

TeknoeBook

GLI EBOOK DI TEKNORING

IL NETWORK DEI PROFESSIONISTI TECNICI DI WOLTERS KLUWER ITALIA

ingegneri.info architetto.info geometra.info edilone.it mixdesign.it
periti.info tecnici.it chimici.info geologi.info agrinews.info

Storie di ingegneria

Robert Maillart e l'emancipazione del cemento armato

a cura di

Fausto Giovannardi

con la collaborazione di

Studio Giovannardi e Rontini



Wolters Kluwer
Italia

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

Robert Maillart was one of the few genuine technical designers of our epoch.

Max Bill, 1947

Per niente facili

uomini sempre poco allineati

li puoi pensare nelle strade di ieri

se non saranno rientrati

Ivano Fossati, 1983

Sarà la musica che gira intorno

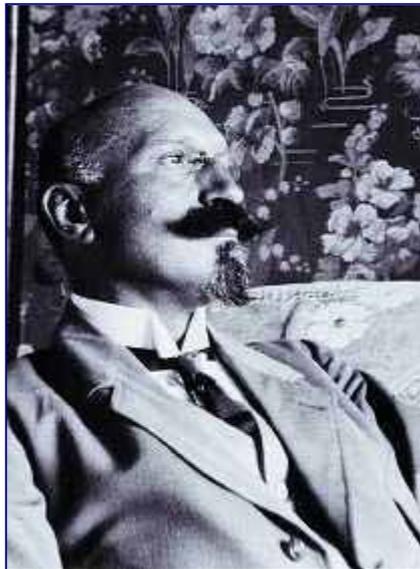
**Robert Maillart
(1872-1940)**

La vita e le opere

Gli anni della formazione

Robert Maillart (RM nel seguito) nasce il 6/2/1872 a Berna, quinto di sei figli, da Edmond (1834-74) di origine belga e da Berta K pfer (1842-1932) svizzera di Berna. Entrambi di fede Calvinista. Quando ha appena due anni suo padre muore lasciando la vedova in povert  e con cinque figli (uno era morto nel 1873). La famiglia della madre li aiuter  finanziariamente. Berta avr  un rapporto forte con i figli; la sua sar  un'educazione intransigente (lavoro e famiglia). Unica passione di RM giovane saranno gli scacchi. Ma anche gli scacchi sono un gioco di regole.

Tra il 1885 ed il 1889 frequenta il ginnasio a Berna, dove dimostra talento per la matematica ed il disegno, sia tecnico che a mano libera, e si diploma con 4,8/6. Ha 17 anni e non pu  ancora iscriversi all'universit  e pertanto frequenta per un anno la Scuola d'orologeria di Ginevra. Entra poi al Politecnico di Zurigo (EPFZ), dove si laurea il 17 marzo 1894 con la migliore preparazione possibile per quell'epoca in campo strutturale. Qui infatti insegnava Karl Culmann¹, il pi  famoso professore di strutture di quel tempo in Europa (del 1866   il suo trattato "Statica Grafica") e poi Karl Wilhelm Ritter (1847-1906) che gli succedeva



nell'insegnamento e che sar  professore di RM², avendo su di lui un'importanza straordinaria, prima nella formazione e poi nella carriera.

W. Ritter   sostenitore strenuo del "metodo tecnico", contro il "metodo scientifico" fortemente sostenuto dai docenti tedeschi. Notevole sar  la polemica con il prof. Franz Engesser del 1892 in merito all'importanza che Ritter assegna alle prove di carico sui piccoli ponti, contro gli studi puramente matematici dei tedeschi.

Robert Maillart abbraccia le idee di W. Ritter e le porter  avanti, come vedremo, per tutta la sua vita.

L'apprendistato

Appena laureato inizia a lavorare per lo studio P mpin e Herzog. Il suo primo lavoro   un piccolo ponte, in cui l'uso del Calcestruzzo³   solo come sostituto della pietra, ma   con questo primo lavoro, che egli si *innamora* dei ponti.

