolo di progressivi attestamenti — risulta al contrario civiltà fortemente accentrata sull'Urbe.

Per tutto il Medioevo, poi, il ponte sembra rattrappirsi, nel significare civiltà, fino a integrarsi in un complesso edificato chiuso, così che il suo contratto raggio di influenza e la sua regressione strutturale sono stati interpretati come effetti di un mercato prevalentemente locale. (Mentre è noto che proprio nel Medioevo hanno decollato le prime forme di capitalismo, liberate sugli itinerari di lungo corso dei mercanti, verso le fiere della Val Padana, della Valle del Reno, delle Fiandre, della Champagne, perfino dell'Oltremania: itinerari dunque puntati al cuore d'Europa, comunque mai inibiti dalle accidentalità trasversali).

A partire dal Rinascimento la formazione di vere e proprie economie di stato ha rilanciato la portata del ponte. Ma è da notare come il suo impiego andasse a consolidare soprattutto l'ambito di relazioni interno alla città-capitale. Ambito destinato a primeggiare fino al Diciottesimo secolo: fino alla coscrizione, all'equipaggiamento e all'armamento articolato dei grandi eserciti nazionali, premessa non tanto secondaria alla Rivoluzione industriale e al trasporto ferroviario.

Non che per tutto questo periodo il ponte non abbia contribuito ad incentivare i flussi continentali, ma ha potuto contribuirvi pur costituendosi soprattutto come tramite di ambito urbano, proteso costituzionalmente alla connessione e talvolta alla costruzione di connettivi funzionali, omogenei o complementari. Ciò avvenne per le città-capoluogo (si pensi, tra gli altri, al *pont-maison* medievale e al *corridore* rinascimentale), ma anche per le città-emporio (si pensi a Venezia e ad Amsterdam, città impiantate su un sistema insulare che ne estendeva al massimo il fronte di scalo). Nella città-emporio anzi il sistema dei ponti assicurava continuità e promiscuità a quelle molto particolari linee attrezzate (requisiti indispensabili alla ricezione e alla proiezione a lunga distanza).

Venendo all'epoca moderna, si potrebbe anche indurre che le separazioni artificiali, oltre che quelle naturali, lungi dal dividere, incrementano le connessioni e la circolarità. Così è accaduto per i tagli istmici di Suez (1869), di Corinto (1893), di Panama (1914); mentre i grandi allacciamenti previsti sugli stretti della Manica, di Gibilterra, di Messina non modificavano gli assetti di contesto continentale, se non per una maggiore scorrevolezza di relazioni, rispetto a quel che già sono storicamente consolidati dai traghetti (come prova il ponte realizzato sul Bosforo). Del resto i più noti ponti americani di grande luce non servono prevalentemente a riconnettere al cuore della città attestamenti disseminati su altre sponde ma già a quelle città legati?

E questo ci pare cogliere acutamente il contributo di Lucio d'Angiolini in quell'effetto del *far ponte*, operante indipendentemente dalla presenza o meno dell'artefatto propriamente detto. Se ne potrebbe addirittura arguire come sia attendibile presumere che l'Europa possa pretendere (e faticosamente vada assumendo) caratteri comuni di civiltà mostrando sempre più — quando si vogliano ponti — la precarietà dei confini impiantati sulle discontinuità fisiche e perfino etniche. Stranamente invece persistono linee di maggiore impervietà lungo certe estese continuità, mari e grandi pianure, dove più intermittenti escursioni non hanno potuto sedimentare cultura insediativa.

Forse non diventa azzardato, allora, pronosticare un futuro più "abitabile" della tipologia del ponte, proteso, oltre che sulle grandi luci, a riconquistare viadotti di una nuova praticabilità urbana, dopo il regime di separazione indotto nelle città dalle estese occupazioni industriali. Ciò potrebbe scongiurare, assai più efficacemente della conservazione ad oltranza, il criterio, oggi pressoché esclusivo, della ristrutturazione fondata sul pretesto terziario; si potrebbe riconnettere organicamente la città al suo più ampio raggio di gravitazione naturale; si potrebbe riconferire al ponte quel *pathos* architettonico, e autenticamente strutturale, che andò disperso nella lunga parentesi di utilitarismo tecnologico.

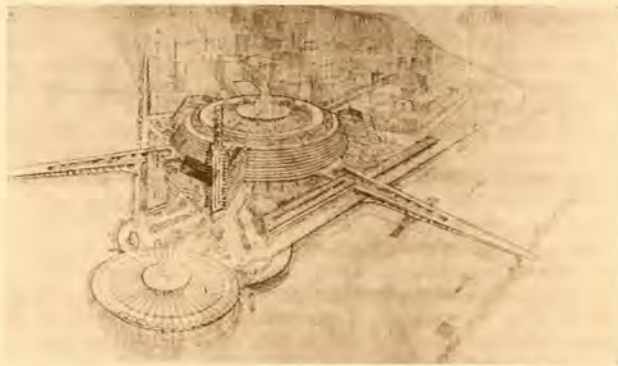
Guido Canella



4



5



6



7

bach. La Valle è attraversata da archi di pesante vetro colorato", 1919. 6. F.L. Wright, Progetto di centro comunitario e sistemazione a parco pubblico del "Triangolo d'oro" alla confluenza dei fiumi Mohongahela e Ohio, Pittsburgh, 1947-49. 7. M. D'Olivo, S. Zorzi, Progetto per un ponte sull'Arno, Firenze, 1954.

Tecnica e tipologia del ponte

Dalla caduta dell'Impero Romano d'Occidente al Rinascimento il sistema viario dell'intera Europa andò progressivamente deteriorandosi e le principali vie di comunicazione erano ancora quelle realizzate dai Romani. Le strade interne invece crescevano in rapporto ai bisogni della gente; era nelle strade che si svolgeva la vita della città, era qui che avvenivano gli scambi commerciali e maturavano le esperienze comuni.

Ma oggi la strada come punto d'incontro e di scambio praticamente non esiste più; la motorizzazione civile domina incontrastata, e le strade e le piazze non sono più luogo d'incontro e punto nodale della vita cittadina, perché le prime sono congestionate dal traffico e le seconde generalmente destinate ad aree di parcheggio. Il traffico urbano ha subito trasformazioni radicali in modo negativo e la congestione è solo uno dei suoi mali cronici.

Forse intuendo una tale futura involuzione, alcuni secoli or sono l'idea di avere strade separate per i pedoni ed i veicoli sollecitò molte menti geniali. Leonardo da Vinci fu certamente il primo e, per molto tempo il solo, ad affrontare problemi connessi a quella che sarebbe diventata la strada nel Ventesimo secolo. La *Nuova Città* di Leonardo era rivoluzionaria non tanto per la sua architettura quanto per il sistema stradale che proponeva. In un'epoca in cui il più veloce mezzo di spostamento era un cavallo al galoppo, Leonar-

do pensò ai trasporti veloci di un'epoca futura. Per rendere il traffico urbano efficiente e piacevole per tutti i cittadini, prevedeva una doppia serie di strade: la prima a livello del suolo per ogni tipo di veicoli, e la seconda con strade sopraelevate, dei veri e propri ponti cittadini, per i soli pedoni. Ne elaborò la tipologia strutturale sino ai minimi particolari, comprese le cunette per l'acqua piovana e le lame di luce per i tratti più bassi.

Non è improbabile che le centinaia di chilometri di acquedotti, spesso risalenti agli antichi romani, che si intersecano da un'estremo all'altro dell'Europa, abbiano suggerito questi passaggi pedonali aerei. Infatti molti di essi divennero in effetti strade per i pedoni come, ad esempio, la via dell'Acquedotto a Perugia, ove l'acquedotto è oggi fuori uso, ma la strada pedonale è quanto mai attiva e funzionale. Quest'opera, costruita nel 1286 da Fra Bagnano, monaco silvestrino ed esperto in idraulica, è lunga poco più di 200 metri e attraversa un burrone all'altezza delle case scavalcando alcune strade minori. Venne ufficialmente proclamato viadotto nel 1821 e vi si aggiunse un parapetto.

Nel repertorio classico dei ponti, intesi come strade interne, esistono poi quelli che i Francesi chiamano *pont maison*. Fin verso il Settecento questi ponti, divenuti strade cittadine, erano fiancheggiati da negozi e file di case, alte fino a cinque piani. Percorrendoli era quasi impossibile

distinguerle dai normali isolati e solo attraverso alcune aperture era possibile scorgere il fiume. Lo stretto corridoio che veniva a crearsi tra le due file di case divenne un luogo ambito dai mercanti per i propri commerci, trasformando così il semplice ponte, inteso come struttura di attraversamento, in un luogo fra i più fervidi della città, punto d'incontro e di scambio: Il Ponte Vecchio a Firenze è in Italia un esempio tipico di *pont maison*, ed ancora oggi è una strada di gioiellieri.

A Venezia l'ostacolo naturale costituito dagli innumerevoli canali portò alla costruzione di numerosi ponti per assicurare la continuità del collegamento pedonale urbano fra un quartiere e l'altro. Splendidi esempi si possono avere nel Ponte di Rialto e in quello di San Giobbe.

I fattori dell'evoluzione tecnica e tipologica dei ponti

Nel corso dei secoli, in parallelo con l'evoluzione tecnica della strada, anche le tipologie strutturali hanno dovuto registrare una grande evoluzione sotto la spinta del continuo incremento di un parametro fondamentale nel progetto delle vie di comunicazione: la velocità dei trasporti. Tale parametro, se connesso alle dimensioni trasversali della via di comunicazione, consente di determinare la potenzialità del traffico. Per motivi di sicurezza del traffico (visibilità nelle curve e sui dossi, limitazione delle azioni centrifughe, sviluppo delle piste di accelerazione e di decelerazione nei raccordi autostradali, ecc.), talune caratteristiche di progetto delle strade e delle ferrovie debbono rispettare limiti inferiori molto più ampi di quelli afferenti al traffico lento del passato. Poiché il parametro velocità non tende a diminuire, bensì ad aumentare per consentire sempre maggiori potenzialità del traffico, i limiti di cui sopra tendono parallelamente a diventare sempre più severi, ed il rispetto di essi conduce automaticamente a tracciati con sempre maggior numero di opere d'arte di notevole importanza per le dimensioni che esse vengono ad assumere.

Nell'ambito dello sviluppo e dell'evoluzione tecnica delle vie di comunicazione dunque, sotto l'influenza del progressivo incremento della "velocità" del mezzo di trasporto stradale e ferroviario, anche il ponte è stato oggetto di una evoluzione per i progressi in parallelo registrati nella tecnologia dei materiali e nella scienza e nella tecnica delle costruzioni.

Per quanto concerne i materiali occorre considerare fondamentalmente due capisaldi:

1. I progressi della siderurgia, che nel corso di un secolo hanno offerto al settore dell'ingegneria civile una estesa famiglia di acciai da costruzione con caratteristiche meccaniche (di resistenza, duttilità e resilienza) molto differenziate, in virtù sia dei numerosi elementi di lega (Mn, Si, Cr, Mo, Ni, Cu, ecc.) introducibili negli stessi processi produttivi siderurgici sia dei trattamenti termici a valle della laminazione e della trafilatura.

Il miglioramento delle caratteristiche di resistenza degli acciai da costruzione ha consentito, sul piano statico, di vedere

gradualmente triplicarsi, nel corso di un secolo, gli sforzi unitari ammissibili negli acciai stessi e conseguentemente incrementarsi in misura notevole la possibilità di realizzare, con questi materiali, le cosiddette "grandi strutture".

2. I progressi tecnologici del calcestruzzo, ottenuti sia attraverso la ricerca sperimentale sia attraverso l'approfondimento delle teorie tecniche e le numerose applicazioni, hanno consentito nel nostro Secolo uno sviluppo formidabile del nuovo materiale strutturale, il **cemento armato**. Questo materiale eterogeneo fu inventato quasi per caso verso la fine del Secolo scorso, e le sue potenzialità strutturali si avvalgono, come è noto, di due fortunate circostanze fisiche: dell'aderenza naturale fra il conglomerato cementizio e le barre d'acciaio, e dell'eguaglianza dei loro coefficienti di dilatazione termica.

La tecnologia dei calcestruzzi ha consentito, nel corso dell'ultimo mezzo Secolo, di vedere le resistenze a compressione incrementare i loro valori originari di circa il 300%, e anche i metodi di progettazione e le tecniche di esecuzione evolversi tanto rapidamente da consentire, nel corso degli ultimi vent'anni, la realizzazione di travate autoportanti in conglomerato cementizio precompresso su luci libere circa cinque volte superiori a quelle concepibili negli anni Trenta, e con la costruzione, negli ultimi anni, di ponti ad arco con luci libere quattro volte superiori a quelle dei primi anni di questo Secolo (Ponte Risorgimento a Roma del 1906, di 100 m di luce).

Per quanto concerne invece l'influenza dello sviluppo della scienza delle costruzioni nella evoluzione tecnica dei ponti, due secoli fa avvenne una vera e propria rivoluzione in questo campo, quando nella progettazione dei ponti vennero sistematicamente e ampiamente introdotte le teorie della statica applicata alle costruzioni nella verifica di resistenza delle strutture.

Nel ferro si riconobbe il materiale più aderente alle leggi su cui erano basate le teorie tecniche allora formulate, epperò la costruzione metallica fu rapidamente e ampiamente introdotta in questo campo. Tuttavia l'adozione del metallo nella costruzione dei ponti non seguì subito gli schemi strutturali più aderenti ad una utilizzazione ottimale del nuovo materiale da costruzione, e ciò perché la tradizione del passato, soprattutto quella della costruzione muraria e di quella in legno, suggerì alla maggioranza dei costruttori una semplice sostituzione del nuovo materiale al vecchio, mantenendone quasi invariati gli schemi, ed in un certo senso, le tecniche di costruzione. Vi fu perciò una fioritura di grandi strutture ad arco ed a travature reticolari, generalmente pesanti nell'insieme e nei particolari, che hanno dominato per quasi un secolo la tipologia dei ponti. Casi eccezionali furono quelli in cui si volle battere la strada maestra, ossia quella basata su nuovi schemi strutturali in cui si utilizzava il nuovo materiale al meglio delle sue possibilità; furono realizzate strutture leggere ed eleganti, il cui sviluppo, alla luce delle nuove tecniche e dei nuovi mezzi di realizzazione, hanno seguito senza sosta la loro evoluzione fino ai



1



2

1. H. Homberg, Ponte sull'Albert Canal presso Godsheide, Belgio, 1978. 2. G. Krall, Ponte in cemento armato sull'Adda fra Canonica e Vaprio, 1956.

nostri giorni, proiettandosi nel futuro.

Trent'anni fa Giuseppe Albenga in una sua nota monografia scriveva: *Sotto l'influenza decisa e profonda, della costruzione aeronautica, anche le altre costruzioni tendono a diventare leggere. La costruzione aeronautica è leggera per necessità: nel volo non si supera un lungo percorso trasportando un discreto carico se il peso dell'apparecchio non è ridotto al minimo compatibile con la resistenza strutturale* (1).

Fritz Leonhardt oltre quarant'anni fa fece l'acuta osservazione (2) che la struttura metallica è stata l'ultima "a riprendere" i criteri della costruzione leggera, quando già gli ingegneri li applicavano in larga misura col cemento armato in ogni campo dell'ingegneria civile, perfino ai ponti e alle dighe, che sono le opere per le quali si richiedono più larghi margini di resistenza e più circospetta prudenza. "Riprendere" perché tali criteri, come dianzi detto, furono già adottati nei più antichi veri e propri ponti sospesi a catene di ferro. Nel Seicento, come ricorda Albenga, Padre Anastasio Kircher faceva menzione di taluni di tali ponti realizzati in Cina, e ricordava l'attribuzione che, ai suoi tempi, se ne faceva all'Imperatore Ming-Ti vissuto circa duemila anni or sono. Questi ponti furono i primi nei quali si affidò al metallo il principale compito di portare l'opera più un lieve sovraccarico. In Europa una passerella analoga fu costruita nel 1741 sul

fiume Tees.

Questi ponti risultavano leggerissimi in quanto le catene si trovavano nelle condizioni ottimali per resistere agli sforzi. E le cose migliorarono ancora quando, circa un secolo dopo, alle catene vennero sostituiti cavi formati da fasci di fili ad altissima resistenza.

Le moderne tipologie costruttive dei ponti

Con i criteri della costruzione leggera, che possono identificarsi con l'eliminazione di quanto è puro peso morto non partecipante alla resistenza dell'insieme, possiamo adesso ad un rapido *excursus* sulle tipologie costruttive più attuali nella costruzione dei ponti.

I ponti in cemento armato ordinario

Le strutture in cemento armato di tipo tradizionale consentono oggi economicamente la realizzazione di ponti a travata, con travi appoggiate, travi Gerber e travi continue, generalmente per luci piuttosto piccole, dell'ordine dei 20-30 m, mentre con strutture ad arco a via superiore si possono raggiungere economicamente luci dell'ordine dei 200 e più metri.

I ponti a travata in cemento armato precompresso

Le strutture in cemento armato precompresso, mediante l'impiego di cavi in acciaio ad altissima resistenza, possono presentare soluzioni tecnicamente valide ed economicamente convenienti mediante travate autoportanti con luci variabili fra i



1



2



3



4

1. F. Leonhardt, W. Andrä, G. Lohmer, Ponte sul Reno fra Colonia e Deutz, 1978. 2. Studio F. De Miranda, Ponte stradale sull'Autostrada del Brennero a Trento, 1983. 3. Ponte Europa tra il Passo del Brennero e Innsbruck, 1962. 4. T. Jahnker e P. Stein, Ponte di Fehmarnsund presso Amburgo, 1954.

25 e i 250 m. La loro realizzazione richiede però, oltre all'impiego di acciai ad altissimo limite elastico, anche particolari attrezzature in acciaio di notevole impegno statico e costo di impianto.

I ponti a travata composta in acciaio e cemento armato collaborante

Le strutture formate da travi in carpenteria d'acciaio, collaboranti con una sovrastante soletta in cemento armato (precompressa o non), che da circa quarant'anni hanno avuto una notevole diffusione in tutto il mondo, soprattutto negli USA e in Giappone, offrono soluzioni tecnicamente ed economicamente valide per ponti a travata su luci variabili dai 20 ai 200 m.

I ponti a travata d'acciaio

Le strutture formate da travate in lamiera d'acciaio irrigidite da nervature presentano interessanti soluzioni tecnico-economiche per ponti a travata su luci variabili dai 100 ai 300 m. Il loro sviluppo ha avuto inizio soltanto dopo la Seconda guerra mondiale in Germania, pur avendo avuto, tale tipologia, un primo e valido esempio fin dal 1851 in Inghilterra nella realizzazione del Ponte ferroviario Britannia sullo stretto di Menai, progettato dallo Stephenson e dai suoi collaboratori che, svincolandosi da ogni tradizione del passato, ne fecero un'opera veramente originale e d'avanguardia la cui tipologia, come si è detto, fu ripresa e sviluppata soltanto cento anni più tardi.

I ponti in acciaio a via inferiore

Per i ponti a via inferiore, ossia per quei ponti aventi l'impalcato (stradale o ferroviario) disposto all'interno delle strutture del ponte e nella parte inferiore di esso, caso molto frequente quando si attraversano corsi d'acqua con il piano viabile poco distante dal pelo libero dell'acqua, risultano particolarmente idonee strutture in acciaio ad arco a spinta eliminata del tipo Langer (arco sottile e trave irrigidente), o del tipo Nielsen ad impalcato sospeso a tiranti inclinati, con comportamento di trave reticolare a diagonali sempre tese. Queste strutture possono risultare elegantissime perché trasparenti e peraltro, sul piano tecnico e soprattutto su quello economico, non hanno praticamente alternative valide. Il loro campo ottimale di luci varia fra i 50 e i 300 m.

I ponti strallati

Per luci generalmente superiori a 300 m e fino ai 1500 metri, si impone oggi una struttura nuova, il cosiddetto ponte strallato, che vede l'impalcato sospeso ad un sistema di tiranti rettilinei in acciaio ad altissima resistenza che formano, con l'impalcato stesso, delle grandi strutture reticolari molto rigide, molto eleganti per la loro trasparenza e molto economiche (3) rispetto alle classiche strutture del tipo sospeso su cui più avanti ci soffermeremo. Questo nuovo tipo strutturale, che vide le prime sfortunate realizzazioni oltre un secolo e mezzo fa, ossia quando non si poteva ancora dominare l'analisi strutturale con teorie matematiche affinate e con i potenti strumenti di calcolo quali sono oggi quelli forniti dall'elaborazione elettronica, ha avuto in tutto il mondo uno sviluppo sempre crescente a partire da una trentina d'anni soltanto. Esso è in continua

fase evolutiva ed ha già occupato un largo campo di luci che fino a qualche decennio fa era assoluto dominio del ponte sospeso (4).

Negli anni Cinquanta in Germania apparirono sul Reno i primi ponti strallati di alcune centinaia di metri di luce, ma già nel 1964 H. Homberg nel Convegno CECA a Lussemburgo proponeva per l'attraversamento stradale e ferroviario della Manica una tipologia di ponte strallato su luci di 500 m. Qualche anno più tardi, nel 1969, il Gruppo Lambertini presentava al Concorso internazionale di idee per l'attraversamento stradale e ferroviario dello Stretto di Messina, un progetto di ponte strallato (che ebbe uno dei cinque primi premi *ex equo*) con campata centrale di 1300 m, e tredici anni più tardi (nel 1982) lo stesso Gruppo, alla luce di numerose esperienze concrete di alcuni suoi *partners* (F. De Miranda e F. Leonhardt) nel frattempo realizzate all'estero (Argentina, Spagna, USA), presentava alla società concessionaria (nel frattempo per legge costituita) una rielaborazione della soluzione originaria, portando la campata centrale a 1800 m. Questo progetto, che rispetta pienamente i limiti deformazionali prescritti dal traffico ferroviario, presenta peraltro alti coefficienti di sicurezza rispetto alla stabilità aerodinamica e offre ampi margini di resistenza nei confronti dei sismi di eccezionale intensità (quale quello verificatosi nella zona nel 1908).

I ponti sospesi

Per grandi luci, intendendo come tali quelle superiori ai 500 m fino ai limiti attuali della fattibilità (3000 m), dobbiamo considerare infine la struttura principe delle grandi luci: il ponte sospeso. Questa struttura ha sempre mostrato le sue grandi risorse in ordine alla idoneità a superare grandi luci ma ha, parimenti, sempre denunciato una notevole carenza nei riguardi della sua deformabilità (soprattutto per carichi accidentali dislocati intorno a 1/4 e 3/4 della luce) e nei riguardi della stabilità aerodinamica rispetto ai fenomeni di risonanza e di *flutter*. Da qui anzitutto la necessità di associare al sistema formato dal cavo di sospensione e dai tiranti verticali, un'impalcato a travata cosiddetta irrigidente (*stiffening truss*).

L'adozione di un tale accorgimento, introdotto nei ponti sospesi di grande luce circa ottant'anni or sono non ha tuttavia, da solo, risolto totalmente il problema della limitazione delle deformazioni, soprattutto nei casi dei ponti ferroviari dove la limitazione degli abbassamenti ha notevole importanza per gli effetti dinamici dovuti al transito veloce dei veicoli ferroviari, e la limitazione delle inclinazioni ha grande importanza agli effetti del rispetto delle pendenze longitudinali limite.

Fin dal 1855 Roebling ed i suoi collaboratori, nel progetto di un ponte stradale e ferroviario di 250 m di luce sulle Cascate del Niagara, che rimase in esercizio fino al 1897, introdussero, associandolo alla scarsa rigidità della travata dell'impalcato, un efficacissimo sistema di stralli a ventaglio per limitare la flessibilità della struttura. Vent'anni più tardi, con 488 m di luce, lo stesso sistema fu realizzato ancora una



1



2

1. F. del Pozo, A. Passaro, F. De Miranda, Ponte sullo Stretto di Rande presso Vigo, 1978. 2. Freeman, Fox & Partners, Ponte sul Bosforo presso Istanbul, 1972.

volta dai Roebling nel celebre Ponte di Brooklyn, tutt'ora in esercizio. Successivamente molti costruttori hanno introdotto, talvolta anche a posteriori per correre ai ripari, analogo sistema di irrigidimento per risolvere il problema della deformabilità dei ponti sospesi.

Nel 1938 Fritz Dischinger proponeva, in un progetto di un ponte ferroviario sull'Elba, un sistema analogo a quello già introdotto cinquant'anni prima dai Roebling nel Ponte di Brooklyn.

Ma già nel 1912 a Costantine in Algeria, i Francesi avevano realizzato un ponte sospeso di 90 m di luce (ancora in esercizio) con travata irrigidente integrata da un sistema di strallatura analogo a quello del Ponte di Brooklyn.

Un sistema molto originale ed efficace fu proposto da D.B. Steimann nel 1952 in una prima proposta di ponte sospeso sullo Stretto di Messina. Lo Steimann associava ad una grande travata reticolare irrigidente ad altezza variabile (con altezze massime ad 1/4 e 3/4 della luce) un sistema di strallature a ventaglio partente dall'impalcato in corrispondenza delle pile e diramantesi verso l'alto fino ad ormeggiarsi ai cavi principali portanti.

Altri sistemi di irrigidimento mediante strallatura nei ponti sospesi sono stati introdotti negli ultimi trent'anni: nel 1952 nell'America Centrale (San Marcos Bridge); nel 1968 dai Russi nel Ponte Volgograd sul Volga di circa 900 m di luce, e

negli anni Sessanta e Settanta dagli Inglesi nei ponti sul Severn (1966), sul Bosforo (1972) e sull'Humber (1981). Nell'ambito della grandi luci, nel 1979 i Giapponesi hanno iniziato la costruzione di quel sistema di ponti stradali e ferroviari fra i quali il ponte sospeso più grande del mondo, l'Akashi-Kaikyo Bridge (5) sullo Stretto di Naruto ponte che con le sue tre campate (di m 890 + 1.790 + 890) in condizioni ambientali non meno severe di quelle dello Stretto di Messina, nel 1985 sarà una realizzazione che si presenterà non senza una certa amarezza, un modello virtualmente identico a quello che già a suo tempo avrebbe potuto essere il collegamento stabile stradale e ferroviario tra Sicilia e Continente se al Concorso nazionale di idee del 1969 fosse stato dato un serio e concreto seguito.

(1) In G. Albenga, *Il ponte e la costruzione metallica leggera*, A.C.A.I., Milano 1953, pag. 3.

(2) Cfr. F. Leonhardt, *Leichtbau, eine Forderung unserer Zeit. Anregungen für den Hoch- und Brückenbau in Die Bautechnik*, vol. XVIII, 23 agosto 1940.

(3) Cfr. F. De Miranda, *Il ponte strallato: soluzione attuale del problema delle grandi luci*, in *Costruzioni Metalliche*, n. 1, gennaio-febbraio 1971.

(4) Cfr. F. De Miranda, *I ponti strallati di grande luce*, Cremonese, Roma 1980.

(5) Cfr. F. De Miranda, *Sulla fattibilità del ponte per l'attraversamento stradale e ferroviario dello Stretto di Messina*, in *Costruzioni Metalliche*, n. 5, settembre-ottobre 1983.

Per una storia dei ponti

Sono fiero / di questo / miglio d'acciaio, / le mie visioni / vi si levano vive: / lotta per costruire, / invece degli stili, / calcolo rigoroso / di bulloni / e d'acciaio... Il miglio d'acciaio è il Ponte di Brooklyn in una delle poesie più celebri di Majakovskij (1), il quale vede nel ponte l'emblema di una civiltà che con questa *zampa d'acciaio... si slanciava verso l'Ovest*; una immagine tra le molte suggerite dalla figura del ponte, da sempre profondamente radicata in tutte le culture: si può pensare, ad esempio, ai sacrifici animali, ma anche umani, legati, fino all'antichità romana, alla costruzione di un ponte, vissuta come alterazione dell'ordine naturale e quindi come sacrilegio, o al fiorire di leggende intorno ai vari «Ponti del Diavolo», di cui è disseminata l'Europa medievale, o infine alla valenza simbolica che la figura del ponte assume oggi nelle discipline psicologiche. Eppure, se avviciniamo l'argomento da un punto di vista più specifico, appare immediatamente come quello del ponte risulti il più delle volte un tema strutturale allo stato puro (2) e come il dato statico e costruttivo si configuri spesso quale elemento risolutore dell'aspetto complessivo dell'opera. Proprio questa caratteristica può essere identificata con una sorta di logica interna al progetto, che faciliti il compito di individuare un filo conduttore nella evoluzione del ponte e ne proponga, pur intrecciata ad una complessa serie di fattori di altra natura, una possibile chiave di lettura storica. Partendo da questo punto di vista risulta particolarmente significativo uno sguardo sulle primissime realizzazioni dell'uomo, poiché in esse si ritrovano quei principi strutturali elementari che ancora

oggi possono valere per una generica catalogazione tipologico-statica del ponte. Avviene che i lavori degli uomini conservino sempre qualcosa del loro punto di partenza e che nell'età matura dei popoli si possa ancora ritrovare la traccia delle prime prove della loro infanzia (3): così scrive Viollet-Le-Duc a proposito di un ponte ligneo in Savoia, che attribuisce alla permanenza di una tradizione attiva nella zona già prima della invasione romana. Oggi è praticamente scomparsa qualsiasi traccia di opere molto anteriori alla civiltà di Roma, ma è comunque possibile farsi un'idea di quello che doveva essere il ponte primitivo nell'area europea, esaminando opere indigene di alcune zone rimaste ai margini dello sviluppo, in Asia centrale, in America meridionale, in Africa. Dal tipo elementare, la «trave» orizzontale portante (un blocco di pietra o un tronco, gettati da sponda a sponda) si passa a strutture via via più elaborate; secondo Palladio, *Fecero prima gli uomini i ponti in legno come quelli che alla loro presente necessità attendevano solamente* (4): il legno infatti è in grado di sostenere anche sforzi di trazione, al contrario della pietra, consentendo così l'affrancamento dalla soluzione elementare ed avviando quella che è la vera e propria storia del ponte. Si comincia a definire il ruolo statico dell'impalcato e quello dei sostegni, compaiono travature secondarie accanto a quelle principali, le pile si diversificano e si arricchiscono di soluzioni: quelle in pietra vengono spesso sostituite da serie di pali battuti nel terreno e controventati. Questa lenta evoluzione del ponte in legno è parzialmente registrata dalle descrizioni, ad ope-

ra degli storici classici, dei primi ponti passati alla storia: è il caso di alcuni ponti militari di cui parlano Erodoto e Diodoro, come i grandi ponti a travata sul Nilo (Ventesimo secolo a.C.) e sull'Eufrate (Settimo secolo a.C.) o i ponti galleggianti di Ciro, Dario e Serse in Asia Minore (Sesto secolo a.C.). Ma è probabilmente nelle opere di impegno modesto che vengono raggiunti i risultati più interessanti: quando la trave non ha lunghezza sufficiente a coprire la luce da superare, si origina il ponte a sbalzo (di cui costituisce un esempio il ponte ricordato da Viollet-Le-Duc), nel quale un sistema di incastri successivi, a partire dalle imposte, permette di ridurre la lunghezza di luce libera, che può così essere raggiunta da quella della trave. Non molto dissimile è il concetto che porta, nel caso della pietra, alla realizzazione della pseudovolta, usata però più frequentemente come copertura (ogni concio viene disposto sopra il precedente con un leggero disassamento, fino a che non risulta possibile chiudere la struttura con un solo elemento).

Il secondo grande tipo statico che troviamo tra i ponti primitivi, capostipite delle grandi realizzazioni americane a cavallo del Secolo, è quello del ponte sospeso: l'elemento portante è in questo caso costituito da funi, liane, fibre vegetali intrecciate, a cui viene appesa una passerella; in alcuni casi sono presenti dispositivi che consentono di regolare la tensione dei cavi, ancorati alle estremità a pali, alberi o rocce. Da notare infine che l'introduzione in alcune opere di elementi strutturali obliqui (portanti, come nel caso dei ponti a cavalletto, o di rinforzo, come nel caso di

saettoni disposti tra sostegno e impalcato) origina i primi sistemi spingenti (sistemi in cui si genera una azione orizzontale, la spinta appunto, sugli appoggi), di cui l'arco in muratura rappresenterà per secoli la concezione matura. I tre grandi tipi strutturali — l'arco, la fune, la trave (questi ultimi due in una forma già perfettamente definita) — hanno dunque origini remote; in esse comincia ad enuclearsi quel primitivo e intuitivo patrimonio di conoscenze, a cui tutta la ricerca posteriore non potrà fare a meno di riferirsi.

Per veder sorgere invece un sapere tecnico consolidato bisogna attendere la civiltà romana: dalla Grecia classica non arrivano apporti decisivi e solo la disposizione pragmatica ed empirica di Roma, che si traduce in un forte impulso alla infrastrutturazione del territorio (si pensi agli 80 mila chilometri di rete viaria dell'Impero) porta a rilevanti progressi nel campo della costruzione di ponti. Considerato tipico manufatto utilitario, il ponte lega infatti intimamente la sua evoluzione a quella della strada: i ponti romani non impegnavano i costruttori con soluzioni architettoniche, quanto con problemi di ingegneria, squisitamente tecnici. (...) Persino in quei ponti che conservano ai loro capi gli archi celebrativi, il comportamento dei costruttori si rivela diverso nell'edificazione degli archi in cui consiste il viadotto e dell'arco trionfale, di cui il viadotto si fregia. Queste diversità sono presumibilmente dovute alla concezione delle diverse categorie di maestranze cui si fa appartenere rispettivamente l'arco del ponte e l'arco onorario: essenzialmente utilitaria la prima, decorativa e gratuita — in senso estetico — la seconda (5).

Questa logica di subordinazione del ponte al tracciato stradale (che pure non impedisce che vengano costruite opere di carattere più spiccatamente «architettonico» e monumentale, come sono ad esempio tutti i ponti della Città, i ponti di Augusto a Rimini e a Narni, i grandi acquedotti: di Segovia, di Alcantara e il Pont du Gard a Nîmes) omologa tutta una serie di manufatti minori, che diventano indifferenti al fatto di poter essere realizzati a migliaia di chilometri di distanza l'uno dall'altro: la sostanziale uniformità che caratterizza molti ponti delle provincie e dell'impero si spiega infatti estendendo il problema a quello di un multiplo che sia il minimo comune di tutta la rete viaria, arteriosa e capillare, delle zone investite dalla civiltà romana (6). In tutta l'area europea e mediterranea si diffonde così il tipo del ponte ad arco in muratura, che evolverà per secoli sul principio statico definito dai costruttori romani. L'arcata è a tutto sesto (il ribassamento — il rapporto monta/luce — è quindi pari a 1/2) e, a differenza della pseudovolta, è costituita da conci il cui giunto risulta sempre perpendicolare alla linea d'intradosso; in tal modo la struttura è in grado di portare carichi verticali con la semplice compressione dell'elemento curvo, riuscendo a raggiungere luci e portate superiori a quelle di qualsiasi tipo di ponte precedente. Uno svantaggio è rappresentato dalla presenza della spinta — compo-



Esempi di ponti primitivi: 1. Tronco d'albero gettato da sponda a sponda, esempio di ponte elementare a trave orizzontale. 2. Passerella in

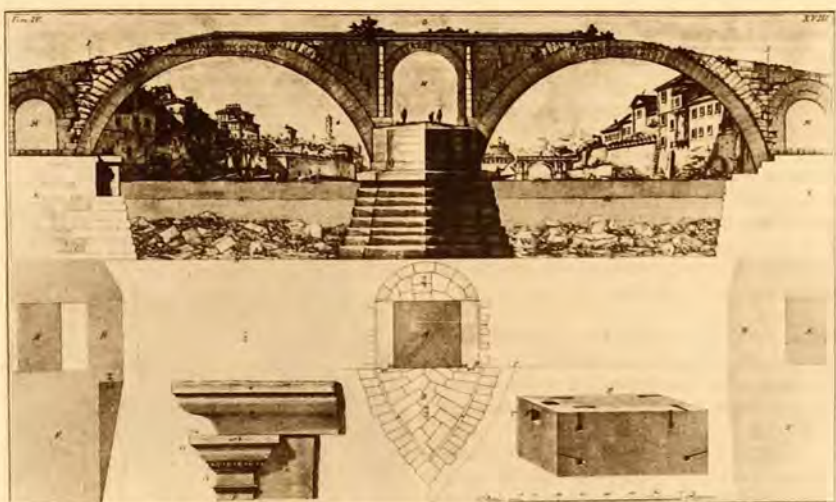
legno tra l'Himalaja e il Pamir. 3. Ponte a travata in legno in Albania. 4. Ponte sospeso a Formosa. 5. Ponte di corde sospeso nel Kashmir.

Per una storia dei ponti

nente di forza orizzontale assente nel tipo sospeso e a travata — che pone problemi di spostamenti e pressioni sul terreno: per assorbirla vengono introdotte le spalle, massicci elementi d'estremità. Il principio di funzionamento del ponte ad arco obbliga inoltre a differenti metodi costruttivi: non si può porre in opera direttamente, come nel caso della pseudovolta, ma solo dopo avere disposto una centina sulla quale appoggiare i conci, fino a quando, con la posa dell'ultimo elemento, non si generi quel flusso di tensioni che consente la stabilità. Il procedimento non muta nel caso di ponti a due o più campate: l'arco è sempre costruito indipendentemente, utilizzando la stessa centina, smontata e rimontata di volta in volta; in questo modo le pile si trovano ad un certo punto nella condizione di dover reggere la spinta di un arco solo, quando l'arco adiacente — la cui spinta equilibrerebbe la prima — non è ancora stato messo in opera. La pila del ponte romano risulta di conseguenza piuttosto massiccia, diventando a tutti gli effetti una pila-spalla, ed è generalmente munita di rostri, che riducono la pressione della corrente sulla sua ampia superficie.

Con la decadenza dell'Impero e per buona parte dell'alto Medio Evo si assiste ad un generale peggioramento della rete viaria europea: *il regime, crollante sotto l'urto dei barbari che si affacciano alla storia, non costruisce più nuove strade, e neanche è in grado di mantenere praticabile la rete romana che, per quanto all'inizio molto robustamente costruita, va man mano dissolvendosi. (...) Queste infelici condizioni si mantengono e si aggravano per tutto o quasi l'alto Medio Evo, e ne son causa le continue guerre, lo stato di anarchia permanente in estese contrade, la decadenza economica, la mancanza di un potere centrale rispettato, forte e universalmente riconosciuto, capace di provvedere alle strade con la voluta continuità* (7). La costruzione di ponti, di riflesso, subisce un rallentamento e, pur continuando a esser considerata questione essenzialmente tecnica, perde progressivamente quel carattere affermativo che aveva mantenuto durante il periodo precedente: *Per tutta questa età, infatti, il ponte è quasi una chele, l'articolata appendice di un edificio, intimamente connessa alla sua fisionomia, artigliata dalle sue strutture, senza alcuna soluzione stilistica o funzionale. Anche quando non dipende da un castello, o comunque da una fortificazione, il ponte medievale resta sigillato fra i due capi muniti e quindi controllabile in ogni caso* (8).

A partire dall'Undicesimo secolo, sia la ripresa dell'economia monetaria, che soprattutto dopo le Crociate riattiva i commerci a livello intercontinentale e apre a nuove iniziative delle città nell'organizzazione di fiere e mercati, sia l'opera di alcuni ordini religiosi (famoso quello dei *fratres pontifices*, preposto proprio alla costruzione di ponti) volta alla realizzazione di una serie di percorsi sicuri verso Roma e i luoghi di culto, concentrano nuovi interessi sulla necessità di disporre di reti di comunicazione efficienti. Il ponte medievale risponde a tali stimoli con una straor-



Leon Battista Alberti, 1452

Quanto alle strade di città, le adoreranno ottimamente (...). Le parti della strada che in modo particolare richiedono ornamenti sono: il ponte, il trivio, il foro, il luogo per gli spettacoli. (...) Cominceremo dunque dal ponte, poiché esso costituisce principalmente una parte della strada. Il ponte è composto delle seguenti parti: i piloni, le arcate, la pavimentazione. Fanno pure parte del ponte una via centrale riservata ai trasporti animali e, ai due lati di questa, dei marciapiedi destinati ai cittadini; inoltre le sponde ai margini. Alcuni ponti sono anche provvisti di tetto: come quello più splendido di Roma, il ponte di Adriano, opera invero memorabile (...). Lo sormontava un tetto poggiante su quarantadue colonne di marmo, costituito di travature, rivestito di rame e magnificamente ornato. Costruiremo il ponte come un'ampia strada. I piloni dovranno essere uguali di numero e dimensioni; la loro grossezza sarà uguale a un terzo del vano. Si prolungheranno i piloni in modo da formare delle prue da opporre alla forza della corrente, talché alla loro struttura resti aggiunta una metà della larghezza del ponte. Tali prue avanzeranno al di sopra dell'acqua quanto basti per emergere nei periodi di piena. Nello stesso modo si costruirà la poppa (...). Gli archi racchiudenti i vani del ponte dovranno avanzare fuori dell'acqua con tutte le estremità; il loro disegno si potrà ricavare da quello dell'architrave ionico o, meglio ancora, dorico (...). In funzione di sponda si sistemano, per ottenere una buona solidità, dei dadi quadrati, disposti orizzontalmente, sui quali volendo si potranno pure erigere delle colonne destinate a sorreggere un tetto. L'altezza delle sponde si farà di quattro piedi, ivi compresi lo zoccolo e la terminazione.

L.B. Alberti, *L'Architettura (De re aedificatoria)*, 1452, Il Polifilo, Milano 1966, Tomo II, pagg. 708-710.

Andrea Palladio, 1556

Molti ponti furono edificati dagli antichi in diversi luoghi, ma in Italia, e specialmente sopra il Tevere, assai ne edificarono, de' quali alcuni si vedono intieri e d'altri altri sono rimasti i vestigi antichi solamente. Quelli che si vedono ancora tutti intieri sopra il Tevere sono: quel di Castel Santo Angelo, già chiamato Helio dal nome di Helio Adriano imperadore, il quale edificò quivi la sua sepoltura; il Fabricio, edificato da Fabrizio, oggi detto ponte Quattro Capi dalle quattro teste di Giano, over di Termine, le quali sono poste a man sinistra entrando in esso ponte; per questo ponte l'isola del Tevere si congiunge alla città; il Cestio, oggi detto di San Bartolomeo, il quale dall'altra banda dell'isola passa in Trastevere; il ponte, detto Senatorio da senatori e Palatino dal monte che gli è vicino, fatto di opera rustica, che ora si chiama di Santa Maria. Ma quei ponti de' quali si vedono nel Tevere i vestigi antichi solamente sono: il Sublizio, detto anco Lepido da Emilio Lepido che, essendo prima di legno, lo fece di pietra, ed era vicino a Ripa; il Trionfale, i cui pilastri si veggono rincontro alla chiesa di Santo Spirito; et il Milvio, oggi detto ponte Molle, posto nella via Flaminia lontano da Roma poco meno di due miglia, il quale non ritiene altro di antico che li fondamenti, e dicono che fu edificato al tempo di Silla da M. Scauro censore. Si vedono anco le ruine di un ponte edificato da Augusto Cesare, di opera rustica, sopra la Nera, fiume velocissimo, appresso Narni. E sopra il Metauro, nell'Umbria, a Calgi, se ne vede un altro, di opera rustica similmente, con alcuni contraforti nelle ripe che sostentano la strada e lo fanno fortissimo. Ma tra tutti i ponti celebri, per cosa maravigliosa è ricordato quello che fece far Caligola da Pozzolo a Baie in mezzo del mare, di



4



5



6



7



8

Roma: 1.2.3. G.B. Piranesi, Ricostruzione del Ponte Fabricio, 1756: alzato, particolare dello spaccato e veduta. 4. Ponte Emilio, ora Ponte

Rotto, 179-142 a.C. 5. Ponte Cestio, ora Ponte San Bartolomeo, 46 a.C. 6. Ponte Fabricio, ora Ponte Quattro Capi, 65 a.C. 7. Ponte Milvio,

ora Ponte Molle, 109 a.C. 8. Ponte Elio, ora Ponte S. Angelo, 134 d.C.

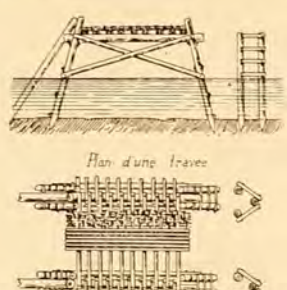
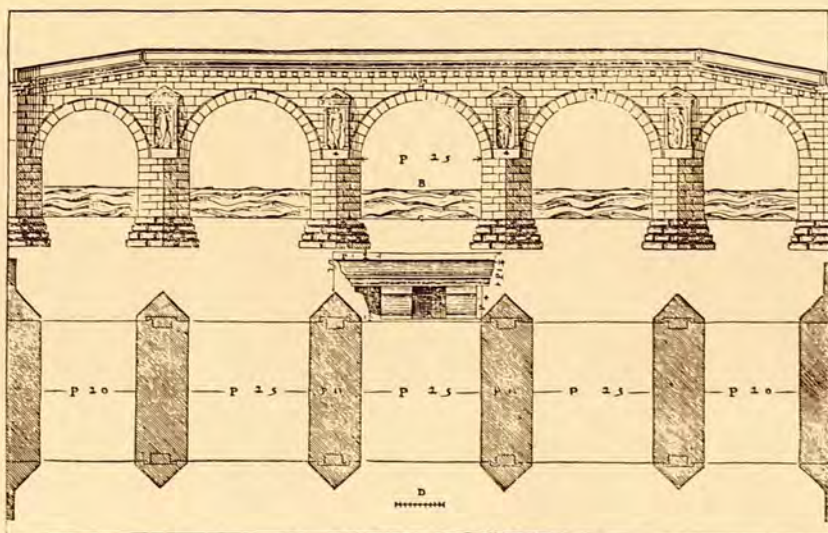
Per una storia dei ponti

dinaria vitalità, mentre la definitiva scomparsa di quelle precise regole di progettazione ed esecuzione, definite a priori e quindi adattabili con sicurezza ad ogni circostanza, fa sì che il tipo strutturale dell'arco romano sia interpretato più liberamente. Il principio statico del ponte medievale resta infatti sostanzialmente immutato, ma è riscontrabile una maggiore varietà nelle forme strutturali: in Sicilia e in Spagna, dove più marcata è l'influenza araba, compare ad esempio l'arco a sesto acuto (anche se presumibilmente il primo ponte ad arco acuto in Occidente, il Ponte di Martorell in Catalogna del Terzo secolo a.C., è romano).

L'introduzione e la diffusione dell'arco acuto si spiegano anche con ragioni di ordine costruttivo. La sagoma spezzata rende infatti meno gravosa la realizzazione della centina, agevolando l'edificazione per strati (su una centina leggera viene posato il primo strato di conci e malta che, indurito, può reggere da solo gli strati successivi fino al raggiungimento dello spessore voluto): convenienza tanto più sentita quanto più la scarsità di legname di alcune regioni incide sul costo delle opere provvisorie. Dal punto di vista statico l'impiego dell'arco acuto si traduce in una diminuzione della spinta (prevale la componente verticale nella forza che sollecita l'arco) e quindi in un alleggerimento delle spalle, ma rende più difficile il mantenimento in rettilineo dell'impalcato, che infatti si incurva e segue il profilo dell'arco con pendenze accentuate (un inconveniente più avvertito in Occidente, dove è frequente il passaggio di carri, e meno in Oriente, dove invece prevale il transito di uomini e animali).

Con il Dodicesimo secolo la diffusione dell'arco a sesto acuto è generale, particolarmente in Francia con i ponti fortificati, descritti da Viollet-Le-Duc, e in Inghilterra con tutta una serie di realizzazioni minori, ma anche in Italia e nel resto d'Europa. Esso si sviluppa accanto alla tradizione di diretta derivazione romana dell'arco a tutto sesto, che continua per tutto il Medio Evo: dall'Acquedotto di Spoleto del Settimo secolo — una delle poche grandi opere dell'alto Medio Evo, sorta comunque sui resti di un precedente acquedotto romano — fino al Ponte di Ceret in Spagna, con luce di 45 metri, e ad alcune opere di minor impegno statico, come il Ponte della Maddalena sul Serchio e il Ponte coperto di Pavia, tutti trecenteschi.

Anche nell'impiego dell'arco a pieno centro si registrano novità: la principale consiste nell'assunzione di archi minori della semicirconfenza, di archi cioè a sesto ribassato (il rapporto monta/luce è minore di 1/2), più arditi riguardo a concezione statica (da ricordare, tra gli altri, il Ponte di Avignone sul Rodano del 1187, il Ponte di Castelvecchio a Verona del 1354 e i ponti fiorentini due e trecenteschi come il Ponte delle Grazie, il Ponte alla Carraia, il Ponte Vecchio). Che non sia verificabile il regresso che alcuni vedono nel ponte medievale rispetto a quello romano, nemmeno dal punto di vista tecnico, è ulteriormente dimostrato da alcune realizzazioni che, nonostante la scarsità di conoscenze



lunghezza poco meno di tre miglia, nel quale dicono ch'egli spese tutti i denari dell'imperio. Grandissimo anco, e degno di meraviglia, fu quello che, per soggiogare i barbari, edificò Traiano sopra il Danubio incontro alla Transilvania (...). Questo ponte fu poi ruinato da Adriano, acciò che i barbari non potessero passare a danni delle provincie romane; e i suoi pilastri si vedono ancora in mezzo del fiume. Ma conciossiachè, di quanti ponti io abbia veduto, mi pare il più bello et il più degno di considerazione, sì per la fortezza come per il suo compartimento, quello che è a Rimini, città della Flaminia, fatto edificare, per quel ch'io credo, da Augusto Cesare (...).

A. Palladio, *I Quattro Libri dell'Architettura*, 1556, Il Polifilo, Milano 1980, pagg. 214-216.

Piero Gazzola, 1958

Nei ponti elencati sinora notiamo, come denominatore comune tecnico stilistico, una costruzione accurata, al fine di ottenere la solidità migliore. (...) Con l'età augustea i ponti non sono più strutture meramente utilitarie: anche i restauri realizzati in quest'epoca sviluppano la nuova importanza monumentale dei manufatti su strade, in armonia ai criteri che ispirano la costruzione e la ricostruzione delle strade medesime, strumenti apologetici dell'autorità di un imperatore. La coscienza di trasmettere attraverso le strade, come in un monumento continuo, proiettato verso le più lontane provincie, un documento legittimo di magnificenza, d'autorità e di potere, persuadeva a provvedere alle opere viarie sorvolando sull'aggravio finanziario che la maestosità implicava.

P. Gazzola, *Ponti romani*, Leo D. Olshchki, Firenze 1958, pagg. 113, 114.

Hugh Honour, John Fleming, 1982

Per i romani il marmo era un segno di magnificenza. (...) Molto più importante del marmo fu, comunque, il calcestruzzo. Sviluppando questo

materiale edilizio, e soprattutto usandolo insieme con l'arco e la volta, i romani rivoluzionarono l'architettura. (...) Si compresero ben presto le potenzialità della costruzione ad archi e la si impiegò per strade rialzate, ponti e acquedotti, il più imponente dei quali è il Pont du Gard nella Francia meridionale, commissionato da Marco Agrippa per portare acqua a Nîmes attraverso i 48 km. della pianura e della valle del Gard. Fatto interamente di pietre levigate, è un capolavoro d'ingegneria sotto tutti i punti di vista, antichi e moderni, e si è rivelato sbalorditivamente duraturo. Le eleganti proporzioni della sua struttura, in apparenza leggera, sono eminentemente semplici: la portata degli archi superiori moltiplicata per sei dà l'altezza totale, per quattro la luce dei grandi archi sottostanti, per tre quella dei due estremi. La sua maestosa semplicità è dovuta in parte anche ai metodi di costruzione adottati dai romani. Il Pont du Gard era sostanzialmente prefabbricato, in quanto i grandi cunei degli archi erano già stati completamente levigati prima dell'erezione, e proprio per questo tutte le misure erano standardizzate e tutti i profili rigorosamente semicircolari.

H. Honour, J. Fleming, *Storia Universale dell'arte*, Laterza, Bari 1982, pag. 159.

Johann Wolfgang Goethe, 1786

Sono salito a Spoleto e sono anche stato sull'acquedotto, che nel tempo stesso è ponte fra una montagna e l'altra. Le dieci arcate che sovrastano a tutta la valle, costruite di mattoni, resistono sicure attraverso i secoli, mentre l'acqua scorre perenne da un capo all'altro di Spoleto. È questa la terza opera degli antichi che ho innanzi a me e di cui osservo la stessa impronta, sempre grandiosa. L'arte architettonica degli antichi è veramente una seconda natura, che opera conforme agli usi e agli scopi civili. È così che sorge l'anfiteatro, il tempio, l'acquedotto. J.W. Goethe, *Viaggio in Italia*, 1786, ed. it. Sansoni, Firenze 1980, pag. 122.

La "tellus stabilita": tipo unificato e tecniche locali



4



5



6



7



8



9



10



11

1. A. Palladio, Ricostruzione del Ponte di Augusto e Tiberio a Rimini, 1556. Ponte di Cesare sul Reno: 2. Ricostruzione di V. Scamozzi, 1599; 3. Ricostruzione di M.P. Planat, 1890. 4. Ponte di

Augusto e Tiberio a Rimini, 20 a.C. 5. Ponte Pietra, Verona, I sec. d.C. 6. Ponte-acquedotto sul Gard, Nîmes, 14 d.C. 7. Ponte di Pergamo, Anatolia, I sec. d.C. 8. Ponte sul Tago ad

Alconetar, Spagna, I sec. d.C. 9. Ponte di Béja, Tunisia, I sec. d.C. 10. Ponte sul Tago ad Alcántara, 106 d.C. 11. Ponte-acquedotto di Spoleto, 520 d.C.

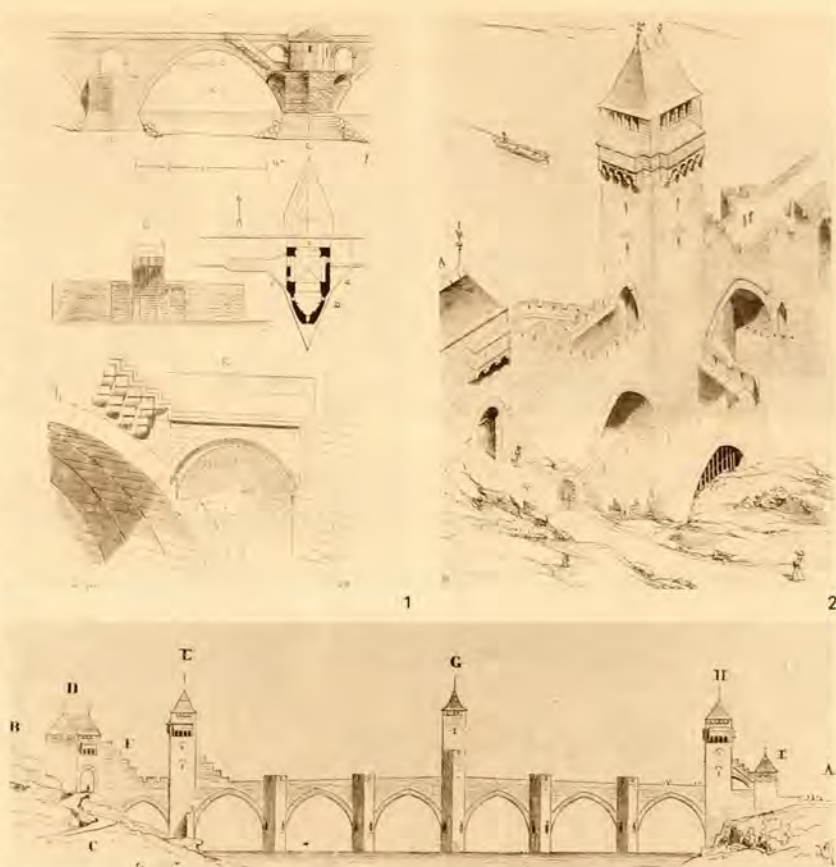
Per una storia dei ponti

teoriche e di possibilità materiali del tempo, segnano tappe importanti nella storia strutturale del ponte: è il caso ad esempio del Ponte visconteo di Trezzo sull'Adda (1370-1377), che, con una luce di 72 metri, avrebbe avuto la campata in muratura più lunga del mondo fino alla soglia del Ventesimo secolo, se non fosse stato distrutto dal Carmagnola nel 1417 (oggi rimangono solo pochi resti delle spalle e delle imposte). Questa perizia tecnica ha minor riscontro in alcuni ponti del Nord Europa, come nel caso del vecchio Ponte di Londra (Dodicesimo sec.) e in quello di Bristol (Tredicesimo sec.), opere pesanti, che costituivano una sorta di sbarramento sul corso del fiume, ostacolando notevolmente la navigazione; d'altro canto, essi rappresentavano, con la serie di edifici che portavano, nuclei vitali dell'economia cittadina, se è vero che i Londinesi si opposero sempre alle proposte di nuovi ponti lungo il Tamigi (9).