Nel 1897 si trasferisce a Zurigo a lavorare nell'ufficio pubblico e progetta un ponte sul Sihl lungo la via Stauffacher. RM propone un ponte in calcestruzzo non armato ad una campata, che riceve l'approvazione di Ritter, chiamato come consulente dall'ingegnere capo R. Wermer, per scegliere la soluzione migliore. Il ponte   finito nel settembre 1899. RM si dimette dall'incarico per entrare nello studio Frot  e Westermann, dove rimarr  per due anni, completando il suo apprendistato. Nello studio, oltre ad assumere il ruolo di progettista capo, ha l'opportunit  di conoscere il metodo Hennebique, di cui lo studio   licenziatario per Zurigo. Ma il cemento armato (C.A. nel seguito) del brevetto Hennebique era usato nella forma delle strutture in acciaio o legno. RM inizia ad usarlo in forme inusuali per i materiali tradizionali.

Nell'agosto 1900 elabora il progetto per la gara per un ponte ad arco ribassato in cemento armato di luce 30 metri, nella piccola citt  di **Zouz** sul fiume Inn ed in settembre, mentre   a Parigi all'esposizione mondiale, riceve la notizia che Frot  e Westermann hanno vinto il contratto dall'Amministrazione Cantonale, grazie alla sua illustrazione al Consiglio della Comunit , che ha sbaragliato la proposta dell'ufficio interno,

¹ K.Culmann(1812-1881) nato a Bergzbern in Baviera, figlio di un pastore protestante, studia a Metz in Francia e poi al Politecnico di Karlsruhe in Germania, dove a vent'anni diviene ingegnere. Lavora alle Ferrovie Bavaresi e viene inviato per due anni negli USA a studiarne i grandi ponti ferroviari. Pubblica un rendiconto a Vienna nel 1851. A 34 anni gli fu offerta una cattedra all'EPFZ a Zurigo. E' noto come fondatore della statica grafica e del metodo di calcolo delle travi reticolari, la cui primogenitura deve per  darsi allo statunitense Whipple, che nel 1847 pubblic  un trattatello, comunque inferiore agli studi di Culmann.

² I due pi  grandi progettisti di ponti del XX secolo saranno allievi di K.W.Ritter, Robert Maillart per il cemento armato e Othmar Amman (1879-1965) per i ponti d'acciaio in USA.

³ Durante i primi anni della carriera di RM, il cemento armato inizia la sua diffusione nel mondo occidentale, per merito di tre pionieri: Joseph Monier (1823-1906) un giardiniere inventore francese, Francois Hennebique (1843-1921) imprenditore e costruttore francese e l'ingegnere tedesco G.A. Wayss (1851-1917).

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

di un ponte in ferro. Ma l'idea innovativa, alla quale non è estraneo il contributo di W. Ritter, e che fa l'importanza di questo progetto, è il fatto che per la prima volta non si affida tutta la capacità portante all'arco, bensì Maillart chiama a partecipare anche le pareti e la soletta: è il primo ponte scatolare in cemento armato.

Forte di questa esperienza il 30/1/1901 viene invitato, dalla sezione di Zurigo della Società Svizzera degli ingegneri ed architetti, a tenere una conferenza sul sistema Hennebique, che verrà poi pubblicata sulla rivista Bauzeitung.



Progettista e costruttore

Durante i lavori a Zouz, RM conosce una giovane vacanziera, Maria Ronconi; una Bolognese orfana, educata tra Firenze e Bologna, che viveva con gli Wild, una famiglia di amici, a Torino. E' un colpo di fulmine che li porta al matrimonio l'11 novembre 1901.

Poco dopo il matrimonio Robert esprime alla moglie il suo desiderio di avviare una propria attività, per potergli dare un futuro agiato. Soci nell'impresa, che si costituisce il 1/2/1902, sono due suoi colleghi: Max Von Müller ed Adolph Zarn.

Nel maggio la società ottiene la prima commessa, vincendo una gara del Comune di St. Gallen per due grandi serbatoi. L'offerta di RM viene scelta per il minor costo, avendo infatti previsto meno di un quarto di calcestruzzo di quello del progetto a base di gara. Ciò è stato possibile per il metodo d'analisi inventato da RM, per lastre sottili. Come nel ponte di Zouz anche in questo progetto RM lavora attorno al comportamento interattivo dei vari elementi: in questo caso sulla base dell'esperienza delle botti cerchiate. Quello di St. Gallen è il più largo serbatoio di calcestruzzo armato, allora esistente al mondo.

Mentre è in corso la costruzione dei serbatoi, il comune di St. Gallen bandisce la costruzione di un ponte sullo Steinach Brook. RM non accetta il progetto tradizionale posto a base di gara ed in dieci giorni ne sviluppa uno, che prevede l'uso di due strati di blocchi di cemento non armato; lo strato inferiore ha la forma d'un arco con spessore centrale della metà rispetto al bordo. La centina necessaria alla costruzione è dimensionata per la metà del peso totale dell'arco, perché una volta costruitone lo strato inferiore, questo sarà in grado di portare quello per la costruzione della soletta superiore. Correndo il rischio d'irritare l'ufficio

tecnico comunale, RM afferma che la sua proposta "offre una soluzione più razionale e più bella". Vince l'appalto con un forte ribasso. Il consulente del Comune prof. Schüle è molto critico sul progetto. A differenza del prof. Ritter egli non ha una visione aperta, ma si fida solo dei calcoli e del rispetto dei codici normativi. Insieme all'ingegnere capo comunale, Schüle chiede a Maillart una revisione dei calcoli, obbiettandogli di aver ridotto lo spessore rispetto al progetto a base d'asta.

I conseguenti ritardi gravano notevolmente sulla ditta di RM, che ha 150 lavoratori a libro paga nel cantiere di St. Gallen. La polemica è violenta e si risolve con un compromesso.

Nel frattempo, il 1/10/1902 nasce il primo figlio, che viene chiamato Edmond Benedetto, come i padri dei suoi genitori.

Gli affari non vanno a gonfie vele, ma comunque l'impresa lavora e la fama di RM, come un ingegnere di eccezionale talento, si diffonde. Egli segue ogni aspetto del suo lavoro. Già da ora si presentano le barriere alla creatività, che lo perseguiteranno sempre: l'autorità, le forme tradizionali, i conti economici... Paradossalmente egli è da un lato un progettista radicale e dall'altro un classico borghese conservatore svizzero, che pensa solo alla famiglia ed al lavoro. Solo con la 1° guerra mondiale RM capirà l'ipocrisia del suo tempo.

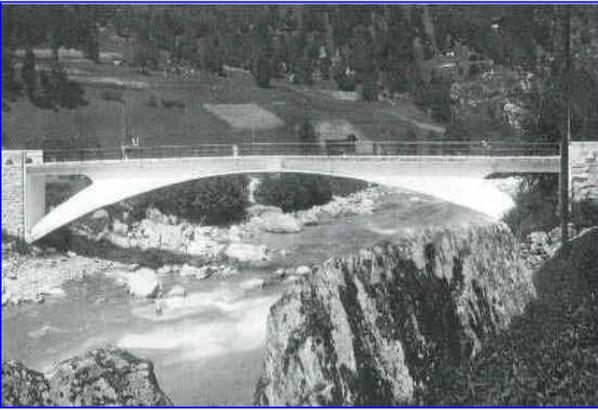
Nel 1903 costruisce un ponte a Billwill dopo una gara a base d'asta di 54.800 Fr vinta con un'offerta di 39.440 Fr e dietro esame e parere di Ritter. Sarà questo l'ultimo "aiuto" di W. Ritter al suo allievo, infatti nel 1904 entra in sanatorio e due anni dopo morirà.

In questo periodo RM torna a Zouz per controllare alcune crepe al tamponamento vicino alle spalle del ponte. Egli conclude che sono crepe non pericolose, dovute alla temperatura ed al ritiro. Vi è anche una controversia con Frotè e Westermann, che gli fa perdere il brevetto di questo tipo di ponte, ed a cui segue un problema economico, che lo costringe a ridurre l'appannaggio economico alla moglie ed inasprisce il clima familiare.

E' con il ponte sul fiume Rhine a Tanavasa, che RM trova una forma chiaramente differente da quella dei ponti in pietra e da quelli in acciaio. Una forma elegante d'arco a tre cerniere è possibile solo con un materiale duttile come il C.A. Questa forma deriva da quella del ponte di Zouz, con l'insegnamento derivato dall'osservazione successiva delle crepe, che lo hanno portato a capire l'inutilità di alcune parti, vicine alle spalle.