Si delinea così un altro carattere del ponte medievale che diventa punto di riferimento e centro di raccolta dell'attività urbana (si pensi al già citato Ponte Vecchio a Firenze), perché si deve notare che quasi tutti i ponti costruiti molto vicino a città popolate, o all'interno delle loro cerchie murarie, erano guarniti di case, negozi e mulini. La piazza era rara nelle città del Medioevo, quasi tutte chiuse da mura e da torri, e i ponti erano naturalmente passaggi assai frequentati, soprattutto da chi cercava di stabilirsi su questi percorsi (10).

Anche da semplici accenni si comprende come la varietà di soluzioni con cui il ponte risponde a nuove esigenze renda difficile una classificazione per tipi omogenei. Piuttosto, esiste una somma di caratteristiche comuni, derivate forse più da un nuovo atteggiamento generale di fronte al costruire che non dal prevalere di ragioni strettamente legate allo specifico disciplinare: per questo, pur sempre considerato opera utilitaria, il ponte assume i tratti che sono propri all'architettura «maggiore». Oltre che da accentuate dissimmetrie e irregolarità di tracciato, spesso introdotte a scopi difensivi — per spezzare cioè l'assalto del nemico — ma a volte anche progettate per motivi di ordine tecnico — arcuandone la pianta verso monte si riteneva, erroneamente, di offrire meno resistenza alla corrente —, il ponte medievale è individuato soprattutto dalla polivalenza funzionale, incorporando fortificazioni, corpi di guardia, ma anche abitazioni, cappelle, botteghe. A differenza del ponte romano, inoltre, esso assume un marcato carattere regionale, che garantisce in genere un equilibrato inserimento nel paesaggio naturale e umano (esemplare il caso del Ponte della Cappella a Lucerna, del Quattordicesimo secolo, che richiama in pianta l'irregolarità del tracciato stradale del borgo).

All'interno della generale ridefinizione dell'atto progettuale che il Rinascimento elabora, anche il ponte, col risorgimento dell'ideale classico, (...) riassume la sua essenziale funzione di elemento scultoreo di una strada, dopo esser stato elemento rigorosamente tecnico nel Medioevo (11). Ne è



Eugène Viollet-Le-Duc, 1854

(...) nell'epoca feudale le difficoltà naturali non erano le uniche da superarsi quando si trattava di costruire un ponte. I fiumi, e spesso anche i corsi d'acqua minori, delimitavano i territori di dominio dei diversi signori e l'elevazione di un ponte infrangeva tali confini; si tentava allora di interrompere le comunicazioni da un territorio all'altro tramite un fortilizio o, più semplicemente, ci si opponeva alla costruzione del ponte medesimo. Molto più che l'impotenza dei costruttori era la divisione feudale a ostacolare l'edilizia pontiera. Non si potevano insediare fortezze sui ponti senza l'autorizzazione dei costruttori: ma si deve credere che la necessità spingesse sovente a infrangere questa norma, poiché non si conoscono ponti medievali importanti che non siano fortificati. Nemmeno si potevano stabilire pedaggi senza il consenso dei costruttori. (...) I pedaggi percepiti per il transito sui ponti erano di norma assegnati alla manutenzione degli stessi; ma è manifesto che tali risorse venivano spesso dirottate altrove, mentre la maggior parte dei manufatti veniva lasciata all'incuria. Quei ponti di cui ci rimane testimonianza costruita accusano un degrado profondo e plurisecolare. (...) Fortunatamente la città di Cahors non ha ancora distrutto il suo meraviglioso Ponte della Calendre, uno dei più belli e dei più completi che ci siano rimasti del Tredicesimo secolo. La costruzione del Ponte della Calendre risale al 1251 e merita uno studio speciale. Questo ponte era collegato alle mura della città, dominava il corso del Lot e raggiungeva le colline situate sulla sponda opposta. La città di Cahors possedeva tre ponti costruiti all'incirca sullo stesso modello; dei tre, il Ponte della Calendre, è il meglio conservato. Esso si compone di sei arcate principali a sesto acuto che si innalzano parecchio al di sopra del letto del fiume. Sulla pila centrale e su quelle alle due estremità si elevano tre torri: quella di centro è

quadrata, quelle all'estremità si prolungano su un piano rettangolare verso la riva. Dalla piattaforma del ponte, delle scale merlate consentono la salita al primo piano delle torri laterali. La città è situata in A. Sulla riva opposta in B s'innalzano ripide le colline calcaree, assai alte. Si accedeva al ponte lateralmente, seguendo il corso del Lot, sia a monte sia a valle, così come si vede in C. Bisognava allora superare una porta difesa da un castelletto D che dominava la strada e le scarpate inferiori della collina B. Questa porta doppia dava accesso a angolo retto alla piattaforma del ponte innanzi alla prima torre E. I parapetti di questa prima campata erano merlati e comunicavano da un lato, mediante una scala ugualmente merlata F, con le postazioni superiori di difesa del castelletto. Bisognava allora superare la torre E, ben difesa nella sua parte alta da piombatoi e da una porta con piombatoi interni. Oltrepastata la porta E, si entrava sulla prima metà del ponte dominata dalla torre centrale G, a cui si poteva accedere mediante una scala contenuta in una costruzione posta su uno dei rostri. Anche questa torre centrale era chiusa da una porta che, una volta varcata, dava accesso alla seconda metà dell'impalcato del ponte, dominato dalla terza torre H, la quale era parimenti munita di piombatoi alla sommità. Dal lato verso la città un'ultima porta L impediva l'accesso a questa terza torre, su cui si poteva salire mediante una scala merlata posta su un contrafforte. I rostri servivano da zona di stazionamento ed erano merlati in modo da fiancheggiare il ponte e da toccare il fiume. Ad eccezione del castelletto D e delle parti merlate dei parapetti dei rostri, tutte queste opere sono ancora intatte e costituiscono un bellissimo insieme.

E. Viollet-Le-Duc, Pont (voce), in *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle*, vol. VII, Morel, Paris 1854-1868, pagg. 223-224, 233-235.



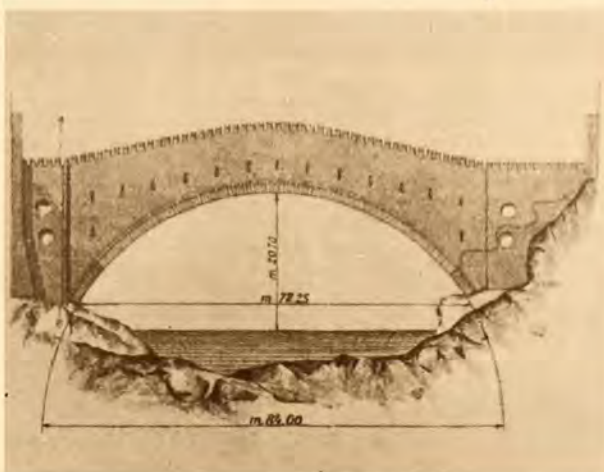
4



5



6



7



8

Viollet-Le-Duc: 1. Ricostruzione del Ponte di Avignone sul Rodano, 1854; 2,3. Ricostruzione del Ponte Valentré, Cahors, 1854. 4. Ponte Va-

lentré, Cahors, 1251. 5. Ponte Millesimo sulla Bormida, XIII sec. 6. Giovanni da Ferrara e Iacopo da Gozzo, Ponte di Castelveccchio, Vero-

na, 1354. 7. Ricostruzione del Ponte di Trezzo sull'Adda, 1370. 8. Azzone Visconti, Ponte sull'Adda, Lecco, 1336-38.

Per una storia dei ponti

prova l'interesse di cui il ponte comincia a essere oggetto nei trattati di architettura, dove, per la prima volta, è riconosciuto valore autonomo a un tema considerato per secoli di secondaria importanza e comunque sempre subordinato a ragioni di ordine militare o viabilistico: pur essendo solo del 1714 il primo trattato specifico sul ponte, il *Traité des ponts* di Hubert Gautier, a partire dal *De re aedificatoria* (1452) di Leon Battista Alberti, tutti i trattati cinque-secenteschi affrontano direttamente l'argomento. D'altra parte, nonostante la progettazione di un ponte comporti ora il non poter più prescindere da considerazioni di ordine estetico e dal riferimento ai modelli della classicità romana, l'impegno strutturale che il tema presuppone, recupera la tradizione tecnica medievale trasferendola nelle ricerche rinascimentali senza soluzione di continuità.

La costruzione del ponte, il cui modello statico coincide ancora in sostanza con quello romano, prosegue infatti l'evoluzione iniziata nel Medio Evo, sia nelle soluzioni strutturali sia nei procedimenti costruttivi; da un lato, continuano gli studi sul ribassamento, stimolati dall'accresciuto volume di traffico e dalla conseguente necessità di appiattire l'arco in modo da superare l'ostacolo naturale con la minima pendenza (così in Occidente scomparve l'arco acuto e l'impalcato a schiena d'asino); dall'altro, vengono introdotti diversi tipi di centina ad arco minore del semicerchio e a «manico di paniere» per la realizzazione di arcate policentriche, che consentono operazioni più agevoli nel taglio della pietra. Inoltre, sebbene le conoscenze teoriche siano ancora scarse (i primi studi sulla meccanica dei solidi espressi in forma matematica sono di Galileo, anche se Leonardo esegue diverse esperienze sulla resistenza dei materiali e si occupa della determinazione della spinta negli archi) (12), il generale progresso tecnologico induce miglioramenti anche nella progettazione dei ponti: grazie al perfezionamento della tecnica di costruzione di cassoni stagni per la posa delle sottostrutture nel fiume e alla realizzazione di diverse macchine battipali, vengono in generale migliorate le opere di fondazione, i cui difetti erano risultati — dopo le azioni di guerra — la principale causa dei numerosi crolli verificatisi fino ad allora. Così per la ricostruzione del Ponte parigino di Notre-Dame, distrutto da una piena nel 1498, per la prima volta si studia a fondo il problema degli scalzamenti delle pile da parte della corrente: sembra sia Fra' Giocondo, chiamato dall'Italia, a proporre per le fondazioni la serie di pali battuti, protetti da scogliere subacquee, che permetterà al ponte — che portava una doppia serie di edifici — di restare in servizio fino al 1853, quando verrà ricostruito (sulle stesse fondazioni) per la necessità di abbassare il livello dell'impalcato stradale. La stessa cura nelle opere di fondazione, realizzate grazie a cassoni poggianti 3 metri al di sotto del fondale roccioso del fiume, si registra in un altro famoso ponte parigino, il Pont Neuf, iniziato nel 1578. Giudicato poco significativo dal punto di vista strutturale per la pesantezza delle arcate e delle



Vittorio Franchetti Pardo, 1982

Il tratto più importante dell'asse viario nord-sud era però senza dubbio proprio il London Bridge. Anche a Londra, come del resto in molte città dell'Europa medievale, il ponte era infatti una infrastruttura urbana che assolveva a più funzioni. Delibere del 1276 vietarono che sul London Bridge si svolgessero attività di mercato. Ciò significa che il luogo era invece scelto e prediletto per i vari scambi commerciali. Ordinanze di Edoardo I (del 1280-81) stabilirono i criteri per la riscossione di pedaggi sul ponte; i cui proventi dovevano servire per le opere di continua manutenzione e restauro affidate agli organi di governo della città. (...) Asse viario e insediativo di primaria importanza, il London Bridge, con lo sviluppo della città, assunse caratteristiche funzionali ed estetiche più definite; divenendo così elemento qualificante del paesaggio urbano londinese e in seguito anche punto di riferimento per l'immaginario delle società urbane londinesi. Proprio l'aspetto del controllo fiscale, e forse anche quello della sicurezza, possono dar ragione del fatto, certo sorprendente, che esistesse un unico ponte in una città importante e popolosa come la Londra del tardo Medioevo. (...) Il London Bridge era costituito da due tronchi (più lungo quello verso il centro della città, più corto l'altro) ciascuno poggiante su pile. Il collegamento tra le due parti era ottenuto mediante una struttura mobile per consentire il passaggio dei navigli di maggior dimensione. A partire dal 1426 venne costruita una torre a guardia della porta che separava la parte nord da quella mobile. Già prima di quella data il ponte si era riempito di case disposte lungo entrambi i suoi lati per tutto il suo sviluppo; aveva quindi assunto l'aspetto di una strada larga e ben costruita.

V. Franchetti Pardo, *Storia dell'urbanistica. Dal Trecento al Quattrocento*, Laterza, Bari 1982, pagg. 350-351.



Angelo Maria Ripellino, 1973

Al ponte che unisce Malá Strana alla Città Vecchia si cominciò a lavorare nel luglio 1357, ossia negli anni di Carlo IV. Ne inventò le strutture l'architetto svevo Petr Parléř, che era giunto a Praga nel 1353, per continuare la fabbrica della cattedrale di San Vito, intrapresa da Matyáš di Arras. Il precedente ponte, innalzato nel 1157-72 forse da scalpellini italiani per volere della regina Judita, consorte di re Vladislav II, era crollato sotto la furia delle acque nel febbraio 1342. Per il nuovo ponte, invece dell'abituale marna, fu usata la più durevole pietra arenaria di Nehvizdy: si favoleggia che, per rafforzarla, i cittadini di Velvary mandassero sporte e canestre di uova sode e quelli di Unhošť formaggi e giuncata per impastare la malta. Nei secoli i viaggiatori ammirarono la sua lunga traiettoria, che dalla parte di Malá Strana fa gomitto, le sue sedici arcate, le sue terminali gotiche torri, questi mirabili prismi compatti con porte ogivali e tetti a guglia e statue su mensole e stemmi e merlature e pinnacoli. Si chiamava in principio Ponte di Pietra o Ponte di Praga (...). La leggenda racconta che in un pilastro è nascosta la miracolosa spada del mitico principe Bruncvik, che san Venceslao brandirà per sconfiggere le soldatesche nemiche, quando la Boemia sarà in pericolo. Chimere, giardini in aria. Ma una profezia truculenta sentenza che un giorno sul ponte i ciechi saranno più rari dei cervi dalle corna d'oro. I denti del tempo, le sparatorie, l'insoddisfazione dell'acqua hanno più volte provata la solidità delle sue impalcature. (...) Questo viale sospeso, sempre in baruffa coi capricci dei ghiacci e dei flutti, fu in altri tempi un'arteria centrale della città, un passaggio frequentatissimo: e perciò di ogni luogo molto animato la fantasia popolare diceva: «è come il Ponte di Praga».

A.M. Ripellino, *Praga magica*, Einaudi, Torino 1973, pagg. 249, 250.



4



6



5



7



8



9



10

1. Ponte di Londra, 1178-1209, in un disegno del 1616. 2. Ponte di Bristol, 1247, in un disegno del 1821. 3. Grand Pont, Parigi, XIV sec. 4. Ponte Vecchio, Firenze, 1220. 5. Ponte delle Grazie,

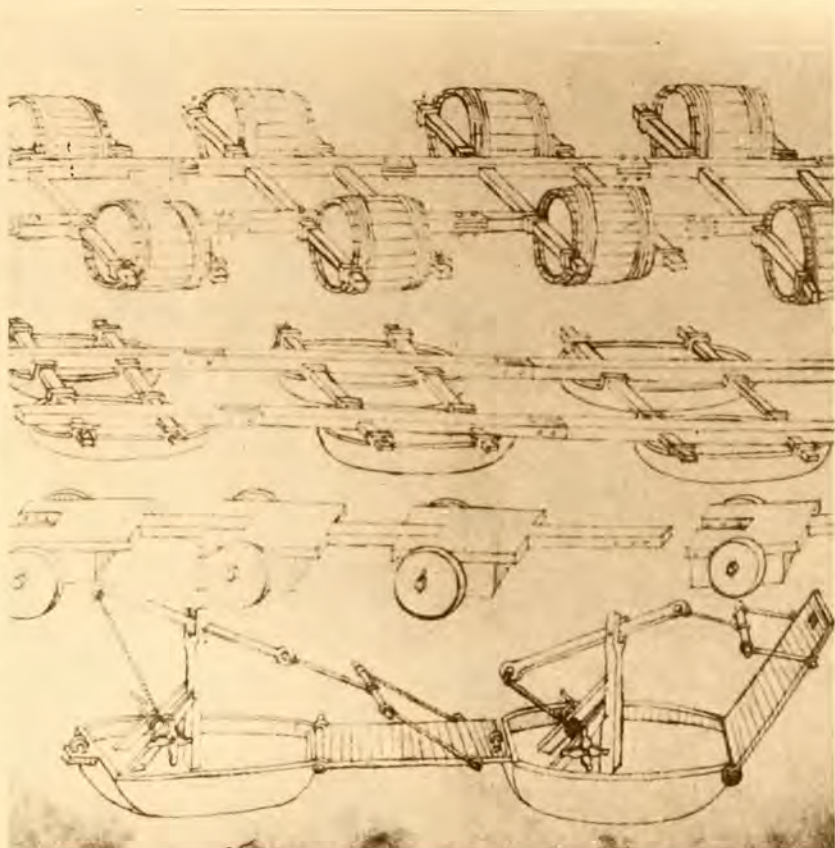
Firenze, 1271. 6.7. Ponte della Cappella, Lucerna, 1333: veduta della città e particolare del ponte. 8. Ponte della Carrara, Firenze, XIV sec. 9. Giovanni da Ferrara e Iacopo da Gozzo,

Ponte sul Ticino, Pavia, 1351-54. 10. P. Parlér, Ponte di Praga, 1357.

Per una storia dei ponti

pile, il Pont Neuf è degno di nota per altro genere di considerazioni, connesse alla sua posizione chiave nella geografia urbana e sociale parigina. Progettato sulla notevole larghezza di 20 metri, libero da quelle costruzioni che impedivano grossi movimenti di folla negli altri ponti della città, fu teatro di tutte le sommosse popolari fino alla Rivoluzione, diventando il più magnifico terreno di agitazione che si potesse pensare (13).

Ma, al di là del potenziale strategico espresso dal Pont Neuf nel contesto parigino, la dimostrazione esemplare di quanto un ponte potesse incidere sulle vicende di una città, arriva dal caso di Rialto: in particolare, più che il ponte effettivamente costruito tra il 1558 e il 1592 da Antonio da Ponte, sono i progetti di Palladio a proporsi come uno dei momenti nei quali il disegno urbano si fa più nitido... e nei quali la scelta dello schema non esprime il risolversi dell'intervento al suo interno, ma, al contrario, il coinvolgimento della intera città in una strategia di crescita interprete e coerente di una svolta nelle attività produttive (14). La formazione di Palladio ha carattere tecnico e non è connessa all'esercizio delle arti figurative, come avviene per la quasi totalità dei grandi architetti del Rinascimento; egli cresce in cantiere, contribuendo fattivamente al progresso della tecnica delle costruzioni, e perviene a soluzioni avanzate proprio nel campo dei ponti con travate e archi reticolari in legno. Eppure, nel progetto per Rialto risolve il rapporto tecnica-figurazione a totale favore di quest'ultima, proponendo un ponte a tre arcate di derivazione classica. Palladio aggancia la progettazione del ponte ad una risistemazione urbanistica dell'area di Rialto e, per estensione, della città (15): in un primo tempo (intorno al 1550) elabora una proposta articolata in due grandi piazze rettangolari che si intestano simmetricamente alle estremità del ponte, per verificarne in seguito l'irrealizzabilità. Infatti l'operazione risulta impronunciabile: al di là dell'acqua il tessuto edilizio — compatto, impenetrabile, privato — non ammette un intervento pubblico che avrebbe comportato uno «sventramento» cospicuo (16), così che Palladio si limita al progetto del solo ponte, poi descritto ne *I Quattro Libri dell'Architettura*. Pur ridotto a frammento rispetto all'idea originale, il progetto comunque non rinuncia al coinvolgimento della città, che attorno al ponte deve ridare forza a una secolare tradizione commerciale, come Palladio sottolinea: *Bellissima a mio giudizio è la invenzione del Ponte, che segue; e molto accomodata al luogo, ove si doveva edificare: ch'era nel mezzo d'una città, la quale è delle maggiori, e delle più nobili d'Italia; e è Metropoli di molte altre Città; e vi si fanno grandissimi traffichi, quasi di tutte le parti del mondo* (17). La qualificazione formale adeguata allo scopo di *servar la grandezza e la dignità della detta Città, e per accrescerle ancor grossissima rendita* (18), è risolta nel riferimento al modello classico e chiede ampi margini di libertà rispetto al dispositivo strutturale, che passa così in subordine (motivo per cui il ponte è stato spesso giudicato negativamente) (19).



Francesco di Giorgio Martini, 1482

Avendo detto delle rocce e fortezze e di tutte loro appartenenze, ora delle variate e diverse forme di ponti da descrivere pare, in quante varie e diverse forme da fare sieno, come sono levatoi e corridoi. In prima i levatoi deno essere in questa forma fatti che quanto sarà la sua lunghezza tanto alto metterai due bilicate travi, dalle quali due catene in nella sommità che piglino la stremità del ponte. E tanto venghi innanzi lo sporto della trave quanto la larghezza d'esso. E dal canto di dentro con uno grave e ponderoso legno al quale attraverso e l'una e l'altra trave leghi. E questo in mezzo, una pendente catena partita dall'anello in due parti acciò che colle forze delle braccia e per l'aiuto delle contralieve delle continovate travi facilmente alzar si possa. E questo medesimo ponte con una sola trave e duplicate catene far si può.

F. di Giorgio Martini, *Trattati di architettura ingegneria e arte militare*, 1482, Il Polifilo, Milano 1967, Tomo I, pag. 16.

Leonardo da Vinci, 1502

Io, Leonardo, vostro servo, ho udito che vostra altezza intende costruire un ponte da Galata a Istanbul ma che ciò non si è potuto fare perché non si è trovato alcun esperto. Io, Leonardo, vostro servo, so come farlo. Io costruirò il ponte come un ampio arco, tanto alto che pochi vorranno camminarci sopra, a causa della sua altezza. Ho pensato di erigere prima una costruzione di legno, poi di estrarne l'acqua, in modo da costruire la base su pilastri di legno. Farò in modo che la nave con le vele spiegate possa passare sotto di esso. E costruirò anche un ponte di barche galleggianti sul Bosforo, così che sarà possibile, a chi lo voglia, passarvi sopra partendo da Galata per raggiungere l'Anatolia.

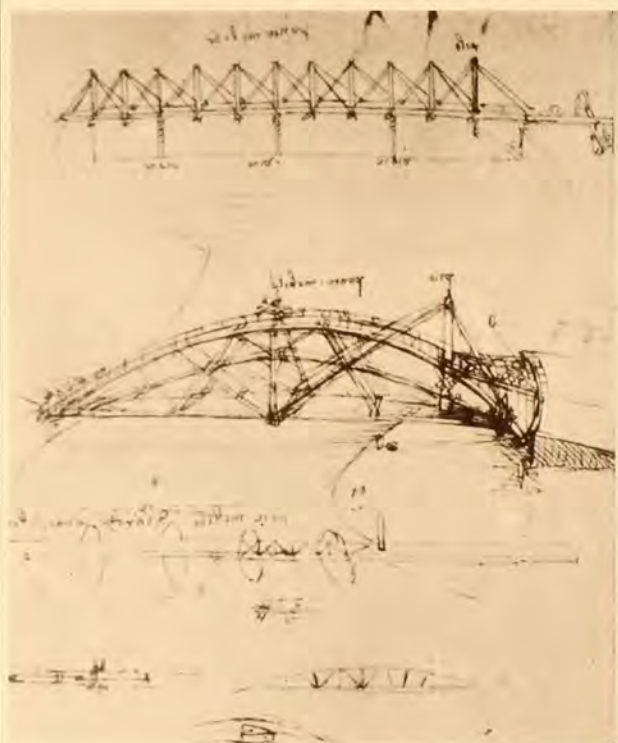
Leonardo da Vinci, Lettera al Sultano Bayezid II del 3 luglio 1502, in V. W. von Hagen, *Un ponte sul Bosforo*, in *Scienza* 84, n. 10, dicembre 1984.

William Barclay Parsons, 1939

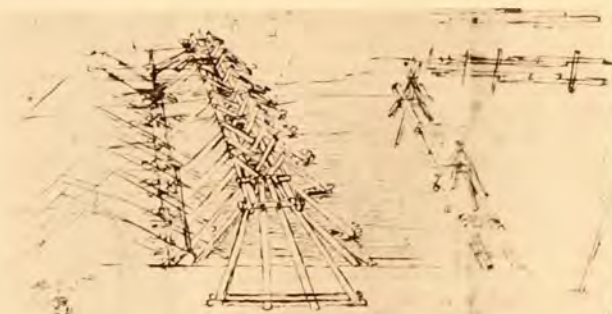
Gli ingegneri del Rinascimento impiegarono tutte le forme d'arco loro pervenute dall'antichità, aggiungendo nuove forme di coraggiosa innovazione (le curve segmentate, ellittiche e policentriche). Ma la loro progettazione era fondata su un «istinto», una percezione di quel che determinava l'equilibrio, e non su un'analisi matematica o scientifica. In realtà essi non avevano una chiara idea di ciò che generava stabilità, né della portata e del carattere delle forze con cui avevano a che fare. (...) Gli ingegneri del Sedicesimo secolo sapevano, al pari di quelli del Primo secolo a.C., che un arco esercita una spinta che, se non bilanciata dall'identica spinta di un arco adiacente, avrebbe dovuto essere assorbita nelle spalle, o dalle stesse travi. Vi era la fondata convinzione che, in un arco, la linea di spinta seguisse la curva dei conci, da qui la preferenza per l'arco romano, o semicircolare, che si riteneva scaricasse la spinta in basso verticalmente dalle pile o dalle spalle sulle fondazioni. (...) [Essi] ritenevano che la linea di spinta avrebbe seguito una curva arbitraria, anche se erano consapevoli del fatto che occorresse peso sul quarto di campata. Non parevano rendersi conto che il peso dello spessore del quarto, e non la curva dei conci costituiva il fattore principale nella determinazione del punto di spinta. A causa di questa ignoranza, risulta a maggior ragione rimarchevole il giudizio di uomini come Da Ponte circa l'inclinazione dei giunti di base nei timpani per incontrare perpendicolarmente la linea di spinta; o di Ammannati rispetto al disegno dell'arco piatto nel ponte di S. Trinità a Firenze; o, ancora, di Brunelleschi nel riconoscere una componente spingente nelle cupole. È quasi misteriosa l'accuratezza con cui Brunelleschi ha situato il giunto di chiave là dove tale componente era all'apice.

W.B. Parsons, *Engineers and Engineering in the Renaissance*, 1939, The MIT Press, Cambridge (Mass.) 1968, pag. 485-486.

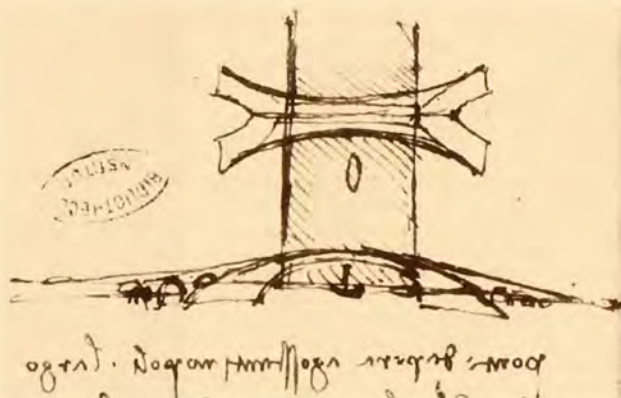
Rinascimento: intuire, sperimentare, regolare



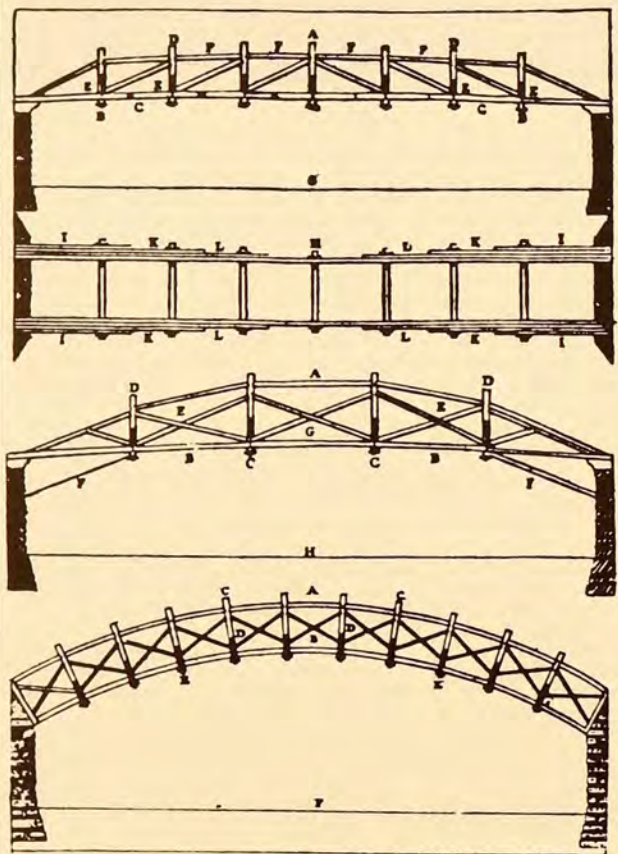
2



3



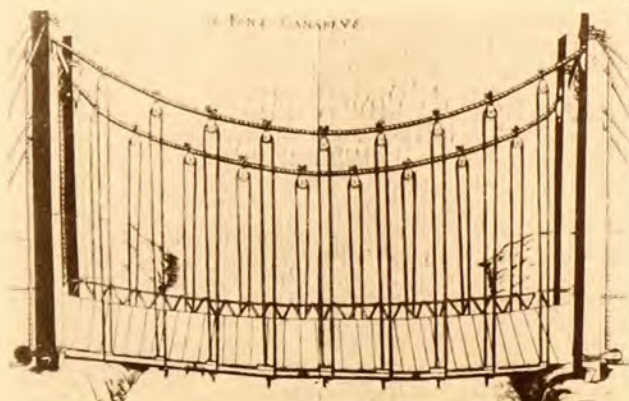
4



5



6



7

1. F. di Giorgio Martini, Disegni di ponti mobili, 1482. Leonardo da Vinci. 2. Progetto di tre ponti mobili, 1487 c.; 3. Schizzo di ponte militare,

1487 c.; 4. Progetto di Ponte sul Corno d'Oro, 1502. 5. A. Palladio, Progetti di ponti in legno, 1570 c. 6.7. F. Veranzio, Progetto di ponte in

pietra e di ponte sospeso, 1615.

Per una storia dei ponti

Come possa essere risolto diversamente il rapporto tra esigenze formali e necessità statiche è illustrato da un altro ponte rinascimentale, il Ponte di S. Trinita a Firenze, ultimato nel 1570 da Bartolomeo Ammannati, ma di cui si attribuisce il progetto originale a Michelangelo (20). Al contrario della proposta palladiana per Rialto, l'ideazione del ponte muove qui essenzialmente da considerazioni di ordine statico e costruttivo (21). Ammannati è posto di fronte al problema di oltrepassare l'Arno, fiume soggetto a forti e frequenti regimi di piena; deve quindi prevedere la massima libertà possibile al flusso delle acque, riducendo al minimo le superfici esposte alla corrente, il che equivale a ridurre al minimo il numero dei sostegni nel fiume. Esclusa la campata unica, irrealizzabile dal punto di vista tecnico, scartata anche la doppia campata, sia perché la pila centrale sarebbe andata a porsi nella zona più turbolenta del corso d'acqua, sia in ossequio al canone architettonico che sconsigliava la scelta di un numero pari di arcate, Ammannati opta per le tre campate. Fissata così la luce non rimane che determinare il profilo dell'arco, ma anche tale operazione è fortemente vincolata dalla necessità di mantenere la linea di impalcato più piatta possibile, essendo il ponte destinato a strada urbana di grande passaggio. Sulla stessa luce, l'arcata a tutto sesto, che appariva come la soluzione più rassicurante sia dal punto di vista statico sia da quello estetico, non può essere adottata perché avrebbe comportato una montata, e quindi un dislivello rispetto al piano stradale, troppo elevati. Ammannati segue rigorosamente il concatenarsi logico dei fatti: deve ribassare e lo fa spingendo al limite le possibilità di resistenza della struttura (tanto l'arco è ribassato, tanto aumenta la spinta su spalle e pile: le arcate del Ponte di S. Trinita hanno un ribassamento pari a 1/7 quando si riteneva audace quello di 1/4, e tale rapporto sarà superato solo nel Diciottesimo secolo, una volta rinnovati sia i modelli strutturali sia i procedimenti costruttivi). Di fronte a tale azzardo statico Ammannati, forse per prevenire inevitabili critiche sulla debolezza della struttura, forse per convincere se stesso, corregge il profilo della curva, forma del tutto desueta che avrebbe, a suo giudizio, suscitato un'impressione di insufficiente robustezza. Con un primo intervento impone una tangente verticale al primo tratto dell'arco all'imposta, appellandosi al senso di sicurezza suggerito da una figura classica (l'arco a tutto sesto parte dall'imposta con tangente verticale); modifica inoltre il punto di chiave, sostituendo al tratto quasi orizzontale — derivante dalla estrema piatezza dell'arco — una leggera cuspid, che avrebbe assicurato miglior deflusso ai carichi verticali (ma decide di nascondere sotto un cartoccio quella che ritiene una scorrettezza formale). In questo modo egli giunge a tracciare una triplice curva d'arco senza precedenti, la più perfetta unione tra le rive di un fiume che si possa immaginare (22); per secoli punto di controversia tra chi ha cercato di definirla — la curva è stata di volta in volta identificata con una ellisse, con una parabola, con una policen-



Andrea Palladio, 1556

Bellissima, a mio giudizio, è la invenzione del ponte che segue, e molto accomodata al luogo ove si doveva edificare, ch'era nel mezzo d'una città, la quale è delle maggiori e delle più nobili d'Italia, et è metropoli di molte altre città, e vi si fanno grandissimi traffichi, quasi di tutte le parti del mondo. Il fiume è larghissimo et il ponte veniva a esser nel luogo appunto ove si riducono i mercanti a trattare i loro negozi. Però, per servar la grandezza e la dignità della detta città, e per accrescerle anco grossissima rendita, io faceva sopra del ponte, per la larghezza sua, tre strade: quella di mezzo ampia e bella e l'altre due, ch'erano una per banda, alquanto minori. Dall'una e dall'altra parte di queste strade io vi ordinava delle botteghe, di modo che ve ne sarebbero stati sei ordini. Oltre acciò, ne' capi del ponte e nel mezzo, cioè sopra l'arco maggiore, vi faceva le loggie, nelle quali si sarebbero ridotti i mercatanti a negoziar insieme, et avrebbero apportato commodità e bellezza grandissima. Alle loggie che sono ne' capi si sarebbe salito per alquanti gradi, et al piano di quelle sarebbe stato il suolo o pavimento di tutto il rimanente del ponte. Non deve parer cosa nuova che sopra ponti si facciano delle loggie, perciocché il ponte Elio in Roma, del quale s'è detto a suo luogo, era anticamente ancor egli coperto tutto di loggie con colonne di bronzo, con statue e con altri mirabili ornamenti; oltre che, in questa occasione, per le cagioni dette di sopra, era quasi necessario il farle.

A. Palladio, *I Quattro Libri dell'Architettura*, 1556, Il Polifilo, Milano 1980, pagg. 218-219.

Italo Nono, 1933

Nel 1514 un furioso incendio che distrusse gran parte dei fabbricati di Rialto, assai danneggiò anche il vecchio ponte, e allora il Senato invitò Fra Giocondo (1435-1515) a presentare un disegno delle nuove fabbriche e del ponte da rico-

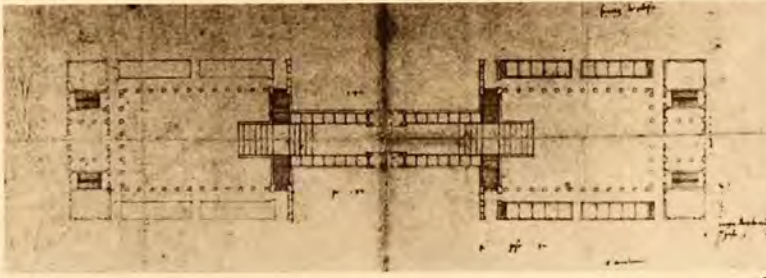
struirsi, ma il valentissimo frate non ebbe fortuna. (...) [Un] nuovo ponte ligneo fu costruito nel 1525 (il 14 Agosto 1524 era caduta la parte lato riva del Ferro del ponte vecchio), e pare fosse senza le botteghe, ma fu considerato provvisorio, intendendo la Signoria di sostituirlo appena possibile con una fabbrica in pietra che sfidasse i secoli, degna della potentissima Repubblica, opera imposta anche dalla magnificenza dei palazzi fiancheggianti il Canal Grande, e poiché volevasi ch'essa opera fosse veramente superba e glorificasse il luogo che di Venezia era stato culla, fu deciso finalmente di rivolgersi per consiglio e disegni ai migliori architetti dei quali eravi allora in Italia una magnifica fioritura.

I. Nono, *Il Ponte di Rialto ed i suoi autori*, in *Le Tre Venezie*, a IX, n. 11, novembre 1933.

Antonio Foscari, 1982

Nessuno lo scrive esplicitamente, ma il ponte avrebbe dovuto essere ad un'unica arcata «che sarebbe stata cosa meravigliosa» (come Vasari rileva, facendo risalire la suggestione a fra Giocondo); e ciò anche per consentire l'uso del Canal Grande come grande via per le parate celebrative con il transito, emblematico, del Bucintoro. (...) In questo programma la funzione commerciale del ponte viene confermata, ma la scelta di «far botteghe in mezzo» presuppone di far «dalle bande strade coperte poi di pietra»; insomma il ponte — oltre a consentire il transito di cortei acquei — diventa elemento su cui si può camminare o sostare per cogliere una visione della parata monumentale dei palazzi che si affacciano sul Canal Grande (...). Elemento sontuoso, addobbo monumentale, luogo teatrale: tutto ciò doveva essere il nuovo ponte, nella immaginazione dei veneziani.

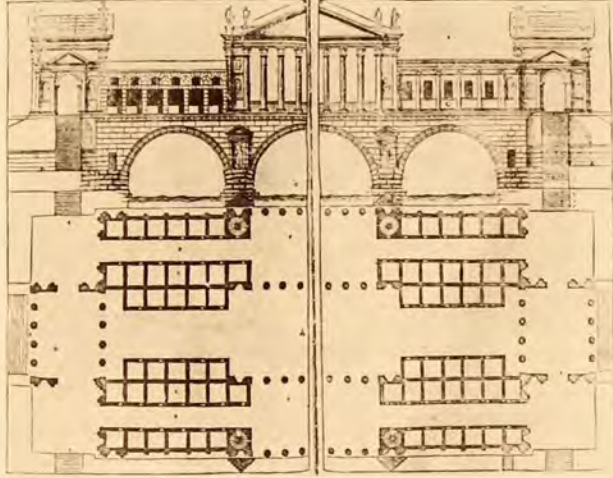
A. Foscari, *I disegni palladiani per Rialto*, in AA. VV., *Palladio a Venezia*, a cura di L. Puppi, Sansoni, Firenze 1982, pag. 71.



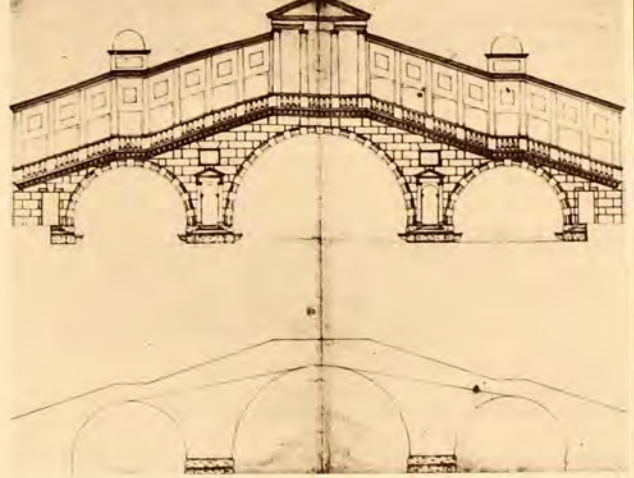
2



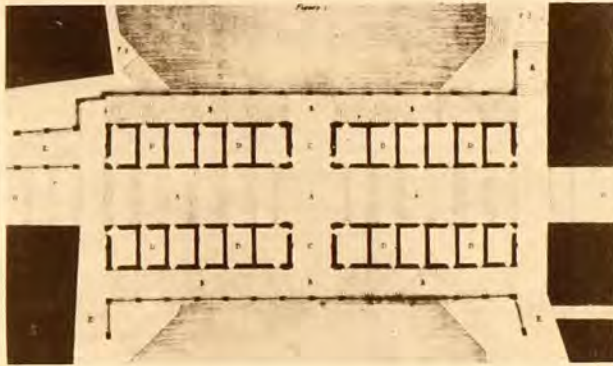
3



4



5



6



7



8



9

Ponte di Rialto, Venezia: 1. V. Carpaccio, Il miracolo della reliquia della Croce, 1494: particolare con il Ponte; 2.3. A. Palladio, Progetto per la ricostruzione in pietra del Ponte, 1554:

pianta e alzato; 4. A. Palladio, Progetto per il Ponte, 1570; 5. V. Scamozzi, Progetto per il Ponte con tre archi, 1587; 6.7. A. da Ponte, Progetto per il Ponte, 1592: pianta e alzato; 8. G.

Marastoni, Proposta per sei piani di case da alzare sopra il Ponte, 1681; 9. Veduta del Ponte.

Per una storia dei ponti

trica... —, ma capace, in ogni caso, di resistere a tutte le piene dell'Arno (il ponte fu distrutto dall'esercito tedesco in ritirata nel 1944 e rifatto nel Dopoguerra con la stessa tecnica usata dai costruttori rinascimentali) (23).

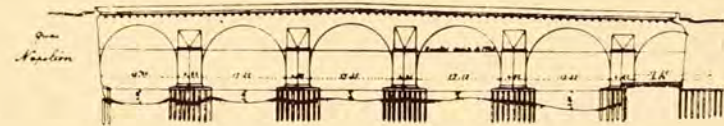
Nel Diciassettesimo secolo e nella prima metà del Diciottesimo, non si registrano particolari novità nella costruzione del ponte: al di là dei mutamenti del gusto che incidono sulla decorazione e sullo stile, tecniche e procedimenti costruttivi restano sostanzialmente immutati rispetto all'età precedente (si possono ricordare dell'epoca alcuni ponti francesi: a Parigi il Pont Marie del 1635 e il Pont Royal di Mansart e Gabriel padre, del 1685, e qualche opera di Gabriel figlio, come il Pont de la Charité sulla Loira del 1716 e il Ponte di Blois del 1720). È comunque in questo periodo che si creano le premesse per il definirsi di un nuovo atteggiamento progettuale, identificabile, nel caso specifico, con l'opera di Jean Rodolphe Perronet, la quale, pur muovendo all'interno del grande ciclo storico dell'arco in muratura, si configura come l'ideale spartiacque al di là di cui inizia la storia del ponte moderno. L'apogeo della monarchia francese, con Luigi XIV, e il grande impulso alla infrastrutturazione del territorio conseguente alla politica economica di Colbert attivano infatti quel processo che condurrà, qualche decennio dopo, a una prima distinzione tra le figure dell'architetto, dell'ingegnere civile e di quello militare, al formarsi, in altre parole, di una cultura tecnica quale oggi è intesa. Con la creazione del *corps des Ponts et Chaussées* nel 1716, le preoccupazioni militari si estendono ormai all'ordinamento dell'intero territorio. È la nascita del concetto di servizi e lavori pubblici, assicurati dagli ingegneri-funzionari dei grandi organismi statali. Da questo momento in poi l'ingegnere diventa un personaggio-chiave nella nuova divisione del lavoro instaurata, legata a quel progetto di razionalizzazione spaziale che introduce l'inseadimento delle infrastrutture e annuncia l'avvio della produzione industriale. (...) Si istituirono le scuole destinate alla formazione specifica degli ingegneri: l'Ecole des Ponts et Chaussées nel 1747, l'Ecole du Génie Militaire de Mézières nel 1748 e soprattutto l'Ecole Polytechnique, fondata nel 1794 dalla convenzione sotto il nome di Ecole Centrale des Travaux Publics e avente il compito di centralizzare il reclutamento per i corpi dei membri per i corpi dello stato (24).

Così una nuova concezione dello spazio, spiegato, aperto, disponibile, costruito dalle infrastrutture e non più confinato dalle piazzeforti (25) comincia a premere per una definitiva affermazione. Da un lato infatti il declino del Genio Militare, ancora legato a un'idea di economia territoriale, costretta in una fitta armatura di fortificazioni, apre a nuovi ruoli tattici del movimento e quindi della strada: Abbiamo contato troppo sulle piazzeforti, ne abbiamo costruite troppe: abbiamo commesso ciecamente un'infinità di errori, dimenticando che la piazzaforte non era che un accessorio e che la grande tattica del movi-



Disegnato da Filarete

Sped. Pietro d'Amico a Paris
in 1485, d'Amico a la Torre commessario
a la Re. d'Amico a la Torre
Commissario in 1487.



Antonio Averlino, detto il Filarete, 1460

Inteso quanto la sua Signoria ne scrive, non altro facemo, se non che 'l Signore disse che a ogni modo voleva fare i ponti sul fiume Indo e su l'Averlo. Si che mi disse: 'Fa' qualche bel disegno, ché io intendo di fargli che sieno begli.' (...) Fatto questo, messo i nomi loro, ogni cosa ordinato, volle che io facessi il disegno dello ponte del fiume Averlo. Subito lo feci, il quale sta in questa forma: la sua lunghezza è solo cento cinquanta braccia, al quale io fo cinque archi di braccia sedici di vano l'uno, e le pile le fo grosse braccia dodici e mezzo delle quattro; le due da parte le fo dieci, e questo è fatto perché il fiume ha le rive di sasso al quale non gli bisogna altre spalle. L'altezza è, come sapete, quaranta braccia. La larghezza sua sarà braccia quattordici; e, come vedete, gli fo questi edifici quadri, i quali saranno begli a vedere e ancora utili. E saranno il loro quadro solo ventiquattro braccia; dall'uno all'altro sarà quanto è largo il ponte; e dall'uno all'altro edificio sarà uno arco, dove di sopra si potrà andare dall'uno all'altro. E questo arco sarà l'entrata del ponte.

'In questa forma mi piace. In questi luoghi ci potrà abitare persone?'

'Signor sì, perché sarà di vano più di venti braccia, o venti braccia a punto dentro ciascheduno, dove che si potrà scompartire in abituri di sotto e di sopra in modo saranno comodi all'abitare.'

'Orsù, sta bene.'

'In cima ci faremo una figura per uno e forse ci faremo uno cavallo.'

'Facciamo pur, poi quello ci parrà che stia meglio faremo.' Piaciutogli la forma, fu dato l'ordine a ogni cosa che mestieri erano a fare questo ponte. E così con quegli ordini che usato erano agli altri, così a questo fu, e con prestezza, dati i modi, fu fabbricato di belle e grandi pietre in brevissimo tempo. Fatto questo disse: 'Ora si

può fare guastare quello di legname che è qui di sotto.'

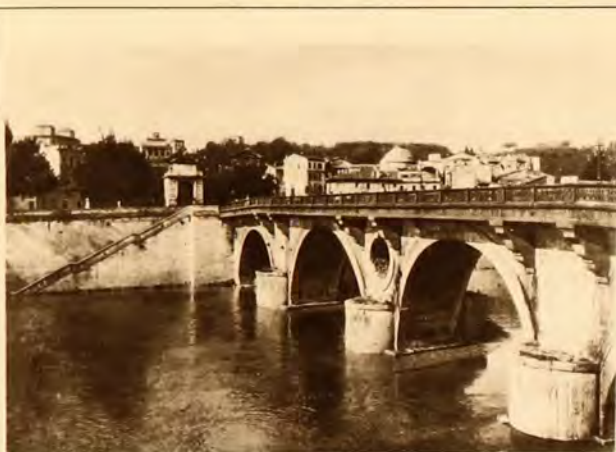
A. Averlino, detto il Filarete, *Trattato di architettura*, 1460-65, il Polifilo, Milano 1972, Tomo I, pagg. 356, 366-367.

William Barclay Parsons, 1939

Il Pont Neuf venne costruito al declinare del Rinascimento e i suoi progettisti disponevano di tutta l'esperienza fin qui accumulata. (...) Verso la fine del Sedicesimo secolo si fece pressante l'esigenza di stabilire ulteriori vie di comunicazione fra l'antica città sull'Ile, dove erano localizzati il palazzo reale, la cattedrale e gli altri edifici pubblici, e la popolazione in rapida crescita, insediata a nord e a sud delle rive della Senna. Nel 1557 il re Enrico III ordinò la costruzione di un nuovo ponte (...). Nei duecento anni occorsi al suo completamento, il Pont Neuf è stato il centro della vita parigina. Fiancheggiato da negozi su entrambi i lati e punto di connessione fra il centro di Parigi e le aree esterne, il Ponte costituiva la principale arteria del traffico urbano. (...) "A malapena se ne era conclusa la costruzione che il Pont Neuf già costituiva la più grande arteria di comunicazione fra le due rive. Per spostarsi da una sponda all'altra tutta Parigi attraversava questa via. Era necessario rifugiarsi su uno dei balconi circolari posti ai lati per osservare l'irrefrenabile ed eterogenea folla parigina (...). La frenetica attività della borghesia, il risvegliato bigheggionare dei perdigiorno attoniti, la spensierata turbolenza di oscuri cadetti, la povertà dei monaci, l'insolenza delle prostitute, l'arroganza dei nobili a passeggio in galante compagnia, la sollecitudine dei cortigiani diretti al Louvre, cavalieri, pedoni, carri, portantine, tutto passava qui in un flusso ininterrotto (...)."

W.B. Parsons, *Engineers and Engineering in the Renaissance*, 1939, The MIT Press, Cambridge (Mass.) 1968, pagg. 565-566.

Rinascimento: ordine architettonico e ordine strutturale



3



4



5



6



7



8



9

1. Filarete, Ponte di pietra sull'Averlo, 1460. 2. Fra' Giocondo, Progetto per il Ponte di Notre-Dame, Parigi, 1507. 3. Ponte Sisto, Roma, 1475.

4. B. Ammannati, Ponte di S. Trinita, Firenze, 1570. 5. Pont Neuf, Parigi, 1578-1607. 6. Pont Neuf, Tolosa, 1543-1632. 7. Ponte Henry IV,

Châtellerault, 1576-1611. 8. Ponte San Giobbe, Venezia, XVI sec. 9. Ponte Vecchio sul Main, Würzburg, XVI sec.

Per una storia dei ponti

mento era lo scopo principale (26). Dall'altro l'entrata in scena dell'iniziativa privata, accanto agli organismi statali, che intensificano la costruzione di strade anche per motivi commerciali, sostiene l'approntamento di una diffusa rete di canali (la via di trasporto più adatta — prima dell'avvento della ferrovia — per i movimenti di merci e materie prime della nascente industria).

La portata e il senso degli interventi attivati non hanno precedenti, come lasciano trasparire i nuovi orientamenti dell'insegnamento: in un'Europa in cui la scuola continua a «modellare» lo spazio, compare per la prima volta un'impostazione didattica più tecnicista, meno «appassionata» del paesaggio, meno sistematicamente orientata verso l'ordinamento spaziale, e più indirizzata verso la trasformazione pratica dei territori che le prime ondate di ingegneri avevano misurato e conquistato (27).

Si è così posti di fronte, prima in Francia e poi in tutta l'area occidentale, a un enorme progresso delle tecniche tradizionali. Accanto alla novità statica e costruttiva dei ponti in muratura di Perronet, che si configurano come caso esemplare, sono da registrare risultati di rilievo anche nel campo dei ponti in legno: in Svizzera con l'attività di Hans Ulrich Grubenmann, di cui è da ricordare il progetto per il Ponte sul Reno a Sciaffusa del 1756-58 con campata di 119 metri, e in America col perfezionarsi di una lunga tradizione nella costruzione di ponti reticolari ad arco e a travata, che permetterà a Louis Wernwag di realizzare la campata in legno più grande del mondo — 104 metri — col Ponte di Fairmount

sullo Schuylkill del 1814. Ma contemporaneamente agli sviluppi nelle tecniche tradizionali, si registra anche l'avanzamento degli studi e delle applicazioni sperimentali di nuovi materiali costruttivi, come la ghisa e il ferro, che solo successivamente egemonizzeranno il cantiere del ponte. La figura di Perronet diventa particolarmente significativa non solo perché legata alla fondazione e all'insegnamento all'Ecole des Ponts et Chaussées, ma soprattutto per come riesce a rendersi interprete, sul piano costruttivo, di questa nuova disposizione razionale, che si manifesta all'origine con uno sforzo di osservazione semplicemente più intenso: nel conto che si comincia a tenere delle pile le cui fondazioni cedono (Tours, Angers, Orléans), delle arcate che si rompono, dei monumenti, apparentemente indistruttibili che la piena travolge. L'osservazione si fa quindi improvvisamente più attenta a ciò che l'insuccesso può portare all'esperienza (28). È proprio questo «sforzo di osservazione» che conduce Perronet a rinnovare i principi di funzionamento statico e i metodi costruttivi del ponte, da un lato allontanandolo dalle proporzioni classiche della tradizione accademica, riproposte in quegli anni dalle incisioni piranesiane (è del 1750 quella di un ipotetico *Ponte Magnifico*), e dall'altro avvicinandolo al progetto di strutture le cui caratteristiche di snellezza e trasparenza — comunemente associate alle realizzazioni metalliche e poi in cemento armato del Diciannovesimo e Ventesimo secolo — di fatto configurano



Jean Rodolphe Perronet, 1788

Le pile dei ponti devono essere considerate in due modi: o hanno funzione di spalla, o devono essere sempre contraffortate da archi collaterali fino alle spalle stesse del ponte. Nel primo caso, occorre prevederne una resistenza tale da renderle vere e proprie spalle, acciocché possano resistere alla spinta laterale dei conci che tende a ribaltarle e che aumenta tanto più la curva degli archi è piatta e tanto più alte sono le pile. Nel secondo caso, è sufficiente prevederne una larghezza tale che possano sostenere il peso di ogni semi-arco posto da una parte e dall'altra delle pile medesime. Voglio ora rilevare che non è affatto pratico dare, anzi, non si deve dare alle pile la stessa larghezza delle spalle. Con ciò propongo di ridurre ancora la larghezza che ordinariamente si dà alle pile. Le persone che non hanno alcun riguardo per l'economia dei materiali, potranno preferire le pile più massicce, ritenendole più solide; ma siffatta opinione sarebbe una volta di più sbagliata, perché restringendo il corso naturale dei fiumi se ne aumenta la velocità, la quale, da sola, proprio erodendo le fondazioni delle pile, può far perdere al ponte quella solidità a cui tendiamo. Questo è un difetto imputato a molti ponti e ad esso se ne è attribuito il crollo, come andrò a dimostrare in questa memoria. (...) Le volte dei ponti sono ordinariamente concepite a semicerchio, a semiellisse o in forma ovale, ad arco ogivale e infine, in porzione d'arco di cerchio. Le dette curve, quando vengono impostate, come di norma avviene, all'altezza delle acque di magra o poco più sopra, presentano l'inconveniente di diminuire il passaggio dell'acqua, fatto che peggiora tanto più questa si alza (...). Le volte ad arco ogivale, e anche quelle solo concluse da tale arco ad altezza costante, come nel vecchio Ponte di Londra, impediscono ancor più lo scorrimento dell'acqua; inoltre la loro forma è affatto gradevole. (...)

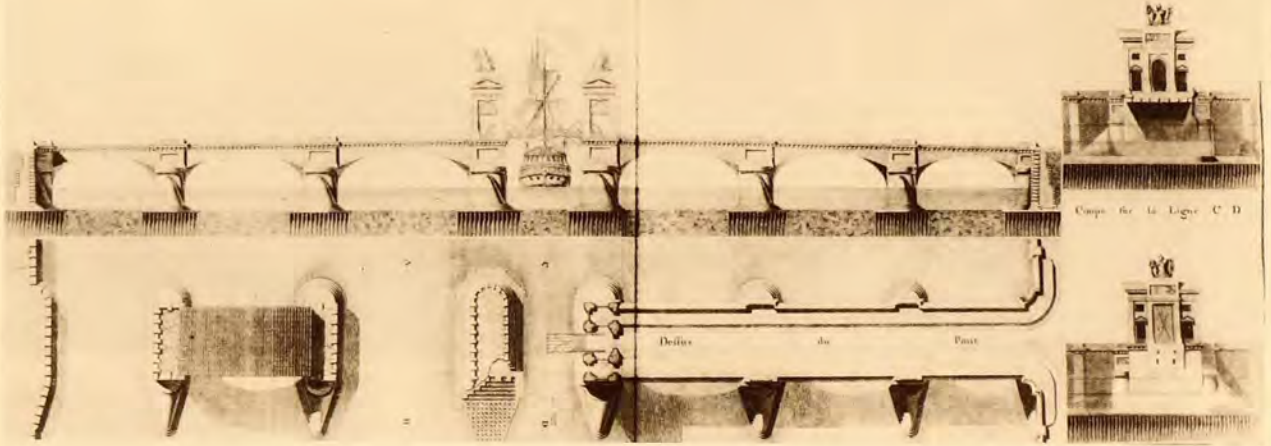
Credo di avere fatto capire, nella prima metà di questa memoria, quanto sia opportuno dare alle pile soltanto lo spessore che è necessario a sostenere le volte dei ponti, lasciando ancora loro, tuttavia, un certo margine di resistenza, così come ho fatto per il Ponte di Neuilly. Nella seconda parte, ho esposto il vantaggio che si può trarre costruendo le volte in porzione d'arco di cerchio, le cui imposte sarebbero stabilite all'altezza delle acque di piena: a questo si può aggiungere un altro vantaggio essenziale, che consiste nel facilitare il passaggio dei cavalli di allaggio sotto il ponte, ciò che intendo fare principalmente nel progetto del Ponte a Sainte-Maixence, che si sta costruendo, e in quello da costruirsi di fronte alla piazza di Luigi XV. Dal tutto deve derivare il doppio vantaggio di ridurre la massa della muratura e il costo dei ponti, oltre che di lasciare più passaggio al corso dell'acqua, così come mi sono proposto. Malgrado i vantaggi, non credo tuttavia che si debba adottare questo genere di costruzione per tutti i ponti indistintamente. Gli ingegneri intelligenti, incaricati di lavori di tal specie, devono esaminare sul posto i punti che sembreranno loro più adatti per stabilirvi questi tipi di ponti: ma, in caso di difficoltà, devono attenersi al metodo più ricorrente. Terminerò questa memoria ricordando che i grandi ponti, come edifici di altro genere, sono monumenti che possono servire a far conoscere la magnificenza ed il genio d'una nazione: quindi non ci si occuperà mai troppo dei mezzi per perfezionarne l'architettura, la quale può essere, d'altra parte, suscettibile di varietà, pur conservando sempre, nelle forme e nella decorazione, il carattere di solidità che le è proprio.

J. R. Perronet, *Description des projets et de la construction du Pont de Neuilly, de Mantes, d'Orléans et autres*, Parigi 1788, pagg. 628-630.

PONT PROJETÉ POUR ÊTRE CONSTRUIT A S^t PETERSBOURG SUR LA NÉVA

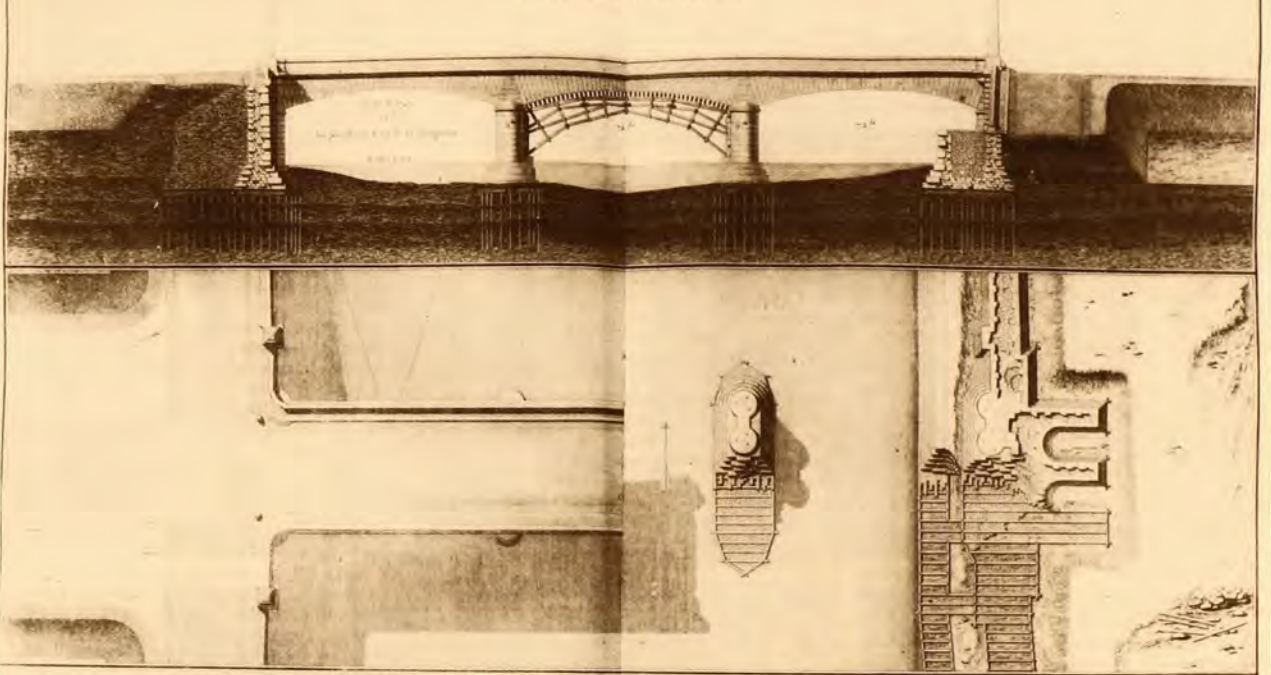
PL. XXX

Coupe par la Ligne A B



5

DESSIN DU PONT PROJETÉ SUR LA RIVIERE D'OISE,
LE PONT SAINT-MAXENCE



Coupe par la Ligne A B



6

1. H.U. Grubenmann, Progetto per il Ponte sul Reno, Sciaffusa, 1756-58. 2. L. Wernwag, Progetto di Ponte sullo Schuylkill, Fairmount, 1814. 3. A. Swan, 'Progetto per un Ponte sul Taya

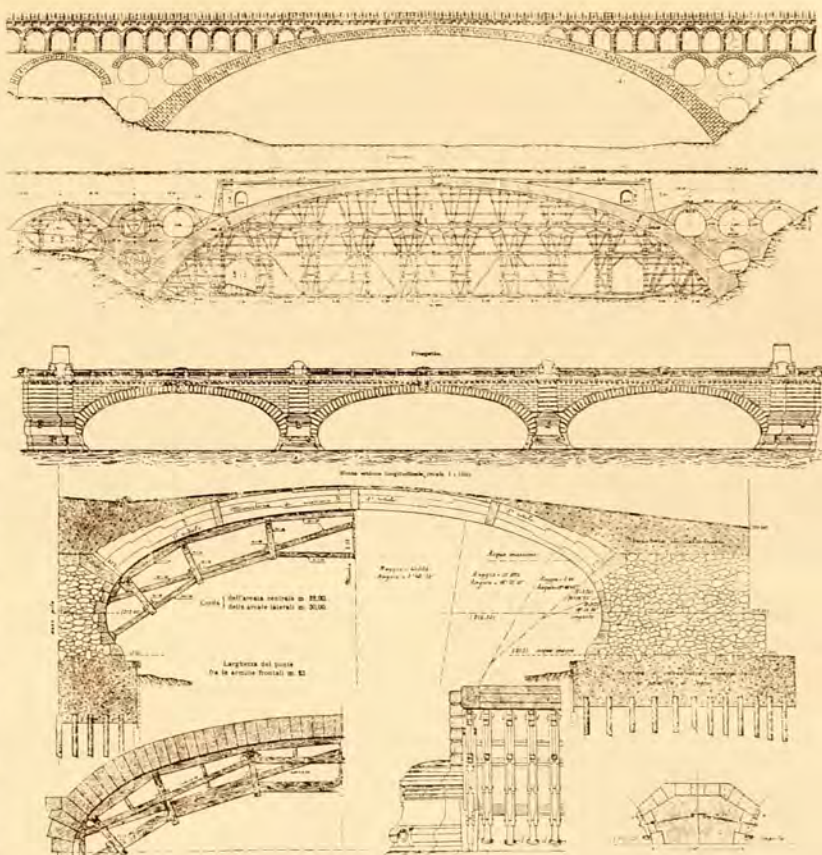
Dunkeld, 1757. 4. G.B. Piranesi, Ponte Magnifico, 1750. J.R. Perronet: 5. Progetto di Ponte sulla Néva, Pietroburgo, 1780; 6. Progetto di Ponte di Sainte-Maxence sull'Oise, 1780 (da J.R.

Perronet, Description des projets et de la construction du Pont de Neuilly, de Mantes, d'Orléans et autres, Parigi, 1788).

Per una storia dei ponti

gli ultimi ponti in pietra come i primi ponti moderni. Nel caso particolare, Perronet comprende che la risultante delle sollecitazioni sulla pila è pressoché verticale, essendo la spinta di un'arcata bilanciata da quella dell'arcata contigua. La pila così, non risente più degli effetti del ribassamento dell'arco e del relativo incremento della spinta, la quale è assorbita a livello di impalcato e trasferita, attraverso la serie di arcate, alle spalle. Affinché lo schema statico descritto funzioni, occorre che anche il metodo costruttivo sia modificato: alla realizzazione di un'arcata per volta, ottenuta generalmente smontando e rimontando la centina, è sostituita la messa in opera contemporanea delle arcate, utilizzando una centina multipla, per permettere il flusso continuo delle tensioni verso le spalle. Il sistema comporta un onere maggiore per le opere provvisorie, ma i vantaggi sono enormi: la pila, scaricata della spinta, può essere notevolmente snellita, offrendo minor resistenza alla corrente, e l'arco può essere ribassato fino a limiti ritenuti impossibili solo qualche anno prima (il Ponte di Nemours sul Loing, terminato nel 1810 dopo la morte di Perronet, arriva a un rapporto di ribassamento di 1/15). I ponti di Perronet (tra cui i più noti sono il Ponte di Neuilly sulla Senna del 1772, il Ponte di S.te-Maxence sull'Oise del 1780, il Ponte della Concordia a Parigi del 1791) sono così molto meno massicci dei precedenti: pile snelle, arcate tese, curve appena accennate, superfici ridotte. Con la sua opera nasce il concetto moderno di struttura, concepita ora come unità, al cui interno ogni elemento ha una funzione definita e collabora con gli altri alla resistenza dell'insieme (la contropartita è rappresentata da un rischio maggiore poiché il crollo di una campata, interrompendo la continuità del sistema strutturale, implica il crollo dell'intero ponte, come un *castello di carte*) (29). Inoltre la chiarezza e la qualità dell'impianto strutturale, unite alla perfezione tecnica nella lavorazione e nella posa dei conci, che vengono lasciati a vista (in questi anni raggiunge altissimi livelli di qualità la stereotomia, la tecnica di taglio della pietra) scongiurano qualsiasi tipo di decorazione, non rara nei ponti sei e settecenteschi: come spiega Perronet stesso, parlando del Ponte della Concordia *... non abbiamo impiegato alcuna specie di ornamento scultoreo, sia per non allontanarci troppo dal genere di semplicità consacrato a questo tipo di monumenti, sia per non indebolire affatto il carattere maschio che conviene all'architettura dei ponti* (30). Dopo l'opera di Perronet, la cui influenza è evidente in molte delle ultime realizzazioni europee in muratura (si possono ricordare in Italia il Ponte Vittorio Emanuele I sul Po del 1810 e il Ponte sulla Dora del 1828, entrambi a Torino), la costruzione in pietra passa in una posizione marginale nella storia del ponte, scavalcata dalle enormi possibilità offerte dai nuovi materiali, anche se continua ad essere impiegata, per le ottime caratteristiche di resistenza e durabilità, fino a circa la metà del Ventesimo secolo.

Grazie anche a una prima sistemazione scientifica della teoria dell'arco, ad opera



Ted Ruddock, 1979

Ma il tributo più alto alla maestria [di Telford] nella progettazione di ponti in muratura viene dal Dean Bridge, risultato estremo dei suoi esperimenti architettonici; qui ha raggiunto un eccellente livello di costruzione e di resistenza duratura, difficile a eguagliarsi. La recente ispezione a tutta la parte interna sia delle pile che dei timpani, costruita cava, ha evidenziato un movimento della struttura appena percettibile e un deperimento irrilevante del ponte a distanza di 145 anni dalla sua apertura al traffico. Solo alcuni dei conci di collegamento, che legano i timpani esterni ai muri interni paralleli, sono andati in trazione, il resto è perfetto. (...) La stessa costruzione dell'impalcato stradale è stata una novità, poiché in aggiunta alla argilla di sigillatura usata dai primi costruttori di ponti e da Rennie nei ponti di Waterloo e di Londra, Telford utilizzò il cemento idraulico come legante per il pavimento di ghiaia e di ciottoli. (...) La costruzione degli archi comportò alcuni rischi. Gli archi secondari sono disposti verso l'interno sopra archi principali a una distanza di 3 piedi e 2 pollici da questi. Per consentire ad entrambi i tipi di archi di stabilizzarsi liberamente una volta tolte le centine, essi furono costruiti indipendentemente l'uno dall'altro e le centine furono levate prima della costruzione dei timpani. Gli archi secondari, spessi solo 2 piedi e 6 pollici, dovettero perciò essere costruiti e molto delicatamente disarmati in fase contemporanea per tutte e quattro le campate, ogni arco collegando, con una campata di 96 piedi, supporti spessi solo 5 piedi. Ciò significava che il rapporto tra luce e spessore dell'arco era 38 e il rapporto tra luce e spessore della pila 19, vale a dire più del doppio di 9, il valore massimo raggiunto da Perronet. Gli archi si abbassarono nel corso di un mese di circa 4 pollici e mezzo in corrispondenza di ogni chiave e i timpani furono dunque costruiti tra questi e gli archi principali,

fornendo un notevole incremento di stabilità.

T. Ruddock, *Arch Bridges and their Builders 1735-1835*, Cambridge University Press, Cambridge 1979, pag. 193-194.

Elizabeth B. Mock, 1949

La costruzione in pietra è così laboriosa e lenta che viene giustamente considerata un assurdo e diseconomico anacronismo in un'epoca in cui il costo del lavoro specializzato si alza sempre più, mentre acciaio e cemento armato, i veri materiali della età della macchina, sono disponibili relativamente a buon mercato. Qualsiasi ponte americano contemporaneo che sembra essere in pietra dovrebbe perciò essere guardato con sospetto, poiché un'attenta indagine mostrerà che la pietra è solo un sottile e ingannevole strato applicato a una struttura in cemento armato. Nella Germania nazista le condizioni erano però differenti. Poveri di acciaio e ben forniti di mano d'opera altamente specializzata, i tedeschi non consideravano un lusso eccessivo i ponti in pietra e ne costruirono molti all'interno della impressionante rete di autostrade militari che costituì il loro sistema di *Reichsautobahn*. Ma il ritorno tedesco alle opere in pietra tradizionali non può trovare completa giustificazione su basi razionali. Deve essere attribuito non solo alla povertà di acciaio ma anche alla brama di autoglorificazione attraverso riconosciuti simboli di potere e immortalità. (...) L'abilità artigianale era di notevole livello, ma il progetto complessivo, sebbene superficialmente pulito, risultava pallido e affettato, se paragonato alle migliori opere del passato. Ai moderni revivalisti veniva meno l'antico vigore. Così l'esperimento tedesco provò pressoché irrefutabilmente che la pietra aveva concluso il suo splendido corso come materiale da costruzione del ponte.

E.B. Mock, *The Architecture of Bridges*, The Museum of Modern Art, New York 1949, pag. 29.

XIX-XX secolo: gli epigoni dell'arco in muratura



3



4



5



6



7



8



9

1. Progetto del Ponte di Plauen, primi anni del '900: prospetto e sezione con centina. 2. V. Micheli, E. Ristori, Progetto del Ponte Umberto I, Torino, 1901: prospetto e particolari costruttivi. 3.

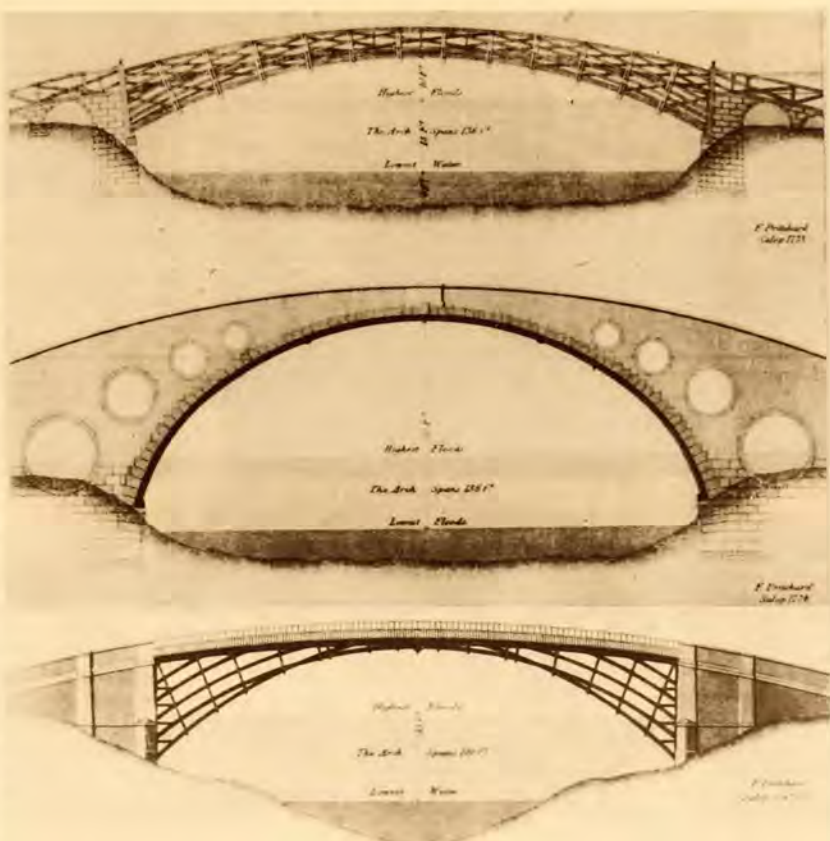
T. Telford, Ponte Dean, Edimburgo, 1827-30. 4. P. Séjourné, Ponte Adolfo, Lussemburgo, 1899-1903. 5. High Bridge a New York, 1861. 6. Viadotto sul Landwasser a Filisur, 1904. 7. Ponte

sul Landwasser Gorge presso Wiesen, 1906-09. 8. P. Bonatz, F. Leonhardt, K. Schaechterle, Sovrappasso presso Eisenberg, 1937. 9. F. Tamms, Ponte sull'Ilm presso Weimar, 1937.

di Lamé, Clapeyron, Moseley, Culmann, è ulteriormente perfezionata la tecnica di costruzione delle volte murarie: notevole risulta l'opera di Paul Séjourné, autore di diversi ponti stradali e ferroviari, tra cui il Ponte Adolphe a Lussemburgo, costruito tra il 1899 e il 1903, che per diverso tempo è stato l'arco in muratura più lungo del mondo, superando per la prima volta, con una campata di 85 metri, quella del ponte medievale di Trezzo sull'Adda. Ma, al di là di esiti formali e costruttivi di notevole livello qualitativo (è il caso dei ponti di Paul Bonatz per le *Reichsautobahnen* o di alcuni viadotti ferroviari svizzeri), il ciclo storico del ponte in muratura non produce episodi di rilievo nel suo ultimo periodo e si chiude definitivamente attorno alla metà degli anni Cinquanta col mutare delle condizioni di mercato: l'alto costo del materiale e della sua lavorazione, la progressiva scomparsa dei tagliatori di pietra, la concorrenza delle nuove tecniche e dei nuovi materiali.

Le caratteristiche meccaniche della ghisa e soprattutto del ferro, impiegati nella costruzione di ponti a partire dalla seconda metà del Diciottesimo secolo (31), consentono finalmente la definizione compiuta delle tre grandi tipologie strutturali (l'arco, la trave, la fune in sospensione) di origine antichissima, ma, fino a questo momento, notevolmente condizionate dai limiti dei materiali e delle tecniche tradizionali. A un panorama sostanzialmente unitario, per secoli dominato dall'arco in muratura, si sostituisce ora una scena estremamente articolata. Così alla lenta evoluzione strutturale e costruttiva del ponte in pietra subentra la rapida sovrapposizione, spaziale oltre che temporale, di esperienze diverse, a volte difficilmente classificabili secondo un criterio che non sia quello dell'elenco dei progressivi *record* di luce, in un quadro in cui lo sviluppo tecnologico sembra imporre le sole ragioni di una sua logica interna, nell'attesa di una definitiva *chiarificazione della nozione di progresso e di tecnica* (32).

Diventa così opportuno, nel caso del ponte metallico, seguire separatamente l'evoluzione di ciascun tipo strutturale, isolando esperienze che pure risultano sovrapposte e interagenti nel tempo. Sebbene i primi ponti in metallo siano del tipo sospeso (una passerella pedonale appesa a catene in ferro è realizzata sul Tees in Inghilterra già nel 1741) è l'arco la figura che stabilisce una più immediata continuità rispetto al passato; continuità che, se da un lato è stata spesso attribuita all'inertezza di una tradizione secolare nella costruzione in muratura (di cui l'arco metallico ripropone inizialmente modelli statici, costruttivi ed espressivi), si spiega, dall'altro, con le qualità meccaniche di un materiale come la ghisa, per molti versi analoghe a quelle della pietra (in particolar modo per la scarsa capacità di resistenza a trazione). La derivazione dei primi ponti in ghisa dai tipi della tradizione (non solo della pietra ma anche del legno) è evidente nel primo progetto di ponte ad arco metallico (1774) che si conosca, il Ponte di Inveraray di Robert Mylne (autore del monumentale



Gianluigi Dalfiume, 1853

Sarebbe cosa poco addecevole se, riproducendo a' nostri giorni un'opera di architettura (...) si lasciasse di parlare dei ponti di ferro: utile trovato moderno, che non appena ideato si può dire saltò dallo suo stato infantile all'adulto; ed ha, in tal modo, fornito l'arte di mezzi efficacissimi a poter vincere quelle difficoltà, che non di rado si oppongono all'erezione de' ponti di pietra o di legname pel passaggio dei fiumi. Noi ci contenteremo di darne una succinta idea, onde i giovani studiosi non abbiano ad ignorare un argomento, che oltre essere di sommo vantaggio alla società, collo stabilire una pronta e libera comunicazione tra provincia e provincia, che forma il nucleo della grandezza e ricchezza d'una nazione, mostra ad ultima evidenza quai siano i frutti, che si colgono dall'umano incivilimento (...). Ci faremo tosto a dire che il primo ponte di ferro, che fu costruito a somiglianza di quelli di pietra, è quello di Coalbrookdale (...) nell'Inghilterra (...). In seguito di tale esempio altri ponti vennero edificati nell'istessa Inghilterra, nella Germania, nella Russia e nella Francia. Sono pochi anni che dall'America settentrionale ricevemmo noi Europei un nuovo genere di ponti di ferro, che vengono chiamati ponti pensili. Si distinguono i ponti di ferro per la varia loro struttura in tre specie, e sono i ponti a castello: 2 ponti ad arcate: 3 ponti pensili. I primi seguono un sistema analogo a quello dei ponti di legname, che chiamansi a semplice *impalcatura*, allorchando poco differiscono da un solaio ordinario, mentre si denominano ad *impalcatura armata*, o più brevemente a *castello* quelli, in cui occorre, per le grandi distanze delle palate, di costruire sotto ciascuna travata una robusta armatura (...). I ponti ad arcate somiglianti sono nella loro formazione ai ponti con arcate a grandi cunei di pietra da taglio. Infine i ponti pensili ci forniscono un sistema semplice e singolare, per cui la larghez-

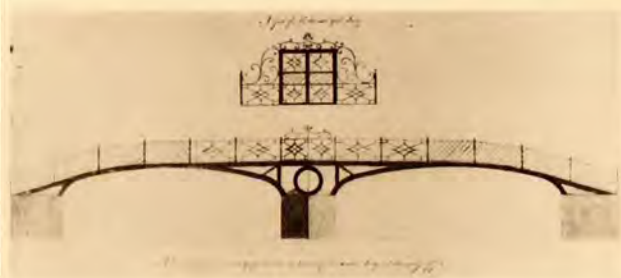
za ed impetuosità delle acque non sono più di ostacolo insormontabile per stabilire un'immediata e sollecita comunicazione (...).

G. Dalfiume, *Dei ponti di ferro*, 1853, appendice al paragrafo VII, cap. X, libro III, parte II, in F. Milizia, *Principi di architettura civile*, Majocchi, Milano 1853, pag. 581.

Francis Donald Klingender, 1947

Ma la convergenza nelle rivoluzioni dei trasporti e dell'industria è soprattutto appariscente nei grandi ponti di ghisa. Il primo di questi attraversa ancora il Severn a Colebrookdale, con una arcata di 30 metri e mezzo. Esso fu aperto al pubblico nel 1779. Era stato progettato da Thomas Farnolls Pritchard, un architetto di Shrewsbury, e fuso e montato da Abraham Darby III (1750-91). Nel 1796 a Sunderland fu completato un nuovo ponte ancora più grandioso. Era stato fuso alla fonderia Walker di Rotherham su progetto di Rowland Burdon, deputato al parlamento per Sunderland. (...) Questi due ponti furono forse la prima manifestazione della rivoluzione industriale che impressionasse profondamente gli artisti popolari del tempo. (...) La proposta di Telford di sostituire il ponte di Londra con un'unica campata di ghisa lunga 183 metri non venne mai realizzata, ma ispirò una spettacolare acquatinta a Wilson Lowry (...). Nel 1770 Arthur Young aveva scritto: «L'epoca presente è particolarmente caratterizzata da simili nobili imprese», e riassume i traguardi raggiunti dalla fase eroica della rivoluzione industriale con queste parole: «Quando fioriscono l'agricoltura, le industrie e il commercio, una nazione diventa ricca e grande, e la ricchezza non può esistere senza dare impulso alla generale industria, e a quello spirito di miglioramento, che conduce infine al compimento di opere che, in tempi più poveri, sarebbero stati considerati prodigi».

F.D. Klingender, *Arte e rivoluzione industriale*, 1947, ed. it. Einaudi, Torino 1972, pagg. 21-22.



2



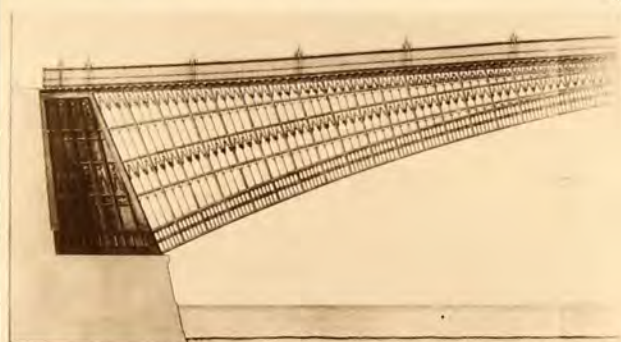
3



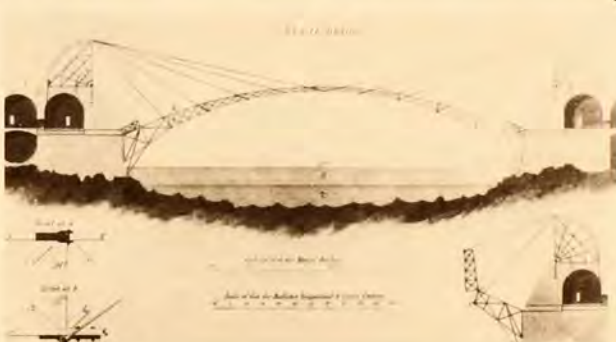
4



5



6



7



8



9

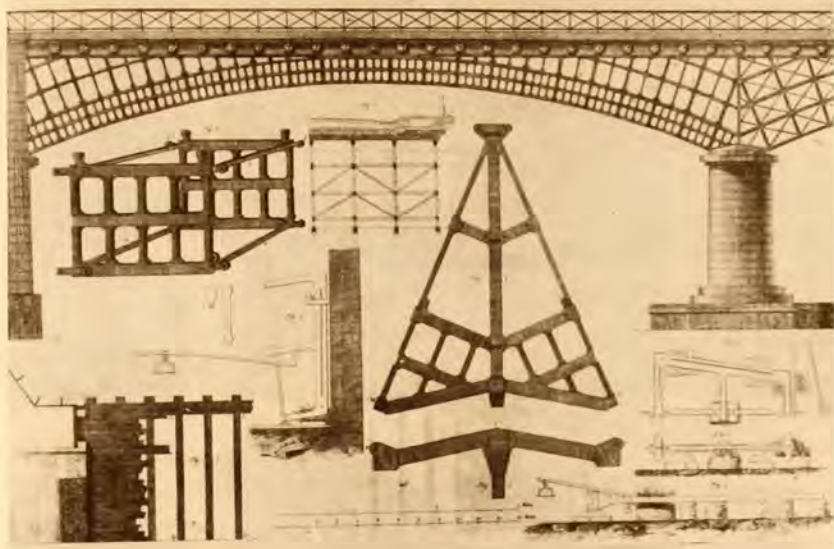
1. T.F. Pritchard, Progetti di ponti in legno, in pietra e in ghisa, 1773-75. 2. R. Mylne, Progetto del Ponte di Inveraray, 1774. 3. J. Nash, Ponte a Stamford, 1790 c. 4. T. Pritchard, A. Darby, J.

Wilkinson, Ponte sul Severn, Coalbrookdale, 1775-79. 5. T. Wilson e R. Burdon, Ponte di Sunderland sul Wear, 1796. 6. T. Telford e J. Douglass, Progetto per il nuovo Ponte di Lon-

dra, 1800. 7. T. Telford, Ponte sul Menai: disegno del montaggio della centina. 8. T. Telford, Ponte sullo Spey, 1815. 9. J.C. Loudon, Ponte a Coalport, 1818.

Per una storia dei ponti

Blackfriars' Bridge a Londra), o, ancora di più, dalla sequenza di tre proposte (in legno, in pietra, in ghisa) del 1773-75 di Thomas Pritchard, l'architetto che collaborerà dal 1777 al 1779 con i fonditori Abraham Darby III e John Wilkinson alla realizzazione del più famoso Coalbrookdale Bridge, dal quale si fa generalmente cominciare la storia del ponte moderno. Eppure l'arco a pieno centro di Coalbrookdale, costituito da una serie di cinque nervature parallele, incernierate all'imposta e in chiave, non rappresentò, dal punto di vista strutturale, nulla di veramente interessante: né la forma data all'arco, né l'intelaiatura intorno e al di sopra di questo, riflettono alcuna delle idee correnti di architetti, ingegneri e matematici. Esso ebbe scarsa influenza sui progetti posteriori, ma, diventando presto famoso, costituì un importante stimolo all'uso del ferro (33). Ed è significativo che questo stimolo arrivi da un Paese che si trova in condizioni del tutto particolari rispetto alla Francia mantenutasi fino ad allora in una posizione guida nel campo della tecnica delle costruzioni. L'Inghilterra accusa infatti un notevole ritardo nell'organizzazione di un insegnamento a carattere tecnico: gli ingegneri inglesi non ebbero a disposizione, per la loro istruzione, scuole prestigiose quali l'Ecole Polytechnique e l'Ecole des Ponts et Chaussées, maestri come Prony, Navier e Poncelet; si formarono lavorando nelle officine negli studi e sui cantieri (34). Ma ciò, se da un lato costringe l'Inghilterra a un'inevitabile impasse nei confronti del modello continentale (Telford e Rennie, due dei maggiori protagonisti dell'ingegneria inglese dell'Ottocento, imparano il francese per potersi aggiornare), dall'altro si presenta come il presupposto necessario per un approccio alla progettazione più spregiudicato e non filtrato dal rigore di un insegnamento già diventato accademico, come succede in Francia dove l'Ecole des Ponts et Chaussées condanna i primi ponti in ghisa. Più spregiudicati, i progettisti inglesi riescono a diversificare il proprio campo d'azione, accumulando una serie vastissima di esperienze (35). Il progetto del ponte in ferro, materiale nuovo e di cui ancora si ignorano le capacità, chiede ovviamente la massima libertà di sperimentazione e si rivolge a discipline tradizionalmente estranee al campo della costruzione civile: fu soprattutto l'enorme sviluppo delle costruzioni meccaniche che si ebbe nell'isola a partire dalla seconda metà del settecento (...) a porre le basi per le successive applicazioni del ferro e della ghisa nell'ingegneria civile. Ingegneri meccanici, prima di diventare civili, furono Rennie, Marc Brunel, Fairbairn e gli Stephenson e non fu un caso se De Cessart e Bogardus, pionieri della costruzione metallica in Francia ed in America, ebbero entrambi esperienze precedenti di costruzioni meccaniche, l'uno nella costruzione di una complessa macchina da cantiere per il taglio subacqueo dei pali, l'altro come costruttore di orologi e macchine per stampa (36). Alla apertura verso i contributi più eterogenei (si vedano ad esempio i reciproci apporti nell'Ottocento tra il progetto di ponti in ferro e quello di navi) corri-



Italo Insolera, 1964

Alcune delle maggiori opere di Eiffel sono nel Massif Central: tra le altre il suo capolavoro, il viadotto del Garabit. La geografia di questa regione, la sua difficile e singolare orografia hanno certamente influito in maniera determinante sull'evoluzione di Eiffel (...). Eiffel non studiò né all'Ecole des Beaux Arts, né al Politecnico (...). Alla tradizione che adottava certe forme, certi modi, certe tecniche per aver ormai colmato con l'esperienza il margine lasciato dall'ignoranza e dall'errore iniziali, Eiffel — in questo più partecipe della cultura illuminista e razionalista del '700 che di quella del suo secolo — contrappone l'assoluta sicurezza che a problemi nuovi (dimensionalmente e qualitativamente) occorre una impostazione scientifica nuova. (...) Nel 1879 era in progettazione la linea ferroviaria da Marvejols a Neussargues destinata a collegare le zone meridionali del Massif Central alle linee del sud e alla Parigi-Lione-Marsiglia. Le difficoltà del tracciato erano molte: sempre al di sopra dei 650 metri la ferrovia oltrepassa in lunghi tratti i 1000 metri sul livello del mare. Il maggior ostacolo è rappresentato dalla necessità di superare la Truyère, affluente di destra del Lot. (...) Eiffel propose di scavalcare la Truyère con un viadotto ad arco parabolico sul tipo di quello ultimato un anno prima sul Douro a Porto. (...) Anche la asimmetrica disposizione dell'arco, con un solo pilone da una parte e quattro dall'altra, non è solo conseguenza di una situazione topografica, ma ne è già l'interpretazione in un linguaggio che derivava naturalmente ad Eiffel dalla logica accettazione della sintassi del nuovo materiale. (...) «Dans le Massif Central, région relativement difficile à traverser, il y a peu de communes et peu de grandes cathédrales». Le città comunali, le cattedrali gotiche ed anche i castelli, i palazzi, le ville sono i monumenti caratteristici di tante regioni francesi, ma mancano qui

perché la regione è «difficile à traverser». Il monumento tipico del Massif doveva essere perciò collegato al suo attraversamento, alla risoluzione del suo problema storico: ed è il viadotto ferroviario ed è, tra tutti, il Garabit. Ed i viadotti sono già, come le cattedrali ed i castelli, momenti di un'epoca passata, testimoni della prima età industriale, dell'età del treno.

J. Insolera, *I grandi viadotti di Eiffel nel Massif Central*, in *Zodiac*, n. 13, 1964.

Sylvie Deswarte, Bertrand Lemoine, 1979

[Il Ponte Alessandro III] risulta degno di nota sia per la sua qualità decorativa che per la sua tecnica costruttiva. Elevato per l'Esposizione Universale del 1900, in posizione prospiciente gli Invalides, è effettivamente carico di una ricca ornamentazione che pur dando risalto ai più minuti dettagli ne sottolinea altresì la linea molto ribassata dell'arco. Résal, l'ingegnere incaricato del progetto, era un acceso sostenitore dell'ornamento: si ha il diritto e in certi casi, anzi, il dovere di ornare e decorare le opere, ma a condizione di non corromperne la natura: occorre assolutamente vietare i camuffamenti e gli artifici dei trucchi. È sintomatico che l'architetto Auguste Perret abbia criticato con vivacità la decorazione di questo ponte: la parte nobile, l'elemento portante è l'arco che di un sol getto attraversa il fiume: questo doveva mettersi in evidenza, questo è l'elemento di bellezza che andava fatto risplendere. Ma niente di tutto ciò: giacché si doveva assolutamente fare dell'Arte, l'ingegnere ha chiamato a soccorso (forse gli è stato imposto, me lo auguro per lui) un decoratore che, senza indugi, sotto innesti leziosi, angeli con tube, ghirlande, ha annientato i veri elementi di bellezza contenuti nell'opera.

S. Deswarte, B. Lemoine, *L'Architecture & les Ingénieurs, deux siècles de construction*, Moniteur, Parigi 1979, pag. 99.



3



4



5



6



7



8



9



10

1. V. De Monpetit, Progetto per un ponte ad arco in ghisa, 1783. 2. M. Lamandé, Progetto per il Ponte d'Austerlitz, Parigi, 1801-06: disegni di una campata e di dettagli costruttivi. 3. L.A. De Cessart e J. Dillon, Passerelle des Arts,

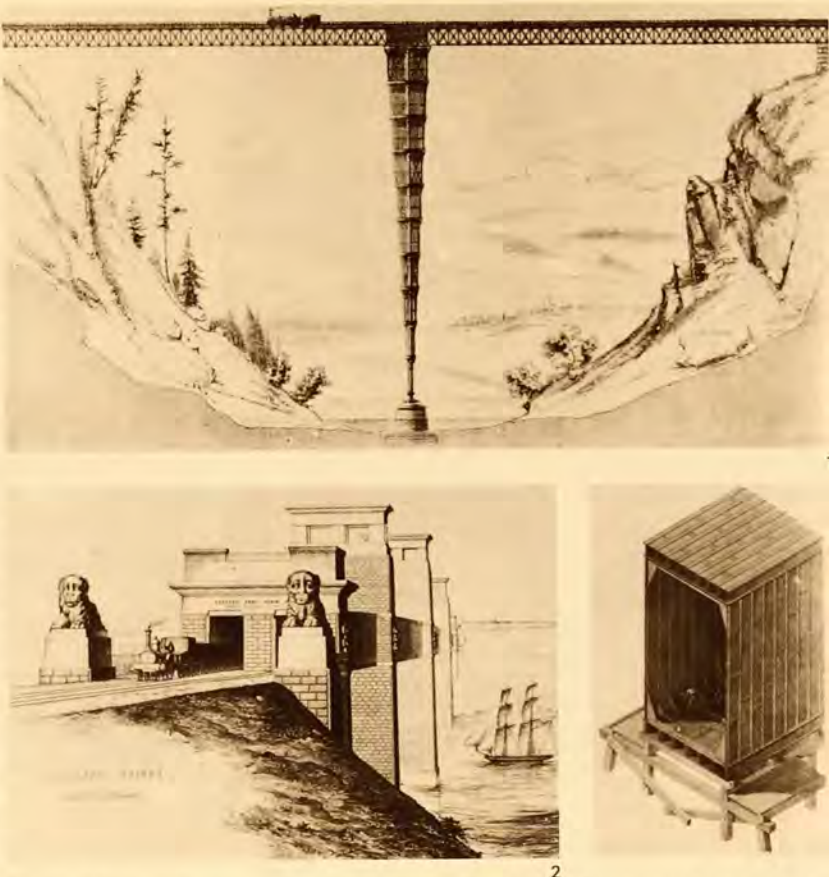
Parigi, 1803. 4. Ponte di Saint-Etienne-le-Molard sul Lignon, 1835. 5. G. Eiffel, Viadotto di Garabit sulla Truyère, 1880-84. 6. G. Röthlisberger, Ponte di Paderno sull'Adda, 1887-89. 7. L.J. Résal, Ponte Alessandro III costruito per

l'Esposizione Universale di Parigi, 1900. 8. O.H. Amman e A. Dana, Ponte sul Kill van Kull, New York, 1931. 9. Ponte a Pittsburg, 1959. 10. Ponte a Manchester, 1961.

Per una storia dei ponti

sponde la definizione, sempre più chiara a partire dalla fine del Diciottesimo secolo, di una linea di ricerca che configura il ponte metallico come fatto eminentemente tecnico, sottraendolo progressivamente all'influenza dell'"architettura": se dovesse essere ricordato un decennio in cui la costruzione dei ponti più importanti scivolò dalle mani degli architetti verso quelle degli ingegneri, sarebbe quello tra il 1790 e il 1800. In questi anni John Rennie e Thomas Telford si affermarono come i maestri nel progetto di ponti, prendendo il sopravvento sui più anziani architetti Mylne, Stevens, Harrison e Dance e sui più giovani aspiranti come Soane e Nash (37). Ma la supremazia inglese nel campo dei ponti e, in generale, delle costruzioni metalliche si spiega soprattutto con lo straordinario sviluppo industriale d'Oltremania: con una popolazione che era circa la metà di quella francese, l'Inghilterra produceva a quel tempo i due terzi del fabbisogno mondiale di carbone; la metà del fabbisogno mondiale di ferro e di tessuti di cotone; il suo reddito pro capite era circa doppio di quello francese e triplo di quello tedesco, i suoi prodotti industriali non avevano concorrenza (38). Un simile sviluppo non trova ancora riscontro nell'Europa continentale, dove diverse proposte, pur interessanti, non riescono a essere realizzate. È il caso di alcuni progetti francesi (tra cui quello di V. De Monpetit del 1783 per un ponte ad arco in ghisa con luce di 120 metri), in cui sono fissate alcune caratteristiche che rimarranno costanti nella evoluzione del ponte in ghisa; tra queste, la sostituzione dei semiarchi derivati da una colata singola del Ponte di Coalbrookdale con una serie di elementi in ghisa, funzionanti di fatto come i conci delle volte murarie: un ritorno ai modi della tradizione che rappresenta, nel caso particolare, un progresso. Del tipo ad arco in conci di ghisa sono infatti tutte le realizzazioni inglesi (e poi francesi) a partire dalla fine del Diciottesimo secolo, come il famoso Ponte di Sunderland sul Wear del 1796 di T. Wilson e R. Burdon, allora il più grande del mondo con i suoi 72 metri di luce.

D'altra parte, proprio con il progressivo aumento delle luci libere, raggiunte con strutture relativamente leggere, grazie alle buone caratteristiche di resistenza del materiale, cominciano a registrarsi deformazioni eccessive e fenomeni di instabilità, che spostano l'attenzione dei progettisti dal problema della resistenza meccanica della sezione a quello dell'irrigidimento strutturale. Thomas Telford, dal 1781 ispettore dei lavori pubblici della contea di Shropshire, ne proporrà una soluzione, sciogliendo una delle questioni più complesse nella storia strutturale del ponte ad arco, quella della collaborazione tra timpano, arco e impalcato. Telford trasforma infatti il reticolo di collegamento tra arco e impalcato in elemento rigido e strutturalmente attivo, come avviene nel Ponte di Craigellachie sullo Spey in Scozia (1812-15), nella proposta per un arco di 150 metri di luce a Londra (1798) e nel progetto per il Ponte sullo Stretto di Menai nel Galles (1810), dove propone, tra l'altro, un rivoluzionario metodo di montaggio a



Vittorio Nascé, 1982

Nella lunga storia del ponte Britannia (...) non è affatto facile distinguere oggi i meriti degli uomini che vi presero parte (...). Ma a parte gli individuali contributi va riconosciuto a questi tre uomini ciò che fecero, insieme, su un piano più generale, mettendo a fuoco problemi ed indicando procedimenti che si sarebbero dimostrati di fondamentale importanza per lo sviluppo della costruzione metallica e di tutta la tecnica delle costruzioni: introdussero la sezione tubolare a profilo rettangolare sottile e ne dimostrarono la superiorità su ogni altra sezione per strutture inflesse di grande luce; studiarono per primi il comportamento flessionale della trave continua in una concreta applicazione e per primi fecero ricorso ad una coazione elastica per ottimizzare la distribuzione delle sollecitazioni nella struttura; riconobbero che la debolezza del ferro a compressione, al confronto col comportamento delle travi di ghisa, non costituiva una proprietà del materiale come si credeva ma dipendeva dall'instabilità delle sottili sezioni laminate; sulla scorta di una serie di esperienze che culminarono con la costruzione di un modello della trave in scala 1:6, interpretarono l'instabilità della parete sottile compresa in funzione del rapporto di snellezza; con l'introduzione del profilo cellulare dettero un esempio di operazione sulla forma che sarebbe rimasto caratterizzante in tutta la storia della costruzione leggera; (...) realizzarono infine una struttura completamente diversa da tutto ciò che esisteva a quel tempo, determinando l'affermazione di uno schema statico, di un materiale, e di una tecnologia mai prima impiegati a quella scala, in alcun genere di costruzioni, ciò in un'epoca in cui il riferimento alle precedenti costruzioni, per insufficienza di nozioni teoriche, costituiva la guida fondamentale per la progettazione. L'esperienza del Britannia ebbe immediata ed enorme ripercussione su tutta la

costruzione metallica, con profonde innovazioni nella tecnica costruttiva dei ponti, degli edifici, delle gru e delle navi.

V. Nascé, *La progettazione strutturale e la costruzione metallica dalle origini al periodo 1850-1860*, in AA.VV., *Contributi alla storia della costruzione metallica*, a cura di V. Nascé, Alinea, Firenze 1982, pagg. 41-42.

Italo Insolera, 1964

Ma è uno dei primi brevetti di Eiffel che meglio di ogni altro ci chiarisce il suo metodo scientifico di risolvere i problemi tecnici. Nella costruzione degli alti piloni dei viadotti i materiali usati, erano la ghisa e il ferro: quest'ultimo era usato per le opere di irrigidimento e controventamento sottoposte a sforzi di trazione che la ghisa non avrebbe potuto sopportare. La ghisa invece era usata per le parti soggette a pressione dove (...) sarebbero state necessarie con elementi in ferro o acciaio sezioni troppo grosse e pesanti e quindi anche costose (...). Ma ghisa e ferro sono due materiali difficili ad unirsi: si era sempre cercato di risolvere il problema dall'esterno, ossia fasciando gli elementi in ghisa finiti con cerchioni, cravatte o simili, solidali con le barre d'acciaio. Era cioè una operazione a freddo, sovrapposta agli elementi fusi e finiti, portata a compimento in cantiere con una tecnologia estremamente meno rigorosa e sicura di quella che produceva gli elementi di ghisa, o di ferro o di acciaio. (...) Eiffel individuava proprio in questo modo di agire a posteriori e dall'esterno il punto debole, ed invalicabile in sé e per sé, e capovolge i termini del problema: bisogna agire dall'interno, mentre i pezzi sono in costruzione. Intorno al 1867 Eiffel inserisce nella colata di ghisa le madre-viti in ferro in cui poi avvita i bulloni di collegamento con le altre parti di ferro o d'acciaio: è il classico uovo di Colombo ed è insieme un perfezionamento ed una semplificazione.

I. Insolera, *I grandi viadotti di Eiffel nel Massif Central*, in *Zodiac*, n. 13, 1964.



4



5



6



7



8



9



10

1. Progetto per ponte metallico, 1850 c. 2.3.4. R. Stephenson, W. Fairbairn e E. Hodgkinson, Britannia Tubular Bridge sullo Stretto di Menai, 1847-50: disegni dell'entrata e particolare della trave tubolare, veduta del ponte. G. Eiffel: 5.

Pilone centrale del Viadotto di Busseau sul Creuse, 1864; 6. Veduta del Viadotto di La Bouble, 1867-69. 7. C. Liddell e T.W. Kennard, Viadotto di Crumlin a Monmouthshire, 1853-57. 8. B. Baker e J. Fowler, Ponte sul Firth of Forth,

1883-90. 9. Ponte sul Pecos a Comstock, 1891-92. 10. Virard, Viadotto di Fades sulla Sioule, 1901-09.

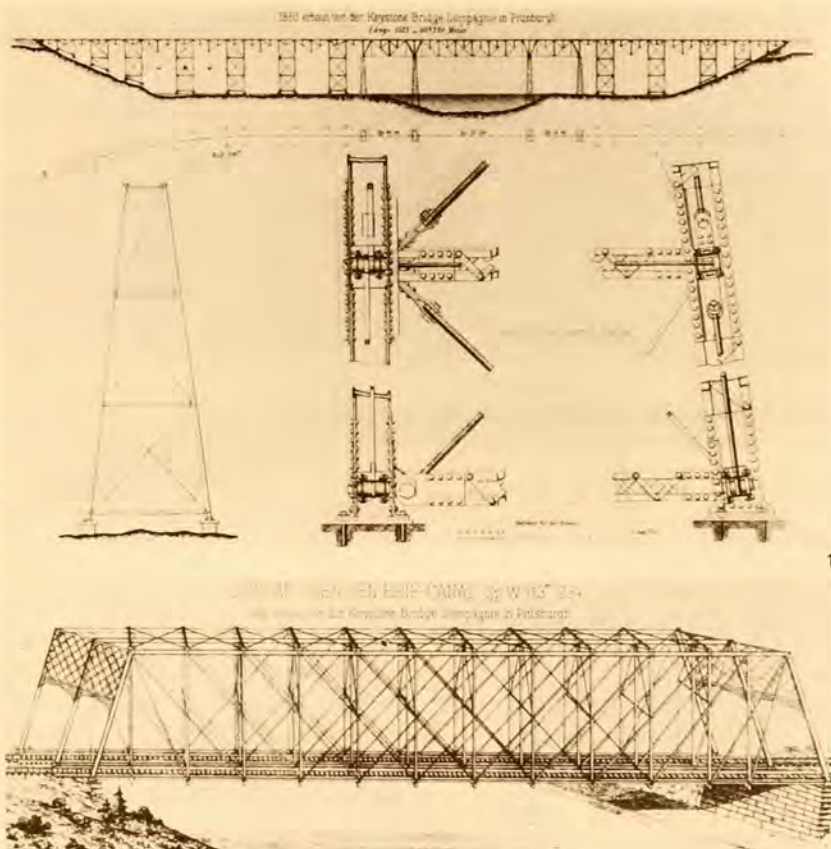
Per una storia dei ponti

sbalzo, ripreso da Eiffel per il varo dei suoi viadotti.

Il ritardo registrato dalla Francia nel campo della costruzione metallica, comincia a essere avvertito all'inizio dell'Ottocento, tanto che il nuovo materiale, la ghisa, è introdotto nel Paese da un decreto governativo (1802), volto a propagandare una tecnologia "moderna", da anni utilizzata in Inghilterra: la ditta che aveva ottenuto la concessione per la costruzione di tre ponti in legno a Parigi, viene obbligata a realizzarli in ghisa. Di questi tre ponti resta oggi solo la Passerelle des Arts (1803) di L.A. De Cessart e J. Dillon, la prima opera metallica francese.

Per assistere all'abbandono di ogni riferimento a modelli tradizionali nel progetto di ponti ad arco, occorre attendere il 1840. Da un lato infatti il progresso dei procedimenti di lavorazione industriale del metallo mette a disposizione, sotto forma di lamiere e profilati, il ferro, un materiale finalmente in grado di resistere a trazione; dall'altro lo sviluppo della rete ferroviaria chiede — per carichi particolarmente gravosi come sono i treni in corsa — manufatti di elevata rigidità, quali non si dimostrano i ponti sospesi, fino ad allora egemoni nel campo dell'attraversamento stradale di grande luce. Degni di nota tra i ponti ferroviari ad arco dell'epoca sono il Royal Albert Bridge — con i due grandi archi di tipo *bowstring* — di I.K. Brunel sul Tamar a Saltash (1854-59), il Ponte sull'Aare a Olten in Svizzera di Etzel e Riggensbach (1851), il Ponte sulla Senna ad Asnières di E. Flachet (1852), il primo ponte francese in ferro laminato. Le prove migliori arriveranno però con i viadotti di Gustave Eiffel, che reintroduce in Francia la tecnica della struttura a traliccio, abbandonata in Europa a favore della trave a parete piena, ma ulteriormente perfezionata in America (il primo arco che supera i 100 metri di luce è realizzato con una struttura reticolare da J. Eads a St. Louis sul Mississippi tra il 1869 e il 1874). Con il Ponte sul Douro a Oporto del 1875-77 e soprattutto col Viadotto di Garabit sulla Truyère del 1880-84, Eiffel tocca forse i vertici della costruzione metallica, progettando quelli che sono ricordati come i capolavori dell'ingegneria francese dell'Ottocento. Intanto la diffusione in tutta Europa del trasporto ferroviario, accompagnata dalla definitiva affermazione di industrie siderurgiche nazionali, contribuisce a colmare i ritardi che dividevano ancora il resto del Continente dall'Inghilterra e dalla Francia: così in Italia G. Röthlisberger realizza, tra il 1887 e il 1889, il Ponte di Paderno sull'Adda, il maggiore monumento italiano dell'architettura in ferro dell'Ottocento (39).