Dopo aver vinto la gara, il progetto supera anche il controllo per conto del committente effettuato da parte del prof. Emil Morsch (1872-1950) dell'EPFZ. Il 28/9/1905 il ponte supera la prova di carico. Questo ponte avrà poca influenza nella vita professionale di RM, ma ne avrà tantissima sugli strutturalisti a partire dalla fine della II guerra mondiale, quando l'opera sarà conosciuta a livello internazionale.

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato



Gli archi a tre cerniere erano molto comuni ad inizio del XX secolo, perchè avevano ottime capacità di assorbimento dei cedimenti fondali, assorbivano lo stress da temperatura, ed erano progettabili agevolmente con formule semplici. Essi non erano però comuni per il Cemento Armato⁴.

Robert Maillart invece propone qualcosa di diverso. Prima con il concorso per il ponte sul fiume Uto a Zurigo, non vinto, poi con il Tavanasa, si forma la sua proposta, che è almeno venti anni avanti al suo tempo. All'estero qualcuno l'apprezza, come l'ing. Fritz Von Empergen (1862-1942) che pubblica la prima rivista tecnica in Austria e capisce la novità delle idee di RM e le pubblica; ma in genere i lavori di RM sono ignorati dalla professione. *“Il nostro progetto non piace al pubblico in generale, quello che loro vogliono è il banale e l'ordinario”* scrive alla moglie.

Ma oramai Robert Maillart è diventato un “nome” nel campo del C.A. e nel 1904, l'associazione svizzera dell'industria del cemento lo invita a tenere una conferenza a Basel, sul tema: “Costruzioni in cemento armato”, dove egli lancia un messaggio preciso indicando le potenzialità del C.A.

E' in questo periodo che ottiene il contratto per la costruzione di due sanatori ed il completamento di un terzo, sul lago di Davos nel cantone di Granbünden; ottiene anche i lavori per la costruzione di alcune opere di protezione alle entrate delle gallerie della nuova linea ferroviaria, in cui dimostra ulteriormente le sue doti nel formare il C.A.

Questi appalti gli portano una certa sicurezza economica, lascia l'appartamento di Zurigo e si trasferisce a Kilchberg sul lago, a pochi chilometri dalla città.

Nel 1905 acquisisce una commessa per la costruzione di una fabbrica di quattro piani a Wädenswil, in cui è ingegnere, architetto e costruttore. Il suo progetto è l'integrazione tra lo scheletro strutturale ed i muri esterni, con facciate con larghe finestre ed un telaio di inusuale leggerezza per quel tempo. A seguire, dopo aver aperto un ufficio a St. Gallen, riceve un grosso

contratto per la costruzione della Concert Hall, nelle cui strutture si ritrovano evidenti richiami alla sua precedente esperienza sui ponti, come la copertura piana, in cui ripropone la struttura del ponte di Tavanasa.

In riconoscimento del suo lavoro RM è nominato nel dicembre 1905, nella commissione di 7 esperti, incaricata di redigere le norme svizzere sul C.A. Qui sostiene la posizione del progettista pratico, contro quella dei professori e la sua idea che l'ingegneria non è una mera applicazione di risultati accademici o una rigida scienza priva di valori artistici.

Il 13 agosto 1906 nasce il suo secondo figlio: una femmina Marie Claire.

Robert Maillart non apprezza la tendenza del suo tempo d'inizio secolo XX, con le facoltà d'ingegneria che si indirizzano più verso l'analisi e meno verso il progetto e la costruzione, ed in generale verso l'idea che il futuro è nella specializzazione. Egli fa le sue ricerche e ne discute i risultati. Preferisce fare da se i calcoli, piuttosto che applicare metodi dettati da altri, vuole progettare e costruire, perché trova sciocco fare diversamente. La sua convinzione è che il calcolo, la costruzione e l'estetica devono essere integrate: solo da questo metodo si potranno avere le migliori innovazioni.

Nell'ottobre 1906 la Commissione Svizzera per il codice, riunita per aggiornare la bozza del 1903, vede il duro scontro tra RM ed il prof. Francois Schüle (1860-1925), l'uno fautore della necessità di acquisire l'esperienza dalle prove in situ, l'altro dell'esperienza dei laboratori universitari.