Con l'introduzione dell'acciaio, sul finire del Secolo, il progetto del ponte ad arco prosegue la sua corsa verso la grande luce, resa possibile dalle migliori caratteristiche del materiale: si superano per la prima volta i 500 metri con i ponti a New York sul Kill van Kull di O.H. Amman e A. Dana del 1931 e a Sidney di F. Freeman del 1932. Ma proprio l'affermazione definitiva del ponte in acciaio obbliga sempre più spesso al confronto con i problemi di



Elizabeth B. Mock, 1949

Nonostante questo illustre predecessore [il *Britannia Tubular Bridge*] la trave a parete piena fu per lungo tempo trascurata e considerata umile struttura utilitaria, utilizzabile al massimo per viadotti ferroviari secondari, ma del tutto indegna di attenzioni creative. Solo in questi ultimi quindici anni circa (...) accanto ai vantaggi pratici hanno cominciato ad essere riconosciute le sue potenzialità espressive. Le travi non hanno necessariamente il bordo inferiore rettilineo. Quando non sono divise in campate singole, ma sono continue su un certo numero di appoggi (una ragione economica), viene allora richiesta la massima resistenza per reggere gli sforzi e le deformazioni concentrati sui sostegni verticali. In questi punti le travi possono essere semplicemente inspessite e il loro bordo inferiore mantenuto piatto; oppure può essere assicurato un rinforzo supplementare aumentando l'altezza della trave sopra le pile. In quest'ultimo caso la variazione di sezione può essere effettuata a regola d'arte sia con morbide curve che con affilate diagonali; la prima soluzione si adatta meglio all'impalcato a schiena d'asino, la seconda all'impalcato piatto. In entrambi i casi la trave è logicamente mantenuta rettilinea verso le pile di estremità o le spalle, differenziandosi così dalla vera costruzione ad arco a cui può fortuitamente assomigliare. Curve morbide o piegature affilate sono ordinarie anche nei telai rigidi e anche qui, nell'interesse di una integrità estetica, occorre controllare la tentazione di imitare i veri archi. A causa della mancanza di dramma strutturale il successo della trave a parete piena dipende, più che per altri tipi di ponte, dalla giustezza delle proporzioni e dalla perfezione del dettaglio. Marciapiedi, parapetti e spalle assumono importanza decisiva e la qualità complessiva è molto influenzata dalla soluzione delle pile: dalla loro spaziatura, che determina le proporzioni delle campate, e dalla

loro composizione, da preferirsi in solide e discrete lastre in muratura (...).

E.B. Mock, *The Architecture of Bridges*, The Museum of Modern Art, New York 1949, pag. 65.

Giuseppe Albenga, 1958

La trave continua a parete piena è la trionfatrice di questi ultimi decenni; sotto l'influenza di Karl Schaechterle, Fritz Leonhardt e Paul Bonatz ai quali è dovuto il progetto dei ponti delle autostrade germaniche e degli ingegneri della enorme bonifica della Tennessee Valley l'accennato tipo di ponte ebbe una insospettata diffusione. (...) A questi ponti che rinunciano ad ogni lenocinio ornamentale e che solo nell'armonia delle proporzioni e nella purezza del particolare trovano una riposante bellezza sarebbe ingiusto di far l'accusa di poco spirito inventivo e come disse Elizabeth B. Mock di *lack of structural drama* (mancanza di dramma strutturale): a chi osservi i disegni di queste opere delle quali la fotografia non può riprodurre quello che più interessa l'ingegnere, appare indubbio un continuo progredire verso forme più chiare, semplici e perfette e d'altra parte nessuna opera d'arte si può pensare senza un intimo e profondo dramma in chi l'ha costruita, tanto più intimo e profondo quanto più l'opera è spoglia d'ogni artificio e al solo gioco delle masse domanda l'effetto estetico. Una osservazione si presenta spontanea: a chi non si è scaltro da una lunga pratica di costruttore può darsi che taluno di questi ponti metallici dia l'impressione d'un ponte di cemento armato; i due materiali che così acutamente si combattono e si contendono il campo della costruzione dei ponti hanno in questo momento portato a forme che derivano da una stessa idea fondamentale e cioè di far contribuire tutti gli elementi dell'opera — impalcato ed ossatura portante — alla resistenza con una solidarietà sempre più piena.

G. Albenga, *Ponti stradali in acciaio*, U.I.S.A.A., Milano 1958, pag. 4-5.

XX secolo: evoluzione della travata in ferro



3



4



5



6



7



8



9



10

1. Progetto del Viadotto ferroviario sul New River, Pittsburg, 1880. 2. Progetto del Ponte sul Canale Erie, 1880. Ponti della Tennessee Valley: 3. Ponte North Chickamanga Creek presso Chat-

tanooga, 1940; 4. Ponte sul Little Tennessee presso Fontana Dam, 1945; 5. Ponte Morris Ferry nella Contea di Franklin, 1952; 6. Ponte presso Picken, 1952. 7. Ponte sul Mullet Key a

Tampa Bay, 1955. 8. Ponte sul Carquinez Strait, San Francisco, 1958. 9. Ponte sull'Intracoastel nel Texas, 1960 c. 10. Ponte di St. Clair County nel Missouri, 1976.

Per una storia dei ponti

risoluzione formale legati al difficile rapporto tra costruzione metallica e contesto urbano. Così la polemica ottocentesca tra ingegneria e architettura trova una delle sue occasioni critiche più ricordate nel Ponte Alessandro III a Parigi, un arco notevolmente ribassato che supera i 100 metri di luce. Costruito da Louis Jean Réal per l'Esposizione Universale del 1900, ha tra i suoi detrattori più convinti Auguste Perret, il quale condanna la pesante decorazione che nasconde gli elementi strutturali. Posti, come convenienza di campata, tra i tipi a travata (piccole luci) e i tipi sospesi (grandi luci), i ponti metallici ad arco si sono trovati a dover fronteggiare, sulle luci medie, la concorrenza dei ponti in cemento armato: meno economici di questi ultimi, hanno visto restringere il loro impiego a casi particolari, diventando, col passare degli anni, sempre più rari.

Se il primo periodo della storia del ponte metallico è dominato dalla figura dell'arco, con la produzione a livello industriale di ferro laminato e con la definitiva affermazione del trasporto ferroviario, si assiste, intorno alla metà dell'Ottocento, alla diffusione del tipo a travata, suggellata dalla realizzazione di uno dei ponti ottocenteschi più noti: il Britannia Tubular Bridge di R. Stephenson, W. Fairbairn e E. Hodgkinson sullo stretto di Menai (1850), costituito da una grande trave rettilinea a "cassone", entro cui avviene il passaggio dei treni. Ancora una volta è l'impegno del tema strutturale a diventare il contenuto dominante del progetto: *se la vicinanza della città e quindi lo stesso contatto con un lessico colto avevano comunque portato R. Stephenson ad indulgere, nella progettazione del Ponte di Newcastle, ad un certo impiegosimo stilistico, nel "Britannia Tubular Bridge" eretto in piena campagna sul Menai in prossimità del famoso ponte sospeso di Telford, egli rivolse tutta la sua attenzione al perfezionamento del tema del ponte tubolare, pervenendo a risultati notevoli di aderenza funzionale, di perfezione tecnologica e di sintesi formale* (40). Il Britannia Bridge è così un altro monumento della civiltà industriale che convince lontano dai complessi problemi di progetto che necessariamente impone la presenza della città, ma che, comunque, conduce a notevoli progressi non solo nel campo dei ponti ma anche in quello delle costruzioni edili e meccaniche.

Solo nella seconda metà del Secolo compare invece quello che resta il tipo classico tra i ponti ferroviari ottocenteschi: la trave reticolare. Essa comincia ad apparire più vantaggiosa sia dell'arco, sia della trave a parete piena (minor peso, minor quantità di chiodi richiesta, maggior libertà compositiva, ...), e si dimostra inoltre più adatta alle nuove esigenze del traffico ferroviario, che, saturate le linee di pianura, si prepara ad affrontare le montagne. Il nuovo tema proposto ai progettisti, il viadotto con alte pile, è così brillantemente risolto in una lunga serie di opere, dai viadotti delle linee svizzere — come il Ponte a Grandfey sulla Sarine del 1857 — fino a quelli di Eiffel per le ferrovie del Massif Central — La Bouble, Bellon, La Sioule, Neuvial —



Jean-Baptiste Rondelet, 1802

Crede si che il primo ponte a catene costruito in Europa sia quello gettato sul fiume Tees a Winch in Inghilterra per stabilire una comunicazione fra le contee di Durham e di York. Ecco la descrizione che ne dà Hutchinson nel terzo volume dell'Antichità di Durham.

«A due miglia circa da Middleton in un luogo ove il fiume Tees si precipita di caduta in caduta, trovasi un ponte di catene di ferro sospeso sugli abissi e fissato alle estremità sulle roccie. (...) Il viaggiatore che lo attraversa si trova sospeso sopra orribili precipizi, e prova tutte le vibrazioni della catena agitata dal suo movimento: pochi stranieri si azzardano a passarla». Lo stabilimento di questo ponte non risale oltre ottantotto anni. Le prime applicazioni di questo nuovo sistema di costruzione ai ponti di pubblica utilità ebbero luogo nell'America Settentrionale. Vediamo nel Trattato dei Ponti di Tomaso Pope architetto di Nuova York, pubblicato in questa città nel 1811, che otto ponti a catene sono stati stabiliti in America secondo la teoria della catenaria. (...) Soltanto nel 1813, epoca nella quale la maggior parte degli operai del Lancashire erano senza lavoro, e gli altri non guadagnavano che debolissime giornate, si manifestò in Inghilterra l'idea d'imprese di simil genere. Il primo gran ponte sospeso è quello che fu gettato sul Tweed a Northam-Fort, a cinque miglia da Berwick, per unire l'Inghilterra alla Scozia.

J.-B. Rondelet, *Trattato teorico e pratico dell'arte di edificare*, 1802-17. Fratelli Negretti, Mantova 1834, Tomo III, pagg. 122-123.

Nikolaus Pevsner, 1960

Quando l'Inghilterra riapparve nella storia del ponte a sospensione col progetto di Telford del 1815 per il Menai Bridge, egli senz'alcun dubbio era a giorno di questi sviluppi americani. (...) Telford fu seguito dal capitano Samuel

Brown, che aveva preso un brevetto per ponti a catena fin dal 1817. Il suo Union Bridge di Berwick-on-Tweed fu costruito nel 1810-20 con una portata massima di circa 135 metri. Il Brighton Chain Pier seguì nel 1822-23, e poi molti altri in Inghilterra e sul continente. Quello di maggior effetto è probabilmente il Clifton Bridge a Bristol progettato nel 1829-31 da Isambard Kingdom Brunel (1806-59) e cominciato nel 1836. È difficile ammettere che la bellezza di una costruzione di questo genere possa essere puramente accidentale, cioè non essere altro che il risultato di un'intelligente opera di ingegneria. Certamente un uomo come Brunel deve essere stato sensibile alle nuovissime qualità estetiche del suo progetto, un'architettura senza peso, l'antichissimo contrasto fra la resistenza passiva e la volontà attiva annullata, l'energia puramente funzionale che si lancia in una splendida curva a superare i 210 metri fra le due pendici della profonda vallata. Neppure una parola di troppo vien detta, neppure una forma di compromesso viene introdotta. Perfino i piloni sono interamente spogli, notoriamente contro l'originaria intenzione di Brunel che desiderava una decorazione neo-egizia. Nella forma che hanno avuto, essi costituiscono uno splendido contrapposto alla trasparenza della costruzione in ferro. Soltanto una volta, prima di allora, uno spirito di questa audacia aveva dominato nell'architettura europea, nel tempo in cui furono costruite Amiens, Beauvais, Colonia. Brunel può non aver valutato i suoi progetti in termini di questo genere, o neppure in termini d'arte, ed a quello stadio era forse meglio così. Ma i maestri ferrai avevano certamente ambizioni di tipo artistico, e non appena i loro scopi d'arte diventavano uno sforzo cosciente i risultati erano meno convincenti.

N. Pevsner, *I pionieri dell'architettura moderna*, 1936 (ed. riveduta 1960), Calderini, Bologna s.d., pagg. 113-114.

XX secolo: la sospensione su grandi luci



3



4



5



6



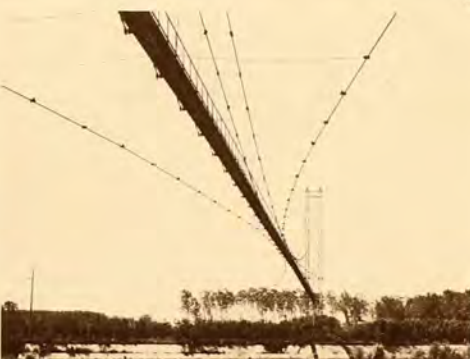
7



8



9



10

1. T. Telford, Progetto del Ponte sul Menai, 1819-26. 2. S. Brown, Progetto del Ponte sul Tees presso Stockton, 1830. 3. J. Bazalgette, Rifacimento del Ponte di Hammersmith (1827),

1887. 4. M. Seguin, Ponte sul Rodano a Tournon, 1824. 5. I.K. Brunel, Ponte sull'Avon, 1829-64. 6. Ponte a Cambus O'May presso Ballater, 1905. 7. Ponte di Tancarville, 1957. 8. P.

Bonatz, F. Leonhardt, K. Schaechterle, Ponte sul Reno a Colonia, 1939-41. 9. Ponte stradale sul Firth of Forth, 1964. 10. Ponte per gasdotto sul Po, 1971.

Per una storia dei ponti

costruiti tra il 1867 e il 1869. Infine, con la sostituzione dell'acciaio al ferro, dopo alcune grandi opere come il pesante ponte a cantilever sul Firth of Forth di J. Fowler e B. Baker del 1883-90, il ponte a travata metallica si assesta sulla campata piccola e media, sia con la soluzione reticolare, sia, dopo l'introduzione della saldatura, con quella a parete piena.

Proprio con il tipo della trave continua a parete piena saldata si assiste a un episodio, marginale se valutato nella logica della performance tecnologica o della grande luce, degno di nota invece per il suo contenuto più ampio. Esso si inquadra nel programma di riforma politica ed economica dell'America rooseveltiana, più precisamente nella istituzione della "Tennessee Valley Authority" (1933), l'organismo statale preposto alla pianificazione e alla bonifica della grande valle del turbolento Tennessee — percorrente parte della Virginia, del North Carolina, della Georgia, del Tennessee, dell'Alabama, del Mississippi e del Kentucky — che, con le sue piene, con l'erosione dei terreni che causava e col suo devastante potere, ostacolava il benessere e il progresso di questa popolosa regione, che copre 40.910 miglia quadrate (41). Il senso dell'intervento, che si traduce nella creazione di 15 mila miglia di vie d'acqua navigabili tramite la costruzione di dighe, laghi artificiali, canali, non si limita ad una sistemazione idrogeologica della zona, ma diventa una proposta di pianificazione più generale, prevedendo la realizzazione di porti fluviali, fabbriche, magazzini, centrali elettriche, uffici, ecc. Il ruolo non secondario assegnato alla risoluzione formale e all'inserimento paesistico degli interventi attuati origina una collaborazione tra ingegneri e architetti finalmente feconda: *I (...) punti che mi colpiscono di più furono anzitutto il modo con cui le dighe e le centrali elettriche erano state progettate in stretta relazione coi loro dintorni, in maniera da fondersi col paesaggio ed accentuarne l'interesse e la bellezza, invece di staccarsene in flagrante contrasto, come è accaduto con tutte le costruzioni utilitarie del secolo decimonono* (42). Queste parole di Julian Huxley potrebbero valere anche per la lunga serie di ponti metallici che, a partire dagli anni Trenta, contribuiscono, con le loro caratteristiche di chiarezza, semplicità e rigore, agli alti livelli di qualità del paesaggio umano nella Valle del Tennessee.

Figura che ormai appartiene alla memoria collettiva, al paesaggio mentale di milioni di persone (43), il ponte sospeso è sicuramente il più noto tra i ponti moderni. Sospesi sono i primi ponti in ferro, costituiti generalmente da passerelle in legno appese a catene di ferro, che compaiono a partire dalla metà del Diciottesimo secolo sia in Inghilterra, dove le frequenti piene invernali sconsigliavano la posa di pile nei fiumi (da ricordare la serie di ponti sospesi di S. Brown, che sostituisce la catena classica con catene e maglie piatte, articolate alle estremità), sia in America, dove ancora non esisteva la possibilità di ottenere i grossi getti di ghisa richiesti dai primi ponti ad arco (è J. Finley all'inizio dell'Ot-



John Roebling, 1847

Sebbene l'interrogativo sull'applicazione del principio della sospensione nei ponti ferroviari sia stato liquidato negativamente da Mr. Robert Stephenson, allorché si discuteva il suo progetto per il Britannia Bridge sul Menai per la ferrovia Chester-Holyhead, personalmente sono tanto audace da affermare che questo celebrato ingegnere non è affatto riuscito a risolvere il problema in questione. (...) Non si può negare che i cavi metallici, quando ben eseguiti, offrono il sistema più economico e sicuro per sostenere grandi pesi. Ogni luce compresa nei 1500 piedi si può adeguare perfettamente al sostegno dei vagoni ferroviari. (...) Quanto più è grande il peso da reggere, tanto più forti devono essere i cavi (...). L'unica domanda che si presenta è: può un ponte sospeso essere irrigidito a sufficienza per non cedere e flettersi sotto il peso non uniformemente distribuito di un treno? E si possono evitare e controbilanciare le forti vibrazioni risultanti dal rapido movimento dei treni medesimi, che si sono dimostrate così devastanti nei ponti normali? Rispondo affermativamente a questi interrogativi e ribadisco che i ponti sospesi, se correttamente costruiti, si riveleranno la soluzione più economica e duratura per i ponti ferroviari. (...) Non vi è un solo ponte sospeso di buona fattura in Gran Bretagna, e gli Inglesi non otterranno alcun successo in questo campo finché rimarranno attaccati alle loro catene e al loro attuale metodo costruttivo. (...) Il sito del Niagara Bridge offre le migliori opportunità per l'impiego di un sistema di tralli in grado di garantire la rigidità necessaria al passaggio dei treni in rapida corsa. Il progetto che ho elaborato per la sua struttura vi convincerà che il margine di rigidità è ampio.

J. Roebling, Lettera al Maggiore Charles B. Stuart, delegato della Niagara Bridge Company, 1847, cit. in D. B. Steinman, *The Builders of the Bridge. The Story of John Roebling and His Son*, Harcourt, Brace & C., New York 1945, pag. 161-162.



David Bernard Steinman, 1955

La realizzazione del collegamento fra le due parti dello Stato del Michigan con un ponte attraverso lo stretto di Mackinac ha eccitato l'immaginazione di tecnici e di profani negli ultimi tre quarti di secolo. Le difficoltà, sia fisiche che finanziarie, parevano insormontabili. Vari piani e progetti furono proposti di tempo in tempo durante gli ultimi quarant'anni. (...) La gente, esclusi gli ingegneri, diceva che il progetto era impossibile; che il costo sarebbe stato proibitivo; che non si sarebbe potuto finanziare; che il ponte non si sarebbe potuto costruire; che il problema delle fondazioni non avrebbe potuto essere risolto; che non si sarebbe potuto sorpassare la profonda gola glaciale dello stretto; che il ponte, se costruito, non avrebbe resistito; che esso sarebbe stato distrutto dagli elementi; che nessuna delle pile avrebbe potuto resistere alla pressione dei ghiacci dei grandi laghi durante l'inverno; che nessuna costruzione avrebbe potuto resistere agli uragani ed alle pressioni del vento. A dispetto di tutti gli ostacoli e di tutte le difficoltà, sia naturali sia umane, il progetto è stato poi finanziato con successo; tutti i problemi d'ingegneria, sia economici che statici, sono stati felicemente risolti; le difficoltà delle fondazioni sono state superate e la costruzione del ponte, cominciata nel luglio 1954, è in via di essere completata e lo sarà alla data stabilita del novembre 1957. Il ponte Mackinac è lungo 8050 m (5 miglia). A metà per sorpassare il largo e profondo burrone sarà costruito un ponte sospeso che segnerà un record nel genere; la sua lunghezza, di 2625 m da ancoraggio ad ancoraggio, ne fa il ponte sospeso più lungo del mondo. La luce centrale, da pilone a pilone, di 1158 m, supera di 91 m quella del ponte George Washington ed è superata solo dai 1280 m del Golden Gate.

D.B. Steinman, *Il ponte sullo stretto di Mackinac - La conquista dell'impossibile*, in *Acciaio e costruzioni metalliche*, n. 5, 1955.

XX secolo: il ponte sospeso metropolitano



1. J. Roebling, Progetto di Ponte sul Niagara, 1855. 2.3. G. Lindenthal, Progetto del Ponte sull'Hudson, 1921. 4. J. e W. Roebling, Ponte di Brooklyn, New York, 1870-83. 5. O.H. Amman e C. Gilbert, Ponte George Washington, New

York, 1928-32. 6. O.H. Amman, J.B. Strauss, L.S. Moissief e C. Derleth, Ponte sulla Baia di Golden Gate, San Francisco, 1933-37. 7. Ponte Bronx Whitestone, New York, 1939. 8. D.B. Steinman, Ponte sullo stretto di Mackinac, Mi-

chigan, 1957. 9. Ponti Delaware Memorial I e II presso New Castle nel New Jersey, 1951 e 1968. 10. Ponte Verrazzano, New York, 1964.

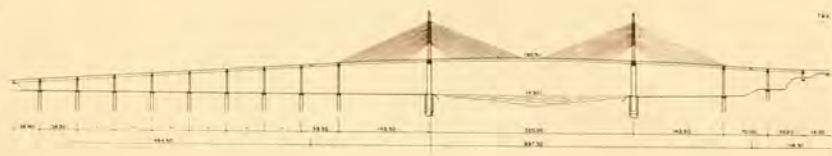
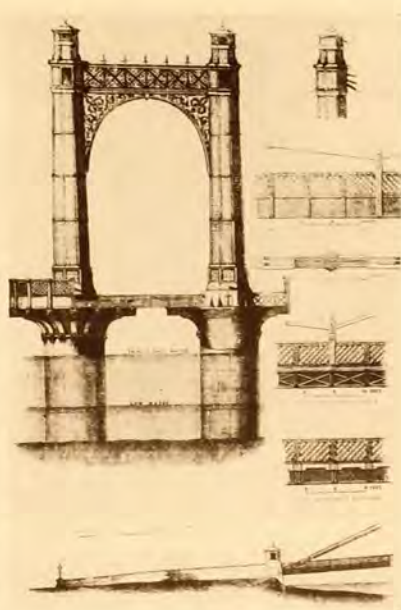
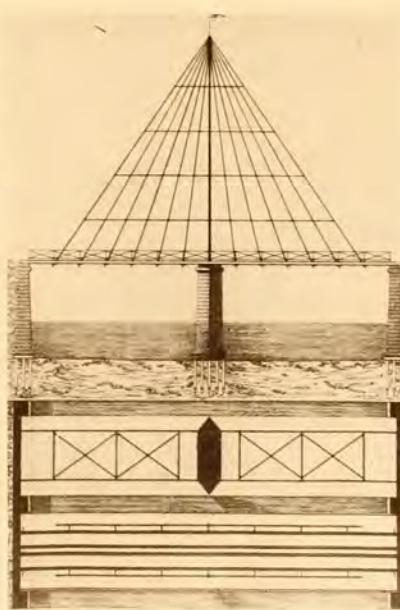
Per una storia dei ponti

toconto a perfezionarne la tecnica costruttiva con diverse realizzazioni).

La catena domina la prima età del ponte sospeso, che intorno al 1820 si afferma come la soluzione più comune per attraversamenti stradali di grande luce; lo confermano alcune importanti opere inglesi (i ponti di Telford sullo Stretto di Menai del 1826 e sul Conway dello stesso anno e il Ponte di Brunel a Clifton sull'Avon del 1829-64) e continentali (il Ponte di M. Seguin sul Rodano presso Tournon del 1824 e quello di J. Chaley sulla Sarine a Friburgo del 1834, allora il più grande del mondo con 271 metri di luce). Si tratta in generale di strutture molto deformabili e di scarsa stabilità aerodinamica, come non tardano a dimostrare i numerosi crolli che in quegli anni si verificano; a ciò si aggiunge la definitiva affermazione della ferrovia, che, chiedendo tipi meno deformabili come l'arco e la trave, determina il momentaneo accantonamento del ponte sospeso. Robert Stephenson, l'autore del più importante ponte ferroviario del periodo, il Britannia Bridge, commenta il passaggio del treno sul ponte sospeso di S. Brown sul Tees (del 1830), in occasione della inaugurazione della linea Stockton-Darlington, con queste parole: *Io non credo che si possa costruire un ponte ferroviario sul principio dei ponti sospesi; ne abbiamo uno a Stockton ed era in condizioni allarmanti (...) quando la locomotiva ed il treno vi salirono la prima volta (...) si produsse un'onda davanti alla locomotiva, di circa due piedi di altezza, quasi fosse un tappeto* (44).

Le ricerche sul ponte sospeso non vengono però abbandonate in America, dove conducono, attraverso una serie continua di perfezionamenti, ad un'opera molto importante: il Ponte ferroviario sul Niagara (1855) di John Roebling. Confutando le tesi di Robert Stephenson, Roebling risolve il problema dell'irrigidimento sostituendo ai leggeri impalcanti in uso fino ad allora, una trave reticolare del tipo Pratt alta 6 metri, che lega ai sostegni con una serie di stralli obliqui. Il ponte risponde benissimo alle sollecitazioni determinate dal passaggio dei treni e dalle difficili condizioni ambientali della zona, diventando il riferimento a partire da cui si delinea la tipologia statica e costruttiva del ponte sospeso contemporaneo, messa progressivamente a fuoco dalle grandi realizzazioni americane del sessantennio a cavallo del Secolo: dall'ormai mitico Ponte sull'East River a Brooklyn (1870-1883) di John e Washington Roebling, con luce di 520 metri, attraverso il Ponte George Washington sullo Hudson a New York (1932) di O.H. Amman e C. Gilbert, il primo a superare il chilometro con 1068 metri di luce, fino al Ponte sulla Baia di Golden Gate a San Francisco (1933-37) di O.H. Amman, J.B. Strauss, L.S. Moissief e C. Derleth, con 1280 metri di luce.

Dopo la grande età americana del ponte sospeso, in un panorama reso internazionale dallo sviluppo tecnologico, si giunge al resoconto recente, scandito da altre imponenti realizzazioni che culminano nel Ponte giapponese di Akashi Kaikyo (attualmente in costruzione), che detiene,



Fabrizio De Miranda, 1971

Da alcuni anni un nuovo sistema strutturale si sta affermando nella costruzione di ponti di grande luce. Si tratta delle cosiddette strutture strallate (...). L'idea di creare dei punti intermedi di sostegno ad una trave di grande luce mediante una serie di tiranti inclinati, ormeggiati attraverso strutture a torre che consentono di ubicare ad un livello più elevato di quello della travata i vincoli dei tiranti stessi, è però molto antica. Le prime applicazioni di tale sistema nella costruzione dei ponti, apparvero sin dai secoli XVII e XIX, rispettivamente in Italia (Faustus Verantius), in Germania (Immanuel Löschner) ed in Inghilterra (Redbath and Brown) ma soltanto da una quindicina di anni circa tale sistema ha ritrovato in Europa le sue più moderne ed interessanti applicazioni nei ponti di grande luce per i notevoli vantaggi d'ordine tecnico ed economico che esso offre rispetto ai sistemi tradizionali. Le ragioni che giustificano una ripresa così tardiva di questo sistema nella costruzione di ponti di grande luce, possono ricercarsi nel fatto che nella prima metà del secolo scorso si riscontrarono solenni insuccessi dei primi ponti strallati. Così, ad es., nel 1818 un ponte pedonale sul fiume Tweed presso Dryburg Abbey con una luce di 80 m circa, crollò sotto un carico di folla compatta e morirono 50 persone. Incaricato di indagare sulle cause di questi crolli fu allora il Navier che concluse le sue ricerche sconsigliando l'adozione di tali ponti e suggerendo invece quella dei classici ponti sospesi con cavo parabolico ed impalcato a travata irrigidente portato da tiranti verticali, sistema al quale Egli, fin dai primi dell'800, aveva dato un notevole contributo di studi, soprattutto nei riguardi del comportamento statico e dei metodi di calcolo. Dopo ciò i ponti strallati furono proscritti e dimenticati ed il ponte sospeso tradizionale iniziò il suo grande sviluppo con le note realizzazioni nord-ame-

ricane. Soltanto nel 1938 Fritz Dischinger iniziò a riscoprire il ponte strallato proponendo un ponte ferroviario a doppio binario sul fiume Elba presso Amburgo con luce unica di 750 m. (...) Dischinger pubblicò i risultati dei suoi studi nel 1949, e subito dopo, tra il 1950 e il 1953, numerosi progetti di ponti strallati furono proposti in Germania per la ricostruzione di alcuni ponti sul Reno.

F. De Miranda, *Il ponte strallato - Soluzione attuale del problema dei ponti di grande luce*, in *Costruzioni metalliche*, a. XXIII, n. 1, gennaio-febbraio 1971.

Riccardo Morandi, 1980

Si è convenuto di chiamare «ponte strallato» un sistema resistente a travata rettilinea vincolata su appoggi, in parte concettualmente rigidi (le spalle e le pile) ed in parte a comportamento notevolmente diverso dai precedenti e cioè caratterizzati dal valore della loro costante elastica comparabilmente molto minore, perché costituiti dai terminali di tiranti obliqui (gli stralli) passanti sulle estremità superiori di antenne verticali poste in corrispondenza degli appoggi rigidi di cui sopra. Un siffatto sistema resistente offre una serie di interessanti particolarità che lo rendono adatto alla realizzazione di ponti di grandi luci in cemento armato, essenzialmente per il fatto che la componente della reazione dei tiranti obliqui, passante per la superficie baricentrale orizzontale della travata, equilibrata per ogni disposizione di carico simmetrico rispetto al piano trasversale passante per l'asse della pila generica, determina uno sforzo di autoprecompressione (variabile al variare dei carichi aleatori sulla travata stessa) che produce una forte riduzione delle tensioni di trazione di essa, con conseguente risparmio di armatura metallica. Non occorre quindi spendere molte altre parole per dimostrare il grande vantaggio di un sistema strallato (...).

R. Morandi, *Strutture strallate in cemento armato*, in *L'Industria Italiana del Cemento*, a. L, n. 10, ottobre 1980.



4



5



6



7



8



9



10



11

1. B. Poyet, Progetto per un nuovo sistema di ponte in legno e ferro, 1820. 2.4. R.M. Ordish, Albert Bridge sul Tamigi, Chelsea, 1873: disegni di particolari costruttivi e veduta del ponte. 3.10.

J. Muller, Ponte Brotonne sulla Senna, 1977: disegno e veduta. 5. Ponte Nord, Düsseldorf, 1957. 6.8. H. Homberg, Ponte a Bonn-Nord, 1965 c. 7. R. Sanson, Ponte sulla Loira presso

St. Nazaire, 1975. 9. F. De Miranda, Ponte sull'Arno, Firenze, 1978. 11. Skidmore, Owings & Merrill, Modello per il Ponte Ruck-A-Chucky ad Auburn in California, 1979.

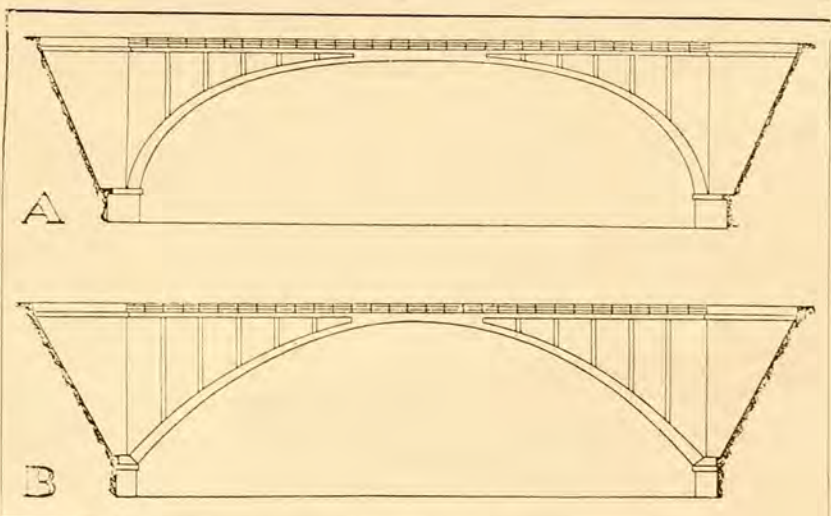
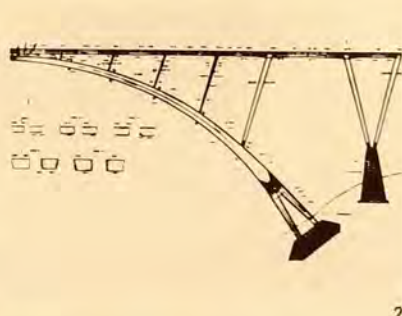
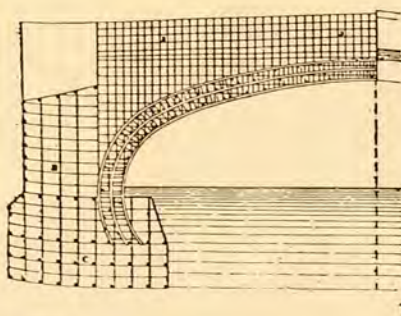
Per una storia dei ponti

con 1780 metri, l'attuale record mondiale di luce.

In seno agli ultimi sviluppi della storia strutturale del ponte è da ricordare tra i fatti più significativi, la progressiva affermazione del ponte strallato, caratterizzato dall'impiego di tiranti inclinati in acciaio ad altissima resistenza quali elementi portanti principali, che formano con l'impalcato (in metallo o in cemento armato precompresso) una sorta di struttura reticolare molto rigida. Derivato dal ponte sospeso, in cui a volte erano comparse strallature secondarie accanto ai tradizionali cavi di sospensione verticali, ha assunto solo recentemente quella chiara fisionomia statica che lo configura come tipo a se stante: il ponte strallato, quale oggi è inteso, appare infatti per la prima volta nella Germania del Secondo dopoguerra, nell'ambito del programma di ricostruzione dei molti ponti distrutti dagli eventi bellici; nasce dunque in quel clima di necessità e limitazione (soprattutto per la penuria di materie prime) che spesso, costringendo a uno sforzo analitico, ha determinato la riuscita di un tipo strutturale. Da allora ha via via consolidato la propria posizione, come testimonia la frequenza con cui oggi si ricorre a tale soluzione, soprattutto nel campo delle luci medie fino a 300 metri: da ricordare, oltre a tutti i ponti tedeschi, il Ponte Brotonne sulla Senna di J. Muller del 1977, il Ponte sul Columbia a Pasco-Kennewick, Washington, di F. Leonhardt del 1980 e, in Italia, il Ponte sull'Arno a Firenze di F. De Miranda del 1978. Prosegue in parallelo la sua evoluzione verso un campo di luci finora considerato appannaggio tradizionale del ponte sospeso: nel progetto di un Ponte strallato sullo stretto di Messina del 1969 è proposta da F. De Miranda e F. Leonhardt una campata di 1300 metri, portata a 1800 in una seconda versione.

Sebbene si stia parlando, già da diversi anni, dell'impiego di nuovi materiali, come la plastica o l'alluminio, nel campo della costruzione civile, si può dire che con il cemento armato, normale e precompresso, si completi la visuale sul ponte moderno. Sia il calcestruzzo che il ferro, conosciuti già dai Romani, sono stati in pratica sempre utilizzati nella costruzione di ponti. Il loro impiego combinato ha però un'origine relativamente recente: solo verso la metà del Secolo scorso infatti, quando si intuiva che alla scarsa capacità di resistenza a trazione del calcestruzzo può rimediare la presenza di barre in ferro annegate nel conglomerato, inizia la storia del cemento armato. Nel volgere di qualche decennio, dopo una prima età pionieristica (da ricordare tra i brevetti del francese J. Monier quello di un ponte ad arco in calcestruzzo armato del 1873), il nuovo materiale diventa un mezzo riconosciuto di progettazione, certificato dai primi regolamenti ufficiali prussiani del 1903 e da quelli francesi del 1906.

Una delle figure più significative di questo primo periodo è François Hennebique; entrato giovanissimo in cantiere come muratore, si rende immediatamente conto



Roberto Gabetti, 1955

La scienza e la tecnica delle costruzioni in calcestruzzo armato è intimamente collegata alla necessità di giungere a procedimenti costruttivi razionali e di facile impiego: da questo scopo preciso non si allontanarono i precursori, Monier ad esempio o Könen, e questo scopo raggiunsero Hennebique e Mörsch, alla fine del ciclo d'origine del calcestruzzo armato (...). Questa comune tendenza alla unificazione di strutture semplici, pilastri, travi, solai, spiega come, in poco più di trent'anni, si fosse giunti a stabilire, non solo in qualche paese (Francia, Germania), tecnicamente più progredito di altri, ma in tutto il mondo, una regola costruttiva fondamentalmente comune e di facile impiego. (...) Fu questo prevalente interesse pratico a determinare uno «standard» sperimentato che aveva i suoi limiti proprio nei fini precisi, che, nella più parte dei casi, si erano proposti i primi inventori: essi avevano rinunciato a priori a soluzioni di eccezionale interesse, assorbiti nella sperimentazione di elementi semplici e fondamentali. Solo Hennebique, nella costruzione di ponti, e quindi anche in questo caso con fini pratici ben definiti, si sottrasse infine a questa regola comune. (...) I ponti del tipo Monier, costruiti più tardi secondo uno schema comune, ebbero per tutto l'800 una struttura assai semplice ad arco continuo, incernierato ai lati su piedritti di muratura: gli elementi di collegamento fra arco e piano carreggiabile erano quasi sempre in muratura; spesso anzi erano realizzati con un semplice riempimento continuo. Il calcestruzzo armato dell'arco seguiva, con sezione press'a poco costante, la forma dell'intradosso: nei ponti a più arcate non vi era alcun collegamento fra gli archi, poggiando questi ciascuno separatamente sui fianchi dei piloni di muratura.

R. Gabetti, *Origini del calcestruzzo armato*, Parte II, Ruata, Torino 1955, pagg. 35-36, 40.

Pier Luigi Nervi, 1946

Con le ferrovie e le autostrade attuali e più ancora con ferrovie ed autostrade di domani, si

rendono necessari viadotti e ponti di grandi luci, mentre i carichi da sopportare salgono a decine e centinaia di tonnellate. (...) Così mentre un arco di ponte di limitata luce, o più ancora quello di un porticato o di una finestra, potevano essere disegnati ad arbitrio e seguire le tendenze estetiche del momento, l'arco di grande luce, la copertura di un vasto ambiente, la struttura sottoposta a grandi carichi, dovranno aver forme ben definite e prefissate dalla natura, qualunque sia la tendenza estetica del loro progettista. Il numero di opere che raggiunta la forma naturale dovranno ad essa attenersi per sempre andrà quindi via via crescendo e in poche decine di anni raggiungerà una tale entità, da acquistare una decisa forza orientatrice e dar luogo ad un vero e proprio carattere stilistico. (...) Ho provato a disegnare due schemi di ponte (vedi figura) uno con arco portante a profilo approssimativamente ellittico, e l'altro con profilo che corrisponde alla funicolare dei carichi e si avvicina alla parabola. La curva del primo, presa in sé come puro fatto geometrico, è senza dubbio altrettanto armoniosa e soddisfacente quanto la seconda, ma, appena le si conferisce il carattere di organo statico sostenente il carico dell'impalcato, la sua non naturalezza viene messa in evidenza. L'architetto che, violando le più elementari leggi di economia costruttiva, realizzasse una struttura del genere, sperperando acciaio e conglomerato per vincere le sollecitazioni dovute all'illogico profilo dell'arco, farebbe in definitiva, oltreché un errore tecnico, un altrettanto grave errore estetico. Si aggiunga infine che, qualora il tema costruttivo superi certe dimensioni, qualunque ingegnosità di progettista non riesce a distaccarlo dal binario della più rigorosa ubbidienza alle leggi statiche; un arco di ponte di cento o più metri di luce avrà oggi, domani e sempre un uguale profilo determinato dalla funicolare dei carichi, né alcuna volontà umana potrà da esso allontanarlo.

P.L. Nervi, *L'architettura verso forme e caratteri immutabili?*, in *La città - Architettura e politica*, a. II, n. 1, gennaio-febbraio 1946.

XX secolo: cemento armato fra continuità e innovazione



4



5



6



7



8



9



10

1. G. Monier, Brevetto di ponte in cemento armato, 1873. 2. R. Morandi, Disegno di un particolare costruttivo del Viadotto sulla Fiumarella, Catanzaro, 1958-62. 3. P.L. Nervi, Schemi di ponti in cemento armato, 1946. 4. F. Hennebi-

que, Ponte di Châtellerault, 1898-1900. 5. F. Hennebique, Ponte di Pyrimont sul Rodano, 1905. 6. Boussiron, Ponte e La Roche-Guyon sulla Senna, 1934. 7. G. Krall, Viadotto Montanesi dell'Autostrada Genova-Milano, 1930 c. 8.

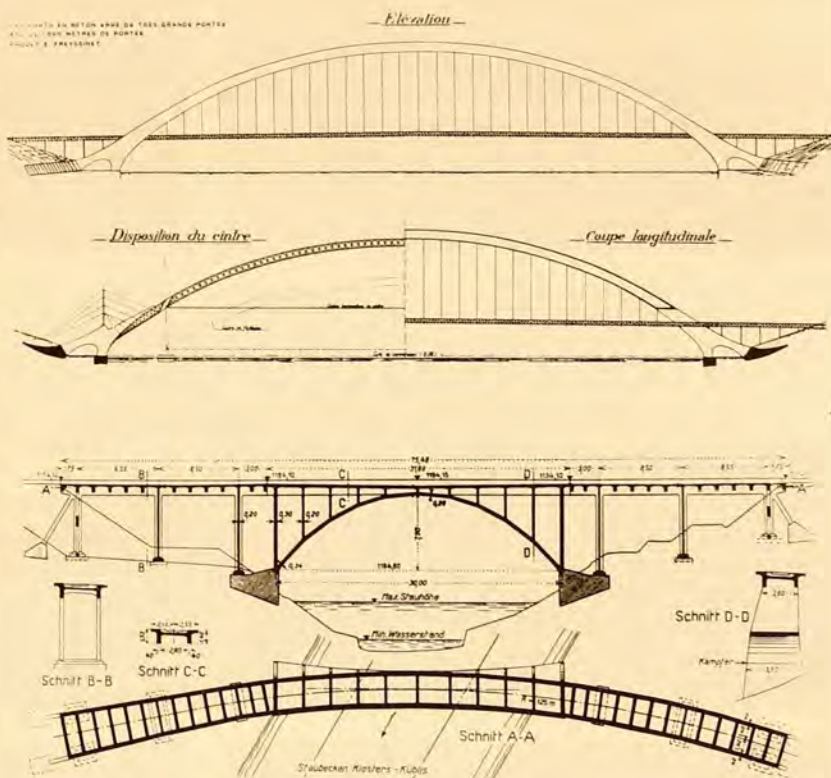
A. Sarrasin, Ponte Gueuroz nel Canton Valais, Svizzera, 1933. 9. H. Häggbom, Ponte Sandö, Svezia, 1937-42. 10. Limousin, Viadotto di Longeray sul Rodano, 1941-43.

Per una storia dei ponti

della importanza che avrebbe assunto il cemento armato, ignora tutte le perplessità che il mondo accademico ancora nutre sull'impiego congiunto di materiali tanto eterogenei e, nel giro di pochi anni, riesce a fondare una impresa, elaborando un sistema completo di costruzione con solette, travi e pilastri in cemento armato: Analogamente agli ingegneri britannici della prima metà dell'800, Hennebique non ha seguito i canali accademici. Uscito dal mondo rurale, si forma sul cantiere e non sarà mai "un muratore che impara il latino". Imparerà invece il capitalismo. Imprenditore nel senso etimologico, egli pratica l'empirismo, speculando intellettualmente e finanziariamente sulla messa in opera dei materiali (45). Non può dunque mancare il suo nome nella storia del ponte in cemento armato; costruisce infatti nel 1894 un Ponte ferroviario a Viggen in Svizzera (con 2,4 metri di luce), nel 1898 una passerella a Esternay in Francia (15 metri di luce), nel 1899 ancora due ponti in Francia, quello di Perpignano (15 metri di luce) e quello di Chatellerault (a tre arcate, di cui la centrale arriva già ai 50 metri di luce) e infine, nel 1908, il Ponte Risorgimento a Roma, il primo arco in calcestruzzo che tocca i 100 metri di luce. L'argomentazione estetica della agenzia Hennebique è molto solida; consiste nel mettere in evidenza la "natura monolitica", quindi la pietrosità del cemento armato per riprendere le regole di composizione e di decorazione utilizzate nella muratura convenzionale. In altre parole, il cemento armato applicato all'architettura rafforza la tradizione (46); se la diffusione a livello mondiale del cemento armato si deve ad Hennebique, la cui impresa al volgere del Secolo è già diventata impero, occorre rilevare come la ricerca più originale si svolga altrove. Nel campo del ponte, in particolare, più interessante appare l'opera di Eugène Freyssinet, che realizza una serie di archi molto ribassati in calcestruzzo (armato e non), come quelli di Prairéal-sur-Besbre del 1907, di Veudre sull'Allier del 1911, di Villeneuve-sur-le-Lot del 1914-20. A questi progetti dovrà molto la tecnica del cemento armato precompresso. Freyssinet studia infatti per l'occasione un nuovo sistema di smontaggio della centina: mediante alcuni martinetti in chiave, trasferisce una compressione uniforme all'arco — ecco l'idea della precompressione — che, sollevandosi di qualche centimetro, rende agevole il disarmo. Seguono poi i grandi ponti di Saint-Pierre du Vauvray del 1922 (132 metri di luce) e di Plougastel sull'Elorn del 1924-30 (tre archi di 172 metri di luce).

Il contributo più significativo arriva però dalla attività di Robert Maillart, uno dei maggiori progettisti di ponti e, in generale, di opere in cemento armato del Secolo. I suoi ponti ad arco hanno suscitato un interesse vastissimo dopo la loro "scoperta" ad opera di Siegfried Giedion e di Max Bill, avvenuta intorno agli anni Quaranta, dopo la sua morte. In vita, Maillart vide sistematicamente avversare i suoi progetti, che il più delle volte trovarono spazio solamente in remote località delle Alpi svizzere, dove essi potevano essere realizzati ad un costo molto inferiore di altri tipi,

PROJET DU PONT AVOIR DE TROIS GRANDES PORTES
ET DE LA TRAVÉE DE BOUTE
D'UN PONT AVOIR DE TROIS GRANDES PORTES
D'UN PONT AVOIR DE TROIS GRANDES PORTES



Eugène Freyssinet, 1931

(...) bisogna chiedersi le ragioni per cui le volte di grande portata in cemento armato progrediscono così lentamente che sono occorsi vent'anni per spostare il record di luce da 100 a 180 metri. Le ragioni sono le seguenti. Lo sviluppo della costruzione di grandi ponti in metallo è coinciso con lo sviluppo delle ferrovie, di cui era condizione necessaria. Soddissfacendo bisogni vitali a cui nessun'altra tecnica poteva corrispondere, le grandi realizzazioni promosse dall'industria della carpenteria metallica erano attese con impazienza e l'audacia dei suoi costruttori, lungi dall'essere frenata, è stata anzi in tutti i modi incoraggiata. Lo sviluppo del cemento armato avanza in condizioni assai differenti. Poiché viene a trovarsi davanti ad esigenze soddisfatte, ogni slancio in questo settore urta con la concorrenza di un'industria dei ponti metallici, le cui referenze non si contano per bellezza e quantità; non solo, da un secolo ormai, questa industria ha impregnato dei suoi modi di pensiero e dei suoi metodi, creati da una pleiade di illustri nomi, tutti i milieu tecnici, e grazie agli uomini e ai capitali che vi partecipano, difende accanitamente le posizioni acquisite da ogni elemento di novità. Perché un progetto di ponte in cemento armato a grande luce abbia qualche possibilità di essere preferito ad un progetto in struttura metallica, non basta che garantisca vantaggi ed economicità maggiori: è indispensabile che la scelta delle soluzioni dipenda da uomini di eccezionale lungimiranza e coraggio, devoti all'interesse pubblico. Probabilmente dovranno passare ancora molti anni di battaglie per creare quegli esempi di riferimento, per modificare l'opinione pubblica così da abituarsi alla bellezza semplice delle opere grandiose che il cemento rende possibili.

Eugène Freyssinet, *Les ponts en béton armé de très grande portée*, in *L'Architecture Vivante*, Printemps-été, 1931.

Robert Maillart, 1938

Il cemento armato non gonfia come il legno, non è laminato come l'acciaio e non ha giunti come la muratura. Come materiale gettato in stampi è tutt'al più paragonabile alla ghisa e forse dalle forme lentamente scoperte di questo materiale abbiamo da imparare qualcosa circa l'assenza di rigidità nella forma, raggiunta grazie a una plastica continuità tra membri che assolvono funzioni differenti. Il presupposto di questa magnifica continuità è la concezione della struttura come unità complessiva. I costruttori di automobili e di aerei hanno seguito con massima coerenza tal presupposto mentre è un'eccezione che i costruttori in cemento armato lo abbiano intuito. (...) Il ponte è un altro esempio. Qui, per lo più, l'arco, derivato dalle forme della muratura, è ancora la figura principale e sebbene possa essere ridotto o scavato fino a diventare una lamina, esso rimane sostanzialmente tale.

Sopra l'arco, si "apparecchiano" le strutture superiori in acciaio o in legno, e ciò è pur sempre preferibile a pilastri in cemento armato rivestiti per assumere l'apparenza di una parete in muratura. L'impalcato stradale poggia su pilastri e colonne. (...) Queste strutture eterogenee, assemblate con forme sottratte al linguaggio di materiali più vecchi non possono assolutamente soddisfare sul piano estetico. Sono anche meno economiche di qualsiasi tipo di struttura fra le spalle e sopra di esse che fosse concepita come unità complessiva e fosse costruita nel modo più pratico e appropriato. Solo così si può pervenire con il minimo dispendio di materiali ad una chiara concezione costruttiva. Dunque, l'ingegnere dovrebbe liberare se stesso dalle forme dettate dalla tradizione di più antichi materiali edilizi (...).

R. Maillart, *Design in reinforced concrete*, 1938, in M. Bill, *Robert Maillart*, Verlag für Architektur AG, Zurigo 1949, pag. 13.

Freyssinet/Maillart: speculazione e “opera d’arte”



3



4



5



6



7



8



9



10

1.4. E. Freyssinet, Ponte Saint-Pierre du Vou-vray, 1922: disegni e veduta. 2. R. Maillart, Disegno del Ponte di Landquart a Klosters, 1930. E. Freyssinet: 3. Ponte di Villeneuve sur-

le-Lot, 1914-20; 5. Ponte di Plougastel sull'E-lorn, 1924-30. R. Maillart: 6. Ponte sul Thur, Billwil, 1903; 7. Ponte sul Reno, Tavanasa, 1905; 8. Ponte sul Valtischelbach, Donath, 1925;

9. Ponte sul Salginatobel, Schiers, 1930; 10. Ponte sul Thur a Felsegg, 1933.

Per una storia dei ponti

e, considerazione altrettanto importante, dove relativamente poca gente li avrebbe visti (47). La rivalutazione critica fa di Maillart un "caso" che solleva dibattito e confronti tra la sua opera e le contemporanee ricerche delle avanguardie figurative astrattiste. In realtà Maillart non si mostra interessato a tutto ciò che esula dal suo specifico campo di attività e sembra voler interpretare fino in fondo il ruolo di ingegnere; i suoi risultati espressivi sono notevolissimi, ma non sembrano ricercati all'esterno dell'impegno tecnico: *le strutture più eleganti di Maillart sono semplicemente strutture d'ingegneria per eccellenza e non arcaiche forme artistiche immuni da analisi di calcolo* (48). La novità della sua opera si spiega infatti soprattutto con una vitalità, tutta interna al progetto strutturale e riconoscibile nella ridefinizione statica del ponte. Per questo eventuali paralleli andrebbero proposti cercando piuttosto nella tradizione dei grandi costruttori di ponti: come Roebling aveva fatto con il ponte sospeso, così Maillart, di fronte al problema della collaborazione degli elementi che costituiscono il ponte ad arco (la volta, l'impalcato e i setti di collegamento), comprende che solo irrigidendo l'impalcato diventa possibile scaricare l'arco di quegli sforzi flettenti che si traducono in una risposta strutturale imperfetta e, col progetto di un tipo di ponte del tutto nuovo, il ponte a impalcato irrigidente (meglio noto come "ponte Maillart"), arriva a realizzare quelli che sono stati definiti *i primi archi puri nella storia dell'architettura* (49). Oltre al tipo ad impalcato rigido, che resta il suo contributo più originale, Maillart progetta anche diversi ponti ad arco a tre cerniere, trasformando il timpano — come già aveva fatto Telford — da semplice diaframma in elemento strutturale, utilizzando quindi come resistente una sezione scatolare (formata appunto dai due timpani, dall'arco e dall'impalcato), molto più efficace della tradizionale sezione aperta. A questo proposito sono da ricordare del primo tipo i ponti sul Valtischelbach a Donath del 1925, sul Landquart a Klosters del 1931, sullo Schwandbach a Hinterfultigen del 1933, del secondo i ponti sull'Inn a Zuoz del 1901, sul Reno a Tavanasa del 1905, sul Salginatobel a Schiers del 1930, sul-

l'Arve a Vessy-Genf del 1936, tutti in Svizzera. Dopo l'opera di Maillart il ponte in cemento armato entra in una fase matura ed amplia progressivamente il suo campo di applicazione, sostituendo sia le tradizionali volte murarie, sia, specialmente nel dominio delle campate medie, il ponte in acciaio, come dimostrano, a partire dagli anni Trenta, le numerosissime realizzazioni nei tipi ad arco e a travata. Con la diffusione, infine, delle tecniche di precompressione (50), accompagnate dal progresso dei procedimenti di esecuzione e di calcolo e dal miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei materiali, si è giunti, in questi ultimi anni, a quintuplicare le luci di travata e a quadruplicare quelle d'arco rispetto alle realizzazioni dei primi del secolo (51), anche se da molti degli stessi progettisti è denunciato tanto il progressivo inaridimento delle forme strutturali (sintomatica a proposito è la graduale scomparsa di una figura classica come l'arco), quanto lo scarso peso attribuito, nell'economia di progetto, a considerazioni di ordine architettonico e, più generalmente, ambientale.

(1) V. Maiakovski, *Il ponte di Brooklyn*, 1925, in *Opere 1922-1925*, a cura di I. Ambrogio, Editori Riuniti, Roma 1958, vol. II, pag. 497.
(2) In S. Musmeci, *Architettura e struttura*, in *L'Industria Italiana del Cemento*, a. L., n. 10, ottobre 1980.
(3) In E. Viollet-Le-Duc, *Pont* (voce), in *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle*, vol. VII, Morel, Paris 1864, pag. 249.
(4) In A. Palladio, *I Quattro Libri dell'Architettura*, Dominico de' Franceschi, Venezia 1570, ed. in facsimile, Hoepli, Milano 1951, Libro III, pag. 21.
(5) In P. Gazzola, *Ponti Romani*, Leo S. Olshki, Firenze 1958, pag. 14.
(6) *Ibidem*, pag. 13.
(7) In G. Albenga, *Le strade e i ponti*, in AA.VV., *Storia della tecnica dal Medioevo ai nostri giorni*, a cura di A. Uccelli, Hoepli, Milano 1944, pagg. 261-262.
(8) In Gazzola, *cit.*, pag. 11.
(9) Cfr. T. Ruddock, *Arch Bridges and their Builders. 1735-1835*, Cambridge University Press, Cambridge 1979.
(10) In Viollet-Le-Duc, *cit.*, pagg. 247-248.
(11) In Gazzola, *cit.*, pag. 11.
(12) Cfr. S.B. Hamilton, *Ponti*, in AA.VV., *Storia della tecnologia*, a cura di C. Singer, E.F. Holmyard, A.R. Hall, T.I. Williams, Boringhieri, Torino 1964.
(13) In Albenga, *cit.*, pag. 688.
(14) Cfr. G. Canella, *Mercato fiera esposizione come variabili di sviluppo*, in *Hinterland*, n. 15-16, luglio-dicembre 1980.
(15) Cfr. A. Foscari, *I disegni palladiani per Rialto*, in AA.VV., *Palladio e Venezia*, a cura di L. Puppi, Sansoni, Firenze 1982.
(16) *Ibidem*, pag. 75.
(17) In Palladio, *cit.*, pag. 25.
(18) *Ibidem*, pag. 25.
(19) Si vedano, ad esempio, E. Mock, *The Architecture of Bridges*, The Museum of Modern Art, New York 1949; G. Albenga, *I Ponti*, Utet, Torino 1958.
(20) Cfr. F. Kriegbaum, *Michelangelo e il Ponte a S. Trinità*, in *Rivista d'Arte*, a. XXIII, n. 1-2, 1941.
(21) Cfr. W.B. Parsons, *Engineers and Engineering in the Renaissance*, 1939, The M.I.T. Press, Cambridge (Mass.) 1968.

(22) In E.V. Lucas, *A Wanderer in Florence*, 1914, cit. in Parsons, *cit.*, pag. 540.
(23) Cfr. B. Zevi, *La ricostruzione del ponte a Santa Trinità*. Gli umanisti prevalgono sugli ingegneri, 1954, e *Restauro del ponte a Santa Trinità*. Michelangelo risorto a Firenze, 1958, in *Cronache di architettura*, Laterza, Bari 1971, vol. I, n. 3 e vol. III, n. 201.
(24) In S. Deswarte, B. Lemoine, *Architectures d'ingénieurs, XIX-XX siècles*, Centre National d'Art et de Culture Georges Pompidou, Parigi 1978, pag. 10.
(25) In B. Fortier, *La nascita dell'Ecole des Ponts et Chaussées. 1. Lo spazio*, in *Casabella*, n. 495, ottobre 1983.
(26) In Comte de Guibert, *Essai Général de Tactique*, cit. in Fortier, *cit.*
(27) In Fortier, *cit.*
(28) In B. Fortier, *La nascita dell'Ecole des Ponts et Chaussées. 2. Il progetto*, in *Casabella*, n. 496, novembre 1983.
(29) In G. Grattesat, *Conception des ponts*, Eyrolles, Parigi 1978, pag. 20.
(30) In J.R. Perronet, *Description des projets et de la construction du Pont de Neuilly, de Mantes, d'Orléans et autres*, Parigi 1788, pag. 270.
(31) In realtà il ferro non compare ora per la prima volta nella costruzione di ponti: già i Romani usavano uncini di ferro per migliorare il collegamento tra i conci in pietra, mentre nel Medioevo catene e tiranti rinforzavano spesso opere in carpenteria di legno; da ricordare anche la proposta di un ponte sospeso in ferro nel trattato *Machinae Novae* (1615-16) di F. Veranzio.
(32) In P. Portoghesi, *Architettura e ambiente tecnico*, in *Zodiac*, n. 7, marzo 1960.
(33) In Ruddock, *cit.*, pag. 135.
(34) In V. Nascè, *La progettazione strutturale e la costruzione metallica dalle origini al periodo 1850-1860*, in AA.VV., *Contributi alla storia della costruzione metallica*, a cura di V. Nascè, Alinea, Firenze 1982, pag. 14.
(35) Cfr. S.B. Hamilton, *Edilizia e costruzioni civili*, in AA.VV., *Storia della Tecnologia*, *cit.*
(36) In V. Nascè, *cit.*, pag. 15.

(37) In Ruddock, *cit.*, pag. 145.
(38) In Nascè, *cit.*, pag. 12.
(39) In AA.VV., *Il ponte di Paderno: storia e struttura*, a cura di V. Nascè, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli 1984, pag. 6.
(40) In G. Roisecco, *L'architettura del ferro. L'Inghilterra 1688-1914*, Bulzoni, Roma 1972, pag. 248.
(41) In F. Simpich, *Around the 'Great Lakes of the South'*, in *The National Geographic Magazine*, n. 4, aprile 1948.
(42) In J. Huxley, *TVA, Adventure in planning*, The Architectural Press, London 1943, estratti in *Hinterland*, n. 24, dicembre 1982.
(43) In B. Zevi, *Quel sogno ha cent'anni*, in *L'Espresso*, 2 ottobre 1983.
(44) In *Report of the Commissioners appointed to inquire into the application of Iron to Railway Structures*, London 1849, cit. in AA.VV., *Il ponte di Paderno: storia e struttura*, *cit.*, pag. 13.
(45) In J. Gubler, *Prolegomeni a Hennebique*, in *Casabella*, n. 485, novembre 1982.
(46) *Ibidem*.
(47) In S. Giedion, *Spazio, tempo, architettura*, 1941, Hoepli, Milano 1954, pag. 437.
(48) In D.P. Billington, *An example of Structural Art: The Salginatobel Bridge of Robert Maillart*, in *Journal of the Society of Architectural Historians*, vol. 33, n. 1, marzo 1974.
(49) In S. Musmeci, *Ponte sul Basento a Potenza*, in *L'Industria Italiana del Cemento*, a. XLVII, n. 2, febbraio 1977.
(50) Il primo brevetto, di Freyssinet, è del 1928, ma la definitiva affermazione del cemento armato precompresso arriva nel secondo Dopoguerra — la prima realizzazione importante è il Ponte a Luczany sulla Marna di Freyssinet del 1941-46 — ed è stimolata ancora una volta dall'obbligo di economizzare il materiale al massimo allorché i bisogni erano immensi e urgenti (in Grattesat, *cit.*, pag. 77).
(51) Cfr. F. De Miranda, *Evoluzione delle tecnologie costruttive delle grandi opere sul territorio*, in AA.VV., *Costruire in Lombardia 1880-1980. Rete e infrastrutture territoriali*, a cura di O. Selvafolta e A. Castellano, Electa, Milano 1984.

Oltre la natura dei materiali: la precompressione



1



2



3



4



5



6



7

1. E. Freyssinet, Ponte a Luzancy sulla Senna e la Marne, 1946. 2. E. Freyssinet, Ponte d'Esblay sulla Marne, 1947-50. 3. Courbon, Ponte di Savines sul Bacino di Serre-Ponçon, 1960. 4. R.

Morandi, Ponte sulla Laguna di Maracaibo, 1957-62. 5. G. Manhsell & Partners, Ponte sul Parramatta, Sidney, 1964. 6. Ponte autostradale sulla rada di Brisbane, 1976. 7. O. Arup &

Partners, Viadotto di Byker per la ferrovia metropolitana di Newcastle, 1982.

L'architettura del ponte ovvero la forma oltre l'impegno strutturale

Grégoire de Tours rapporte que le roi Gontran «envoya une ambassade à Chilbert, son neveu, pour lui demander la paix, et le prier de venir le voir. Chilbert vint le trouver avec ses grands, et tous deux, s'étant réunis près du pont appelé le Pont de pierre, se saluèrent et s'embrassèrent.»

Eugène Viollet-Le-Duc, *Pont* (voce), in *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e au XVI^e siècle*, Morel, Paris 1864, pagg. 220-221.

Una identità controversa

La storia delle costruzioni dei ponti è costituita da una successione cronologica di modificazioni del progetto in relazione alle tecniche esecutive, ai materiali impiegati ed alle circostanze di luogo.

Più articolata e complessa è la lettura delle motivazioni o delle tesi architettoniche in relazione alle componenti ambientali e formali che hanno concorso a definire il progetto quale composizione o ricomposizione delle forme oltre l'impegno strutturale, determinando identità o analogie culturali con notevoli distanze cronologiche. Ma sin tanto che non viene assegnato un ruolo e, conseguentemente, un ambito di competenza all'ingegneria e sin tanto che l'area di competenza che le attiene non viene riconosciuta come cultura disciplinare ambiguamente parallela o complementare a quella dell'architettura (in quanto ambedue possono contribuire all'avverarsi del medesimo evento costruttivo), le edificazioni di ponti sono considerate prevalentemente come adempimento, senza mediazione alcuna, dello stato di necessità, ossia dell'utile materiale e strumentale che le promuovono.

Storicamente non sono rintracciabili prima del Cinquecento tesi o impegni che tendano a stabilire un rapporto esplicitato tra adempimenti statici e strutture formali. Vitruvio probabilmente non ritiene rilevante trattare della costruzione e tantomeno dell'architettura dei ponti.

Pertanto si può solo supporre che in Età romana anche nel luogo urbano i ponti fossero ritenuti opere di corredo utilitario del sistema viario, da riproporre con connotazioni consuete alle figurazioni e alle prospettive delle strutture dell'ambiente pubblico. Il Palladio invece avverte chiaramente l'importanza del problema strutturale e ne esamina alcuni procedimenti relativi alle costruzioni dei ponti di legno, per i quali il congegno delle connessioni o dei sostentamenti viene derivato dalla secolare esperienza delle capriate, mentre il problema di forma non si pone o si esaurisce nel momento stesso del compimento del loro disegno statico. *Si devono fare questi ponti, che siano ben fermi, e incatenati con forti, e grosse travi, di modo che non sia pericolo che si rompano, ne per la frequenza delle persone, e de gli animali, ne per il peso de' carriaggi, e dell'artiglierie, che passerà lor sopra; ne possano essere ruinati dalle inondazioni, e dalle piene dell'acque* (1).

Ma la specificità di queste strutture non è trasferibile in quelle di muratura, dove l'imponenza degli spessori e delle superfici visibili suggerisce ripensamenti non solamente descrittivi, d'altra parte assolti dai giunti dei conci, ma maggiormente significanti, che il Palladio affida a sovrastrutture di nicchie e statue sino a configurare, nel Ponte di Rialto, colonnati e timpani.

Evidentemente il comportamento statico è ancora conosciuto solamente come condizione di inerte sopportazione alla base della muratura sovrastante, ed è invece ancora sconosciuto il comportamento dei materiali sottoposti alle azioni delle forze che li sollecitano.

Il rapporto tra struttura e forma rimane costretto nell'ambito delle semplificate relazioni tra supporto, considerato come un semilavorato, e vestizione utilizzata, invece, come plausibile approccio al repertorio codificato delle qualificazioni ambientali. Così pure, sin tanto che la struttura non è calcolata e non ha convalide dalle dottrine delle istituzioni scientifiche, ma è comunque ritenuta attendibile in quanto variante o replica di costruzioni precedenti, essa risponde solamente alla logica interna al processo operativo (nel Medioevo, per esempio, è consuetudine ripristinare anche ripetutamente mura difensive e ponti diroccati da eventi militari o degradati da quelli naturali).

Neppure le variabili indotte dai materiali, dal luogo e dalle diverse consuetudini originarie del costruire sembrano far mutare per molti secoli il dato scontato per cui il ponte è un manufatto che esaudisce una funzione utilitaria, ossia favorisce le comunicazioni via terra come i canali quelle via acqua. Il progetto per la costruzione di ponti si pone in tutta la complessità e spessore di contenuti tecnici quando, nel corso del Settecento, vengono poste le nuove basi del pensiero scientifico, che innescano un processo di innovazioni tecniche produttive e di revisione culturale.

In particolare la produzione edilizia tende sempre più a comprendere un allargato contesto d'intervento nel quale trovano applicazione processi operativi razionalizzati. Ne deriva che i confini delle competenze disciplinari dell'architettura vengono delimitati da quelle non certo alternative, ma in parte sostitutive, dell'ingegneria, che controlla le costruzioni di macchine e di strutture utilitarie, sempre più separate e sottratte ai progetti di architettura, come si configurano le grandi infrastrutture urbane e territoriali (ponti, viadotti, strade e canali, porti e dighe).

In questo secolo, in cui è maturata una svolta fondamentale nella storia delle società europee, diviene inderogabile la ricerca e il riconoscimento del ruolo (culturale e operativo) dell'architettura.

Così si scoprono i suoi limiti accademici, eruditi e dottrinari autoritariamente mantenuti, sino alla prima metà dell'Ottocento, entro le barriere della cultura storica, per la quale l'impegno costruttivo, quando è ritenuto di tipo utilitario con scarso indice di rappresentatività, viene collocato ed intenzionalmente emarginato nell'ambito disciplinare dell'ingegneria.

Ma a questo atteggiamento conservatore si contrappone la concreta realtà di una nuova intenzione urbanistica volta a istituire strutture di servizio (viabilità, erogazione e smaltimento idraulici, illuminazione artificiale), tecniche delle costruzioni derivate

da procedimenti progettuali sempre più sistematici e analitici (materiali e componenti), fondazioni di scuole superiori politecniche e redazioni e diffusioni di manuali che sospingono il lavoro dell'ingegnere verso l'autonomia progettuale nella fiducia che il calcolo numerico, in quanto procedimento oggettivo, è l'unica, più razionale ed economica risposta ad ogni ragione del costruire.

Già nel Settecento la rivalutazione scientifica e l'estensione nella cultura materiale del "tempo" galileiano (il tempo quale successione oggettiva e lineare di istanti) contribuiscono a determinare scale di valori e parametri contabili nella rivoluzione in atto dei meccanismi economici.

Infatti l'unità di tempo quale strumento misuratore dell'efficienza e del profitto del produrre e quale stima delle distanze tra terminali commerciali ripropone il sistema dei mezzi di trasporto e delle comunicazioni facilitate, di cui il ponte permanente costituisce un segmento di congiunzione o connessione articolare tra direttrici (ora il più possibile lineari e semplificate) delle lunghe distanze, dove sino allora frequentemente erano stati sopportabili guadi o traghetti.

Il far strade e ponti diviene, pertanto, un'attività sufficientemente generalizzata da essere organizzata nella grande scala e gestita sull'intero territorio dalle autorità centrali per l'interesse pubblico e, subordinatamente, anche per agevolare transiti strategici militari (molti tratti di strade erano ancora dal Medioevo proprietà privata e il passaggio dei ponti o il traghetto soggetto a pedaggi).

Affinché siano garantiti gli adempimenti tecnici (la storia delle costruzioni dei ponti si svolge parallelamente a quella dei crolli) vengono istituite scuole superiori per preparare personale idoneo che in Francia dal 1716 era già organizzato nel Corps des Ponts et Chaussées. (Così dopo l'Ecole des Ponts et Chaussées di Parigi fondata nel 1747, segue l'anno dopo in Francia l'Ecole des Ingénieurs per gli ufficiali del Genio a Mézières e nel 1794 l'Ecole Polytechnique, cui fanno seguito quella di Praga nel 1806, di Vienna nel 1815 e di Karlsruhe nel 1852). La fondazione delle scuole politecniche non risponde solamente ad esigenze di approntamenti logistici, ma pure a specifici contenuti disciplinari emergenti dalla nuova cultura delle scienze e delle sue applicazioni nell'area delle costruzioni di macchine ed edilizie. Agli sviluppi della scienza corrispondono infatti le leggi della meccanica e della scienza delle costruzioni (principi fisici sulle leggi di proporzionalità, sulle flessioni e sull'asse neutro, sul calcolo analitico e sulla stabilità, da Hooke, Mariotte, Parent, Bernoulli, Coulomb a Navier), mentre mediante la geometria descrittiva e l'unificazione delle misurazioni con il sistema metrico decimale sono possibili la rappresentazione tridimensionale e la comunicazione e conoscenza universale del progetto tecnico delle costruzioni, nel momento dei fondamentali mu-

tamenti dei processi produttivi e della pratica operativa del sistema edilizio.

Queste sono le premesse della svolta fondamentale nella storia delle costruzioni che segnano il dualismo, in tale area di progettazione, tra "ingegneri" e "architetti", escludendo o attribuendo al concetto di architettura contenuti tecnici che ampliano la tradizionale unitarietà dei contributi dei servizi culturali e umanistici, nonché formali e ambientali. Lo sviluppo delle scienze e della loro applicazione operano però nella direzione di una precisa e controllata specificità di contenuti tecnici che si traducono in esplorazioni delle ragioni strutturali e in stimolazioni sperimentali. Pertanto l'estensione dei compiti dell'ingegnere è anche restrizione di quelli dell'architetto; dall'iniziale operatività per la costruzione di strade, ponti, canali, si aprono prospettive di intervento con incontrastata autonomia nella costruzione di mercati, stazioni ferroviarie, padiglioni espositivi, empori merceologici e nelle anonimate costruzioni di fabbriche per la produzione industriale.

Da Jean Rodolphe Perronet, esecutore nel Settecento di ponti urbani in muratura e ancora imbrigliato nella dialettica del Classicismo, e da Abraham Darby III, che dalla pratica di fonditore amplia l'impegno della propria produzione sino a conseguire quella edilizia del primo ponte di ghisa, la costruzione dei ponti si svolge lungo la traiettoria del nuovo rapporto che si stabilisce nel corso dell'Ottocento, tra progettazione dell'"utilitario" e modo di produzione capitalistico.

Ora le qualità superiori dello "strutturale" trovano una loro evidenza nella semplificazione dei procedimenti, nella divisione del lavoro, nella continuità seriale dei componenti, operando una derubricazione completa dei precedenti codici dell'architettura.

D'altra parte se il ponte è un manufatto antichissimo tuttavia ha un passato privo di archeologia e di sufficienti testimonianze per essere culturalmente confermato in ragione di modelli, mentre può essere coerentemente utilizzato per le risorse offerte dal calcolo strutturale analitico e dai nuovi materiali a disposizione.

Si ripropongono scadenze sempre più ravvicinate per ottenere distanze superiori fra gli appoggi (i 1298 metri del Ponte di Verrazzano a New York vengono superati dai 1330 metri del progetto del Ponte sullo Stretto di Messina), portanze in relazione ai carichi dinamici crescenti (nell'Ottocento ferroviari e nel Novecento anche dei grandi trasporti veicolari), di comportamento statico in relazione alle tecniche di produzione dei materiali (dalla ghisa all'acciaio, dal calcestruzzo armato a quello precompresso) e del loro più appropriato impiego (nei metalli i metodi di connessione, nel calcestruzzo armato i metodi di cassetatura).

Anche se concettualmente si possono elencare tre tipologie dominanti il sistema strutturale, individuabili nella catena in

tensione, nell'arco compresso e nella travata, purtuttavia ogni ponte costituisce una esperienza progettuale singola e irripetibile, tale da impegnare personalmente il calcolatore in un ambito di alta professionalità.

Forse l'origine dell'equivoco, per cui la risposta strutturale è assoluta, non modificabile o comunque alterabile e che essa in quanto proveniente dal calcolo è oggettivamente esauriente, consiste nell'aver ristretto il campo della progettazione nell'ambito della tecnologia senza considerare che *i particolari sono infiniti, e non si può dar di loro certa, e determinata regola* (2).

I congegni esecutivi del ponte vengono riproposti senza pause con modalità inedite determinando una problematica di progetto in bilico tra replica con varianti e innovazioni al limite della prudenza e sicurezza, suscitando nell'autore la vocazione al "protagonismo" connotata alla patente di "autenticità" del progetto stesso all'interno del mito della scienza, della tecnica e dell'efficienza operativo che lo liberano dalla soggezione delle problematiche ritenute sovrastrutturali dell'architettura.

Da Perronet e Thomas Telford che agiscono come funzionari delle costruzioni "civili" agli ingegneri dell'Ottocento, come Robert Stephenson e Gustave Eiffel che si adoperano a servizio delle commesse pubbliche e degli interessi privati, ai grandi calcolatori del Novecento come Robert Maillart, Pier Luigi Nervi e Riccardo Morandi, professionisti del calcolo, la trasformazione d'identità del ponte corre parallela a quella dell'autore, interprete di assomi ritenuti inconfutabili.

Ma una lettura della vastissima e secolare produzione di ponti non può non essere riferita al luogo e al tempo, ossia alla società nell'ambito della quale la costruzione di ciascuno di essi è avvenuta.

Circostanze e rapporti esterni al solo calcolo allargano la sfera delle implicazioni di progetto ma soprattutto il tipo di acquisizione che possono essere indicati come relazioni o rapporti comprensivi: il rapporto con l'ambiente naturale o costruito; il rapporto con il contesto storico-culturale, sociale, economico e produttivo; il rapporto della struttura (statica) con la funzione, il materiale e la tecnologia; il rapporto della struttura con il disegno della forma. Ma poi nella ricerca della sua identità, mediante questi strumenti di lettura, si scoprono figurazioni, qualità e un molteplice frasario all'interno della connotata dialettica in cui l'utile, la statica, l'impegno strutturale si confrontano con realtà fisiche di luogo, realtà scientifiche di progetto, realtà di eventi naturali ed infine con una realtà di figurazione che deriva come sempre da contenuti che, malgrado secolari distanze culturali, si propongono come elettivamente affini.

(1) In A. Palladio, *I Quattro Libri dell'Architettura*, Dominico de' Franceschi, Venezia 1570, Libro terzo, cap. V., pag. 12.

(2) *Ibidem*.



1. Colonna Traiana, 110 d.C.: particolare del bassorilievo con il Ponte sul Danubio, presso Orsova, costruito da Traiano nel 99 d.C. su progetto di Apollodoro.

La convenzionale opinione che le costruzioni siano maggiormente stabili e si conservino nel tempo in relazione ai materiali impiegati, anche se tale logica appartiene ad una valutazione o conoscenza restrittiva dei procedimenti e delle proprietà tecniche di alcuni congegni esecutivi, trova conferma quando si confrontano retrospettivamente strutture di pietra, laterizio, metallo, cemento con quelle di legno.

Pietre e laterizi dall'antichità, metalli e cementi in età moderna hanno consentito di mantenere e prolungare l'integrità degli edifici sin tanto che la loro distruzione non è avvenuta per cause volontarie o per eccezionali eventi naturali. Diversamente il legno, ancora utilizzato dalle società primitive prive di risorse naturali alternative, nelle società del sottosviluppo economico o infine nella cultura dell'artigianato e del mito delle preesistenze regionali o locali, è stato quasi sempre considerato un materiale da consumare, rinnovare o via via sostituire con altri. Infatti il legno sia nelle epoche lontane come ancora nel presente è connesso anche a quelle impalcature edilizie effimere, transitorie, provvisorie o precarie la cui funzionalità è richiesta per breve scadenza o comunque per tempo determinato.

Coerentemente con l'ordinamento del lavoro e la gradualità dello spessore e qualità dei contenuti materiali tra manufatti di differente destinazione e collocazione, i ponti romani si possono distinguere in ponti territoriali delle province periferiche o delle province metropolitane e in ponti più propriamente urbani.

I primi sono eseguiti solitamente in legno con la regia dell'ingegnere militare, peraltro consueta in costruzioni di macchine belliche, torri o scudi mobili; i secondi distribuiti lungo le vie consolari ed imperiali, inizialmente in legno, sono progressivamente sostituiti da quelli in pietra; gli ultimi, soprattutto in età imperiale, con o senza intermediazione di centinature, in pietra.

Si configura un diagramma radiocentrico in cui la selezione del materiale corrisponde, quasi un paradigma, non solo alla necessità di disporre di praticabilità logistica ovunque vi sia possesso, ma anche alle certezze o alle sole probabilità di conservazione della vastissima territorialità.

Per i costruttori romani, quindi, le categorie tipologiche dei ponti derivano dal convincimento dell'intima connessione tra utilità e temporalità oggettiva per cui il ponte di barche, instabile e precario, quasi una passerella per il passaggio verso terre inesplorate e di incerta appropriazione, può essere sostituito, perdurando la sua funzione, da una struttura stabile che a sua volta può essere maggiormente consolidata in fasi successive con pile e spalle di muratura e sovrastante traliccio e assito di legno, come nella raffigurazione del Ponte sul Danubio contenuta nei bassorilievi delle fasce avvolgenti la colonna Traiana.

Chiarificatore di questa articolazione e gestione pratica delle differenti gradualità del provvisorio è il resoconto, quasi un dispaccio, delle scelte operate da Cesare per la costruzione del Ponte militare sul Reno, di cui Palladio ne ricostruisce a suo giudizio la struttura:

Cesare aveva deciso, per la ragione che ho detto [ossia per por termine alle incursioni dei Germani nella Gallia] di attraversare il Reno; ma riteneva che il passaggio per mezzo di imbarcazioni non sarebbe stato né sicuro né confacente alla dignità sua e del popolo romano. Perciò, sebbene la costruzione di un ponte presentasse molte difficoltà per la larghezza, la velocità e la profondità del fiume, pure riteneva che si dovesse attuare questo piano o rinunciare al trasporto dell'esercito.

In dieci giorni da quando si cominciò a portare sul luogo il materiale, l'opera fu compiuta e l'esercito passò il Reno quindi Cesare... giudicando di aver fatto abbastanza per la propria gloria e per l'interesse di Roma, ritornò in

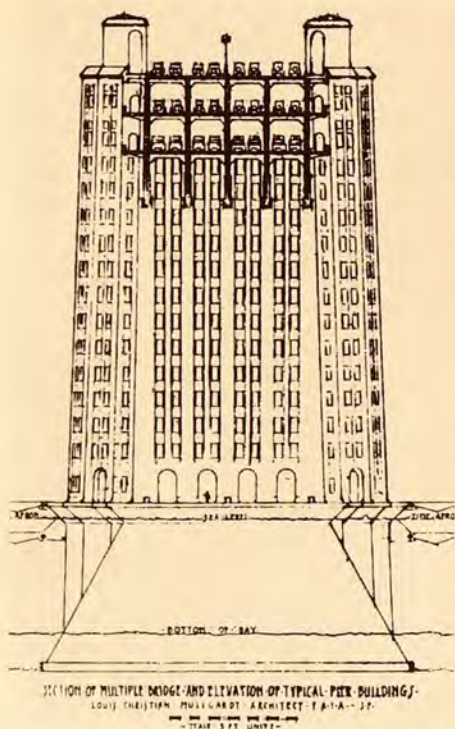
Gallia e distrusse il ponte (3).

In seguito la pratica delle costruzioni di legno si mantiene durante i secoli del Medioevo con le differenti motivazioni derivate da un'economia povera e dall'insicurezza dei territori non presidiati.

Cambiano motivazioni e pratiche esecutive, che si sviluppano parallelamente all'usanza degli allestimenti scenici per le sacre rappresentazioni, i riti propiziatori e la libera recitazione di poemi popolari nelle strade e nelle piazze delle città, oppure acquisite direttamente dal grande artigianato delle incastellature, dei ponteggi e delle centinature degli archi, delle volte e delle cupole.

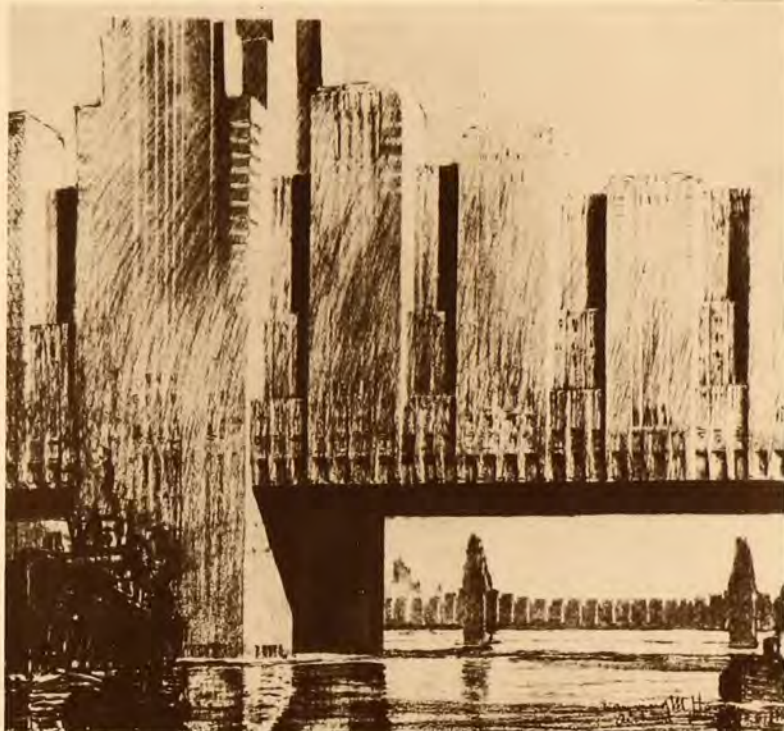
Da quando però la struttura di legno, che si configura con orditura reticolare nel piano, viene trasferita nelle costruzioni metalliche dell'Ottocento per complicarsi nel tridimensionale, perde il carattere di struttura intermedia e preparatoria di quella finale di cui costituisce tutt'al più l'intelaiatura, come in particolare sono le mirabili centinature di Perronet o di Mylne. L'orditura reticolare o a traliccio dei ponti di legno, in contrapposizione a quella metallica, pur nella sottintesa provvisorietà o precarietà e nelle modalità artigianali esecutive conseguenti all'approccio non rigoroso del calcolo (la continuità della struttura è probabile ma non certa; l'alterazione fisica ha tempi imprevedibili) si afferma con carattere di compiutezza formale, per le sue intrinseche facoltà di appartenere all'ambiente naturale di cui condivide eventi di mutazione, trasformazione e a volte di distruzione.

Così senza il conforto di esperte verifiche tecniche di progetto di Ponte di Bassano, ricostruito più volte, può essere ugualmente assunto quale immagine emblematica permanente di una struttura precaria.



2

2. L.C. Mullgardt, Progetto di ponte con pile residenziali sulla Baia di San Francisco, 1924-25. 3. R.M. Hood, Progetto Manhattan 1950, 1929: particolare dei ponti residenziali.



3

L'associazione organica tra finalità proprie al ponte e la sua difesa, onde consentire o interdire il transito, ha determinato, nel periodo feudale delle città murate disposte in prossimità dei grandi fiumi, un impianto tipologico funzionale in cui il sistema lineare di percorrenza si combina con le costruzioni in elevazione adibite a vigilanza e difesa, modificandone mutualisticamente la forma.

Questo tipo di struttura muraria può derivare sia dalle aggregazioni nel luogo dei piloni di torri difensive (in alcune circostanze anche di cappelle votive) che si avvalgono delle fondazioni e degli spessori murari di base per la propria elevazione, sia dell'ancoraggio delle arcate nel corpo delle torri che frantumano in tal caso la continuità del consueto svolgimento del ponte. Pertanto questi ponti fortificati, come quelli notori ancora in tutto o in parte esistenti o descritti da Viollet-Le-Duc (4) di Avignone sul Rodano, d'Orléans e Nantes sulla Loira, di Cahors sul Lot, di Notre Dame sulla Senna a Parigi, sembrano essere pensati e costruiti per tratti o segmenti con varchi molto ravvicinati (circa 20 m) matrici di un divenire costruttivo che è anche conoscitivo, continuamente modificabile e di un'estensione determinata dal variare dei bisogni o delle occorrenze.

I tratti esterni, vigilati mediante torri, sono levatoi per impedire il transito sul ponte e l'ingresso alla città, alcuni dei tratti intermedi sono a loro volta controllati da torri che scavalcavano o si affiancavano ai piloni, quando non sono esse stesse spalle di appoggio.

Le Corbusier, affascinato da questa articolata struttura non progettata, non può che narrarne le continue variazioni di tematiche costruttive quali risposte che via via nel tempo venivano date agli avvenimenti, aggregando nuove muraure, ricostruendo o prolungando le precedenti: *Attrezzatura medievale: il baluardo delle acque la Senna; scelta di un'isola come punto di appog-*

gio. Una cinta fortificata munita di merlature e torri.

In corrispondenza delle porte un fortino è posto a difesa del ponte levatoio che interrompe il ponte in muratura sulla Senna, prima ch'esso tocchi la riva. Sull'isola un altro fortino di difesa. All'estremità del secondo ponte, ancora un altro fortino, due archi di ponte e poi ancora un nuovo fortino.

L'ultima campata del ponte è di legno, per poterla incendiare in caso di assalto.

Solo al di là di questa minuscola e perfetta attrezzatura di difesa militare incomincia il borgo (5).

Così il ponte "fuori porta" si avvera e diviene forma con il medesimo processo di accrescimento e consolidamento in corso d'opera, derivante da un programma e non da un progetto, che ha sotto le grandi imprese collettive del Medioevo (castelli, cattedrali e mura urbane). Esso appartiene, con analoga episodica compattezza e articolazione muraria, ai baluardi o ai bastioni difensivi praticabili in sommità che rinserrano le città e ne costituisce il loro prolungamento nella direzione della campagna e dei sobborghi rurali, mediante un preciso rapporto con l'acqua, la città e la sua estensione territoriale.

Ma l'aggregazione e non tanto la mutuabilità strutturale di funzioni mercantili e residenziali, all'interno delle città storiche del Medioevo e nelle proposte utopiche o visionarie del presente, porta a reinterpretazioni estensive del "tipo".

Funzioni che nel Medioevo hanno più ampie correlazioni, non solamente logistiche e ambientali ma prevalentemente sociali, essendo il ponte come la strada luogo comune, appartenente alla collettività nel momento dello scambio mercantile o dei commerci.

Dal Ponte Vecchio di Firenze ricostruito più volte dopo le alluvioni, con botteghe ai bordi della strada pedonale e alloggi superiormente,

al Ponte di Nantes sulla Loira, all'Old London Bridge, al ponte di Notre Dame sulla Senna, a quello di Rialto disegnato da Palladio, questa struttura è stata utilizzata per ampliare le relazioni e le interconnessioni urbanistiche, vanificando i confini d'acqua che si contrapponevano tra città e campagna o tra quartieri e quartieri interni alla città.

Il ponte da supporto dell'impalcato amplia le proprie funzioni per essere occasione di un insediamento mercantile, determinando una convergenza nel luogo dove invece solitamente si realizza un collegamento.

Il ponte [di Rialto] doveva essere posto dove si uniscono i Mercadanti a fare i loro traffici quasi da tutte le parti del mondo (6).

L'interpretazione megastrutturale di Rudolph, condivisa da Banham (7), sembra corrispondere alla realtà costruttiva del ponte che vede la transitorietà delle strutture dei negozi sorretti a puntone sulle fiancate e la permanenza dei sostegni perché la scala dei sostegni si accorda alla strada e non tanto alle sovrastrutture.

Ma dal ponte abitato dei secoli passati ai varchi sottostanti imponenti volumetrie residenziali, progettati per New York da Hood (progetto Manhattan 1950) (8) o da Martin e associati per Londra (il Pont en verre) (9), il principio del ponte assume connotazioni del tutto nuove: la volumetria edilizia si dispone a ponte sull'acqua con il medesimo tipo di appoggio al suolo che ha l'Unité d'habitation di Marsiglia o i piani di Tange nell'utopia di Tokio.

L'enfasi urbana, con la quale ogni spazio disponibile viene occupato, rende irriconoscibili la struttura e l'articolazione della città e l'idea stessa del ponte perde i tradizionali connotati nel momento in cui la struttura sull'acqua non collega luoghi urbani ma si inserisce nel sistema viario senza soluzione di continuità.



1. R. Morandi, Viadotto sul Polcevera, Genova, 1962-65.

Conciosiache molti fiumi per la loro larghezza, altezza e velocità non si possono passare a guazzo, fu prima pensato alle comodità de' ponti: onde si può dire che essi siano parte principale della via, e che altro non siano che una strada fatta sopra dell'acqua (10). Questa definizione del Cinquecento dovuta al Palladio non differisce sostanzialmente da quelle contenute nelle enciclopedie e nei dizionari di questo Secolo, che si possono riassumere (per la lingua italiana) in quella del *Dizionario Enciclopedico Treccani*: *struttura architettonica che si costruisce sopra corsi d'acqua od avvallamenti di terreno per consentire a strade o ferrovie di attraversarli.* Dizioni che puntualizzano correttamente la funzione logistica e, apparentemente, la dipendenza del manufatto dal sistema delle comunicazioni via terra, ma soprattutto la sua interdipendenza e correlazione con il tracciato viario e il luogo in cui un certo tipo di impedimento s'interpone al suo svolgimento (fiume, avvallamento e, in età presente, tratti di mare).

Pertanto la diffusione dei ponti, quale categoria o stadio intermedio tra organizzazione e praticabilità del suolo e reinvenzione delle correlazioni fisico materiali, temporali e spaziali del sito, è esclusivamente subordinata allo sviluppo dell'assetto stradale sui territori e al moltiplicarsi e complicarsi degli intrecci viari delle città fluviali e di quelle naturalmente o artificialmente canalizzate.

Il ponte è occasione di un'esperienza ininterrotta intorno al tema del varco passante, dello scavalco di regioni d'acqua o di frazioni di territorio, reinterpretabile mediante le variabili indotte dallo stato ambientale e dalle proiezioni culturali.

Esso si pone come modulo nodale di una complessa operazione urbanistica, sia come progetto della tecnica dei trasporti via terra all'interno dell'evoluzione di questi (dall'età del cavallo e delle carrozze a quella delle ferrovie e dei

motori), sia come progetto della scienza del fabbricare mediante materiali che via via si propongono alla sperimentazione e al consumo e, infine, come progetto di strutturazione logistica del "soprasuolo".

Nell'antichità mesopotamica i collegamenti a lungo itinerario, prevalentemente piste carovaniere (l'interminabile strada della seta dal Medio Oriente alla Cina), segnano di solito facili pendenze a "spesa della dirittura" con attraversamento dei corsi d'acqua a guado o mediante traghetto in località dove i ponti non sono necessari.

Nella pratica ortodossa dell'ortogonalità della consuetudine romana, invece, le vie consolari seguono la norma del più economico cammino con attraversamenti dei corsi d'acqua in luoghi dove i ponti sono indispensabili.

Ma quando si frantuma l'unitarietà territoriale romana e sino alle soglie del Settecento, le ridotte comunicazioni intereuropee determinano una logistica regionale con ponti di scarso contenuto formale, se si escludono quelli interni alle città.

Tale assetto si alterna con forte incremento percentuale di manufatti a ponte, nel momento in cui l'innovazione ferroviaria privilegia tragitti il più possibile rettilinei e con limitate pendenze, e più tardi la motorizzazione predilige attraversare piuttosto che affiancare comprensori agricoli e installazioni urbane.

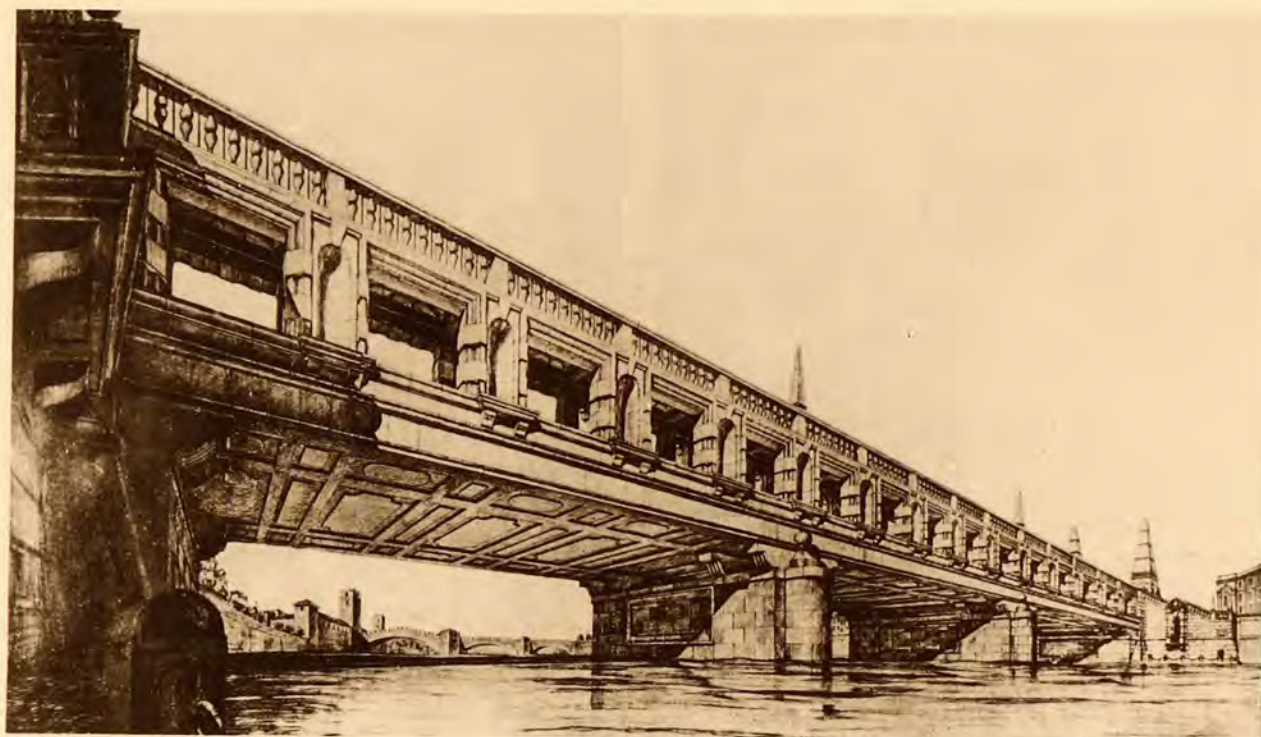
La progressione e l'accelerazione della progressione stessa delle costruzioni stradali e ferroviarie, di cui le statistiche forniscono analitiche notizie contabilizzate, determina una rettificazione a maglie sempre più serrate dei terreni, gerarchia di calibri, linearità di percorrenza, opere in sopraelevazione, scavalcamenti non solamente di corsi d'acqua e valli ma pure di strade di transito locale.

In particolare, la facoltà di costruire ponti metallici apre un'ampia area di ricerca per la

progettazione tecnica e il disegno spaziale dei ponti (dai ponti ad arco a quelli a travate, dai ponti reticolari a quelli sospesi o strallati) che consentono connotazione dell'ambiente, emergenza figurativa e anticipano ogni altra percezione di luogo che si propone in tal caso come fondale. Questa condizione di autonomia, unitamente al riconoscimento di un'ingegneria specifica, ha legittimato una cultura autonoma del ponte sempre consapevole di esprimere, quasi in un recitativo, l'elogio al "progresso" dell'era tecnologica.

Lotta per costruire, / invece degli stili, / calcolo rigoroso / di bulloni / e d'acciaio (11) esclama Majakovskij nell'ode al Ponte di Brooklyn, ma dopo il primo ramo sotterraneo della metropolitana costruita a Londra nel 1863 tra Paddington Station e Farringdon Street e la prima sopraelevata a New York nel 1868, sino al viadotto genovese del Polcevera, le città vengono aggredite e inviluppate da superstrade, sopraelevate, tangenziali; i fiumi, gli avvallamenti naturali e gli stretti vengono soprastrutturati dall'emergenza logistica con la logica del *calcolo rigoroso di bulloni e d'acciaio*.

I limiti di questa ideologia del "traffico facilitato" sono verificati nella proposta di Tange che fa dipendere la struttura terziaria e residenziale della città dal congegno della circolazione continua a più livelli, senza incroci, quale sistema di alimentazione vitale delle collettività urbane. Rimane la perplessità di giudizio, perché qualsiasi ponte a grande luce, sia esso a piloni o sospeso, può racchiudere non solo verità strutturali e indotte emergenze logistiche ma anche contenuti architettonici che si confermano nella suggestione pur tuttavia promossa da un'immagine creativa derivante dal parossismo del mito della struttura meccanica.



2. T. Buzzi, M. Manelli, G. Ponti, M. Carli, *Progetto di Concorso per il Ponte della Vittoria, Verona, 1925.*

Questi, [i ponti] devono avere quelle istesse qualità, c'habbiamo detto richiedersi in tutte le fabbriche, cioè che siano commodi, belli, e durabili per lungo tempo.

Al diritto de pilastri nei lati del ponte sono alcuni tabernacoli, ne quali anticamente dovevano essere statue: sopra questi tabernacoli per la lunghezza del ponte v'è una cornice, la quale ancora che sia schietta, fa però un bellissimo ornamento à tutta l'opera. S'havrebbe quello ponte potuto ornare con nicchie al diritto de' pilastri, e con statue, cui sarebbe stata bene à lungo i suoi lati una cornice (12).

Se il Palladio non va oltre alla decorazione, predisponendo nicchie per statue, cornici o sagomature, disegnate con il fine dell'affinamento visivo del manufatto (programmatica è la differente definizione ed elaborazione delle superfici nobili e rustiche nelle sue ville del Veneto), i più tardi progetti del Classicismo insegneranno a valicare questo moderato intervento con il ridisegno di ogni superficie e profilo e con il contributo di modellati figurativi.

Nei secoli di quiete e stabilità strutturale quali il Seicento e Settecento il ponte urbano, sino alle ricerche e ai sovvertimenti di Perronet (il ponte è pur sempre la risultanza di un iterato accostamento di autonomie strutturali istituite per ciascun arco), si inserisce nelle coordinate spaziali del contesto colto del tessuto urbano, a cui tende appartenere anche come apparato morfologico.

Come in tutta la cultura del Classicismo la struttura portante è giudicata un supporto alla percezione delle partiture formali dell'architettura, che vengono istituite a monte del processo costruttivo.

Così il Ponte di Rimini nell'incisione del Palladio, il Ponte Nuovo sulla Senna e il Ponte di Santa Trinita a Firenze integrano l'arredo urbano, all'interno di un processo di rivalutazione dei luoghi lasciati senza connotazioni e rigorosi

registri prospettici dal Medioevo (corrispondenza o correlazione assiale, centralità e perifericità, sinonimia figurale).

L'atteggiamento dei costruttori non cambia per secoli, ma all'interno della ripartizione in parti uguali con numero dispari di arcate, che non è una norma strutturale ma una scelta solamente formale, i disegni proposti da Adam, ad esempio, attribuiscono un ruolo alla decorazione di attenta precisazione filologica dei componenti (le bordature degli archi, i rilievi decorativi degli appoggi, la balaustra a colonnine e i lampioni di ghisa) che attribuiscono al ponte una identità oggettiva propria al di là delle correlazioni con l'arredo urbano. Una svolta determinante, abrogativa non solo dei procedimenti edilizi ma anche della cultura del progetto di forme codificate nel repertorio figurativo dell'architettura, si determina dopo le esperienze costruttive — strutturali ancora in bilico tra artigianato dell'utensile, del congegno strumentale e scienza del costruire, avviate da Darby III e Telford in Inghilterra nella seconda metà del Settecento. Il divario tra produzione preindustriale, convenienza ed economia operativa da una parte e produzione manuale, limitazioni di iniziativa e invenzione dall'altra è tale che non sono comunicabili e trasmissibili i contenuti pratici, materiali e culturali tra i due sistemi di progetto.

Il tentativo più concreto avviene nel secolo seguente quando la convenienza di utilizzare i contributi tecnici s'impone per l'evidenza dei vantaggi che si ricavano dalla industrializzazione generalizzata.

Il ponte metallico stradale o ferroviario, soprattutto nel contesto colto urbano, viene ridisegnato, arricchito nell'immagine con il fine di schermare il suo congegno meccanico e di connetterlo, mediante il ricorso a riferimenti e recuperi di simboli e scritture, nell'ambito dell'apparato morfologico degli stili che rivestono la scena

urbana. Tale è emblematicamente il Victoria Bridge, viadotto ferroviario sul Clyde a Glasgow costruito da Walker tra il 1851-54, nel quale il traliccio strutturale si interpone tra i piloni di muratura con propria autonomia figurativa, vanificando il tentativo di conciliazione tra l'antico e il nuovo, tra valori tradizionali e l'insolita fisionomia dei prodotti della società industriale.

Il divario e l'impossibile dialettica si mantengono sin tanto che la debolezza dei contenuti lessicali e semantici convenzionali, non più utilizzabili e palesemente "fuori tempo", non concedono sempre più credibilità alle tesi tecnicistiche che si consolidano nell'equivoco dell'assoluta strutturale quale prodotto architettonico.

Forse anche per riconquistare giustificatamente il controllo del progetto viene recuperata e reintegrata nel ruolo di protagonismo figurativo la struttura formale del monumentale, del celebrativo e del commemorativo, ribadita dal Neoclassicismo e dalle culture di regime.

Il Ponte di Hammersmith a Londra nel 1824-27 di Clark e il Ponte Alessandro III costruito per l'Esposizione Universale di Parigi del 1900 indicano come la preoccupazione dei progettisti sia stata quella di procedere dal dato tecnico per sviluppare un apparato di riferimenti visivi autonomi e pretestuali, arbitrariamente immessi per determinare un impatto ambientale associabile alla monumentalità e all'enfasi della rappresentazione.

Con il ponte monumentale viene portato a compimento il tentativo di correlazione e aggan- cio con la struttura storica della città rinascimentale, dilatandone lo spazio e le prospettive in ragione di luoghi nodali e di riferimenti logistici precisati, per confermare gerarchie di impianto e privilegiare formalmente alcuni percorsi.

La forma tra oggettivazione ed espressionalità



V. Marchi: 1. Città futurista, 1919; 2. Edificio visto dall'aereo, 1924.

Può un manufatto essere proposto come modello autentico di architettura, come metafora, simbolismo, immagine concreta dell'immaginazione e mutuare dall'universo dei teoremi della ragione strutture, che si collocano oltre la temporalità, per una assoluta oggettivazione?

Mettere del carattere in un'opera — dice Boullée — significa impiegare nel modo giusto tutti i mezzi più idonei per non farci provare altre sensazioni oltre quelle caratteristiche del soggetto stesso (13).

Nei progetti di Boullée e Ledoux, rispettivamente per i ponti Luigi XV (1787) e delle Saline a Chaux, lo scarto disciplinare tra registro tecnico, morfologia e forma è assoluto, per cui non è consentita alcuna adesione alla materialità attiva della costruzione, alla fatica del calcolo, alla prassi consueta per ottenere economia del costruire.

Il ponte come ogni altro postulato nell'architettura dell'Illuminismo, appartiene alla tradizione mondana e alla reificazione mediante un processo di riconoscimento icastico di modelli ideologici o di equazioni impossibili nell'ambito della geometria della forme e della figurazione allusiva ed emblematica, ossia di valori non ritenuti retorici o filologici, come nelle repliche del Classicismo, ma autentici e quindi maggiormente comunicabili e comprensibili.

I tradizionali piloni sono trasfigurati in altrettanti vascelli o sono zoccolature per l'apparente appoggio delle arcate, oppure, come nel Schlossbrücke nel Lustgarten di Schinkel sono basamenti per statue allegoriche, perché la disposizione delle parti significa libera connessione di componenti indipendenti, la cui forma ha corrispondenza con le motivazioni (figurative) che l'hanno suggerita.

Una differente conoscenza della forma architettonica viene suggerita dal blocco delle correnti dell'Espressionismo che tende ad accreditare un processo creativo mediante il quale la forma si

avvera con lo sviluppo, l'intreccio e l'estendersi dinamici di uno status iniziale per inserirsi in un contesto di comunicatività.

Se per Picasso un quadro non è pensato e stabilito in partenza; mentre si lavora si trasforma nella stessa misura in cui cambia il pensiero (14), è però ovvio, nel caso del ponte, che la condizione di partenza è motivata da commesse o ragioni utilitarie e dal concretismo che solitamente viene anteposto ad ogni altra intenzione di progetto, perché la logica e la razionalità della struttura non consentono alternative.

L'identificazione dello spazio architettonico come spazio figurativo, ossia l'annullamento della distinzione, ma piuttosto l'integrazione tra oggetti e ambiente circostante, la caratteristica biomorfica dei segni (curve, spirali, obliquità, asimmetrie, volumetrie complesse polidimensionali), l'accentuazione della continuità figurativa mediante il disegno o, ove occorra, il cromatismo costituiscono modi, mezzi e strumenti di progetto.

Sapevamo bene da che cosa volevamo allontanarci, non però dove volevamo arrivare (15) dichiara candidamente Schmidt-Rottluff, uno dei fondatori di *Die Brücke* (Il Ponte), denunciando il consapevole abbandono delle tesi e dei programmi tradizionali, per intraprendere un'azione di pensiero e ideazione di progetto liberatoria dalle trame scontate della prefigurazione tecnica.

Ossia il ponte non è tanto il collegamento tra sponde opposte, ma l'avverarsi di un'esperienza per raggiungere la sponda contrapposta a quella di partenza, di cui si avverte la presenza ma se ne ignora il modello ambientale.

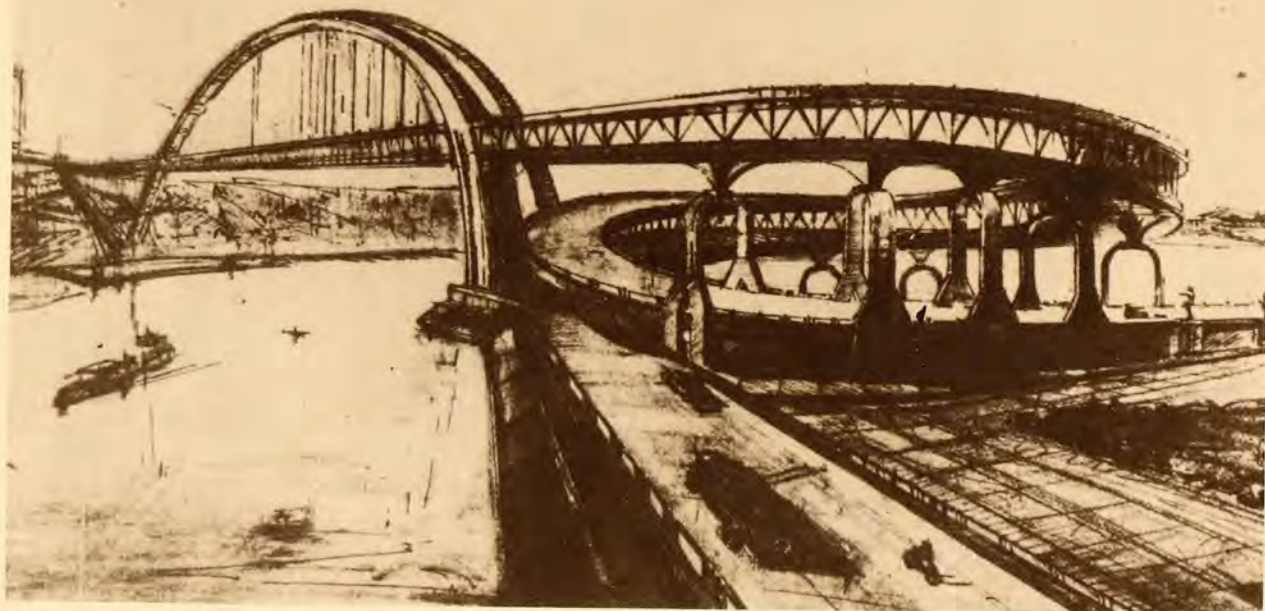
Il ponte che ha una propria struttura morfologica stimata e dimostrata dal calcolo, può essere ridisegnato sulle tracce lineari che lo delimitano, legando parte a parte in un involucro che ne proietta l'immagine all'esterno delle tesi statiche, ma in correlazione con la spazialità che lo

comprende: nel ponte costruito da Richardson a Fenway (Boston) nel 1881, anticipazione delle direttrici espressioniste europee, le sagomature curvilinee percorrono e descrivono una corposità figurale nell'ambito dell'espressionalità delle forme (plastiche e modellate, tornite e continue) e non tanto una proiezione in espansione dei contenuti tecnici.

L'inutilità apparente dell'involucro cela e annulla la distinzione tra struttura portante attiva (spalle, piloni) e passiva (arcate, travate, impalcato) che pur tuttavia lo regge, avvalorando la tesi della struttura a servizio della forma e negando quella della struttura come forma.

Ma, come per Wright in ragione della componente eclettica che l'ispira e per D'Aronco per le ripetute escursioni nell'area dell'Espressionismo, le motivazioni del costruire sono sufficientemente assimilate per mantenere l'intero programma di progetto nelle ipotesi del possibile. I disegni di ponti che ci sono pervenuti provano come in loro vi sia ricerca per istituire uno sviluppo non tecnicistico del progetto ma per conseguire, con la fluidità morfologica dei profili, dei piani e dei volumi un'idea di organismo capace di comunicare in una sola occasione percettiva contenuti culturali e architettonici vasti e complessi, relativi al ponte stesso.

Solo quando, come nell'utopia quasi delirante dei ponti di Virgilio Marchi, viene smarrita la concretezza materiale, si può convenire con Scheerbart che in certe epoche, l'ingegnere ha avuto un peso preponderante rispetto all'architetto. *Ciò era naturale, dato che fra i due l'ingegnere era il più necessario* (16) sebbene sia altrettanto ratificabile la locuzione poetica di Apollinaire che l'architetto e l'ingegnere devono costruire con intenzioni sublimi... gettare su un porto o su un fiume un arco più audace dell'arcobaleno (17).



3. K.S. Mel'nikov, Progetto di ponte sulla Moscova a Lužniki, Mosca, 1935.

3

La storia delle città è anche una puntuale rassegna (dai rilievi archeologici agli archivi catastali) delle gerarchie imposte al tessuto urbano dalle qualificazioni architettoniche che hanno via via interessato arroccamenti aulici, apparati di piazze monumentali, spazialità di sagrati e cattedrali e, dall'Ottocento, la crescente concentrazione di "aree del comando economico" e le dotazioni culturali pubbliche.

Nella città contemporanea l'insieme di queste parti vecchie che decadono e parti nuove che si sviluppano (18) costituiscono il "centro storico" o "monumentale", il "centro d'affari" o "direzionale", conservando l'incontrovertibile storica discriminazione tra luogo di mezzo e il suo contorno.

La reinvenzione della città nella direzione della crescita lineare continua e invariabile operata da Soria y Mata, Miljutin, Hilberseimer, Le Corbusier e infine da Mitchell e Boutwell (la Comprehensive City), se tende ad evitare la scalarità radiocentrica dei contenuti e dei valori urbani, d'altra parte tende a negare la connotazione dei luoghi costituenti fattore di orientamento all'interno delle corsie di traffico in assenza di rilievi orografici naturali (costa, rive o sponde, alture).

Altrettanto indecifrabili sono le città orizzontali senza centralità come Los Angeles, Tokaido o la Broadacre City immaginata da Wright, nelle quali un'unica scrittura urbana sovraintende all'ordinamento distributivo.

Trotzki nel 1923 traccia un quadro utopico della trasformazione delle città, che si basa sulla scelta delle tecniche in atto o in attendibile previsione e su una cultura sociale fondata sulla partecipazione popolare ai beni materiali comuni: le scale e le stazioni della metropolitana, gli ascensori, tutti questi sono decisamente elementi del nuovo stile, come pure i ponti metallici, i mercati coperti, i grattacieli e le gru. Con ciò si vuole affermare che al di fuori dei compiti pratici e del lavoro continuo per il loro assolvimento, non potrà essere creato nessun nuovo stile archi-

tettonico. (...). Non c'è alcun dubbio che nell'avvenire compiti monumentali di questo genere come la nuova pianificazione della città-giardino, delle case modello, delle ferrovie e dei porti, non interesseranno solo gli ingegneri e gli architetti che partecipano ai vari concorsi, ma anche larghe masse popolari (19).

Trotzki coinvolge l'assetto dell'intera società per rendere convincente e inderogabile l'abrogazione della storica antitesi tra centro e periferia (che indica semplicisticamente nell'organizzazione sociale della borghesia), nel momento in cui gli organismi utilitari di servizio e logistici istituiscono capisaldi non certo formali sui quali coordinare la funzione urbana nella sua globalità.

Così i ponti sui fiumi o di scavalco di altre arterie unitamente alle stazioni, ai mercati e ai grattacieli, come propone El Lisitzkij con le "staffe nelle nuvole" per Mosca, inseriti nelle intersezioni fra radiali e anulari, sono strutture utilitarie che regolano la città mediante connotazioni nella scala dell'architettura, sulla quale si misura e si confronta la dimensione e la struttura dell'intera città.

I connotati morfologici tipici di questi servizi riconducono ogni singolo riferimento, utilitario e non monumentale, direttamente agli altri riferimenti che costituiscono i vertici della poligonale dell'estensione spaziale dell'intero sistema metropolitano, quale scala massima e sintetica dell'esperienza del costruire.

Ma se ogni parte deve essere coerente con l'insieme ed è il sistema della città a determinare il carattere dei suoi edifici, si ripropone l'ipotesi improbabile della rifondazione della città o l'ipotesi più probabile di una nuova intelaiatura interconnessa o sovrapposta quale supporto razionalmente controllabile come viene ipotizzato da Friedman (20), o infine come si verifica nel presente l'aggressione con stravolgimenti ambientali indotti dalle superstrade urbane, nella "scala superumana dei collegamenti" (21) che non uniscono poli nodali ma, mediante condotti

tubolari come nella "Plug-in-city" del gruppo Archigram, si immettono nel corpo della megalopoli per alimentare le innumerevoli diramazioni delle arterie minori.

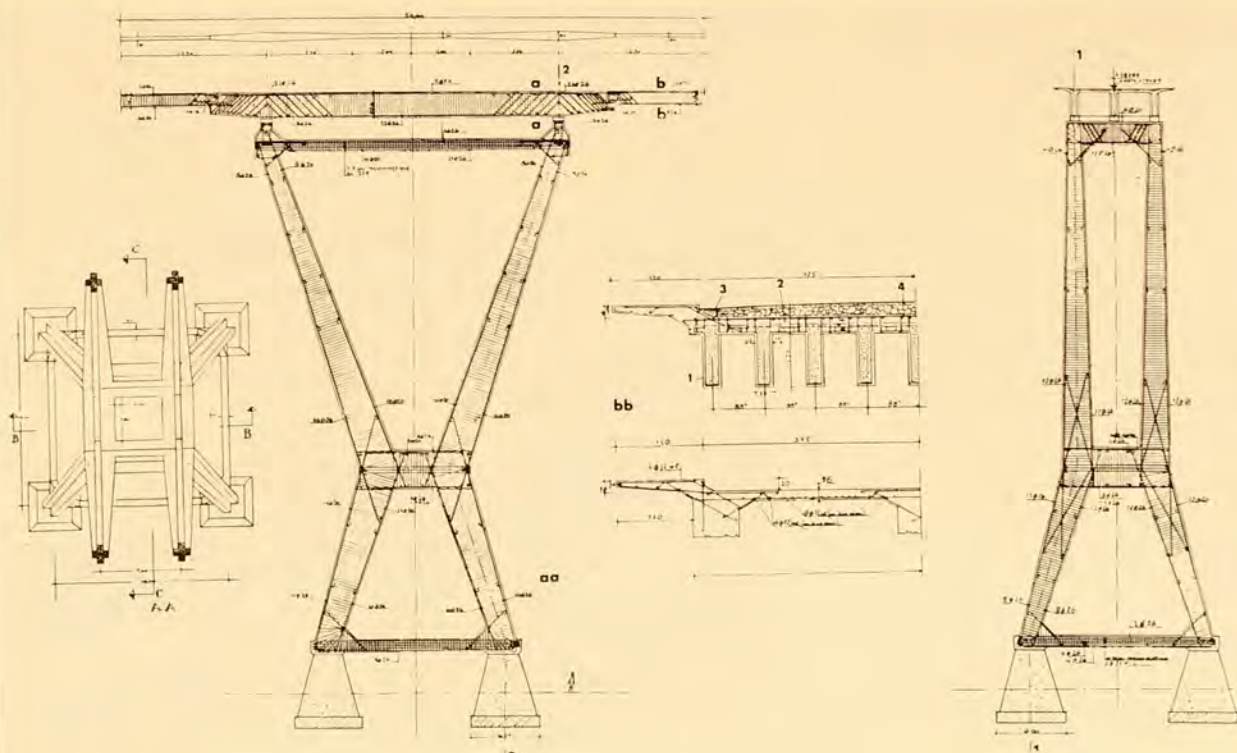
Quando Mel'nikov progetta il ponte metallico sulla Moscova si può pensare che avesse una opinione chiara del quadro delle capacità tecniche disponibili dopo un secolo di sperimentazioni, verifiche e collaudi, ma come Tatlin, supponeva che la padronanza intuitivo-artistica del materiale portasse ad invenzioni su cui potere strutturare oggetti, indipendentemente dai razionali metodi scientifici della tecnica (22).

Il ponte in quanto tale è disegnato da un alto arco di acciaio che regge, mediante tiranti, lo snodo elicoidale della corsia stradale che attraversa la Moscova tra due sponde di livello altimetrico differente.

Contrariamente ai consueti modelli per cui la strada si inserisce nella struttura specifica del ponte, con anticipazione di modelli (morfologici) della "civiltà dei motori", la struttura a ponte si colloca in un ruolo secondario di sostegno del nastro stradale che non ha soluzione di continuità nell'attraversare il fiume.

Pur notificando puntualmente il congegno strutturale, è anche comprensibile come il disegno formale ed espressionale abbia guidato Mel'nikov nelle scelte dei raccordi tra il livello inferiore e superiore dell'ampiezza dei tornanti, del trasferimento e capovolgimento del sistema portante da sostegno sottoposto alla strada a sostegno in trazione, determinando una percezione visualizzata delle variazioni cinetiche delle azioni e reazioni in gioco.

Una prova di quell'organico progredire di una ricerca progettuale volta alla scoperta di figurezioni inedite delle dilatate dimensioni che assume, ad esempio, il ponte nel portare in attraversamento il nastro che si correla alla città, ossia non corpi singoli staccati dall'esterno, ma invece relazioni e rapporti (23).



1 P.L. Nervi, Progetto di un ponte sopra la Tenna, 1955: pianta e schema dell'armatura di un pilone di cemento armato.

Quando la cultura architettonica del Rinascimento ha incluso il ponte quale componente, ove necessario, della geometria stereometrica della città "planetaria" ha di fatto impedito qualsiasi riflessione sui contenuti tecnici, lasciando senza seguito l'esperienza costruttiva degli archi ribassati del Ponte di Santa Trinita a Firenze (1567).

Il passaggio dal Classicismo, quale cultura etica del modello permanente, all'Illuminismo, quale metodologia del progetto ininterrotto, sposta di fatto gli interessi dei progettisti verso una forma di puritanesimo funzionale di ispirazione lodoviana non privo di contenuti tecnici derivati dai successi e dalle certezze, sempre più dimostrati, della scienza sperimentale.

L'impegno strutturale che si sostituisce alle ricerche dialettiche sulla forma, diviene irrinunciabile quando vengono chiariti da Coulomb e Hooke alcuni comportamenti statici che, nella problematica dei ponti in muratura, si concentrano nel calcolo dell'arco non più considerato come somma di conci suscettibili di scorrimento reciproco, ma con proprietà di monoliticità. La tesi della sincronica collaborazione delle parti consente a Perronet di contrastare le spinte orizzontali tra archi adiacenti e di convogliare quelle terminali nella posizione delle spalle, accordando un superiore coefficiente di snellezza all'intero manufatto e pertanto di modificare, nei ponti sulla Senna a Neuilly e di Sainte Maxence sull'Oise costruiti nella seconda metà del Settecento, disegno e profili della tradizionale immagine del ponte con arcate, a "tutto sesto".

Così, mediante il rigore della logica costruttiva, in seguito sorretta dall'implacabile ragione del calcolo matematico, ha inizio un diverso processo progettuale, che assegna all'ingegneria un ruolo con un'area disciplinare pressoché autonoma, anche quando l'evento costruttivo del ponte coinvolge il sistema ambientale del territorio o della città. La cronistoria degli innumerevoli ponti costruiti nel corso dell'Ottocento e

del Novecento è nota per l'avvicinamento dei materiali di nuova composizione, che hanno indotto nuove qualificazioni strutturali, ma soprattutto è nota per gli autori formati nella pratica dell'ingegneria, convinti della univoca e universale risposta del calcolo ai problemi di statica costruttiva, ossia di inconfutabili leggi della fisica immanenti nelle formule del progetto.

Per Eiffel le condizioni imposte dalle forze statiche non sono forse sempre uguali? Il primo principio dell'estetica architettonica comanda che le linee essenziali di un'opera siano determinate dalla completa aderenza alla funzione (24) dove per funzione si intende quella statica.

Per Nervi un arco di ponte di cento o più metri di luce avrà oggi, domani e sempre un ugual profilo determinato dalla funicolare dei carichi, né alcuna volontà umana potrà da esso allontanarlo (25) ossia il progettare consiste nello scoprire e adottare forme e volumi aderenti alle immutabili leggi naturali che sono poi quelle della fisica e del calcolo analitico.

Anche per Maillart prevale l'opinione che il calcolo debba determinare le dimensioni in modo unico e inappellabile (26) ma precisa che data l'impossibilità di valutare tutte le influenze, il calcolo deve rappresentare solo una base per il costruttore che deve tener conto precisamente di queste influenze. Secondo le circostanze il risultato del calcolo potrà applicarsi tale e quale oppure subirà un cambiamento. E questo secondo caso si presenta sempre quando si tratta non di un matematico, ma di un costruttore che è all'opera (27).

Se, come spiega Perret, le condizioni che impone la natura (...) il clima con le sue intemperie, i materiali con le loro proprietà, la statica con le sue leggi, l'ottica con le sue deformazioni, il senso universale delle linee e delle forme impongono condizioni che sono permanenti (28) è altrettanto vero, come rileva Maillart, che la ragione progettuale delinea un campo di variabili, oggettive e soggettive influenti sul conge-

gno strutturale costruttivo anche nella tipologia dei ponti, nei quali il binomio morfologia-forma copre contenuti notevolmente ravvicinati o analoghi.

Il progetto d'altronde è pur sempre una negoziazione entro le coordinate spaziali e temporali che hanno datato storicamente le costruzioni di ponti in relazione alla successione della disponibilità di materiali, alla funzione logistica, ai contesti naturali o urbani, alla cultura architettonica e, non ultime, alle risorse economiche e alle capacità operative.

Ma sono i materiali e la scienza del costruire che hanno un ruolo principale nei mutamenti della tipologia e nell'invenzione figurale: Roebbing nel 1867 per il Ponte sospeso di Brooklyn impiega per la prima volta fili di acciaio zincato per formare i cavi in trazione; Eiffel si avvale di innovazioni tecniche nel settore delle costruzioni metalliche per tralicci di archi iperboliche e di travature spaziali; Maillart applica le proprietà latenti del calcestruzzo armato per ottenere la continuità tra le parti solitamente separate dell'arco, delle strutture di transito o intermedie e dell'impalcato.

I materiali e la loro organizzazione nei modelli strutturali dei ponti consentono di percorrere distanze sempre maggiori tra i sostegni, e come i grattacieli assumono il ruolo più significativo della cultura tecnologica nell'ambito delle costruzioni di recente tradizione.

L'imperativo dell'efficientismo e l'impatto violento che esercita sull'ambiente il manufatto strutturale, per la dimensione non più controllabile che può assumere, sembrano prevalere nel confronto con le argomentazioni sulla forma, usuali nei contesti consumati da inesauribili contese, e sembrano dar ragione al trionfalismo di Fred Dana Marsh per il quale l'ingegneria è l'arte di organizzare e dirigere gli uomini e di controllare le forze ed i materiali della natura a beneficio del genere umano (29).



2. H. Obrist, *Disegno per un viadotto (particolare)*, 1895 c.

Si può pensare che l'occasione progettuale del ponte si articoli entro i limiti spaziali e temporali contrapposti ravvisabili nella funzione del ponte mobile perché levatoio, a bilico, a braccio girevole o a sollevamento verticale e nel viadotto perché il modulo figurativo può essere prolungato indefinitivamente.

Nell'area intermedia si collocano i ponti a due o più sostegni per i quali valgono le consuete strutture formali contenute nell'unità di percezione prospettica, nella simmetria e nell'assialità, nella sequenza conclusa, nella proporzionalità delle parti con il tutto, nella snellezza e nella compattezza o nei loro contrari.

Tutti comunque sono compresi all'interno di una vastissima tipologia decifrabile con altrettanti parametri analitici relativi alla morfologia o alla forma, ai materiali o al principio strutturale, al processo di produzione tecnologica, all'uso o alla loro posizione contestuale.

I ponti mobili che si collocano in uno dei due estremi del diagramma delle varianti tipologiche, già consueti nell'età dei castelli e delle città fortificate del 1200, hanno la suggestione che deriva dai meccanismi che in alcuni casi determinano il dualismo di transitabilità consentita o negata alternativamente sull'impalcato o sulla via d'acqua.

La progressione delle tecniche dei meccanismi, semplificando e appiattendosi i congegni di sollevamento, ha però banalizzato la forza dell'immagine espressa dalla loro emergenza costringendo l'operazione sulla forma entro margini sempre più ristretti.

Se il Tower Bridge di Londra (1886-95) può essere considerato il monumento storico più rilevante per l'organica correlazione delle parti, per complessità delle opere del ferro e nel contempo per l'episodicità e imponente delle torri murarie, i più recenti prototipi invece, come i ponti gemelli basculanti sul North Canal (Lac de Pontchartrain, Louisiana) nel momento in cui sono percorribili, subiscono perdita d'identità e sono paragonabili anche morfologica-

mente ad ogni altro ponte stradale.

Alla continuità interrotta, in quanto il ponte mobile si identifica anche con il varco aperto alla navigazione, si contrappongono i viadotti, ossia l'immagine ininterrotta, ottenuta da una condizione funzionale e da un processo operativo per lo più invariabile e continuativo.

I 38.350 metri del viadotto sul lago Pontchartrain nella Louisiana o i 24.000 metri del Saint Petersburg in Florida, sono l'estensione reale in una grande dimensione fisica di un solo tipico intervento operativo mediante la moltiplicazione di una travata e dei suoi appoggi.

I viadotti, come le autostrade, appartengono alla strategia delle comunicazioni facilitate, ma mentre i primi si dispongono in sovrapposizione sul territorio senza solcarlo e lasciandolo apparentemente inalterato, le seconde dividono invece in compartimenti non comunicanti la continuità del suolo.

D'altra parte il controllo formale esercitato sulla frazione di manufatto non è strumentalmente estensibile all'intero viadotto non percepibile unitariamente, anche qualora venga segmentato in una successione di visualizzazioni dinamiche e differenziate, di occasioni prospettiche, di segnali stimolanti come suggeriscono le tesi di Lynch, spostando il problema della struttura tecnologica e formale della costruzione alla qualificazione della praticabilità di esercizio (30). Ma l'approccio al problema progettuale varia in relazione alle implicazioni che vi si connettono, come il mutamento d'identità del territorio che il costruire causa nel "naturale", o l'appropriazione logistica mediante l'attraversamento senza prestare servizi, o la tecnica della moltiplicazione indifferenziata di un modulo o componente prefabbricato.

Quando il viadotto, come tale, ha una estensione ridotta e una funzione interlocutoria con il sistema stradale, si può convenire con il Palladio che nel proemio al terzo libro programma come segue la propria esposizione: *Porro prima quelli delle strade, e de i ponti, come quella parte*

dell'Architettura, la qual appartiene all'ornamento delle Città, e delle Provincie, e serve alla commodità universale di tutti gli huomini (...) Onde per farle che fossero commodi, e brevi, [le vie] forarono i monti, seccarono le paludi, e congiunsero con ponti, e così resero facili, e piane quelle, ch'erano ò dalle valli, ò da torrenti abbassate (31).

Con queste definizioni tutte volte a garantire la "comodità", senza riguardo né a spesa, né a opera alcuna per ridurle a quel termine di eccellenza, che dalla nostra imperfezione ci è concesso il Palladio rende esplicita la funzione delle superstrutture di trasformazione e sovrapposizione della materialità del suolo, ma non trasalaccia di raccomandare che esse siano anche formalmente controllate.

Per Eiffel l'intento formale può essere assolto solamente con una corretta interpretazione della condizione statica fidando, come enuncerà più tardi Wachsmann, che l'elemento modulare, che si pone come l'Uno, principio generatore del tutto (32) possa qualificare l'intero manufatto, e fabbricare elementi immutabili, dei quali si possa fare scorta, (...) una soluzione generale al posto di progetti speciali (33).

Per Le Corbusier c'è qualcosa di più elegante della linea pura di un viadotto in un luogo movimentato e più variata delle sue sottostrutture immerse nell'avvallamento a trovare il suolo? (34).

Nell'approccio al problema del paesaggio totale egli accetta il dato naturale ma non pretende di uniformarvi; tende piuttosto a farlo servire da contrappeso agli elementi artificiali (35).

Ma per Obrist, nel messaggio che ha voluto tracciare, il viadotto è sinuoso, avvolgente e non a caso ascendente lungo le asperità del terreno, che sembra aver assimilato per una struttura non cartesiana, ma certamente poetica, quale condizione iniziale e perentoria del progetto alla quale, forse, auspicava, sottomettere il comando della ragione utilitaria.

Nell'una e l'altra sponda del ponte sono ordinate le colonne, che sostengono la coperta, e servono per loggia, e fanno tutta l'opera comodissima, e bella (45).

Questa didascalia del Palladio al proprio progetto per il Ponte di Bassano viene ampliata con maggior corredo di notizie nell'edizione critica delle sue opere dallo Scamozzi: *La materia, di cui è costruita questa mole, quantunque sia delle più scelte, cioè Larice e Quercia, pure restando esposta a soli cocenti, a piogge, e a nevi, era soggetta facilmente a consumarsi, e ad infradiciarsi. Dunque per riparare al possibile a questi inevitabili danni, il Palladio fece sopra del Ponte un coperto sostenuto da colonne d'Ordine Toscano, frapposti alle quali vi sono dei colonnelli che fanno poggio, e bellissima vista* (46).

Il ponte ha funzione di portico in combinazione con quelli della città, per consentire, non traffici o commerci, ma il godimento della vista panoramica sul fiume e le sue sponde abitate e si propone a sua volta quale connessione tra natura e cultura attraverso il paesaggio, perché il paesaggio quale ambiente significativo è sempre storicamente costruito in quanto decisione di destinazione (47).

Ma la sua qualità come nei ponti coperti di Lucerna, di Rialto a Venezia, e del Ponte Vecchio a Firenze, consiste nello stabilire un rapporto specifico con l'acqua mediante espansioni spaziali di riflessione e la riduzione dell'importanza del "luogo" per la costituzione del valore (48), con estensione dei caratteri storici e figurati del contesto urbano.

Diversamente dalla cultura naturalistica asiatica che tende alla conservazione del paesaggio e del sito con minimi spostamenti, espropriazioni o riduzioni della loro tipicità, lo sfruttamento funzionale e tecnologico occidentale ha sempre promosso trasformazioni, ai diversi livelli delle scale d'intervento, della qualità formale del luogo.

L'occasione ambientale, solitamente più recepibile all'interno del costruito, perché si propone con gli stessi termini dello scontato confronto tra cultura della storia e cultura del presente o dell'avvenire, non ha sufficienti motivazioni per istituirsi in programma all'interno del processo del progetto di forma in architettura quando, come ad esempio il Ponte sospeso sul Bosforo, si pone quale megastruttura in franchigia con la cornice orografica.

Il problema non si esaurisce con il solo discorso di dottrina all'interno dell'intreccio delle motivazioni strutturali e tecnologiche, che hanno indirizzato il rigoroso itinerario dall'idea di ponte verso l'assicurata stabilità fisica ad opera compiuta.

Si chiarisce forse come correlazione tra finalità o quantità utilitarie e dimensione scalare dell'intervento, tra specificità del servizio e cumulo di contenuti emergenti in una ampia territorialità o in limitazione di luogo, tra attestati di qualità materiale e il versante dell'ideologia di forma e ambiente e, ancora, tra stato iniziale della natura e cultura del costruito.

Un campo così complesso in correlazioni è registrabile forse nell'immaginario delle rappresentazioni figurate, nelle quali però una sola ispirazione poetica tende a narrare il ponte in una scena spaziale e temporale unitaria, dove ogni altro componente che satura il quadro visivo ha un preciso ruolo protagonista, comprimario o subordinato, ma comunque necessariamente interconnesso.

Il primato tecnologico non può dunque costituire in autonomia figurale anche perché il destino vitale del ponte appartiene al divenire della storia e non raramente, come la cronaca dell'Ottocento ci insegna, può avviarsi al decadimento materiale e funzionale, così come già aveva osservato l'Alberti per il Ponte Adriano di Roma *costruzione la più solida tra quante mai se ne fecero dall'uomo; con tutto ciò le inondazioni l'hanno ridotto a tal segno ch'io dubito possa ancora resistere a lungo* (49).

Ma il decadimento non deve scoraggiare il costruttore perché, proclama Apollinaire, può essere occasione per *preparare all'edera e al tempo una rovina più bella delle altre* (50).

Gian Paolo Valentini



2. Giorgione, *La Tempesta*, (particolare), 1503 c.

(1) In A. Palladio, *I Quattro Libri dell'Architettura*, Domenico de' Franceschi, Venezia 1570, pag. 12.

(2) In Palladio, cit., pag. 12.

(3) In Caio Giulio Cesare, *Commentarii de bello gallico*, BUR, Milano 1974, pag. 145.

(4) Cfr. E. Viollet-Le-Duc, *Pont* (voce), in *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI au XVI siècle*, vol. VII, Morel, Parigi 1864.

(5) In Le Corbusier, *Maniera di pensare l'urbanistica*, Laterza, Bari 1965, pag. 48.

(6) In O. Bertotti Scamozzi, *Le fabbriche e i disegni di Andrea Palladio*, Giovanni Rossi, Vicenza 1796, tomo IV, pag. 77.

(7) In R. Banham, *Le tentazioni dell'architettura, megastrutture*, Laterza, Bari 1980, pag. 9.

(8) Cfr. G. Ciucci, F. Dal Co, M. Manieri Elia, M. Tafari, *La città americana dalla guerra civile al New Deal*, Laterza, Bari 1973.

(9) Cfr. *L'architecture d'aujourd'hui*, n. 110, ottobre-novembre 1963.

(10) In Palladio, cit., pag. 11.

(11) V. Maiakovskij, *Il ponte di Brooklyn*, 1925, in *Opere 1922-1925*, a cura di I. Ambrogio, Editori Riuniti, Roma 1958, vol. II, pag. 497.

(12) In Palladio, cit., pag. 28.

(13) In E.L. Boullée, *Architettura. Saggio sull'arte*, Marsilio, Padova 1967, pag. 74.

(14) In L. Benevolo, *Storia dell'architettura moderna*, Laterza, Bari 1971, pag. 428.

(15) In AA.VV., *Espressionisti dal Museo Sprengel di Hannover*, Mazzotta, Milano 1984, pag. 66.

(16) In P. Scheerbart, *Architettura di vetro*, Adelphi, Milano 1982, pag. 127.

(17) In G. Apollinaire, *Les peintres cubistes, méditations esthétiques*, Parigi 1913, pag. 109.

(18) In El Lisitzkij, *Una serie di grattacieli per Mosca*, in *Izvestija ASNOVA*, n. 1, 1926, estratti in *Hinterland*, n. 2, marzo-aprile 1978.

(19) In L. Trotzkij, *Literatura arte libertà*, Schwarz, Milano 1958, pag. 16, 102.

(20) Cfr. J. Friedman, *Verso l'architettura scientifica*, Città, 1971.

(21) Cfr. K. Tange, *Progetto per una comunità di 250.000 abitanti, in Casabella-continuità*, n. 258, dicembre 1961.

(22) In El Lisitzkij, *La ricostruzione dell'architettura in Russia*, 1929, Vallecchi, Firenze 1969, pag. 16.

(23) In El Lisitzkij, *Architettura dell'URSS*, in *Das Kunstblatt*, n. 2, febbraio 1925.

(24) In E. Schild, *Dal Palazzo di Cristallo al Palais des*

Illusions, Vallecchi, Firenze 1971, pag. 128.

(25) In P.L. Nervi, *L'architettura verso forme e caratteri immutabili?*, in *La città-Architettura e politica*, a. II, n. 1, gennaio-febbraio 1946.

(26) In G. Boaga, B. Boni, *Riccardo Morandi*, Comunità, Milano 1962, pag. 10.

(27) *Ibidem*, pag. 10.

(28) In A. Perret, *Contribution à une théorie de l'architecture*, 1952, trad. it. E.N. Rogers, *Auguste Perret*, Il Balcone, Milano 1955, pag. 48.

(29) In R. Jodice, *L'architettura del ferro — Gli Stati Uniti 1893-1914*, Bulzoni, Roma 1982, pag. 364.

(30) Cfr. K. Lynch, *L'immagine della città*, Marsilio, Venezia 1980.

(31) In Palladio, cit., pag. 5.

(32) In K. Wachsmann, *Una svolta nelle costruzioni*, Milano 1960.

(33) In Schild, cit., pag. 122.

(34) In V. Gregotti, *La forma del territorio*, in *Edilizia Moderna*, n. 87-88, marzo 1966.

(35) *Ibidem*.

(36) In P. Gazzola, *Ponti Romani*, Leo S. Olschki, Firenze 1958, pag. 9.

(37) In O. Arup, *Cinque ponti*, in *Casabella-continuità*, n. 252, giugno 1961.

(38) In Schild, cit., pag. 127.

(39) In R. Musil, *L'uomo senza qualità*, Einaudi, Torino 1962, pag. 35.

(40) In H. Marcuse, *L'uomo a una dimensione*, Einaudi, Torino 1968.

(41) Cfr. A. Muñoz, *Marcello Piacentini*, in *Architettura e arti decorative*, a. V, fasc. I-II, settembre-ottobre 1925.

(42) Cfr.: *Concorso per il Nuovo Ponte dell'Accademia a Venezia*, in *Architettura*, a. XII, fasc. V, maggio 1933; *Il Concorso per il Ponte sul Tevere al Foro Mussolini*, in *Architettura*, a. XV, fasc. VII, luglio 1936; *Quattro concorsi appalto per ponti sul Tevere a Roma*, in *Architettura*, a. XIX, fasc. II, febbraio 1940.

(43) Cfr. S. Giedion, *Spazio, tempo ed architettura*, Hoepli, Milano 1952.

(44) In T. Gautier, *Preface*, in *Poésies complètes*, ed. crit. par R. Jasinski, 1932.

(45) In Palladio, cit., pag. 19.

(46) In Bertotti Scamozzi, cit., pag. 73-74.

(47) In Gregotti, *La forma del territorio*, cit.

(48) *Ibidem*.

(49) In L.B. Alberti, *L'Architettura (De re aedificatoria)*, 1492, Il Polifilo, Milano 1966, tomo II, pag. 948.

(50) In Apollinaire, cit., pag. 109.



Veduta prospettica di Buda e Pest (inc. di M. Wenig, 1684).

Lucio S. d'Angiolini

Far ponti ai giusti valori del contesto

Mi si chiede di scrivere sui ponti dal punto di vista di urbanistica. Ma quale urbanistica? C'è infatti un'urbanistica accreditata dalle riviste di architettura la quale contempla l'immagine ambientale e magari la logica distributiva delle funzioni di vita associata: piazza del Campo a Siena, la piazza di una *new town* inglese anni Sessanta, Città alta a Bergamo, il dedalo delle stradette in una città-giardino primo Novecento.

(Dal punto di vista di questa urbanistica i ponti che emozionano per fatto di architettura e valori del vissuto sono il Ponte di Rialto a Venezia o quelli di Firenze (Ponte Vecchio o S. Trinita) o quelli di Roma (Ponte S. Angelo, Ponte Milvio) o forse — per non guardar fuori dal nostro Paese nel far esempi — il quattrocentesco traghetto a fune di Imbersago sull'Adda).

Ma non è per questa urbanistica — non è per la microubanistica — che sono stato interpellato anche se ad essa, al suo gran valore d'immagine ho destinato a suo tempo buona parte delle mie cure progettuali. Mi si chiedeva invece — ho ben capito — di scrivere sui ponti dal punto di vista di macroubanistica. Da questo punto di vista affermerei solo un concetto.

Nella Preistoria — e poi anche in epoche storiche (in Calabria per esempio dopo la

rovina medievale dell'antica Via Popilia, fin quando non fu ripristinata da Gioacchino Murat) — si accedeva all'entroterra dal mare bordeggiando fino alle foci dei fiumi e poi risalendo questi o i greti asciutti.

Il guado, prima, poi il ponte contraddicono questa valliva logica delle vie di penetrazione e di traffico (è tuttavia una logica ancora valida ai nostri giorni, in Africa e in Amazonia per esempio). Le strade che attraversano le valli — o i valichi (le vie istmiche in Magna Grecia che risalivano e poi discendevano per greti di fiumare da valli ioniche a valli tirreniche) — sono le strade che connettono le civiltà delle diverse valli, le diverse civiltà: le strade intervallive dell'ossidiana e dell'ambra che hanno anticipato i tracciati dell'antica rete romana e, in definitiva, quelli attuali dell'Europa centrale e dell'Europa settentrionale. Senza guadi e ponti queste strade di certo non sarebbero mai state. E allora, su altra scala, contano le relazioni che a dispetto degli ostacoli fisici si riesca a stabilire tra funzioni urbane diverse, tra zone diverse della città, fra due insediamenti umani. Quindi, da questo punto di vista, fece certamente ponte il Ponte fra Buda e Pest ma tra il Ponte sul Bosforo e il tunnel sottomarino tra le due grandi isole settentrionali del Giappone, in corso di costru-

zione, per lo Shinkansen, il velocissimo treno *intercity*, qual è concettualmente la differenza? Qual è la differenza tra le gallerie, stradale e ferroviaria, che uniscono Como e Chiasso e il ponte diga, stradale e ferroviario, tra Chiasso e Lugano, sul Lago omonimo?

Le gallerie di Monte Olimpino — a dispetto delle difficoltà orografiche e di confine statale — unificano quasi le due città, Como e Chiasso, come appunto il primo ponte fra Buda e Pest. Così come, del resto, il Museo della Scienza e della Tecnica (posto che questo fosse esaurientemente informativo e didascalico) è reso utilmente contiguo al Politecnico dal tracciato della linea 2 della Metropolitana Milanese. La rete di metropolitana realizza in un altro strato un tessuto urbano totalmente diverso da quello praticabile in superficie. Stabilisce altre e nuove contiguità. Anzi, si può dire che è solo una spregiudicatezza di questo tipo nel veder ponti, nel *far ponti*, che permette di risolvere progettualmente la complessa città moderna.

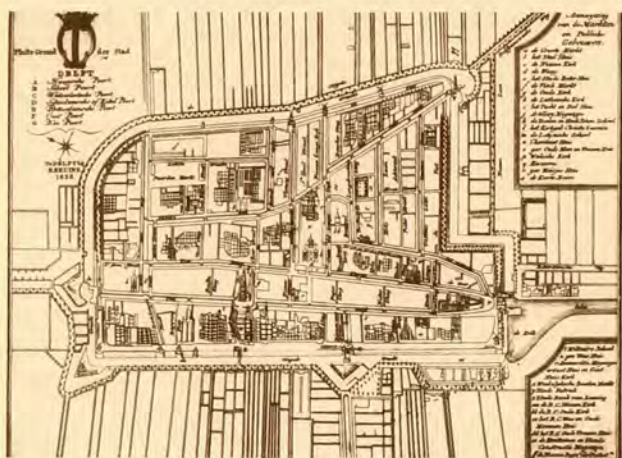
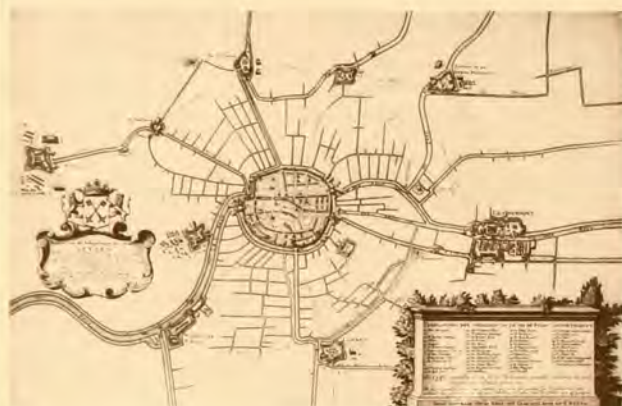
Il ponte, il *far ponti*, è un artificio ingegneresco che stabilisce contiguità superando, rendendo praticabili, grandi ostacoli fisici (anche l'intoccabile tessuto di un centro storico) e può farlo perfino, in molti casi, senza far perdere la continuità visibile fra le zone diverse che si connettono.

Già, perché se è vero che è la spregiudicatezza nel *veder ponti*, nel *far ponti*, a risolvere progettualmente problemi del contesto urbano (imponendogli nuova tessitura di accessi, liberatoria anche perché magari preservi alle preesistenze i suoi storici tracciati) è anche vero che un requisito notevole — c'è una contraddizione in queste opposte esigenze progettuali — un precetto quasi di chiarezza per l'uso vuole che una città sia percepibile per la sua percorribilità in modo immediato e diretto.

Quella che i viabilisti chiamano «segnaletica attiva» e cioè l'indicazione che del suo modo di accessibilità un luogo dà esibendosi lungo il percorso (la torre di una certa piazza, il fastigio di un duomo, l'intensificarsi delle luci notturne che segnala la strada verso il centro) deve essere per l'urbanista la regola. (Con l'estensione di simili indicazioni ai monumenti e agli ambienti la regola s'assimila al monito di Carlo Cattaneo: *Una città deve fare bella e sincera mostra di sé*.)

In altre parole, dal punto di vista del vivere attività e relazioni, ogni artificio ingegneresco è accettabile se risolve, ma da un punto di vista più primordiale — dell'animale che sente e vive il proprio *habitat* — la continuità visibile, la contiguità fisica degli ambienti costruiti come fatto subito percepibile nei suoi significati, è un'esigenza che la qualità del vivere richiede.

Da questo punto di vista il ponte — come il viadotto o la sopraelevata — è un artificio ingegneresco che risolvendo, quando risolve, offre il vantaggio di non far perdere la scena, di consentire costantemente al viandante il contatto visivo con la continuità del paesaggio.



1. I.I. Bilhamer, Pianta di Leyden e del suo circondario, 1717. 2. P. Zaenrendam, W. Aker-sloot, Veduta di Haarlem, 1628. 3. Pianta di

Delft (inc. del 1828). 4. Veduta di Oud Vlissingen nel 1500.

Non è un caso che siano storie di contatti violenti tra culture, quale quello a cui ci riporta il romanzo di Ivo Andrić *Il Ponte sulla Drina* (1), che ci riconducono all'idea di ponte come affermazione di un *ubi consistam* di un potere spesso lontano.

Ma ciò che di questa realtà merita grande interesse non è solo l'atto di politica degli interventi, con tutto ciò che di coercizione e di modifiche nell'economia locale comporta e che si attua lungo il corso della sua costruzione e lungo quello dei suoi esiti successivi, ma il suo effetto profondo nelle strutture dell'immaginario di quella collettività, che vede in questo atto di fondazione una affermazione lontana da ogni riferimento alla propria identità etnica o alla possibilità di una più solida appartenenza ad un orizzonte di civiltà.

Casa, ponte, città sono sempre, in quanto centri di un nuovo paesaggio, stati contraddistinti da un ricco simbolismo di riti di fondazione: ma se la casa e la città per questo atto richiedono di essere collocati in una congiuntura favorevole di eventi e di segni a cui la ritualità consolidata dell'osservazione dell'aruspice dà la certezza di riscontri fausti e pone così cosmogonicamente quell'evento in armonia con un mondo di cui riproduce favorevoli e rinnovantesi condizioni, il ponte è sempre, con il suo "passare attraverso", una linea forza della natura (un corso d'acqua, una faglia, ecc.), un atto di contrapposizione alla potenza di quegli stessi *erga* naturali e numinosi ad un tempo.

In questo senso la dimensione sacrificale appare

più rilevante e cruenta, si fa presenza più resistente nell'immaginario che si tramanda, cristallizzandosi in credenze, in tabuizzazioni, in leggende che, come quelle del Ponte sulla Drina, ne segnano i momenti della sua storia.

Ma un atto di politica degli interventi, per quanto violento e, nei successivi esiti della sua fattualità carica di concretezza quotidiana, una realtà che si trasforma e di cui la cultura locale si riappropria almeno in parte facendone di esso un elemento, spesso il solo elemento, che, per consistenza del manufatto e per tipo di esecuzione a "regola d'arte", si configura come presenza di un paesaggio urbano.

In questo orizzonte il ponte appare il portato di un processo di civilizzazione: monumento in senso antico ed antropologico, ricomponendo quella dissociazione che la marcata dicotomia semantica tra la greca *techné* e la romana *ars* aveva prodotto, "brano di civiltà" la cui intrusione è come quella della lingua negli strati locali del dialetto, diviene necessaria presenza rivitalizzante. Esso viene allora percepito localmente come il prodotto di una *techné* che l'acribia delle regole d'arte rende non più solo prodotto lontano dalle strutture del quotidiano di quella povera cultura materiale, ma anche suo elemento vivificatore. Attraverso l'ostensiva gravidanza culturale della stereotomia dei concetti, attraverso il proporzionamento degli archi, il ritmo delle luci, il decoro, gli stilemi, getta le fondamenta di un rinnovamento dell'edilizia locale.

Certo questo non è un processo né spontaneo né

facile, perché si attui occorre che esistano i prerequisiti soggettivi ed oggettivi sul piano locale, ma quante volte si è ripetuto nella storia? Basti allora pensare alle testimonianze colte, non semplici citazioni, della grande architettura bizantina nelle montagne del Libano o, per venire a tempi e spazi più prossimi, all'osmosi tra l'edilizia locale e l'ingegneria delle imprese ferroviarie e idroelettriche nelle valli alpine.

Carica rigenerativa non riportabile ad una idealtipica purezza strutturale ed estetica ma alla sua capacità in senso antico di essere "opera d'arte", di costruire paesaggio. Se il Ponte sulla Drina non ha avuto in sé pregnante questa sua capacità di opera di costruire paesaggio, il vicino Ponte sulla Neretva di Mostar, con la continuità del suo lastricato, che si estende verso le botteghe, diviene appunto elemento che produce e costruisce un paesaggio estendentesi ai luoghi contigui. Così all'impronta potente del ponte nel testimoniare di una civiltà si accompagna il supporto di un impianto microubanistico che organizza l'integrazione tra l'economia di transito e la città.

Ma questa capacità rigenerativa del ponte come opera d'arte in grado di rifondare paesaggio urbano costruito non è la sola dimensione della sua esistenza, sotto di essa sta quella prima e diretta dell'essere uno spazio vissuto.

Nulla è allora più significativo del modo con cui strati e classi di età, da noi considerati ai margini della dimensione produttiva della società, vivano questi spazi non in una dimensione vegetativa e marginale, ma in un senso culturalmente

fondativo: lungo la Drina e la Neretva, qui come in moltissimi altri luoghi della fascia perimediterranea, segnata dalla civiltà islamica, i ponti sono vissuti al di sopra e al di sotto. Al di sotto è lo spazio dell'avventura, quotidiana riconquista dei giochi dei bambini e delle attività balneari e di pesca dei giovani, sopra è lo spazio in cui l'autorità degli anziani vi si ricompone, come perpetuazione, anche se informale, della *jémaa*, che si incontra con la cultura forestiera. Qui il ponte appare dunque una Porta, condizione che si è sostanzialmente persa nella nostra contemporanea realtà occidentale e che ci riporta a latitudini culturali lontane che scavano sotto i *positi* incontrovertibili della sua realtà strutturale e tipologica.

Ma il ponte come atto di una politica che si oggettiva nel paesaggio ci riporta alla domanda se questa sua costruita realtà di Porta, come conquista di una riappropriazione quotidiana, cancelli la cruda realtà dell'essere l'espressione diretta di un potere lontano che sostituisce un "punto di rottura di carico" (un guado, un traghetto) su cui una economia locale aveva costruito sue più o meno fragili attività. Questa risposta locale è sufficiente a far sì che gli effetti di ricaduta che un siffatto intervento ha sul piano dell'economia locale non siano di segno negativo? Se l'intervento non si fa carico dei problemi di sviluppo di questa realtà e se sempre più vi estranea quel flusso di traffico che dovrebbe irrorarla, canalizzandolo e portandolo lontano, in altri termini, se non è il portato di espressive soluzioni macroubanistiche e di forme di sviluppo centrate su quell'ambito, il successo ingegneresco si vanifica.

Così le grandi opere dell'area mediterranea, dopo i successi macroubanistici delle civiltà classiche prima e poi di Bisanzio e del primo Islam, si sono sempre più immiserite perdendo il senso della necessità di un legame tra forme di sviluppo locale e sovra locale, tra soluzione zonale e microubanistica e soluzione macroubanistica.

Così se la civiltà islamica nel suo periodo aureo e montante ci ha tramandato meravigliose opere di ponti-diga, essa lo ha fatto nella piena consapevolezza dell'attuare un sistema connesso tra una riorganizzazione irrigua e una fondazione urbana, soluzione organica e potente di una civiltà urbana che nella ideazione di queste opere vedeva concretarsi una capacità di autosostentamento da cui far dipartire un reticolo di vie d'acqua e di strade non solo efficacemente operanti a fini multipli, ma anche in grado di gettare le basi di una produzione che da locale si faceva internazionale, trovando in questi i suoi canali di esitazione.

Le stesse opere ingegneresche che hanno ben più tardi nell'area mediterranea, sotto la spinta di azioni *conquerant* (la "reconquista", l'unificazione nazionale, il colonialismo), dato luogo a grandi interventi, si sono fermate alla semplice riorganizzazione di bacini imbriferi, che magari collateramente potevano avere la funzione di costruire un raccordo stradale; così al massimo questi interventi erano efficaci nella loro soluzione aziendale che ricostituiva una nuova zonazione agraria, che favoriva nuove ma parziali relazioni locali, ma non costituiva una logica di rete, un progetto macroubanistico. Certo queste opere potevano rendere sicuro il passaggio di una fiumara, potevano modificare le relazioni lungo una litoranea o una catena di una serra montuosa diminuendo il numero delle asole incompiute di quelle strade che come cimose risalivano e ridiscendevano profondamente lungo le valli laterali, ma non riuscivano a contrastare i vecchi determinismi geografici dell'area e a costruire una geografia umana che per la sua coerenza macroubanistica si emancipasse da quelle condizioni fisiche e storiche formando solide armature urbane. Il contrasto appare

allora evidente con la situazione infrastrutturale del sistema alpino, un insieme di realtà vallive sì potentemente strutturate dal modellamento glaciale, ma i cui abitanti sono consapevoli che nello stesso non possono comunque e di per sé ritrovare un coerente ordine di direttrice e che esso deve essere ricostruito attraverso connessioni di valico, rapporti intervallivi, interi sistemi correlati di passi alpini. Solo in questo quadro capace, attraverso ad esempio l'organizzazione delle Porte svizzere come imprese di trasporto, si configurano quelle pluralità di "ponti" che non solo ci sono testimoniati dal ponte del Diavolo, ma dagli stessi valichi alpini, e che costituiscono un insieme coerente di relazioni di direttrice.

Ma ciò è solo il prodotto di una collettività che prende consapevolezza della sua centralità come ganglio di un sistema economico territoriale, che non si risolve nella pura gestione di una economia di transito ma si lancia, forte della sua identità culturale e politica, in sicure prospettive e iniziative di extraversione economica.

Ciò che ci richiama ancora una volta al significato antico del ponte come Porta, significato che contrasta quello attuale tecnico-funzionale e specializzato per tipo di trasporto, che lo costituisce sì in quanto dotto di un flusso modale e canalizzato di traffico ma che a volte lo allontana dall'orizzonte culturale che come luogo di contatto, come centro motore dello scambio e non solo del transito di beni, attiva.

Quando Armando Sapori (2), nelle sue lezioni sul mercante medievale, in diretta polemica con Werner Sombart (3), affermava che rilevantissimo era il peso di quelle merci che i mercanti trasferivano dagli empori del mondo e trasportavano lungo le direttrici europee conferendole alle fiere e alle città di quello che così diveniva il centro della *economia-mondo*, egli parlava del valore non solo venale di quelle merci, ma della loro funzione culturale, certo queste, messe tutte insieme, stavano su un solo convoglio ferroviario dei primi del Novecento, ma quanti contatti quanti orizzonti culturali avevano aperto? Probabilmente in numero superiore a tutti quelli che un interscambio attuale transalpino di merci attiva. Egli affermava il modo di essere non solo del mercante come ceto sociale ma della civiltà comunale come civiltà urbana che viveva di relazioni eterogenee.

In questo senso può essere compreso appieno lo sforzo della civiltà comunale nel costruire paesaggio, questo non è stato solo quello di felicemente risolvere certi rapporti città-campagna, cosa che pure ci ha lasciato uno straordinario retaggio di civiltà quale il Rinascimento, ma di costruire capisaldi territoriali, valichi, guadi, xenodochia, ponti ecc., a cui ancorare reticoli di strade che creassero una osmosi tra gli itinerari del mercante e una realtà locale in cui si istituivano significativi rapporti di bacino produttivo, quali quelli del *Verlagssystem* (4).

È questo processo che spiega ad esempio quella "rivoluzione stradale del Dugento" (5) che si sarebbe sviluppata nella Valle dell'Arno.

Scoperta profonda che va al di là di montagne di scritti fondati su apodittiche visioni della razionalità, giuridica, economica, sociale dell'uomo europeo e che guardano a questa città come ad una sublime entità in sé; scoperta che ci presenta la città europea come una struttura aperta, consapevole e fattiva espressione di questa capacità di connessione intima e originale tra reticoli di relazioni regionali e direttrici continentali.

È questa sua dimensione, nata nel crogiolo medievale, carica delle densità polari di popoli minuti che si proiettano in un orizzonte di intrapresa sovra locale, a spiegarne la felice particolarità e la resistenza dei "caratteri originari", ed è geograficamente questa asta centrale lotaringica, ritornante e vaga chimera politica ma

resistente scheletro di un sistema insediativo strutturato da fiumi che ne sono direttrici, dal Reno al Rodano e dal Ticino al Po, e di cui la catena alpina, anziché — o benché — barriera, è ponte di connessione, il crogiuolo di questo carattere originario della civiltà europea.

Il ponte, solida valenza di queste "strutture aperte" che sono le città lotaringiche, appare allora caratterizzato dalla sua capacità di essere collettore e distributore di un fascio di direttrici in cui si contattano linee forza di scambi e attività sia di ambito locale e regionale che continentale; che lo si consideri in Fiandra o in Lombardia nel periodo comunale o nella splendente civiltà olandese del Seicento, esso appare un caposaldo fondamentale delle relazioni eterogenee di questi centri, luogo denso di attività e promotore di sviluppo. Nel cuore di questa civiltà olandese, nel Randstad Holland, il ponte si connette all'acqua, al porto ripario; esso lega sempre due sistemi viari: quello canalizio e quello stradale, ed è così in grado di anticipare funzioni intermodali; nel suo intorno si sviluppano le relazioni di scambio più intense. Potrebbero forse le città medie olandesi, famose per le loro piazze del mercato dei formaggi, esistere senza di esso? Eppure questo costitutivo elemento del paesaggio urbano olandese si radica in quell'ambiente senza enfasi, senza inutile gestualità architettonica e ingegneristica, egli sta quasi sullo sfondo di quel paesaggio, ricuce strade maestre d'acqua e di terra.

Ad una scala di raggio territoriale più ampio rispetto all'orizzonte dei canali, poi i ponti dei grandi fiumi, quelli sul Reno e sulla Mosa da Rotterdam a Basilea, continuano questa loro tradizione dell'essere fascio di più direttrici regionali e continentali, valenze aperte verso l'*economia-mondo*, ma che mantengono denso il sedime di luoghi di passaggio obbligati che organizzano una maglia di contesto territoriale, in cui sempre più intense si fanno non solo le relazioni di grande raggio ma anche quelle locali.

In ultima analisi, il ponte costruisce qui un paesaggio che fonda l'*arrière pays* di una civiltà urbana e municipale. Non è stato questo, in una prospettiva spaziale più ristretta, lo scopo di fondazione medievale delle svizzere Berna e Friburgo, ed in una prospettiva più ampia, come tempo e come scala geografica, non è stato forse anche quello di Londra, Parigi o Roma, anche se poi questi centri in diversissime tra loro epoche storiche hanno saputo costruirsi un destino che si è sostanzialmente liberato dai rapporti contestuali del proprio *arrière pays* (un *arrière pays* che risultava, in certi casi, al contrario di quello dei sistemi policentrici della Padania, del Reno e del Rodano, non così espressivo e determinante al fine di poter svolgere ruolo da città-mondiale)?

Diversa, e dunque quasi ribaltata situazione, quella di una città-capitale che si emancipa dal proprio territorio e si attiva in una prospettiva di relazioni continentali affermandosi in un impero.

Non è allora neppure questo un caso che la civiltà, che più di tutte seppa gettare in Europa e intorno ai perimetri del Mediterraneo una rete di vie continentali e su questa seppa fissare e far gemmare nuovi impianti urbanistici, avesse nel collegio dei pontefici una istituzione per importanza almeno pari alle altre e più generali istituzioni indoeuropee quali il re o il sacerdote.

Ma questa istituzione, ben al di là del fissare una nuova dubbia categoria dotata di una caratterizzazione ontologica del ruolo sociale (quale quella che certa interpretazione della costante tripartizione del *pantheon* e delle figure sociali indoeuropee ci accredita), ben al di là dall'essere una specifica istituzione sacerdotale, si configura come l'istituzione di un corpo sociale arte-



Colonia: 1. A. Aubry, G. Atzenbach, Veduta della città; 2. Piano della città, 1902; 3. Veduta dei ponti di collegamento sul Reno: in primo

piano il Severinsbrücke (1959), il Ponte Deutz (1946-48, ampliato nel 1978), il Ponte Hohenzollern (1855-59, ristrutturato nel 1911). 4. Veduta

di Berna (inc. di Plepp e Merian, XVII sec.).

fice di una dimensione positiva della costruzione del paesaggio, che fissa ed estende una identità di civiltà.

Nessun centro ebbe a tal punto consapevolezza di essere nodo di scambio e capacità di proiettare questa sua centralità tramite assi viari, viadotti e ponti in un reticolo stradale continuo e formato da solide maglie intrecciate.

Nell'orizzonte spirituale del pontifex prende così corpo una visione positiva ed una ideazione infrastrutturale che configura sempre più Roma non solo in se stessa, come nodo di un sistema connesso, ma come centro che, per consolidarsi alla scala nuova di un impero, deve produrre nuovi ed ulteriori modi e ulteriori elementi di quella rete.

Così la civiltà romana prende sempre più consapevolezza che un ponte non è semplice momento di attraversamento di un ostacolo, manufatto di una strada o di un dotto, esso si dilata sempre più, sia esso viadotto stradale o acquedotto. Così la strada romana sempre più si fa nella sua attrezzatura una continua opera d'arte, un manufatto artificiale lungo tutto il suo corso. Una artificialità non gratuita, mai eccessiva, ma totalmente funzionale al livello di servizio, alla modalità di traffico, alla funzione canalizzatrice che svolge.

Così si consolida una tradizione che va oltre quella di un semplice corpo militare antesignano del genio pontieri con la immediata efficacia delle sue ferree logistiche: è una concezione urbanistica nuova che si fa strada.

Già una antica tradizione neolitica ci testimo-

niava come le strade fossero configurate come sapiente opera continua di una costruzione (si pensi agli attraversamenti delle paludi, dove la strada con le sue fondazioni palafitticole e con i suoi assiti e casseri si consegna, come le fondazioni delle case olandesi, al sostegno isostatico dei liquidi); i Romani aggiungeranno a ciò l'idea di un unico reticolo di continui manufatti a cui consegneranno la loro visione urbanistica, esaltando proprio il senso materiale e simbolico dell'opera d'arte stradale, senza la cui presenza non poteva esistere non solo il paesaggio urbano, ma il paesaggio agrario che dai suoi nodi e dalla sua vista si diparte nella sua costruzione. Il senso della strada come unico continuo grande manufatto sarà poi ripreso dalla amministrazione di Ponts et Chaussées nel XVIII sec.

Non è allora senza significato vedere come al proposito si configurerà uno straordinario interesse per l'archeologia delle strade romane, come ci dà ampia testimonianza l'iconografia della trattatistica architettonica in cui proprio non solo la monumentalità del manufatto, ma la minuta ricerca delle tecniche di costruzione appariranno come una questione e non solamente umanistica.

Così la rivoluzione stradale del Settecento, sia essa quella di ponts et chaussées francese o delle turnpike road inglese, riconquista l'idea della strada non più come un semplice itinerario ma come un dotto canalizzato.

In senso stretto, le aste viarie divengono allora canali che ricostruiscono un loro bacino artificiale, esse passano al di fuori degli insediamenti,

seguono la linea diretta, si raccordano ai centri limitrofi tramite semplici "strade di raccordo", che sono come aste idrografiche di livello inferiore, costituiscono così nella loro continuità continentale nuovi bacini artificiali comparabili per raggio di azione a quelli dei grandi fiumi. Il ponte-viadotto, la nuova opera d'arte, diviene così non singolo attraversamento, ma l'elemento che dà continuità ad un nuovo fiume.

Giovanni Tacchini

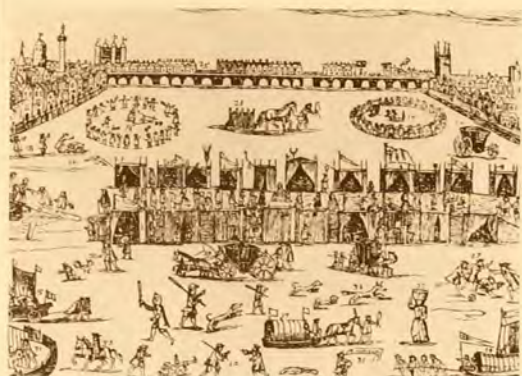
(1) I. Andrić, *Il Ponte sulla Drina*, 1945, Mondadori, Milano 1960.

(2) Cfr. A. Saporì, *Il mercante nel Medioevo*, 1952, ed. it. Jaca Book, Milano 1981.

(3) Cfr. W. Sombart, *Il Capitalismo moderno*, 1916, Sansoni, Firenze 1925.

(4) Con *Verlagssystem* si intende quella forma di lavoro a domicilio in cui il *Verleger* fornisce la materia prima e talvolta i mezzi di produzione e si occupa della commercializzazione del prodotto. Questa organizzazione produttiva al di là di aspetti sociologici non trascurabili di lavoro coatto e "nero" ha però avuto anche il profondo significato di modificare i rapporti città-campagna coinvolgendo l'*arrière pays* nel processo di sviluppo di un bacino di produzione.

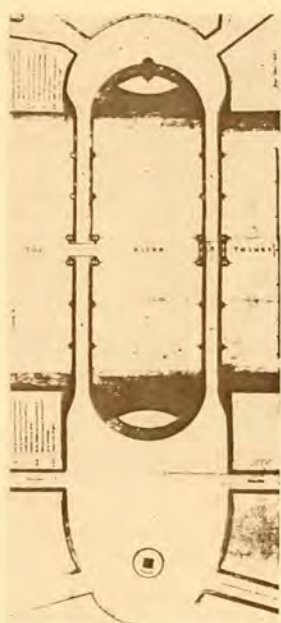
(5) J. Plesner, *Una rivoluzione stradale del Dugento*, 1938, ed. it. Papafava, Firenze 1979.



1



2



4



3



5

Londra: 1. Fiera sul Tamigi ghiacciato, sullo sfondo il London Bridge, 1683; 2. C. Wren, Piano regolatore per la ricostruzione della città dopo l'incendio del 1666; 3.

C. Wren, Progetto per la ricostruzione del London Bridge, 1666 c.; 4.5. G. Dance il giovane, Progetto per un doppio Ponte in sostituzione del London Bridge,

1796-1800; pianta e veduta.

Il foro e il ponte sono i principali fatti urbani che esprimono i caratteri tipici di Londra in epoca romana; posta a cerniera fra i territori di quattro importanti tribù e lungo la via di comunicazione fluviale del Tamigi, la città risulta connotata dal mercato che mare, fiume e terra alimentano contemporaneamente. Il ponte è il luogo obbligato di traffico e di smistamento, assicurando i collegamenti tra il Nord e tutto il Sud non solo dell'Inghilterra, ma dell'Impero romano. La creazione romana che è veramente vitale per la storia di Londra è il grande nodo di comunicazioni: questo determinò la scelta del luogo di fondazione, poiché l'importanza di Londra — allora e sempre — è principalmente dovuta alla sua posizione quale grande centro di un sistema commerciale. (...) Il London Bridge rimase l'unico punto di attraversamento fino al 1729; ed è all'estremità settentrionale di questo ponte che sorse la città di Londra. L'importanza strategica del ponte è evidente: la sua difesa era quindi necessaria, e a ciò si provvede con mura attorno alla città (1). Londra è cresciuta lungo il suo fiume, attorno alle banchine e al London Bridge. Qui trovarono il proprio campo di attività i commerci: pescivendoli, lanaioli e commercianti di vino, e qui erano situati gli ostelli e i magazzini dei mercanti stranieri e locali (2).

Ai primi secoli del dominio sassone risale la riduzione agli elementi basilari della rete viaria romana, quale si era conservata, insieme alle città e ai ponti, nella Britannia centro-

meridionale. La *crux ecclesiarum* e la *crux viarum* si intrecciano nelle rappresentazioni dei gromatici sul piano della stessa tecnica, oltre che sul piano della teoria ecclesiastica e laica della città. La riduzione della rete viaria a quattro strade corrisponde quindi non soltanto ad un desiderio di semplificare, anche ad uso mnemonico, in uno schema figurativo lineare la complessa articolazione interna del territorio, ma anche a precisi intenti economico-militari. Se ne intravede ad esempio un altro sintomo, di natura giuridica, nella trinità necessaria, i tre obblighi principali cui sono sottoposti, al tempo di Alfredo, tutti i liberi: il servizio militare, il restauro dei ponti, il restauro delle mura (3).

Nel 1666 neppure i progetti di Wren e di Evelyn per la ricostruzione di Londra — volti a trasformare il vasto "emporio" andato distrutto in una città organizzata dai monumenti e dall'impianto stradale semplice ed esteso nella forma "aperta" secondo cui si era sviluppata la struttura urbana — mettono in discussione l'unicità del ponte. Wren ne progetta un miglioramento funzionale, con la relativa distruzione degli edifici soprastanti. Nel 1666 il Grande Incendio distrusse quasi completamente la City. (...) Nel XVII secolo la maggior parte degli edifici era ancora parzialmente di legno, con profili appuntiti prospicienti la strada (...) Fuori dalle mura si trovavano ampi quartieri di carattere completamente diverso: strade spaziose, case spesso di mattoni e di forma regolare, piazze verdeggianti, giardini e

parchi. (...) Nella City risiedevano le antiche famiglie di mercanti e artigiani, ma la nobiltà aveva abbandonato i vicoli maledoranti dove le loro carrozze passavano a stento e si erano rifugiati a Westminster, stabilendosi nei nuovi quartieri più aperti. (...) Era già cominciata, insomma, quell'evoluzione, che pian piano avrebbe radicalmente mutato il significato della City. (...) Per Wren il Grande Incendio costituiva la rara occasione della sua vita per realizzare alcune idee che si era andato formando in continente intorno a un'urbanistica moderna. (...) dal London Bridge si irradiano quattro strade principali: una delle quali conduce allo Stock Exchange, che rimane al centro di una ragnatela di strade rettilinee, proprio come la torre di una città ideale; dalla porta occidentale, Ludgate, si dipartono due direttrici fondamentali, e proprio nell'angolo acuto da esse formato sorge St. Paul's Cathedral come elemento dominatore. Tutto il piano è poi completato da una rete di strade che per quanto è possibile si incrociano ad angolo retto (4).

Nel 1767 James Steuart pubblica *An Inquiry into the Principles of Political Economy*; nel 1768 George Dance il giovane assume a Londra la carica di Clerk of the City Works.

I vantaggi generali della città sono: 1° Di rimuovere un peso non necessario di popolazione dalla campagna; quella gente oziosa che consuma una parte del prodotto senza contribuire a crearlo. 2° La possibilità di imporre delle tasse, e di scari-



6



7



8



10



9



11

Londra: 6. J. Soane, Progetto di Ponte trionfale a Westminster, 1776; 7. La City nella seconda metà del XIX secolo; 8. F. Barnett, Progetto per il Tower Bridge,

1872 c.; 9. H. Jones, Progetto per il Tower Bridge, 1887; 10. J.W. Barry, Progetto definitivo per il Tower Bridge, 1887; 11. G.D. Stevenson, Disegni esecutivi per

il Tower Bridge, 1887.

carle sui più ricchi, in proporzione dei loro consumi, senza colpire la produzione e l'esportazione. 3°. I vantaggi che ne risultano per gli interessi agrari non sono meno considerevoli. Ciò è provato universalmente dall'esperienza: poiché vediamo ovunque, che nel momento in cui ogni città, ogni centro minore e ogni villaggio comincia a crescere, con la nascita del commercio e delle manifatture, i terreni intorno immediatamente aumentano il loro valore (5). Entro nuove dimensioni strutturali, sulle quali si fonda la Rivoluzione industriale inglese e la formazione della città moderna, si sviluppa in architettura una inedita piattaforma disciplinare nel rapporto tra professionista e pubbliche istituzioni: nuovo ruolo e nuovo atteggiamento incline ad uno sperimentalismo che sintetizza gli apporti tratti dalle accademie italiane (San Luca per prima), da Palladio, da Piranesi, dai contemporanei Boullée e Ledoux, affrontando la problematica delle nuove tipologie urbane, come gli squares, i circus, i grandi interventi strutturali per il Porto e il Ponte di Londra. Nell'ultimo quarto del XVIII secolo, dunque, cadono le "storiche" ragioni del London Bridge come ponte unico. Intorno al 1760 Robert Mylne vince il concorso per il Blackfriars Bridge. Nel 1776 John Soane vince la medaglia d'oro della Royal Academy School con un progetto di ponte trionfale che avrebbe collegato Lambeth e Westminster, una Grande Porta per Londra e una risposta classicista al gotico del London

Bridge (6). Nel 1800 si pongono a confronto due progetti per il London Bridge: quello in ferro ad arcata unica dell'ingegnere scozzese Thomas Telford (qui a pag. 29) e quello di George Dance che trasforma Londra in Roma o Parigi, e il Tamigi nella Senna o nel Tevere (7): esso propone ambiziosamente un doppio ponte capace di collegare due piazze (come nel progetto del 1554 di Palladio per Rialto, dove il ponte unisce due fori rettangolari) e di racchiudere un bacino portuale quasi anticipando il pool che si costituirà tra London Bridge e Tower Bridge. L'ampia crescita delle zone meridionali e orientali di Londra, verso la fine del Diciannovesimo secolo, fece avvertire l'esigenza sempre maggiore di altri ponti ma prevalsero le richieste del Board of the Thames Conservancy di impedire ogni soluzione convenzionale per un ponte ad Est del London Bridge, così da mantenere libero l'accesso al fiume dei transatlantici. (...) Il Tower Bridge è un edificio che produce sull'intorno un effetto infinitamente superiore a quello proprio della sua funzione fondamentale di attrezzatura per il traffico. Ciò è dovuto alle sue dimensioni, alla sua complessità come meccanismo, come elemento di circoscrizione urbana e come memoria storica. Si tratta di un grande ponte, alto 43,28 metri, che chiude letteralmente il fiume in entrambe le direzioni con una trama di granito ed acciaio. Senza il suo andamento verticale, non potrebbe connettere le due rive del fiume a formare uno dei più ampi spazi aperti di Londra,

il Pool. (...) Lo schema base del progetto fu fornito dal modo in cui allora si praticava il fiume. Le navi venivano ormeggiate su due e anche tre file parallele, prua contro poppa, presso ambedue le sponde del corso d'acqua, lasciando al centro uno spazio libero navigabile di 60-75 metri. Le merci venivano caricate su chiatte che risalivano il fiume o le portavano a riva, alle banchine e ai magazzini. Dal momento che l'uso del fiume, a qualche distanza dalle sponde, era alquanto predeterminato, era chiaro che la parte apribile non avrebbe dovuto essere più larga dello spazio libero navigabile di 60 metri, con due campate laterali di poco più di 90 metri (...). Così la posizione dei piloni venne subito determinata (8).

- (1) In S.E. Rasmussen, *Londra città-unico*, 1934, Officina, Roma 1972, pag. 13, 17.
- (2) In E.A. Gutkind, *Urban Development in Western Europe: The Netherlands and Great Britain*, in *International History of City Development*, vol. VI, The Free Press, New York 1971, pag. 454.
- (3) In E. Guidoni, *La Città Europea*, Electa, Milano 1978, pag. 142.
- (4) In Rasmussen, cit., pag. 94 e segg.
- (5) Citato in P. Sica, *Antologia di urbanistica. Dal Settecento a oggi*, Laterza, Bari 1980, pag. 6.
- (6) In F. Barker, R. Hyde, *London as it might have been*, Murray, London 1982, pag. 41.
- (7) *Ibidem*, pag. 44.
- (8) In T. Crosby, *Il monumento necessario*, 1970, Dedalo, Bari 1980, pagg. 33 e segg.



1



2



3



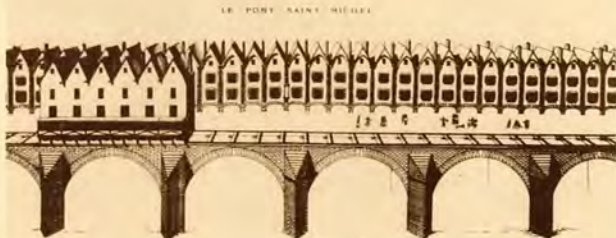
4



5



6



7



8

Parigi: sistema dei ponti medievali dell'Ile de la Cité. 1. Pont aux Meuniers; 2. Hôtel Dieu (pianta del XVI sec.); 3. Petit Pont; 4. Pont de Notre Dame e porto del grano;

5. Ile de la Cité e ponti tra la riva destra e sinistra della Senna (part. dalla Carta di Truschet e Hoyau, 1559 c.); 6. Pont au Change con mulini galleggianti; 7. Pont

Saint-Michel; 8. B.A. Du Cerceau, Progetto per il nuovo Pont au Change dopo il crollo del 1616. Lottizzazione dell'Ile de S. Louis in connessione allo sviluppo

Con l'opposizione stare sulla Senna, attraversare la Senna, si misura la poesia di Baudelaire nel *Rêve parisien*, dove la città, vista come dall'alto nel corso delle trasformazioni urbanistiche del Secondo Impero, induce il sentimento di una fine ormai prossima, della vanità di memorie affidate alle pietre, ai monumenti, ai palazzi, alla Senna già regina dei luoghi che attraversa. A questa stessa opposizione si può ricondurre la tipologia dei ponti di Parigi, in quanto appartenenti al disegno dell'insediamento, entro modi d'uso dello spazio, gerarchie di funzioni urbane, strategie di ordinamento territoriale che consentono di collocare i singoli manufatti nella scala e nella figura caratteristiche di connessioni e ruoli morfogenetici determinati.

La forma della città è circolare; la Senna la divide in tre parti: l'isola, i quartieri sulla destra del fiume e quelli sulla sinistra. Osservando l'isola si nota che essa racchiude ad un'estremità la chiesa di Notre-Dame, con annessi il Vescovado e l'Hôtel-Dieu, insomma la Cattedrale, e all'altra il Palais. Anche senza nulla conoscere della storia di Parigi, questa semplice osservazione, associata al fatto che si tratta di un'isola cioè di una posizione difensiva per natura, è sufficiente per farci considerare questa parte come la culla di Parigi. Infatti l'isola è indicata con un nome significativo: Ile de la Cité. Si tratta di un'isola fluviale: quindi il fiume costituisce uno degli assi

generatori della città; mentre la direzione dei ponti che collegano l'isola alle due sponde della Senna corrisponde all'altro asse di formazione. Parigi è sorta all'incrocio di una via fluviale est-ovest e di una via terrestre nord-sud, la quale ultima potrà facilmente individuarsi dal semplice esame della pianta. Della duplice linea di ponti che figura sulla pianta (ponte Notre-Dame e Petit-Pont, Pont-au-Change e ponte Saint-Michel), una sola corrisponde a una strada sensibilmente rettilinea che, dopo aver attraversato la città in tutta la sua estensione, si prolunga all'esterno. Questo percorso, formato dalla via Saint-Martin sulla riva destra e dalla via Saint-Jacques sulla sinistra, è dunque l'asse di terraferma generatore di Parigi, ed i ponti a cui esso fa capo, cioè il ponte Notre-Dame e il Petit-Pont rappresentano il più antico collegamento dell'Ile de la Cité con le rive opposte della Senna (1).

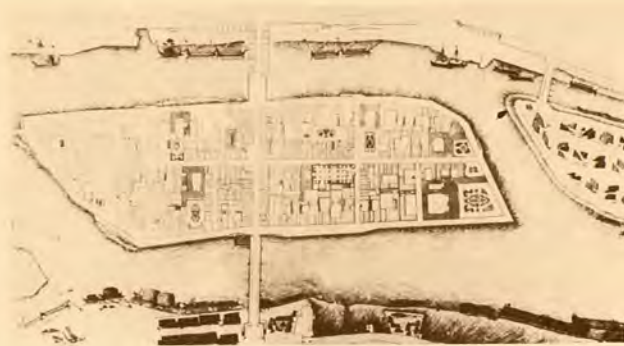
(...) I ponti di Parigi, numerosi e specializzati, si [sono] essenzialmente installati a monte dell'Ile de la Cité. I ponti e i numerosi mulini costituivano d'altronde una barriera difficilmente sormontabile (...). La navigazione risultava pericolosa per diverse ragioni: la differenza di quota tra la parte a monte e quella a valle del porto di Parigi al di là del Pont Neuf, la strettezza del fiume, l'ingombro dei ponti elevati su pilastri tozzi e numerosi che ne restringevano il letto e ne acceleravano la corrente, la presenza dei mulini fissi e

galleggianti, delle peschiere, degli stabilimenti balneari, dei battelli - lavatoi. (...) A causa della relativa facilità di approvvigionare Parigi dal tratto a monte, le regioni dello Champagne, della Brie, della vicina Borgogna, del Nivernais e del Gatinais avevano conosciuto, alla fine del Medioevo, uno sviluppo economico legato a quello di Parigi, che non ebbero la bassa Senna e la Normandia (2).

La rive droite topograficamente è caratterizzata dal fatto di essere una pianura alluvionale, disseminata di piccole colline, circondata da una zona paludosa e soggetta ad allagamenti corrispondenti all'antico corso della Senna. Il compito delle collinette è importante; su di esse infatti trovano posto i primi insediamenti permanenti, lontano dal frequente pericolo delle piene del fiume. Quando nel 1137 Luigi VI decide di creare un mercato all'aperto, in luogo del mercato Palu dell'île de la Cité e di quello di place de Grève, diventati del tutto insufficienti, sceglie una montagna situata immediatamente al di là del bastione da poco edificato. Si tratta della località detta degli Champeaux o dei Petits Champs, abbastanza vicina alla sede delle antiche Halles. Questo terreno si prestava moltissimo ad essere utilizzato come mercato: nelle vicinanze di rue Saint Denis — la principale strada di accesso alle province del nord e ai loro tessuti — all'incrocio con rue Montmartre e rue Montor-



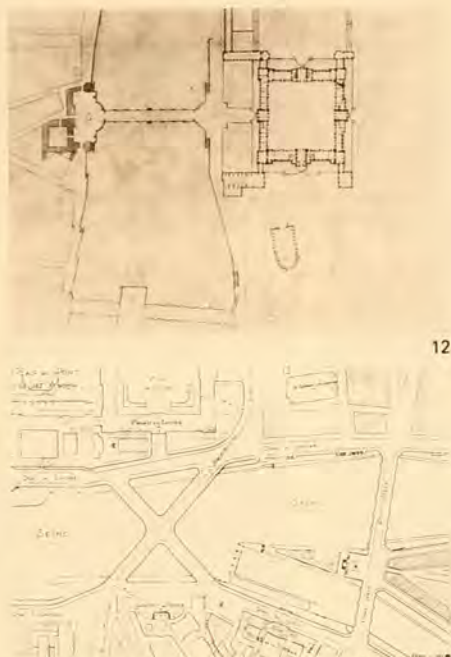
9



10

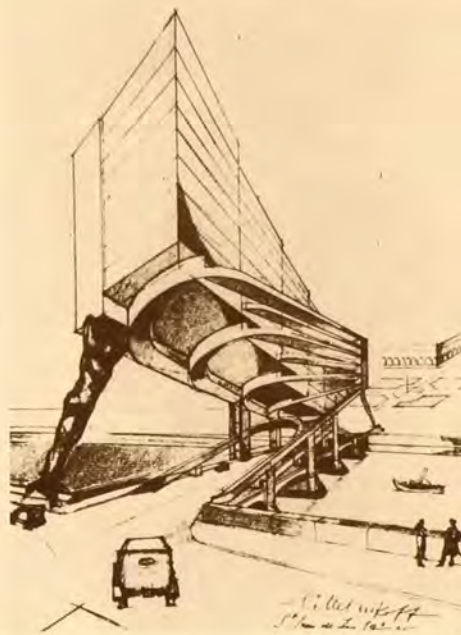


11



12

13



14

del Quartiere Marais, 1614-1635; 9. Ipotesi di tracciato dei ponti secanti l'isola; 10. Piano anonimo di lottizzazione; 11. Progetto di sistemazione dell'area lungo la

guie che conducono ai porti della Manica; infine, non lontano dai terreni paludosi che venivano man mano bonificati. (...) «intra muros», lo sviluppo delle Halles avrebbe incontrato difficoltà progressivamente crescenti. Per tutta la durata degli otto secoli della sua storia, le Halles non avrebbero smesso di rosciare gli spazi urbani circostanti (...). La Fiera Saint-Germain fu creata tra il 1512 e il 1568, nel 1558 sorse anche sull'île de la Cité un grande mercato dotato di due macelli e funzionavano altri mercati speciali, ma a metà del secolo XVII presero a fare la loro comparsa dei mercatini di quartiere, resisi necessari coll'accrescersi della popolazione e l'espandersi dei confini della capitale. (...) Tuttavia queste opere non misero assolutamente in discussione l'egemonia della grande Halle. La fisionomia del mercato non si sarebbe granché modificata fino alla metà del XVIII secolo, godendo di una relativa prosperità nel mezzo di un'area che lentamente andava evolvendo una vocazione amministrativa (3).

Soltanto alla fine del XVIII secolo si decise di distruggere le case che ingombravano i ponti di Parigi.

Pertanto, dopo la sua inaugurazione da parte di Enrico IV il 20 giugno 1603, il Pont Neuf conobbe immediato successo anche perché era il primo ponte di Parigi che rendeva possibile la vista della Senna durante il passaggio.

Senna tra Louvre e Tuileries, 1790 c.; 12. Le Vau, Progetto per il Pont de la Paix, XVII sec.; 13. E. Henard, Progetto per un ponte a x, 1902; 14. K.

Questa trasformazione della prospettiva stessa sulla città è emblematica delle modificazioni che portano allo sviluppo della Parigi moderna borghese-mercantile.

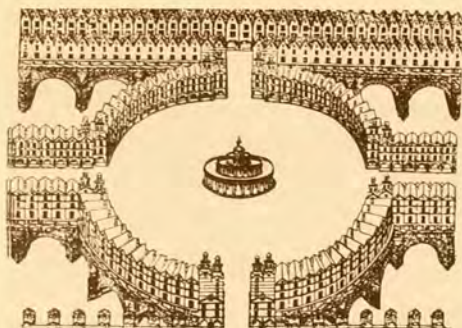
La città, sede fissa della residenza reale con Enrico IV, risulterà caratterizzata — sia per quanto riguarda i processi secondo cui le figure economiche si pongono come soggetti dell'edificazione, sia entro i caratteri morfologici riconoscibili nella struttura urbana — dal rapporto che si istituisce tra gli interventi reali (i grandi manufatti delle dimore reali, le places royales, le infrastrutture pubbliche: ponti e mura) e gli interventi di imprenditori privati, cioè le lottizzazioni a fine di rendita che danno origine alle parti nuove della città del XVII secolo (4), come i quartieri dell'île S. Louis, e soprattutto alla decisiva spinta all'espansione verso ovest risolvendo i problemi urbani creati dai sobborghi Saint-Honoré e Saint Germain sviluppatisi nel XVI secolo. Lo splendore conosciuto dalla Foire Saint Germain tra il 1585 e il 1785 indica chiaramente la sua complementarietà al Pont Neuf come elemento polarizzante nella costruzione della città moderna.

Un'altra conseguenza dell'importanza acquisita dai due faubourg Saint-Honoré e Saint-Germain è (...) la costruzione del Pont-Neuf, quel ponte che secondo Mercier "è nella città ciò che il cuore è per il corpo umano". A Parigi occorre un

Mel'nikov, Progetto per ponte-garage, 1925.

nuovo passaggio sulla Senna poiché i vecchi non erano più sufficienti. Il Ponte di Notre-Dame, ricostruito e affiancato da case, permetteva solo una circolazione ristretta e nello stesso tempo minacciava già la rovina; il Pont-au-Change, in legno, non era migliore; venne proibito ai carri e all'artiglieria di passare sull'uno o sull'altro. D'altra parte, era la Regione dell'Ovest che occorreva servire. (...) Il Pont-Neuf reca all'urbanistica un dato essenziale e inedito: un piano stradale sgombrato da case, unicamente riservato alla circolazione. (...) Già nel primo progetto del 1578 per il nuovo ponte, le case non sono previste. Tuttavia il timore di perdere una ricca fonte di profitto era tale che questa decisione eroica fu a più riprese sul punto di essere revocata. Noi sappiamo d'altronde che Du Cerceau, uno dei più grandi architetti dell'epoca e un innovatore in altri campi, aveva proposto un progetto per il ponte ancora legato alla tradizione medievale (5).

La polemica tra Boullée e Perronet intorno al progetto del Pont de la Concorde testimonia della avvenuta divaricazione fra la tradizione dell'arte, organica alla concezione fisiocratica ed espressiva, nei modi dell'architecture parlante, delle sovrastrutture politico-ideologiche del pensiero e, d'altra parte, lo spessore di un sapere tecnico legato all'espansione delle forze produttive, efficacemente utilizzabile nell'invo-



1



2



3



4



6



5



7

Parigi: 1. B.A. Du Cerceau, Progetto per il Pont Neuf, 1579; 2. Pont Neuf (1606) e Place Dauphine (inc. di Chastillon, XVII sec.); 3. J. Hardouin-Mansart, J.

Gabriel, F. Romain, Pont Royal, 1685-89; 4. J.R. Perronet, Pont de la Place Louis XV (poi de la Concorde), 1787-91; 5. E.L. Boullée, Progetto di decorazione

per il Pont de la Place Louis XV, 1787; 6. Barriera di Bonshommes (C.-N. Ledoux, 1787) e Pont Iéna (Lamonde, 1806-13); 7. C.-N. Ledoux, Progetto per il Pont

luzione autoritaria e allo stesso tempo nel programma politico-economico, per una unificata identità culturale europea dell'Impero Napoleonico, in casi tipici come quello del nuovo Ponte sul Reno a Magonza, fino al riduttivismo pragmatico della rivoluzione industriale compiuta nel "trionfo della borghesia". La catastrofe immaginata nel sogno poetico di Baudelaire sembra raffigurata emblematicamente dal proliferare degli attraversamenti "tecnologici" della Senna non più regina, spodestata dal Prefetto della Senna.

Anche il progetto di Horeau per le Halles, che si pone parallelamente alla Rue S. Denis fino al bordo della Senna viene scartato, a favore della soluzione di Baltard che risulterà inattendibile rispetto a un nuovo ordine e a nuovi capisaldi della mutata geografia urbana che risulteranno espressi nella sintesi, "stando sulla Senna", del Ponte-garage progettato da Mel'nikov.

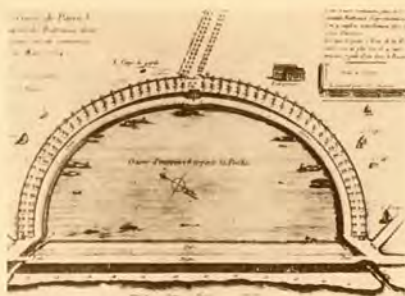
Un progresso importante nella tecnica dei ponti in muratura fu realizzato nella seconda metà del XVIII Secolo da Perronet. Dopo la creazione del Corps des Ponts et Chaussées nel 1716, Perronet venne incaricato di dirigere l'ufficio dei disegnatori, trasformato in Ecole des Ponts et Chaussées nel 1747. Durante quasi 50 anni, egli si consacrò al compito di formare i futuri ingegneri, pur mantenendo la propria attività di costruttore. Dalle prime realizzazioni fino al Pont de la

Concorde (1791), sono una ventina le opere di cui è autore: fra queste, parecchi ponti urbani molto importanti, come ad esempio il Pont de Neuilly (1772) (...). Il Pont de la Concorde, costruito a partire dal 1787, è la sua ultima e più nota opera. Il primo progetto per il Ponte, allora chiamato "Pont de la Place Louis XV" fu respinto perché troppo audace. Perronet fu costretto a modificarlo e nonostante le difficili vicende di quell'epoca, il Ponte fu terminato nel 1791, con il nuovo nome di "Pont de la Révolution" (6).

Gli ingegneri civili, incaricati di questo aspetto dell'architettura, hanno compiuto dei miracoli per quanto concerne la parte scientifica, ma la parte artistica è loro sfuggita. I loro ponti non offrono, in generale, una buona decorazione. Su ordine del Ministro delle Finanze mi sono occupato dei lavori per migliorare la decorazione del ponte della Piazza chiamata Luigi XV. Mi sono fatto un dovere di vincolarmi in tutto ai dati offerti dall'ingegnere, di cui rispetto il talento. Malgrado l'impaccio e gli ostacoli che risultano da una tale condizione, che necessariamente legano e incatenano il genio rendendo, per così dire, vani tutti i suoi sforzi, io credo di essere riuscito a far distinguere in quest'opera ciò che appartiene alla scienza e ciò che appartiene all'arte. Ho concepito la decorazione di questo ponte, risalendo alle idee arcaiche che consistevano nello stabilire con dei battenti un passaggio

sull'acqua; credo inoltre di aver soddisfatto l'idea dell'ingegnere, di presentare ciò che si può chiamare un ponte a piattabanda, annunciando con la decorazione dei mezzi che, invece di ripugnare ai nostri sensi, diventano gradevoli; e infine presentando in modo ingegnoso le armi della città di Parigi (7).

Reprimere, istruire, mantenere l'ordine, distribuire le autorità civili, alimentare ogni punto dell'Impero, come aveva insegnato la Fisiocrazia: l'insieme di queste azioni ha generato il programma di nuove città. Per difendere una Francia non ancora unitaria al proprio interno, Vauban aveva eretto nuove piazzaforti alle frontiere; per rendere omogeneo l'Impero, Napoleone decretò la fondazione di nuovi centri o l'ampliamento di antichi (o semplicemente, alimenta in tal senso le fantasie). Fossoro capoluoghi di dipartimento, nuovi quartieri annessi a porti o Arsenali o entrambe le cose, queste città, non meno delle prime, avrebbero soddisfatto anche le esigenze della guerra e non furono, negli intenti, meno aggressive. (...) Per conseguire l'unitarietà dello Stato Napoleone dispone, tra gli altri strumenti, degli ingegneri dei Ponts et Chaussées; dato che quest'azione appartiene alla loro storia e con essa si sono col tempo articolate, precisate e approfondite le discipline che compongono la loro scienza. Basterà meglio organizzare a tal fine i servizi di questo corpo (8).



8



9



10



11



12



13

de la Loue, Saline de Chaux, 1773-1779; 8. Progetto per la Gare d'eau, 1764; 9. Fiera di St. Germain nel XVII sec. Trasformazione dei mercati delle Halles; 10. Pro-

getto dell'Amministrazione; 11. Progetto di H. Horeau, su una nuova area prospiciente la Senna; 12. Dédébant, Progetto per le Halles con nuova piazza ovale estesa

all'Ile de la Cité, 1850; 13. Piano generale dell'Esposizione Universale del 1900.

"Dalla Rivoluzione data veramente, sotto ogni aspetto, la nuova Parigi" (Marcel Poète). Dall'evento catalizzatore del secolo illuminista e poi generatore del primo Ottocento ideologico e romantico. Il contributo della Rivoluzione alla storia dell'urbanistica è riassunto nell'indefinito «piano degli artisti», sul quale si sono appuntate le ipotesi e le illusioni di molti storici ed eruditi, e nel quale prese a delinearsi la nuova arte urbana. (...) La Rivoluzione evolve nel Consolato e nell'Impero. Quell'età spese pochi denari per l'ammodernamento urbanistico di Parigi, ma molte idee per la glorificazione mitologica dell'imperatore. Napoleone, che riteneva gli architetti una rovina finanziaria degli Stati, limitò le opere di architettura alle poche celebrative e necessarie (il completamento dei palazzi: del Louvre, Bourbon e del Lussemburgo; la costruzione: della Madeleine, dei due archi trionfali, delle fontane e delle colonne celebrative) e sollecitò solamente dei progetti per alcune grandiose attrezzature urbane, a Percier e Fontaine in particolare. L'azione urbanistica si concentrò sulle infrastrutture ed i servizi di utilità pratica (i nuovi cimiteri, i canali, i mercati, i mattatoi, i ponti, ecc.) e sulla redazione del «piano di allineamento». Su questo piano si trovano indicate anche le realizzazioni urbanistiche dell'Impero (le operazioni: all'osservatorio, alla borsa, al Pantheon, alla place Vendôme; l'apertura del

primo tratto di rue de Rivoli), che erano già state disegnate, tutte, dagli «artisti». (...) Dalla ricostruzione emerge la nuova croisée di Parigi: incompleta nell'interrotto braccio nord-sud e contemporaneamente integrata dal braccio est-ouest della riva sinistra, che è omologo all'originale nella riva destra (9). Le Esposizioni universali furono le grandi fiere che, con ritmo intermittente, attraversarono tutto il secolo. Sede dell'effimero, del precario, del fugace, del transitorio, furono espressioni smisurate e imponenti della modernità. La stessa fiducia nel progresso conduceva verso quest'estrema mobilità di forme. Le esposizioni venivano faticosamente erette solo per essere distrutte. (...) Non durarono le quattro locomotive situate all'ingresso dell'esposizione universale del 1855. Simili a grandi tori, alle maestose sfingi egizie, vigilavano non più i templi ma i grandi pantheon dell'industria. (...) Anche edifici famosi che sfuggirono alla demolizione non si sottrassero più tardi al loro destino. Un secolo dopo la loro costruzione, gli altissimi archi moreschi e i fantastici minareti del palazzo del Trocadéro, costruito nel 1878 dagli architetti Davioud e Bourday, ebbero la fine che meritavano. (...) anche la passerella in ferro di Passy, che sostituiva il ponte di Jena, sarebbe stata un giorno soppressa. Soltanto la Torre Eiffel, costruita in acciaio per l'Esposizione universale del 1889, malgrado le

violente e inutili proteste degli artisti (...), resiste ancora. Le gallerie, i «passages», i magazzini che dalla Restaurazione si trasformarono verso la metà del secolo nei «grands magasins», quelli del Bon Marché, del Louvre, della Belle Jardinière, con tutta la varietà che derivava in architettura dall'impiego del ferro, della ghisa, del vetro, in costruzioni come le Halles o come le stazioni, definivano l'essenza fantasmagorica della città moderna (10).

- (1) In M. Poète, *La città antica*, Einaudi, Torino 1958, pagg. 46-47.
- (2) In M. Gaillard, *Quais et Ponts de Paris*, Moniteur, Paris 1982, pagg. 13, 14.
- (3) In B. Lemoine, *Le Halles di Parigi*, Jaca Book, Milano 1982, pagg. 17, 18, 21.
- (4) In A. Villa, Parigi, in C. Aymonino, G. Fabbri, A. Villa, *Le città capitali del XIX secolo. I. Parigi e Vienna*, Officina, Roma 1975, pag. 61.
- (5) In P. Lavedan, *Histoire de l'urbanisme. Renaissance et temps modernes*, Laurens, Paris 1959, pagg. 148, 149.
- (6) In C. Grattesat, *2000 ans des ponts*, in AA.VV., *Ponts de France*, Presse de l'école nationale des Ponts et Chaussées, Paris 1982, pagg. 17-19.
- (7) In E.L. Boullée, *Architettura*, Saggio sull'arte, Marsilio, Padova 1967, pag. 129.
- (8) In P. Morachiello, G. Teyssot, *Nascita delle città di Stato*, Officina, Roma 1983, pagg. 15, 16.
- (9) In E.F. Londei, *La Parigi di Haussmann*, Kappa, Roma 1982, pagg. 87, 89, 120.
- (10) In G. Macchia, *Le rovine di Parigi*, Mondadori, Milano 1985, pagg. 397, 398.



1



2



3

1. Ponte ferroviario Hohenzollern sul Reno, Colonia, 1855-59 (rinnovato nel 1911). 2. J. Durm, Ponte ferroviario sul Reno fra Mannheim e Ludwigshafen, 1865-

Philipp M. Halm, 1906

Per due volte in un secolo il fiume Isar ingrossato da piene disastrose ha provocato terribili danni ai ponti di Monaco. Il 13 settembre 1813 l'enorme massa d'acqua fece rovinare quattro pilastri del Ponte in pietra Isar, costruito tra il 1760 e il 1770 (...). La seconda catastrofe, il crollo del Ponte Leopoldo, è ancora nella memoria di tutti (...): il 14 settembre 1899, il ponte costruito nel 1891 cedette all'enorme impetuosità dei flutti. Queste furono ammonizioni sufficienti. Non si dovevano correre altri rischi, sia per il traffico che per le alzaie (...). Non ci si poteva limitare alla sostituzione dei singoli ponti, ma occorreva una più efficace regolamentazione delle acque. Nel corso di pochi anni furono gettati sei nuovi ponti ad arco e dall'uno all'altro si elevarono alti e levigati muri di sponda (...) che non offrivano ai flutti tumultuosi alcuna superficie debole (...). Questi ponti occupano nella storia moderna dell'arte costruttiva di Monaco un posto di primo piano. (...) Rappresentano il progresso, il moderno nei modi più artistici e appropriati all'illustre tradizione di un'antica città d'arte. (...) Oltre alla prestazione eccezionale ma anche molto precisa richiesta ai ingegneri per queste opere, l'impresa edile Sager & Woerner intese conferire loro un'immagine esterna originale e a tal scopo chiamò a collaborare alla definizione architettonica

68. 3. Ponte stradale sul Norderelbe, Amburgo 1884-87. 4. F. Thiersch, Ponte Maximilian, Monaco, 1900 c. 5. T. Fischer, Ponte Max Joseph, Monaco, 1900 c. 6. T.

nica e decorativa i professori Friedrich von Thiersch e Theodor Fischer. (...) Abbiamo all'inizio segnalato i nuovi ponti sull'Isar come le opere migliori e più significative della nuova tendenza a Monaco. Tale affermazione evidenzia un momento importante: l'adattamento dell'espressione artistica alle premesse tecniche, l'intima fusione di entrambi i fattori. Tutti i nuovi ponti incarnano questo principio in modo esemplare. Si percepisce e si vede, tramite il calcestruzzo e la pietra, il sistema a tripla cerniera della loro audace costruzione; non vi è alcun ornamento, che ne nasconda le linee o distraga lo sguardo. Nulla inganna sulla loro verità e oggettività costruttiva.

(Ph. M. Halm, *Die neuen Münchener Brückenbauten in Moderne Bauformen*, n. 5, 1906)

Rudolf Pfister, 1966

I ponti costruiti a Monaco sullo scorcio dell'Ottocento furono una prodezza architettonica, "monumenti che la città non aveva più conosciuto dopo quelli di Klenze", e ancor oggi può esserne orgogliosa. Il loro posto nella storia dell'ingegneria tedesca e la loro importanza nella spinta verso terreni inesplorati non può essere chiarita se non comparandoli con il quasi contemporaneo Ponte Alessandro III sulla Senna, eretto per l'Esposizione Universale di Parigi sullo scorcio del Secolo, o con il Ponte Hohen-



4



5



6



7

Fischer, Ponte Luitpold, Monaco, 1900 c. 7. T. Fischer, Ponte Wittelsbach, Monaco, 1900 c. 8. P. Behrens, Ponte sul Reno, Colonia, 1914. 9. F. Schumacher,

zollern a Colonia, di dieci anni più tardi, che esprime un'adesione simbolico-storicizzante di marca guglielmiana nelle testate costruite sull'esempio delle rocche feudali. Ma se si vuol giudicare l'universalità e la continuità dei ponti di Monaco, bisogna aver presente che a Darmstadt, nello stesso periodo, Olbrich inaugurava con l'Esposizione Jugendstil la Colonia degli artisti sulla Mathildenhöhe, all'ombra della Hochzeitsturm.

(R. Pfister, *Theodor Fischer. Leben und Wirken eines deutschen Baumeisters*, 1966, Callwey, München 1968, pagg. 38-39)

Fritz Schumacher, 1935

Non appena si trovò ad affrontare la costruzione in ferro, l'architetto reputò necessario fare notevoli sforzi, anche se solo sul proprio terreno, dove il ferro non veniva contemplato, essendo la manipolazione di questo materiale ritenuta di competenza dell'ingegnere. L'inesprimibile è considerato elemento di disturbo, da esso occorre distogliere lo sguardo tramite l'"architettura". Ciò forse emerge più nitidamente nei ponti in ferro [ottocenteschi], le cui strane linee si è cercato di conciliare con lo spirito delle città per mezzo di ricchi portali: la coscienza si è placata quando ad Amburgo si è posta davanti all'enorme doppio nastro del Ponte sull'Elba una porta, o quando a Colonia i pesanti archi in ferro del



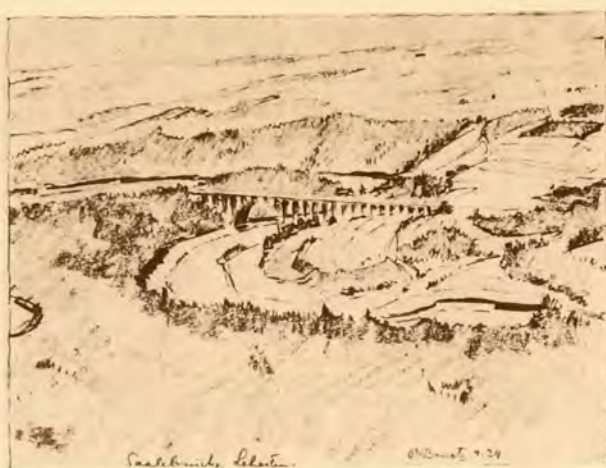
8



9



10



11



12



13

Ponte Krugkoppel, Amburgo, 1925 c. 10. A. Abel, Ponte stradale sul Neckar per i lavori di canalizzazione del fiume, 1925. 11. P. Bonatz, Progetto per ponte

autostradale sul Saale presso Lehesten, 1934. 12. P. Bonatz, Progetto per ponte autostradale sul Reno presso Frankenthal, 1935 c. 13. P. Bonatz, Ponte autostra-

dale sul Lahn presso Limburg, 1938-40.

Ponte Hohenzollern «son stati armonizzati» con Gross-St.-Martin grazie a due torri da castello romanico. (...) Osservando l'opera di Paul Bonatz, vediamo che non si preoccupa solo del traffico (a cui si collega anche quello ferroviario). Appartiene alle imprese importanti e determinanti per un orientamento su un'epoca il modo in cui Bonatz e Adolf Abel, figura altrettanto chiara, hanno saputo dare armonia formale a diversi manufatti tecnici, resi necessari dalle rettificazioni del corso del Neckar. (...) Anche le costruzioni più semplici in campo tecnico-idrico richiedono attenzione architettonica, poiché in nessun luogo la vulnerabilità della natura è così grande come là dove la mano dell'uomo e il corso dell'acqua vengono fra loro a contatto. Che vi sia un lento risveglio di questa consapevolezza nulla lo indica più chiaramente dell'attività costruttiva nei ponti che, insieme a quella delle strade, assume un ruolo sempre più importante nell'immagine architettonica della nostra epoca. Ad Amburgo, ad esempio, per soddisfare le esigenze del traffico motorizzato, fra il 1918 e il 1928 si sono gettati sessanta nuovi ponti, la cui costruzione eseguita soprattutto in mattoni ha conferito una impronta originale ai luoghi più significativi della città.

Paul Bonatz, Fritz Leonhardt, 1951

Da sempre, i grandi ponti sono sorti solo là dove i popoli hanno trovato insieme la via di un operare collettivo. Le loro aspirazioni e le finalità determinano i traffici e quindi anche i ponti sui grandi fiumi, dove guadi e barche non risultano sufficienti. (...) Le forme fondamentali dei ponti sono invero senza stile, costanti e chiare. Lo stile dei ponti è variazione delle limpide forme archetipe attraverso lo spirito del tempo, oppure — come presso i Romani — rigore sicuro, costante e uniformità della forma primaria. La forma conclusa viene in primo luogo determinata dalla forma primaria degli elementi portanti: trave, arco o armatura; quindi dal materiale: legno, pietra o, più tardi, ferro e cemento. La forma buona e bella sorge quando l'artigiano o il costruttore padroneggia la tecnica e quando possiede il senso di armonia delle proporzioni, il senso della bellezza e dell'ordine. (...) Costruite le ferrovie, arriva l'età dell'automobile e con essa le nuove esigenze del traffico richiedono nuove grandi realizzazioni di ponti. In Germania la costruzione delle autostrade indica nuove prospettive. (...) Ingegnere, architetto e paesaggista lavorano insieme in piena comprensione per produrre opere di imponente bellezza. Si perviene alla forma classica, semplice e senza decori e, grazie alla varietà delle condizioni locali e dei materiali da costru-

zione, si acquisisce una vivace molteplicità espressiva. «Il più nobile materiale edilizio donatoci dal Cielo», la pietra naturale, ritorna di nuovo in uso, insegnando l'esperienza che, seppur costosa in cantiere, essa è ancora il materiale più economico in virtù della sua grande durevolezza. (...) Anche per il cemento si impara, con il trattamento di incisione sulle superfici, a rendere visibile la bellezza della materia impiegata. (...) Si può dunque riuscire a conferire bellezza alle costruzioni tecniche. È una bellezza diversa da quella che si ammira nei vecchi ponti, una particolare bellezza della tecnica, che ancora si fonda sulle stesse antichissime regole. (...) Il senso del bello rimane uguale nel tempo. Le regole della bellezza sono quelle antiche, solo le forme cambiano a seconda dei materiali, delle funzioni, dello stadio raggiunto dalla tecnica. Il bello non sta negli elementi decorativi, bensì nella forma archetipa pura, piena di significato e sincera, nella semplicità, nell'omissione e nel rifiuto di ogni arbitrio, ogni casualità, ogni moda. Ciò che oggi è in voga poi decade e scompare: il semplice, il vero permane. (...) I ponti testimoniano della risolutezza degli uomini nel perseguire le loro mete: ponti belli grazie ad una volontà di bellezza. Così essi diventano opere di cultura e di utilità.

(P. Bonatz, F. Leonhardt, *Brücken*, Langewiesche, Königstein im Taunus 1951, pagg. 3,8)

(F. Schumacher, *Strömungen in Deutscher Baukunst seit 1800*, 1935, Seemann, Köln 1955, pagg. 82, 171)

I ponti della Nuova Mosca

B.P. Michajlov

Mosca-Porto

Quando nel 1930 nei giornali di Mosca apparvero i primi articoli nei quali si sviluppava l'idea della creazione del Porto di Mosca, collegato attraverso una serie di canali ai mari settentrionali e meridionali, persino il lettore più smaliziato, sotto i cui occhi erano stati realizzati i grandiosi giganti industriali del quinquennio di Stalin, avrebbe inteso quest'idea come un sogno seducente, nato dalla ricca fantasia dell'autore, sogno la cui realizzazione sarebbe stata possibile solo in un futuro lontano. Poco tempo è passato e i bolscevichi hanno reso possibile la realizzazione del grandioso piano per la creazione di Mosca-Porto dei cinque mari. I sogni sono diventati realtà concreta ed effettiva. (...)

La costruzione del Canale Mosca-Volga ha garantito la possibilità di attraversare la città con un sistema di vie d'acqua interne. Il Piano generale di ricostruzione di Mosca ha contemplato la definizione di due anelli d'acqua, il primo dei quali andrà dal serbatoio idrico Kljaz'minskij, attraverso il Parco Izmajlovskij, Tekstil'skij, Južnyj port [Porto meridionale] presso Kužuchovo e più avanti, lungo la Moscova, verso il serbatoio idrico di Chimki; il secondo, all'interno della città, si otterrà grazie alla costruzione del Canale interno settentrionale che collegherà il serbatoio idrico di Chimki, attraverso il fiume Jauza, fino alla Moscova. Dal Severnyj port [Porto settentrionale] i grossi battelli del Volga proseguiranno, lungo il canale nei pressi di Chimki, per la Moscova sino al Porto meridionale.

Grandi navi arriveranno al Porto di Mosca sia da nord che da sud, da Leningrado e Arcangelo, dal Volga e dal Don. (...) L'imponente navigazione da carico seguirà, nel sistema idrico della Nuova Mosca, la via più breve, definitasi con l'eliminazione delle anse della Moscova mediante una serie di canali: Choroševskij, Karamyševskij, Dorogomilovskij e Andreevskij. La costruzione di un nuovo e più alto argine sulla Moscova presso Pererva e l'annullamento dell'argine Bab'egorodskij creeranno, per tutta la lunghezza del fiume e dei canali che eliminano le anse, un comune specchio d'acqua largo 120 metri. La necessità per i grandi battelli passeggeri di attraversare da una parte all'altra la città ha reso indispensabile la ricostruzione di una serie di ponti già esistenti e il loro innalzamento a una quota superiore. Oltre a ciò, gli interventi previsti dal Piano di Mosca hanno richiesto l'edificazione di una serie di nuovi ponti. In tal modo si è delineato un grandioso programma di costruzione di ponti, formulato nel seguente modo dalla delibera del Comitato Centrale del PCUS Il Piano generale di ricostruzione della città di Mosca: Per migliorare il collegamento fra i quartieri situati su entrambe le sponde della Moscova e per garantire ai grandi battelli del Volga la possibilità di passaggio attraverso la Moscova, è necessario costruire nell'arco di un decennio undici nuovi ponti alla stessa quota del Ponte Borodinskij (sino a 8,6 m di altezza sul livello dell'acqua, a fronte di 120 m di larghezza) e ricostruire tre ponti innalzandoli allo stesso livello. Degli undici ponti indicati bisogna costruire, verso l'inizio del 1938, quattro nuovi sulla Moscova, in sostituzione di quelli ora esistenti — Bol'soj Kamennyj, Krymskij, Moskvoreckij e Krasnocholmskij —, più tre sul canale di derivazione Malyj Kamennyj, Čugunnyj e Malyj Krasnocholmskij. Per quella stessa data dovremo soprallevare i ponti esistenti sulla Moscova: Ustinskij, Novospasskij e il Ponte M.-B.-B. z. d. In nuove località costruiremo i seguenti ponti; quello da Lužniki alle Colline Lenin con il viadotto di collegamento fra l'attuale territorio urbano, attraverso Lužniki, e le nuove aree sud-occidentali; due ponti sulla Moscova e sul canale di derivazione per il prolungamento del viale circolare dal Palazzo dei Soviet all'Oltre Moscova; un ponte sulla Moscova per il congiungimento del Quartiere Proletarskij con il Kirovskij; un ponte in sostituzione dell'attuale Danilovskij, che è in legno, nei pressi della Fabbrica Stalin. Costruiremo i viadotti Krestov-



Schema idrico del territorio di Mosca: 1. Canale Choroševskij; 2. Canale Karamyševskij; 3. Canale Dorogomilovskij; 4. Canale Andreevskij; 5. Porto Meridionale; 6. Canale Orientale; 7. Porto Settentrionale; 8. Serbatoio idrico Ickinskoe; 9. Serbatoio idrico Chimkinskoe; 10. Serbatoio idrico Schočenskoe.

kij, Ostapovskij, Mit'kovskij e Leningradskij. La costruzione del Viadotto Krestovskij deve essere ultimata nel 1938. (...)

Particolarità della composizione architettonica dei ponti urbani

I nostri ponti urbani non sono solo costruzioni utilitaristiche, destinate al passaggio del traffico cittadino. Il ponte vive la stessa vita della città. Dal momento che al pari delle arterie cittadine e delle piazze costituisce una delle principali componenti della città, il ponte è un luogo dal quale si apre un meraviglioso spettacolo. Nei giorni di Festa nazionale i ponti spesso vengono inclusi nelle luminarie cittadine che riflettendosi nell'oscurità notturna del fiume aumentano ancor più lo scenario di bellezza. Interminabili colonne di manifestanti nei giorni del 1° Maggio e del 7 Novembre si muovono per le arterie cittadine con bandiere sventolanti. A questo proposito è particolarmente importante e degno di nota il ruolo del nuovo Ponte Moskvoreckij, sul quale, uscendo dalla Piazza Rossa, transitano le possenti colonne delle manifestazioni dei lavoratori della Capitale sovietica.

I ponti appartengono alle costruzioni più ragguardevoli della città. La vista sul ponte si apre anche dal fiume, dalla riva e dal lato del piano stradale carrozzabile. E per interpretare correttamente il ruolo della forma architettonica dei ponti urbani è necessario considerare tutti i possibili punti di vista e mirare alla creazione di una struttura, che, osservata da qualsiasi punto, dovrà fornire un magnifico spettacolo. (...) E come negli edifici abbiamo l'architettura delle facciate e degli interni, così anche nell'architettura dei ponti è indispensabile innanzitutto prendere in considerazione due fondamentali prospettive: la veduta dal fiume e la veduta dal piano stradale del ponte. Terzo, e non meno significativo, punto di vista è la veduta da riva che, a differenza della relativa frontalità dal fiume, offre solitamente una veduta prospettica del ponte nel suo sviluppo con la sovrapposizio-

ne delle due parti componenti. Questa veduta in particolare è la cartina di tornasole che rivela l'integrità della composizione architettonica del ponte. (...)

Uno dei requisiti fondamentali nell'architettura dei ponti è di armonizzarla con l'ambiente urbano. Il ponte non solo deve suonare all'unisono con gli edifici e le strade circostanti, ma può e deve portare una sua propria nota nella comune armonia; deve inoltre contenere anche gli elementi di consonanza con ciò che lo circonda, altrimenti non potrà formare con la città e la natura un'unità d'insieme e inserirsi nell'armonia complessiva. In che modo può essere raggiunta questa consonanza? Il più semplice mezzo di inserimento nell'insieme urbano è l'omogeneità del materiale utilizzato. I ponti di pietra, più di qualsiasi altra cosa, sono in sintonia con la città di pietra. Di ciò ci persuade la gran quantità di antichi ponti in questo materiale, gettati sui fiumi che scorrono fra le rive petrose a Roma, Firenze, Venezia e in altre antiche città d'Europa.

Tuttavia l'unità ottenuta con l'omogeneità del materiale può risultare troppo elementare e l'applicazione di questo metodo solo raramente è possibile. È inevitabile che i ponti metallici, a causa del loro materiale costruttivo, si differenzino nettamente dall'ambiente circostante. Ma se non sempre è possibile arrivare all'inserimento armonico della struttura nell'insieme grazie all'omogeneità del materiale, è sempre possibile arrivare con l'unità formale o, più precisamente, mediante l'unità stilistica fra la struttura del ponte e l'architettura urbana circostante. L'unità formale del ponte e della città si basa su un'unità d'immagine che dà corpo a questo o quel contenuto sociale, riflesso dello spirito e delle aspirazioni di un'epoca. Il maestoso insieme delle parti centrali della città esige ponti essenziali, monumentali, le cui forme sono arricchite da un'accurata elaborazione dei dettagli. (...)

Le forme della costruzione devono sembrare vive. La secchezza delle forme geometriche può essere

significativamente ridimensionata dalla scelta dei dettagli della struttura e dalla elaborazione delle sue superfici. In questa relazione un ruolo significativo, ad esempio nel caso dei ponti massicci, spetta al rivestimento, che dà la possibilità di vivificare la forma conferendo a tutti gli elementi eterogenei della costruzione un'unica veste. Nei ponti metallici il rivestimento ha un ruolo secondario; d'altra parte questi ponti soffrono di una certa asciuttezza formale. Può essere di ausilio uno studio approfondito delle linee delle strutture portanti, e l'elaborazione del profilo: ciò assume un valore determinante nei ponti metallici ad arco, che si stagliano, generalmente, sullo sfondo del cielo o dell'acqua. Il problema può essere risolto solo se ancor prima di scegliere lo schema costruttivo si sia immaginata la linea complessiva del ponte. (...)

La soluzione esteticamente più corretta nelle zone centrali della città, dove il ponte non deve mascherare edifici urbani, è costituita dall'adozione di ponti ad arco a percorribilità superiore. Nelle zone periferiche ad urbanizzazione più rada è ammessa la soluzione di ponti a percorribilità inferiore: in periferia, infatti, il ponte non è così rigidamente subordinato alla città costruita e un ruolo determinante spetta qui agli elementi naturali, i giardini, i parchi, i viali. Per questo la concezione del ponte, fin qui descritta, può introdurre diversità nel paesaggio, senza sminuirne il valore, in particolare nel caso in cui le linee del ponte siano pittoresche. (...)

Il ponte è, insieme alla piazza, il luogo pubblico per eccellenza. Vi si intersecano due direzioni spaziali: l'asse stradale e l'asse del fiume intersecato dal ponte. Entrambe queste direzioni devono essere distintamente avvertite dall'osservatore, e se domina l'asse del ponte, occorre comunque dar rilievo all'altra linea direzionale con un'opportuna composizione architettonica del piano stradale. Inoltre si avvertirà pienamente la dimensione principale, la lunghezza del ponte, solo dopo che l'estensione del suo percorso sia stata marcata da segni disposti su ambo i lati dell'intero impalcato, così da ritmare lo spazio lungo il quale si muovono macchine e persone. (...) La soluzione migliore per i ponti ad arco si ottiene accentuando le pile e disponendo forme scultoree a ogni terzo delle arcate. Il ritmo così ottenuto è battuto e compiuto dai possenti gruppi scultorei collocati all'ingresso del ponte. (...) Tuttavia una simile disposizione degli elementi ritmici è possibile solo nei ponti a più arcate. Quando il ponte invece scavalca il fiume con una sola luce, come avviene nei nuovi ponti sulla Mosca, la disposizione delle unità ritmiche deve essere più frequente e la soluzione compositiva dell'impalcato può essere raggiunta con molte varianti, per esempio collegando il ritmo dei gruppi scultorei col ritmo generale e col movimento delle forme del ponte complessivamente. Non dobbiamo considerare legge generale lo schema distributivo delle battute ritmiche sopra indicato. Il ponte si compone architettonicamente prendendo in considerazione ciò che lo circonda, e spesso si può raggiungere una felice unione con il luogo circostante adottando altri metodi compositivi. Non raramente si pone la necessità di spezzare la simmetria, in modo che essa non risulti eccessivamente monotona. (...) Inserendo nella composizione monumentale un elemento pittoresco, noi conferiamo vitalità alla costruzione, la rendiamo irripetibile. Da questo punto di vista è meglio risolvere le forme che chiudono il ponte e ne costituiscono gli ingressi, individuando per ognuna di esse quell'aspetto particolare che meglio stabilisce la continuità con l'intorno dell'una o dell'altra riva.



1



2



3



4



5



6

B.P. Michajlov, *Mosty novoj Moskvj, Arhitektura i konstrukcija*. (I ponti della Nuova Mosca. Architettura e costruzione). Izdatel'stvo Vsesojuznoj Akademii Arhitektury, Mosca 1939, pagg. 3-15 (trad. S. Marzagalli e P. Boratto).

Mosca: 1. V.M. Vachurkin, G.P. Gol'c, D.M. Sobolev, Progetto per il Ponte Bol'soj Ust'inskij, 1938. 2. I. Ja. Kolli, Progetto per il Ponte Bol'soj Kamennyj, 1938. 3. V.A. Šuko, V.G. Gel'frejch, M.A. Minkus, Progetto per il Ponte Bol'soj Kamennyj, 1938. 4. A.V. Šusev, Ponte Moskvoreckij, 1938. 5. A.V. Vlasov, B.P. Konstantinov, Progetto per il Ponte Krymskij, 1938. 6. V.M. Vachurkin, V.D. Kokorin, Ponte Bol'soj Krasnoholmskij, 1938.

Italia XVIII secolo: ponti-monumenti e lunghe diramazioni



1



5



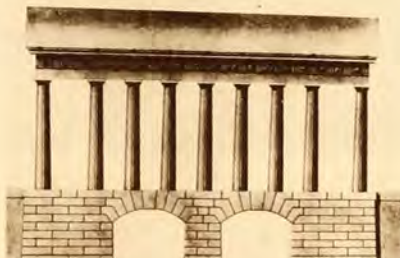
2



3



4



6



7

L. Vanvitelli, Acquedotto Carolino tra la Reggia e nuova città di Caserta e Napoli, 1752-64; 1. Schema territoriale; 2. Prospetto del tratto nella Valle dei Monti Tifaia; 3. G. Piermarini, "Ricostruzione immaginaria

di un antico porto con due ponti", Roma, 1764; 4. G. Pistocchi, Ponte sul Ticino dedicato a Napoleone, 1810 c.; 5. L. Cagnola, Orto botanico con istituti scientifici, alla Porta Nuova, Milano, 1810; 6. L. Cagnola, Proget-

to di ponte sul Redefosso per la Porta Nuova, Milano, 1810 c.; 7. H. Labrousse, "Ponte destinato a congiungere Francia e Italia", 1829.

Il viaggio attraverso l'architettura italiana del Settecento [rivela che vi è] per la prima volta e senza forzatura, un comune carattere italiano, abbastanza ristretto nei confini di un territorio ancora diviso in Stati: regioni separate, legate anche direttamente a potenze straniere, percorse da scambi fitti ed intensi, quasi al di sopra delle differenze politico-amministrative, dentro alle tradizioni locali, convertite, per diverse vie, ad una serie di interessi caratteristici, proprio per le comuni diversità. (...) Quel momento italiano è tuttavia specifico, in un contesto forse per la prima volta europeo: tutte o quasi le connessioni interne fra le diverse culture regionali italiane, si rispecchiano infatti come contributo unitario, rispetto alle altre culture nazionali-regionali europee. (...) L'innovazione classicistica, già attuale in Italia nella seconda metà del Settecento, sarebbe parsa evidente, assieme alle prime proposte eclettiche, solo in rapporto ai temi di fondo della nuova civiltà industriale (1).

Roma e l'Accademia di San Luca sono l'epicentro di consolidamento di una "lingua unitaria", fondata su Classicismo e Razionalismo (2), il luogo della sua irradiazione nazionale e sovranazionale. Infatti se si facesse un attento censimento e una relativa analisi dell'incidenza sul terreno culturale romano di numerosi concorrenti stranieri, e specialmente francesi, si vedrebbe che il clima romano tra la metà del secolo XVIII e gli anni della Rivoluzione è, grazie alle condizioni di relativa pace interna, il più idoneo a

maturare quegli stessi fermenti «visionari» che hanno reso tanto emblematica l'architettura francese degli ultimi anni del secolo. La culla della architettura «rivoluzionaria» sembra essere stata più Roma che Parigi (...). [L'Accademia] consentiva un confronto davvero vasto per quei tempi, e certo il meno provinciale che fosse disponibile a livello europeo, per quella particolarissima connotazione cosmopolita e «neutrale» che Roma aveva assunto nel secolo dei lumi, e che perse inesorabilmente dopo il turbine napoleonico (3).

Proclamata Milano capitale del Regno d'Italia nel 1805, Napoleone promuove un disegno imperiale europeo che si fonda su un riassetto totale del sistema infrastrutturale, dei ponti, delle strade e delle vie d'acqua. È noto quale affidamento facesse l'imperatore sulla capacità dei tecnici usciti dalla Ecole Polytechnique e dalla Ecole des Ponts et Chaussées (spesso contemporaneamente suoi giovani ufficiali) per realizzare in concreto questa ristrutturazione. Milano è il polo centrale di tutti i progetti infrastrutturali dell'epoca, dalla via del Sempione verso il lago di Ginevra (decisa nel 1797), decretata da Napoleone il 7 settembre 1800, costruita e inaugurata, insieme al valico, nel 1806, ai collegamenti con Parigi attraverso Monginevro e Moncenisio, ai potenziamenti dei navigli di Paderno e di Pavia, alla strada Vercellina e ai nuovi ponti sul Ticino, Adda e Mincio (4). Questi progetti, tra cui quelli di Luigi Cagnola e Giuseppe Pistocchi,

pur rientrando nel disegno napoleonico, si innestano sul precedente programma riformatore per Milano moderna, promosso da Maria Teresa d'Austria e avviato da Giuseppe Piermarini sullo scorcio del Settecento. Infatti, la valenza del contesto milanese oltrepassa quella dell'ideologia napoleonica: la Porta Nuova di Cagnola apre, partendo dal caposaldo urbano dell'Accademia di Brera, all'espansione foranea verso un campus di istituzioni scientifiche e culturali. Il progetto di Labrousse per un Ponte destinato a unire la Francia all'Italia, eseguito nel 1829 presso l'Accademia di Francia a Roma (5), chiude il circuito propulsivo internazionale dei Lumi e del Classicismo, già risolti con la Restaurazione del 1815, e si colloca in allusivo distacco dal tipo unificato dei Ponts et Chaussées.

In Italia, i ponti registrano ora il carattere ancora frammentario dell'unificazione nazionale, configurata per integrazione di città-capitali, città-emporio, città-stato prima e sovrapposizione di modelli omologanti poi, dove latente rimane la contraddizione fra iniziativa municipale e potere centrale.

(1) In R. Gabetti, *Architettura italiana del Settecento*, in AA.VV., *Storia dell'arte italiana*, Einaudi, Torino 1982, vol. 6, tomo II: *Settecento e Ottocento*, passim.

(2) Cfr. R. Wittkower, *Arte e architettura in Italia. 1600-1750*, Einaudi, Torino 1972, in part. su Vanvitelli.

(3) In P. Marconi, *Nota introduttiva*, in *I disegni di architettura dell'Archivio storico dell'Accademia di San Luca*, a cura di P. Marconi, A. Cipriani, E. Valeriani,



1



2



3



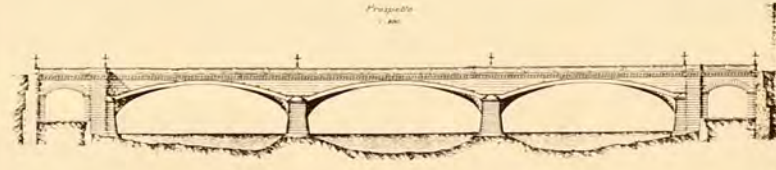
4



8



5



6



7

Torino: 1. C.Y.J. La Ramée Pertinchant, Plan general de Turin, 1808 c.; 2. 3. C.Y.J. La Ramée Pertinchant, Ponte in pietra sul Po e Piano per il Cours Imperial di immissione al Ponte, 1808; 4. C. Mosca,

De Luca, Roma 1974, pagg. XI-XII.

(4) In L. Patetta, Architettura e spazio urbano in epoca napoleonica, in AA.VV., L'idea della magnificenza civile. Architettura a Milano 1770-1848, Electa, Milano 1978, pag. 22.

(5) Cfr. AA.VV., The Architecture of the Beaux-Arts, a cura di A. Drexler, Secker & Warburg, London 1977.

Il ponte in pietra che valica il fiume in dirittura alla Contrada di Po, già asse portante del secondo ampliamento seicentesco di Torino, fu costruito per decreto di Napoleone tra il 1808 e il 1814; esso costituisce a un tempo il più antico tra i ponti esistenti a Torino e la prima opera che si possa legittimamente definire di 'architettura moderna' della città, per tipologia, per destinazione d'uso, per formatività territoriale, per concezione di progetto e procedimenti di costruzione. Al tempo della sua realizzazione, costituiva inoltre l'ultimo attraversamento stabile del Po fino al suo delta, di cui potesse in ogni stagione essere garantita l'agibilità, qualificando la "Grande Route de 2.e classe n. 99 de Turin à Naples par Alexandrie et Parme", che assicurava, grazie anche al nuovo tracciato della strada del Colle del Moncenisio realizzato dal Corps negli anni immediatamente precedenti, il collegamento tra Parigi e Roma. Il ponte svolgeva inoltre una importante funzione locale, connettendo la città alla sua collina, fittamente popolata di insediamenti e 'vigne' di villeggiatura. (...) Con il decreto di Napoleone del 4 messidoro dell'anno

VIII (23 giugno 1800) è imposta la demolizione delle fortificazioni di Torino; la città apre al territorio le prospettive dei suoi assi rettori (...). Come gli altri interventi del Corps in Piemonte, il ponte costituì un'importante occasione di esperienza per la cultura tecnica locale, fino ad allora impostata su una stretta continuità con la tradizione, di nuove tecnologie e nuovi ruoli professionali (...).

La successiva generazione di ingegneri piemontesi, primo tra i quali il 'polytechnicien' Carlo Mosca, dimostrerà nei ruoli, nelle metodologie e nelle tecniche di progettazione di avere assimilato la loro esperienza. (...) Pur collocato, a quel tempo, ancora nel foraneo, il ponte si allinea in protendimento dei tracciati urbani, tagliando gli insediamenti dei sobborghi. Analogamente all'esempio del ponte di Neuilly, tale proiezione nel territorio della struttura urbana non tardò a divenire asse retto della successiva espansione della città. (...) Lo spazio tra il piazzale di testata del ponte e il prospetto del nucleo edificato dell'antica Torino sarebbe stato sistemato secondo i precetti di Marc Antoine Laugier per "la plus belle entrée de ville qui se puisse imaginer" (1).

Dopo la formazione del nodo ambientale del ponte napoleonico, il secondo affaccio alla città sul Po si realizzò con la costruzione nel 1840 del ponte sospeso a gomeni di fili di ferro in asse al corso del Re (oggi Vittorio Emanuele II). (...) Fra queste due opere, si colloca l'altro impegnativo intervento di costruzione dell'affaccio della

sito dell'attuale Ponte Umberto I, 1900 (per il progetto costruito di V. Micheli e E. Ristori, qui pag. 26); 8. UTM, Piano unico regolatore e di ampliamento della città, 1906.

città sui propri fiumi nella prima metà dell'Ottocento, costituito dall'attraversamento della Dora in prosecuzione del tratto urbano della Strada d'Italia (Via Milano). Anche qui, la decisione del programma discendeva dal decreto napoleonico del 1807 (2).

I tre ponti preunitari si radicano in una consolidata tradizione di ingegneria urbana e territoriale, ripresa in periodo napoleonico e confermata con la riconversione della città da illuminata capitale reale a capitale industriale, allorché il centro governativo dello Stato unificato si trasferisce in Roma. Il Ponte sulla Dora è una porta verso l'espansione produttiva a nord-est (ampliata poi a sud-ovest). I ponti sul Po avevano la tracimazione della compagine urbana ottocentesca, destinata al terziario e alla residenza borghese, estesa sulle pendici collinari Oltrèpo. Il Ponte monumentale provvisorio sul Po elevato per l'Esposizione Internazionale del 1911 (parallela a quella di Roma, per il cinquantenario dell'Unità) determina nell'area del Castello del Valentino, già destinata a funzioni espositive-culturali dal 1884, una testa di ponte che gravita sul centro urbano.

(1) In L. Re, La costruzione del Ponte napoleonico sul Po a Torino (1808-1814), relazione al Convegno Villes et territoire pendant la période napoléonienne, tenutosi all'Ecole française de Rome, maggio 1984 (Atti in corso di pubblicazione).

(2) In L. Re, La costruzione del paesaggio fluviale

Venezia: discontinuità naturale e continuità artificiale



1



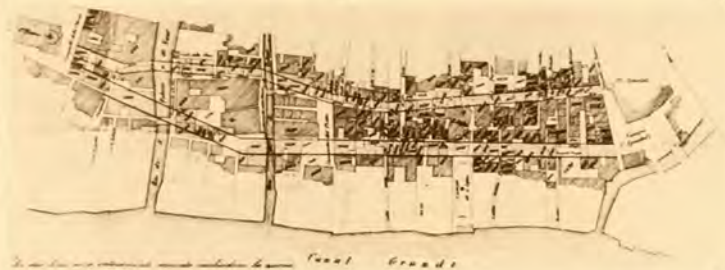
2



3



4



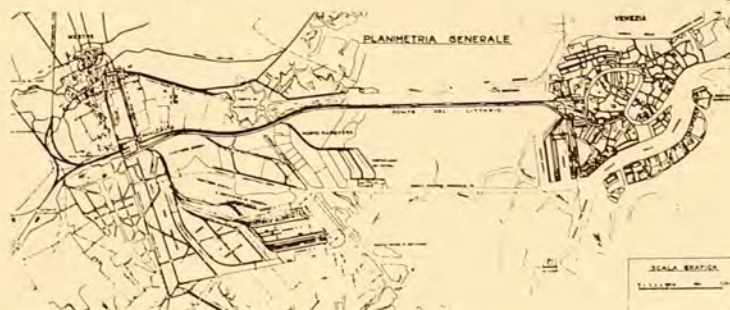
5



6



7



8

Venezia: 1. G. Salvadori, Riforma del Ponte Cà Donà, 1827; 2. G. Salvadori, Progetto di Ponte alla Carità, 1843; 3. A. H. Neville, Ponte dell'Accademia alla Carità, 1852; 4. G. Jappelli, Progetto per Entrepôt commerciale

come opera di architettura urbana, in Politecnico di Torino - Dipartimento Casa-Città, Beni culturali ambientali nel Comune di Torino, Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, 1984, pagg. 736-742.

Già il progetto palladiano per il Ponte di Rialto con doppio sistema di piazze (qui pag. 21) si propone di incidere sulla morfologia insulare della città-emporio in crisi: all'equivalenza e articolazione insediative si sovrappongono la gerarchia e la continuità propria all'urbanistica di terraferma.

D'altra parte il disegno napoleonico per Venezia-testa di ponte sull'Adriatico (in concorrenza con il porto di Trieste asburgica) ripropone il quesito sul ruolo strutturale della città che nell'Ottocento si sviluppa attorno alla contraddizione tra "fronte a mare" e "fronte a terra". Occorre tener presente innanzi tutto la vicenda princeps sotto ogni punto di vista dell'economia e dell'urbanistica veneziana degli anni [1840], il ponte translagunare della ferrovia Venezia-Milano e quanto di effetti immediati e indotti esso già andava causando: il rivolgimento completo dell'asse portante di tutto l'equilibrio cittadino, passando il centro d'interesse della città dal Bacino di S. Marco alla testa Nord di Cannaregio (...) [con il conseguente] spostamento della direzione a mare a favore di quella a terra (1). Il sinergico rapporto dei due fronti stabilitosi nel Settecento sullo scambio fra isola e arrière pays veneto, incentrato sul sistema policentrico delle

villie produttive, si raccorda dunque ad una scala tutta lagunare, adeguata alla città capitalistico-borghese ottocentesca: un ciclo che si conclude con la creazione del polo industriale-portuale di Marghera (1917-47) e il depauperamento delle aree produttive-commerciali a mare dell'Arsenale e del sistema Giudecca-Dorsoduro.

La "resistenza" a questo processo è simbolicamente riassumibile in due episodi. Da un lato il progetto di Giuseppe Jappelli per un Entrepôt sulla Giudecca con prolungamento della ferrovia fino al Bacino di S. Marco (per altro da più parti e già in precedenza proposto): ora che per i mutati mezzi di navigazione torna a rivolgersi il commercio pel mediterraneo, che tutte le strade di ferro del Nord già costruite e da costruirsi, s'avviano verso l'estremità settentrionale dell'Adriatico (...), non sarà al certo una vana speranza ma una giusta e ragionevole previsione quella che ci fa credere possibile il miglioramento della nostra condizione commerciale (2). Dall'altro, il secondo attraversamento sul Canal Grande con il Ponte dell'Accademia costituisce quel "polo di interesse" in grado di sottrarre a Cannaregio le attenzioni degli operatori economici evidentemente poco propensi a investire a Dorsoduro e nel tentativo di rivitalizzare, convertendo e bonificando in termini nel complesso poco gravosi il mercato immobiliare e l'attività produttiva di tutta l'area; il lavoro, l'interesse, la stessa facilità di comunicazioni legate al nuovo

O. Bisanna, Concorso per il nuovo Ponte dell'Accademia, 1930; 8. Sistema Venezia-Mestre-Marghera dopo lo spostamento del porto in terraferma e il raddoppio autostradale del ponte ferroviario translagunare, 1933.

ponte potevano in effetti sperare di costituire un fattore di freno al progressivo spostamento dell'asse cittadino. (...) Restituendo poi al bacino di S. Marco il ruolo di accentrimento della vita e della configurazione urbanistica funzionale economica e culturale della città si sarebbe riproposto — aggiornato e potenziato — il vecchio equilibrio: al ponte della Carità sarebbe toccato la parte, delicatissima in questo caso, di raccordo pedonale e "stabile" tra il centro civico "storico" e il nuovo, in tal modo vicinissimo, polo commerciale marittimo e ferroviario (3).

(...) Evidente [è l'] equivoco di voler portare sul tessuto veneziano, che dall'origine aveva spontaneamente smistato i suoi traffici, un problema di dimensionamento delle strade e di allineamenti rettilinei, tipico della terraferma — ed estraneo alla sua struttura (4). Le due generazioni ottocentesche dei ponti ristrutturati o costruiti ex novo in seguito all'interamento di numerosi rii, penalizzando le comunicazioni per acque interne alla compagine veneziana, facilitano itinerari pedonali che segnalano il raggio ormai urbano delle nuove relazioni: la prima generazione, classicheggiante, del decoro borghese, la seconda, floreal-goticheggiante, del decoro industriale.

Del resto, quanto affermava Carlo Cattaneo nel 1841 sull'attestamento in Venezia del Ponte ferroviario translagunare vale ancora a proposito del suo raddoppio autostradale (1930-33) e della realizzazione del Piazzale Roma: E Vene-



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10

Roma: 1. G. Valadier, Piazza foranea al Ponte Milvio ristrutturato, 1805 c.; 2. Tracciato del Ponte Vittorio Emanuele II, 1893; 3. G. Calderini, Case per impiegati ai Prati di Castello, 1906; 4. E. Sanjust, PRG, 1906-09;

5. A. Brasini, Progetto per il Quartiere Flaminio; 6. Esposizione Internazionale a Valle Giulia e a Piazza d'Armi con il nuovo Ponte Risorgimento, 1911; 7. E. Del Debbio, Piano per il Foro Mussolini con nuovo

ponte sul Tevere, 1928-33; 8. UTC, Ponte Umberto I, 1895; 9. F. Hennebique, Ponte Risorgimento, 1911; 10. E. Del Debbio, Progetto concorso per il Ponte dei Fiorentini, 1940.

zia rimarrà ancora nel verginale isolamento in cui nacque; e il ponte, che rispettoso si arresta al margine della sua circonvallazione, non introdurrà in riva al Canal Grande i carri e le carrozze, che di passo in passo inoltrandosi, imporrebbero ben tosto di spianare le curve dei suoi ponti, e sotterrare le sue vie d'acqua (5).

- (1) In G. Romanelli, *Venezia Ottocento*, Officina, Roma 1977, pag. 219, 267.
- (2) In G. Jappelli, *Progetto per un Entrepôt Commerciale*, appendice in Romanelli, cit., pag. 555.
- (3) In Romanelli, cit., pagg. 219-220.
- (4) In E. Trincanato, *Venezia nella storia urbana*, in *Urbanistica*, n. 52, gennaio 1968.
- (5) In C. Cattaneo, *Di vari scritti intorno alla strada ferrata da Milano a Venezia*, 1841, ora in *Scritti sulla Lombardia*, Ceschina, Milano 1971, vol. II, pag. 208.

Già nelle lotte risorgimentali l'aspirazione a Roma era stata un elemento di coesione, di forza, di stimolo rivoluzionario, trascendente di gran lunga la realtà materiale di quel modesto centro urbano. In seguito la conquistata capitale continuò ad esser vista come simbolo intangibile dell'unità patria. (...) Il modo di formazione dell'unità nazionale e di svolgimento della rivoluzione borghese in Italia portava inevitabilmente a ciò. La capitale politica non era e non riuscì mai a diventare il cuore pulsante, il centro attivo del paese. Il paese anzi, accentrato nella forma, era profondamente viziato da uno squilibrio regionale, nel quale non vi era posto per la città

tiberina se non come luogo di tentate mediazioni e di cauti avvicinamenti (1). Il Tevere fornisce un paradigma naturale di interpretazione dei modelli di espansione per la Capitale, delineatisi nel conflitto fra coalizioni governative e interessi municipali. Al progressivo decadere di un'ipotesi di "città produttiva" (il ruolo commerciale del fiume, l'irregimentazione delle acque con la bonifica delle campagne, la previsione del porto di Roma a Ostia) (2) fa riscontro la costruzione della "città rappresentativa": quella Terza Roma impostasi sulla città antica e papale per poli terziari, sventramenti, tessuti urbani speculativi. Il restauro del Ponte Milvio e la creazione del piazzale alberato a raccordo delle tre vie consolari foranee Cassia, Flaminia, Trionfale su progetto di Giuseppe Valadier nel 1805, dava avvio alla "nobilitazione" del tratto interno di Via Flaminia da Piazza del Popolo al Ponte, principale accesso interno di Roma e più bella porta della Città (3). Ma più che proiezioni foranee, i ponti romani si configurano come vettori di urbanizzazione introflessa: ad un secolo di distanza si delineava un disegno di ristrutturazione edilizia dei nuovi lungoteveri, di sostituzione delle sponde "naturalistiche" preesistenti con un tema di grande respiro urbano: il corso del Tevere come promenade rappresentativo-monumentale, come grande strada di rappresentanza (4). A partire dai Borghi Vaticani e da Castel S. Angelo si susseguono

i capisaldi monumentali di una ipotizzata città policentrica che si sovrappone al PRG di Sanjust del 1906: dal Palazzo di Giustizia di Calderini in affaccio sul Ponte Umberto I ai progetti, ancora di Calderini, per i quartieri di abitazione ai Prati di Castello raccordati dai ponti Cavour e Regina Margherita; dal sistema Piazza d'Armi-Valle Giulia con il Ponte Risorgimento per l'Esposizione del 1911 alla "visione" di Brasini per la Via Flaminia con il doppio ponte monumentale (in luogo del Milvio), fino al Foro Mussolini con il Ponte Duca d'Aosta. Per altro verso, nel disegno centralistico per la città riordinata sulla maglia viabilistica, il ponte registra la contraddizione tra regime morfologico consolidato e regime di mobilità indotto: al Ponte Vittorio Emanuele (1895), irrisolto attraversamento sulla linea Via Nazionale-Corso Vittorio Emanuele (sventramento nel Quartiere Rinascimento)-Borghi vaticani, si affianca il Ponte dei Fiorentini (1940) come penetrazione e alleggerimento sulla linea della suburbana Aurelia-Vaticano-Corso Vittorio Emanuele. [Nel progetto di concorso per il Ponte dei Fiorentini] si è inteso fare opera architettonica rispondente, pure senza riferimenti obiettivi, all'ambiente della Roma rinascimentale. Si è esclusa la soluzione ad arcata unica per ragioni architettoniche (in rapporto all'ambiente circostante); economiche, autarchiche; per la velocità esecutiva; ecc. Un ponte ad una sola arcata situato fra una sequenza ininterrotta di 7 ponti a

Italia unitaria: flussi regionali e flussi nazionali



1



2



3



4

1. Ponte ferroviario a Moncalieri sulla linea Torino-Asti, 1853. 2. Ponte ferroviario sull'Adda e sul Muzza della Strada Ferrata Lombardo-Veneta, 1857; 3. Viadotto ferroviario di Sant'Anatolia sulla Roma-Velletri, 1862; 4. Parenti, Schaken, Caillet, Viadotto ferroviario sul Po a Piacenza, 1862; 5. Carta della

monte e 7 a valle, tutti a luci multiple, sarebbe stato poi del tutto ingiustificato dal punto di vista idraulico (5): Del Debbio tace, nella sequenza, l'anomalia tipologica del Ponte Risorgimento, a campata unica, di Hennebique. Più che di pertinenza contestuale, i concorsi per i ponti del 1940 (tra cui quello dei Fiorentini) sono occasione per trattare di gerarchie formali per la città: retorica storicista nel centro, economia modernista nella periferia di nuova espansione.

(1) In A. Caracciolo, *Roma capitale. Dal Risorgimento alla crisi dello Stato liberale*, Rinascita, Roma 1956, pag. 276.

(2) Cfr. Caracciolo, *cit.*

(3) In P. Marconi, *Giuseppe Valadier*, Officina, Roma 1964, pagg. 151, 152.

(4) In A. Terranova, *Architettura e urbanistica per Roma capitale*, in *Controspazio*, a. IV, n. 9, settembre 1972.

(5) In Quattro concorsi appalto per ponti sul Tevere a Roma, in *Architettura*, a. XIX, fasc. II, febbraio 1940.

È vero che qui si tratta d'una strada che conduca velocemente da Milano a Venezia e non d'una strada che vada a battere alle porte di tutte quante le città. Ma è vero altresì che a circostanze eguali, dobbiamo sempre preferire quella linea che produce maggior numero di faccende; perché lo scopo non è tanto di passar velocemente quanto di rendere lucrosa codesta velocità. Le nostre città non sono solamente la fortuita sede d'un maggior numero d'uomini, di negozi, d'officine

1857; 3. Viadotto ferroviario di Sant'Anatolia sulla Roma-Velletri, 1862; 4. Parenti, Schaken, Caillet, Viadotto ferroviario sul Po a Piacenza, 1862; 5. Carta della

e di un più grosso deposito di derrate. (...) Le nostre città sono il centro antico di tutte le comunicazioni di una larga e popolosa provincia; vi fanno capo tutte le strade, vi fanno capo tutti i mercati del contado, sono come il cuore nel sistema delle vene; sono termine a cui si dirigono i consumi, e da cui si diramano le industrie e i capitali; sono un punto d'intersezione o piuttosto un centro di gravità che non si può far cadere su di un altro punto preso ad arbitrio (1). Su tali premesse "municipali" Cattaneo indica per la Strada ferrata ferdinandea il tracciato collettore per Milano, Brescia, Verona, Vicenza, Padova, Venezia, destinato ad innervare bacini già strutturati produttivamente: Padovani e Veneziani a cagion d'esempio hanno mille volte ragione d'andarsi a trovare che Istriani e Piemontesi. (...) Due sole delle nostre città ebbero bisogno di ampliare il loro circuito: Torino e Trieste (2). (...) ha un buon fondamento la previsione del grande sviluppo che le strade ferrate raggiungeranno in questo paese. In pochi anni la Valle del Po sarà attraversata in ogni senso da un vasto sistema di ferrovie che, estendendosi in direzione della Francia attraverso la Savoia e verso i paesi tedeschi per la via di Trieste, metterà l'Italia in comunicazione costante col continente europeo. Questo sistema di comunicazioni sarà unito da due o tre linee alla rete toscana (...). Infine, nel regno di Napoli un sistema completo irraggiante dalla capitale farà circolare il vapore da un mare all'altro, e, estendendosi fino a Taranto o a



RETE FERROVIARIA ITALIANA NEL 1865

5



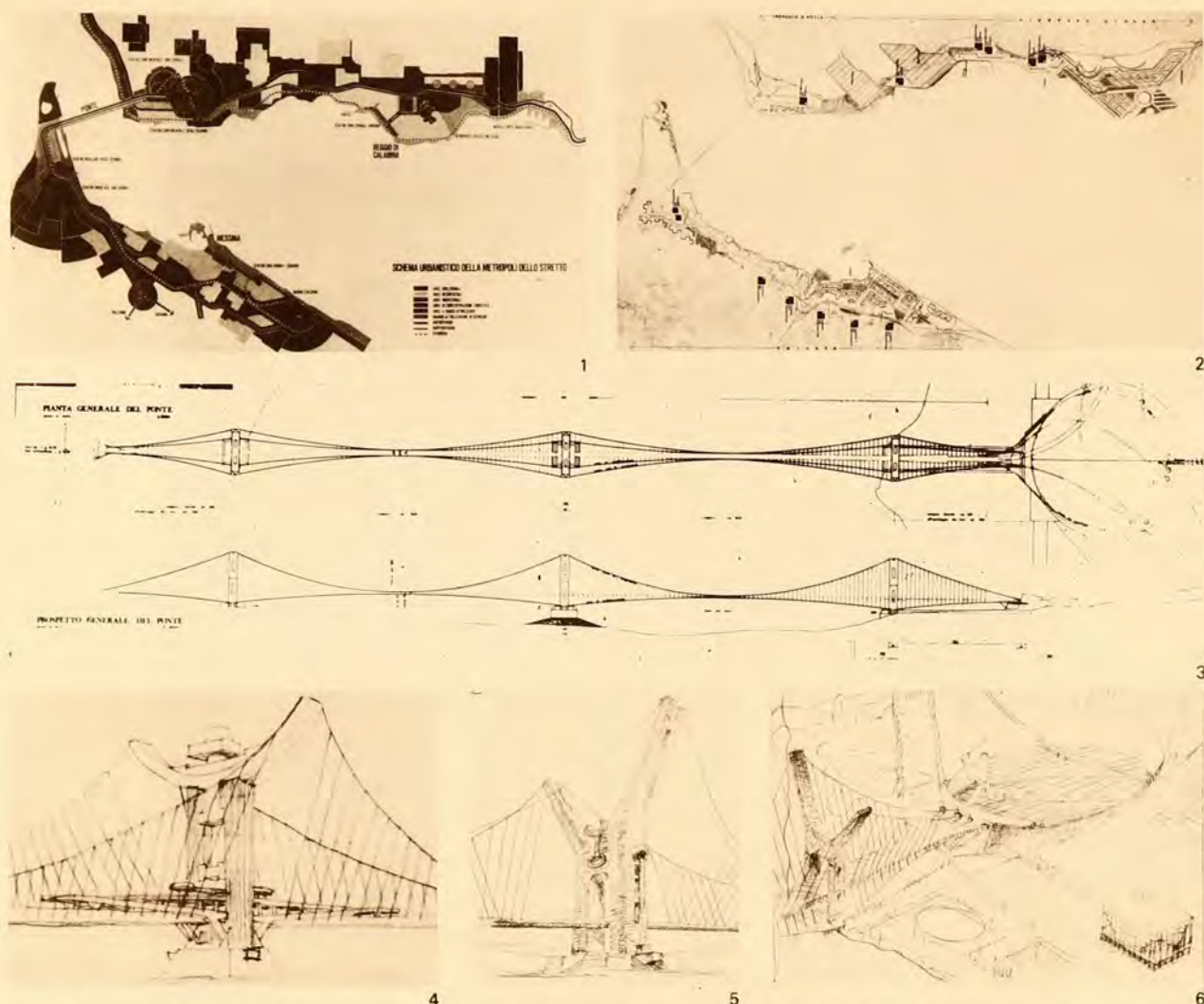
6

Rete ferroviaria italiana, 1865; 6. F. Gabelli, *Proposta per Galleria sotterranea di attraversamento dello Stretto di Messina all'Esposizione Nazionale di Torino, 1884.*

Otranto, tenderà la mano all'Oriente. (...) Il quadro che abbiamo tracciato è oscurato dalla lacuna che presentano gli Stati Romani. Ma anche questa macchia dolorosa sparirà presto. Il governo pontificio cederà, come ogni altro, all'evidenza dei fatti e alle richieste incessanti dei sudditi. Allora le strade ferrate si estenderanno senza interruzioni dalle Alpi alla Sicilia, e faranno scomparire gli ostacoli e le distanze che separano gli abitanti dell'Italia fra loro e che impediscono che essi formino una sola e grande nazione (3). L'ipotesi sabauda di Cavour si appella al superamento dei "municipalismi" per concretare il modello statale secondo un disegno di diffusa colonizzazione interna che sembra attingere, aggiornandolo, al programma fisiocratico settecentesco reso operante tramite il Corps des Ponts et Chaussées.

Inaugurato nel 1862 il ponte ferroviario a travata sul Po presso Piacenza, a celebrazione dell'Unità, si avvia l'infrastrutturazione intensiva della rete nazionale. I grandi ponti metallici eretti sul Po e che ho brevemente menzionati, furono assunti in appalto e costruiti per opera di ditte estere; ma da qualche anno possiamo dire di esserci emancipati se non per la materia prima, il ferro, almeno per quanto si riferisce alla loro costruzione effettiva. (...) È vero che le nostre Case costruttrici obbligate a lottare contro la formidabile concorrenza estera, trovano naturalmente più facile e più spedito di adottare il medesimo tipo e lo stesso genere di lavorazione.

Lo Stretto: integrazione italiana o prospettiva mediterranea



Concorso di idee per il collegamento stabile viario e ferroviario tra la Sicilia e il continente, 1969: L. Quaroni, con G. Barbaliscia, P. D'Orsi Villani, G. Esposito,

Livio Quaroni, A. Quistelli, A. Rinaldi: 1. Schema urbanistico. G. Samonà, con M. Angelini, A. Orlandi, A. Samonà, L. Toccafondi: 2. Piano per la Metropoli

dello Stretto; 3. Pianta e prospetto del ponte; 4. Studio del pilone centrale; 5. Prospettiva del pilone centrale attrezzato; 6. Prospettiva sulla costa calabrese.

ma è da sperare che sia un fatto transitorio e che le migliorate condizioni economiche del paese diano campo a quello spirito di iniziativa che è uno dei più fecondi fattori di miglioramento (4).

- (1) In C. Cattaneo, *Ricerche sul progetto di una strada di ferro da Milano a Venezia*, 1836, ora in *Scritti sulla Lombardia*, Ceschina, Milano 1971, pag. 25.
- (2) *Ibidem*, pag. 33.
- (3) In C. Cavour, *Le strade ferrate in Italia*, 1846, La Nuova Italia, Firenze 1976, pag. 49.
- (4) C. Clericetti, *Sui grandi manufatti eseguiti in Italia negli ultimi anni*, in AA.VV., *L'Italia industriale nel 1881. Conferenze sulla Esposizione Nazionale del 1881*, Hoepli, Milano 1881, pagg. 185-187.

Nella Relazione presentata al Governo nel 1882 dai Ministri Baccarini e Magliani si legge: *Compiuta la rete d'intercomunicazione peninsulare, il nostro sistema ferroviario resterebbe monco ove non trovasse il suo completamento nel passaggio dello stretto di Messina, per modo che tutta l'Italia possa dal mezzogiorno al nord spedire e ricevere senza trasbordo merci di qualsiasi natura. (...) Che ad una galleria e non ad altro mezzo di congiunzione fra l'isola e il continente debbano esser rivolti gli studi, risulta a sufficienza e dalla esistenza di forti correnti che dominano lo stretto e dalla necessità di non impedire il passaggio ai legni, passaggio tanto indispensabile che, se non esistesse, si sarebbe procurato ogni mezzo per aprirlo a vantaggio della navigazione, a*

similitudine di quanto si fece per l'istmo di Suez e di ciò che si praticherà per quelli di Corinto e di Panama (1).

Nel 1958 Aldo Repetto argomenta la necessità di un ponte per l'economia siciliana secondo un'interpretazione della "questione meridionale" che ad un modello assistenziale di sviluppo per poli industriali concentrati integra un quadro di risorse locali da rigenerare in un circuito strutturale di lunga distanza. Nel più vasto quadro del rilevamento delle aree depresse del Mezzogiorno d'Italia il problema dello sviluppo economico e sociale della Regione siciliana si inserisce con caratteristiche e peculiarità del tutto particolari. (...) Lo sviluppo incipiente del Nord Africa con le sue considerevoli risorse di materie prime e quello del Medio Oriente con le sue ampie possibilità energetiche trova la Sicilia e i suoi porti sulle rotte obbligate di traffico da quei Paesi verso l'Europa continentale. (...) Oggi Messina è tra le città più moderne e commerciali dell'Isola, e dietro a Messina vi è un grosso "hinterland" che abbraccia le due sponde, la Jonica sino a Taormina e la Tirrenica sino a Milazzo (...). D'altra parte attorno a Reggio Calabria vi sono ottanta chilometri di costa — da Capo Spartivento a Bagnara — che rappresentano la zona più progredita e popolata della Calabria (isolata al Nord dalle montagne che la dividono dalla Campania e dalla Lucania) e che gravitano interamente sulle sponde dello Stretto. (...) La fusione delle economie delle due sponde

farà sì che intorno al Ponte si formerà la grande città di Messina-Reggio, e lungo le quattro sponde divergenti si creerà un susseguirsi di centri minori, industriali, artigianali, agricoli (...) [assolvendo] anche il compito di congiungere a Sud, sia per via terra che per via mare, le due economie della Penisola, quella Tirrenica e quella Adriatica-Ionica (2).

Sembra più probabile la prospettiva di un attraversamento permanente tra Sicilia e Calabria. Con un ponte Italia più unita (3). Sospesa l'ipotesi della "Metropoli dello Stretto" posta nel 1969 dal Concorso internazionale per l'attraversamento del medesimo, l'alternativa ponte-tunnel-galleria sembra riproporsi come questione squisitamente contenuta in termini di fattibilità tecnico-economica che esclude la pertinenza contestuale del manufatto-ponte: problema aperto in termini di "unità architettura-urbanistica" dal gruppo di Giuseppe Samonà al Concorso del 1969 con la scelta tipologico-figurativa di un ponte metropolitano, attrezzato per funzioni civiche e pubbliche nella pila centrale, simbolica cerniera fra i due insediamenti.

- (1) Citata in R. Sartorio, *Il passaggio dello Stretto di Messina. Ponte o galleria*, in *L'Esposizione italiana del 1884 in Torino*, disp. 27, Sonzogno, Milano 1884.
- (2) In A. Repetto, *Un ponte per l'economia siciliana*, Il Mulino, Bologna 1958, *passim*.
- (3) F. Perego in *Il Corriere della Sera*, 16 giugno 1985.

Libri ricevuti

710 URBANISTICA 711.003 Pianificazione: Fattori economici

AA.VV., *Il Politecnico - Repertorio mensile di studi applicati alla prosperità e cultura sociale*, riedizione anastatica del secondo semestre 1840 della prima serie (1839-1844), a cura di Lombardia Risorse, Pirola, Milano 1984.

(45) ITALIA
Marco Canesi, *Le occasioni della Valnerina - Un paradigma promozionale*, introduzione di Lucio Stella-
rio d'Angiolini, Edizioni delle autonomie (Atti e docu-
menti 10), Roma 1984 (45.651).

711.034 Storia dell'urbanistica: Rinascimento

(45) ITALIA
Carroll William Westfall, *L'invenzione della città - La strategia urbana di Nicolò V e Alberti nella Roma del '400*, La Nuova Italia Scientifica (Studi NIS Arte 2), Roma 1984 (45.632).

711.3 Urbanistica: Pianificazione rurale

(37) ITALIA ANTICA
AA.VV., *Misurare la terra: centuriazione e coloni nel mondo romano*, mostra 1983, Modena (Museo Civico Archeologico-Etnologico), a cura dell'Assessorato alla Cultura del Comune di Modena, Panini, Modena 1983 (091).

711.4 Urbanistica: Pianificazione urbana

(45) ITALIA
AA.VV., *Progetto Casa Milano Sud - Lineamenti per il progetto del territorio*, premessa di Giosuè Calandra, Ufficio Urbanistico della Ripartizione urbanistica del Comune di Milano, Milano 1984 (45.21).

AA.VV., *Recupero e qualificazione della Zona Ticinese - Partecipazione al concorso Oikos "La rinascita della città"*, premessa di Giosuè Calandra, Ufficio Urbanistico della Ripartizione urbanistica del Comune di Milano, Milano 1984 (45.21).

AA.VV., *Cremona urbanistica, un'esperienza di piano*, Turris, Cremona 1985 (091) (45.27).

711.41 Urbanistica: Città, Geografia urbana

(45) ITALIA
AA.VV., *Milano Zona sette - Bovisio Dergano*, a cura di Giorgio Fiorese e Marisa Deimichei, Decentramento del Comune di Milano, ICI, Milano 1984 (091) (45.21).

Marco Giordano, Giorgio Pompa, Massimo Sacchi, Franca Scendrate Gattico, *Catalogo delle proprietà comunali: zone 16.18 (2 voll.), 19 (2 voll.)*, Ripartizione Demanio e Patrimonio del Comune di Milano, Milano 1983-1984 (45.21).

Paolo Buccheri, Luigi Lombardo, *Palazzolo: immagini di una città tra storia urbana e ricerca antropologica*, introduzione di Giacomo Leone, Urso, Avola 1985 (091) (45.814).

711.43 Pianificazione urbana: Fattori sociali e demografici

(45) ITALIA
Lodovico Meneghetti, *Immigrazione e habitat nell'Interland milanese 1948-1960*, CLUP, Milano 1984 (091) (45.21).

711.555 Unità funzionali sul territorio: Aree del sistema sanitario, Centri sanitari, Centri ospedalieri, Ricoveri

(45) ITALIA
AA.VV., *Stile e struttura delle città termali - Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta*, convegno 1981 (San Pellegrino Terme), a cura di Rossana Bossaglia, Nuovo Istituto Italiano d'Arti Grafiche, Bergamo 1984 (091) (45.1/.2).

711.58 Unità funzionali sul territorio: Quartieri di abitazione

(45) ITALIA
AA.VV., *Le borgate di Palermo*, a cura di Cesare Ajroldi, Sciascia (Studi dell'Istituto Gramsci Siciliano 1), Caltanissetta 1984 (45.823).

Giovanni Giannattasio, *La città cerca casa - Edilizia Economica e Popolare a Salerno 1920/1984*, Edizioni Kappa, Roma 1984 (091) (45.74).

711.6 Ordinamento del sito, Town Design, Composizione urbana

AA.VV., *Architettura e forma urbana*, a cura di Manuela Canestrari, Fratelli Fiorentino (Oggi l'architettura VII - Architettura contemporanea, progetti e realizzazioni 2), Napoli 1984.

(4) EUROPA
AA.VV., *Piazze d'Europa - Storia e attualità di uno spazio pubblico nell'Europa dei Dieci*, mostra 1984, Parigi (Centre Georges Pompidou), Touring Club Italiano, Milano 1984 (091).

(45) ITALIA
AA.VV., *Studi e proposte per la sistemazione del centro - Il sistema Piazza Duomo - Piazza Fontana*, Ufficio urbanistico della Ripartizione urbanistica del Comune di Milano, Milano 1984 (45.21).

AA.VV., *Per una Piazza del Duomo diversa*, mostra 1984, Milano (Centro Culturale San Fedele), Centro Culturale San Fedele, Milano 1984 (45.21).

AA.VV., *Progetto Zona Corsari - Cinque piazze costruiscono una parte nuova della città - Un centro per la periferia*, Comune di Modena, Modena 1984 (45.42).

Liliana Bazzanella, Roberto Gabetti, Carlo Gianmarco, Sisto Giordani, Aimaro Isola, Lorenzo Mamino, Riccarda Rigamonti, *Periferia torinese - Progetti per la modificazione*, Celdi, Torino 1984 (45.12).

Francesco Cannone, Francesco C. De Simone, Giuliana Tripodi, M. Isabella Vesco, *Architettura per la città costruita - Studi e progetti per Palermo*, La Nuova Presenza (Esperienze dell'architettura 3), Palermo 1984 (45.823).

719 Architettura del paesaggio: Conservazione urbana e naturale, Centri storici

(45) ITALIA
AA.VV., *Beni architettonici ed ambientali della Provincia di Milano*, a cura di Achille Sacconi, Provincia di Milano, Milano 1985 (45.21).

Alberto Belotti, Villa Litta e il suo Parco, Comuni di Veduggio al Lambro e Biassono (Milano), Italia Nostra, Milano 1984 (45.21).

720 ARCHITETTURA 72.01 Architettura: Estetica e teoria

Carlo Aymonino, Guido Canella, Costantino Dardi, Gianni Fabbri, Raffaele Panella, Gianugo Polesello, Luciano Semerari, *Per un'idea di città - La ricerca del gruppo Architettura a Venezia (1968-1974)*, a cura di Claudio Aldegheri e Maurizio Sabini, CLUVA (Architettura/temi 2), Venezia 1984.

72.035 Storia dell'architettura: Postrinascimento, Neoclassico, Eclettismo

(47) EUROPA ORIENTALE
Vladimir Ivanovič Piljaskij, *Giacomo Quarenghi*, Credito Bergamasco (Monumenta Bergomensia LXVII), Bergamo 1984.

72.035/036 Storia dell'architettura: Postrinascimento, Illuminismo, Neoclassico, Art Nouveau, Eclettismo/Moderno

AA.VV., *L'avventura delle Idee nell'architettura 1750-1980*, mostra 1985, Milano (Palazzo dell'Arte), a cura di Vittorio Magnago Lampugnani, Electa, Milano 1985.

(45) ITALIA
AA.VV., *Gotico, Neogotico, Ipergotico - Architettura e arti decorative a Piacenza, 1856-1915*, mostra 1984, Piacenza (Palazzo gotico), Grafis, Casalecchio di Reno 1984 (45.46).

72.036 Storia dell'architettura: Moderno

AA.VV., *La Nuova Architettura e i suoi Ambienti. Testi e illustrazioni raccolti da Filia*, a cura di Roberto Gabetti, UTET, Torino 1985.

AA.VV., *Vu de l'intérieur ou la raison de l'architecture. Section architecture de la XIIIe Biennale de Paris*, mostra 1985, Parigi (Galerie de Normandie, Grande Halle du Parc de la Villette), Mardaga, Liège 1985.

(45) ITALIA
AA.VV., *Annali dell'architettura italiana contemporanea 1984*, a cura di Maristella Casciato e Giorgio Muratore, Officina, Roma 1985.

AA.VV., *Carlo Scarpa - Opera completa*, a cura di Francesco Dal Co e Giuseppe Mazzariol, Electa, Milano 1984.

Roberto Gabetti, *L'insegnamento di Carlo Mollino*, a cura di Marina Montuori, CLUVA (Dottorato di ricerca in Composizione architettonica 1), Venezia 1984.

Luciano Grossi Bianchi, *L'insegnamento di Luigi Carlo Daneri*, a cura di Marina Montuori, CLUVA (Dottorato di ricerca in Composizione architettonica 9), Venezia 1984.

Francesco Tentori, *1950-1980: Trent'anni di architettura italiana e il contributo critico dell'analisi urbana e territoriale (veri e falsi modelli)*, CLUVA (Dipartimento di Architettura e Progettazione Urbana dell'Istituto Universitario di Architettura di Venezia), Venezia 1985.

AA.VV., *Riccardo Gualino: architetture da collezione*, mostra 1984, Milano, Istituto Mides/Trau, Roma 1984 (45.12).

AA.VV., *Terza Mostra Internazionale di Architettura. Progetto Venezia*, mostra 1985, Venezia (Biennale), 2 voll., realizzazione Electa, Milano, La Biennale di Venezia, Venezia 1985 (45.31).

725.2 Edifici per il commercio e per gli scambi

(45) ITALIA
AA.VV., *Botteghe e negozi - Torino 1815-1925 - Immagine del commercio fra architettura e decorazione*, Allemandi (Archivi di arte e cultura piemontesi 3), Torino 1984 (091) (45.12).

752.82 Teatri

(45) ITALIA
AA.VV., *L'Architettura teatrale nelle Marche - Dieci teatri nel comprensorio Jesi-Senigallia*, Cassa di Risparmio di Jesi, Jesi 1983 (45.67).

726.5 Chiese

Gian Battista Maderna, *Per l'architettura religiosa nella diocesi di Milano dopo S. Carlo - Il Catalogo del fondo Spedizioni Diverse - Parte prima (1577-1699)*, estratto da *Arte Lombarda*, n. 70-71, 1984 (45.21).

728 Edifici per abitazione

Daniele Vitale, *La vostra casa - Interni, mobili ed oggetti*, Molteni, Milano 1983 (091).

(45) ITALIA
AA.VV., *Casa costruita con metodi industrializzati*, a cura di Luigi Galletti e Antonia Izzo, Over (Orientamenti moderni nell'edilizia 11), Milano 1985.

73.01 SCULTURA

(45) ITALIA
Yula Panin, *Ventitre sculture di Cosentino*, mostra 1984, Milano, Galleria Borgogna, Milano 1984.

Giò Pomodoro, *Quattro Sculture monumentali e un progetto. 1979-1985*, mostra 1985, Ferrara, Studio d'arte Melotti, Ferrara 1985.

745 PROGETTAZIONE INDUSTRIALE

(45) ITALIA
Augusto Morello, Anna Castelli Ferrieri, *Plastiche e design*, Arcadia (Dal progetto al prodotto 2) Milano 1984 (45.21).

L'ECO DELLA STAMPA

Servizio ritagli da giornali e riviste

per sapere cosa si dice
in Italia
della propria azienda
o dei propri clienti

per informazioni
Tel. (02) 710181 723333 7490625



Società
Esercizi
Aeroportuali
spa

Presidenza
Direzione Generale
20090 Aeroporto
Milano Linate
Telefono 02. 74851

SISTEMA
AEROPORTUALE
MILANESE

AEROPORTI
LINATE
MALPENSA

SEA



SERVIZIO VIAGGIATORI: CARROZZE, TRENI E ORARI «A MISURA» DI CHI VIAGGIA

Ogni giorno in Italia un milione di persone si serve del treno per i propri spostamenti. E l'impegno delle FS è, da sempre, quello di fornire a questa grande massa di utenti viaggi confortevoli e in tutta sicurezza.

Ma a questo compito primario si è andato affiancando, negli ultimi tempi, un

nuovo obiettivo: produrre un servizio viaggiatori che sia "a misura" di chi viaggia.

E questa nuova filosofia si è trasformata in vetture, treni, orari.

Carrozze vicinali, treni "intercity", convogli a media e lunga distanza: un diverso tipo di treno per ogni particolare categoria di viaggiatori.

Ma non basta. In funzione di questa filosofia, anche l'orario ferroviario sta progressivamente cambiando.

Dopo l'esperimento sulla Roma-Napoli, l'orario cadenzato è stato attuato anche sulle linee Milano-Genova

e Torino-Milano-Venezia.

E "su misura" del viaggiatore sono state modificate anche le tariffe.

Le facilitazioni per i giovani (Inter Rail), le famiglie (Carta Famiglia), gli anziani (Carta d'argento) - insieme alle tradizionali tariffe per studenti e lavoratori - sono un altro segno dell'attenzione delle FS verso le nuove esigenze di un Paese che è cambiato.

Migliorare la qualità del trasporto vuol dire produrre un servizio sempre più "dalla parte del viaggiatore": per le FS un obiettivo e un impegno.



Ferrovie più moderne per un Paese che avanza

A cura della Divisione Autonoma Relazioni Aziendali

we business (come Voi)



Amiamo gli affari, come Voi. Per questo, noi della Cariplo, una delle più grandi e moderne banche italiane, siamo presenti in Italia con una rete di oltre 525 sportelli collegati in tempo reale e all'estero con una filiale a Londra ed uffici di rappresentanza a Bruxelles, Francoforte, Hong Kong, New York e Parigi. Noi della Cariplo offriamo dovunque servizi rapidi ed efficienti per il Vostro "business".

CARIPLO

CASSA DI RISPARMIO DELLE PROVINCIE LOMBARDE

ENEL. ENERGIA CHE INVESTE.



Tra il 1963 ed il 1984
l'ENEL ha investito circa
87.000 miliardi, a moneta
costante, a cui si
aggiungono circa **55.000
miliardi** previsti per il
periodo 1985-1989

Nel solo 1984 gli
investimenti ENEL sono
stati oltre la metà degli
investimenti industriali di
**tutte le imprese
pubbliche e a
partecipazione statale.**

ENEL: una componente
essenziale del "Sistema
Italia" per la crescita
economica del Paese.



ENTE NAZIONALE
PER L'ENERGIA ELETTRICA

IL SIGNIFICATO DI UNA PRESENZA.

IMANET

coordinati per la casa



CARINA

...é un piacere toccarla.



IMPIANTI SPORTIVI



STRUTTURE MULTIPIANO



OSPEDALI



COSTRUZIONI CHIAVI IN MANO



CAPANNONI



c.e.m.
edilizia industrializzata

costruzioni
edili
metalliche S.p.A.

carpenterie metalliche • capannoni • casseforme • caldareria