Codici appaiono negli altri paesi ed inizia il processo di standardizzazione dei calcoli: RM è contrario a codici e manuali prescrittivi, che vede come la possibilità per ingegneri inesperti nel campo del C.A. di poter competere con chi ha più esperienza. Non vuole creare un recinto protettivo, ma vuole che l'esperienza abbia un peso nel bagaglio del progettista, come pure il collegamento con il cantiere. Nel 1909 il Codice Svizzero, relativamente semplice come suggerito da RM, viene adottato e rimarrà in vigore 25 anni.

Significativo è l'appalto per la costruzione a Basel, di una grande condotta idraulica con sifone, che RM vince non per il prezzo più basso, ma per



⁴ Dopo risultati di test su archi, Josef Melan pubblica nel 1908 un manuale, ma le forme di cui si tratta sono standard, come quelle di Emil Morsch nel ponte sul fiume Isar a Grönwald

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

l'innovativa soluzione che prevede una sezione ellittica, invece che circolare.

Ma l'inventiva di Robert Maillart non si ferma ed in questo periodo, da' inizio ad una innovazione ancora più radicale. Le strutture in C.A. secondo il metodo di Hennebique erano composte da un reticolo di travi principali e secondarie, collegate ai pilastri. Già nella costruzione di una fabbrica a Pfenninger RM aveva eliminato le travi secondarie. Successivamente, attraverso prove su modelli, era arrivato all'idea di far sopportare il piano solamente ai pilastri, allargandone con continuità la cima in capitelli, che meglio assorbivano gli sforzi. Nel corso del 1910 l'idea è brevettata⁵. Il suo magazzino a Zurigo del 1910 è uno spartiacque nell'epopea delle strutture. Nascono i **solai a fungo**, con una forma elegante che esprime chiaramente il percorso delle forze dal piano al pilastro. Questa soluzione gli permette di essere molto competitivo e quindi di vincere numerose gare, e questo mentre gli "scienziati applicati" si affannavano a trovare delle formule per giustificare questa scoperta.



Cinque anni dopo la sua conferenza di Basel, prepara un altro saggio sulla "sicurezza del C.A.", in cui partendo dall'esame delle differenze con i materiali tradizionali, pietra e ferro, individua gli elementi strutturali base delle strutture in cemento armato (solette, travi, colonne, pareti), concorda con la necessità di avere un codice standard nazionale e riaccende la polemica con la scuola tedesca, suggerendo di elaborare una teoria di base fondata sui risultati di prove reali o su modelli a larga scala e non su teorie matematiche astruse e basate su delle assunzioni non realistiche, del comportamento del C.A. sottocarico.

Maillart si ribella all'idea dell'ingegnere, visto come un automa che applica le indicazioni date da tabelle o manuali.

Nell'agosto del 1909 vince il contratto per la costruzione del palazzo uffici di Otto Adler e Company, su progetto dell'arch. W. Heene. Subito lo ristudia, riprogettando un enorme muro di

sostegno, previsto alto 10 metri e che egli riesce a ridurre, come quantità di materiale del 23%, lavorando sulla forma resistente.

Partecipa anche alla competizione per l'edificio principale dell'Università di Zurigo, sul progetto risultato vincitore di un concorso riservato ai soli architetti, come in genere avveniva allora. Alla gara, per la costruzione delle strutture il Cantone chiede il parere del Prof. Schüle. L'offerta più bassa è quella di Jager-Favre, ma il Cantone decide di dividere l'appalto in due ed assegna la parte più grande a RM. Il cantiere continua fino al 1912 e l'alta qualità del suo lavoro gli fa assegnare ulteriori stralci dell'appalto. Mentre Jager per ogni appalto si alleava con un costruttore ed un architetto locali, RM faceva tutto in proprio.

Il 31/10/1909 nasce il terzo figlio René (1909-1976).

In questi anni erano molto diffuse in Svizzera competizioni con giuria popolare. RM partecipa ad un ponte per la città di Rheinfelden, che vince dopo una aggroviolata vicenda, in cui vi era stata anche l'ipotesi, dopo la negoziazione del prezzo, di dare l'esecuzione del suo progetto ad un altro competitore (Buss).⁶

Partecipa al concorso per un ponte a Lautenburg sul fiume Rhine. Sapendo che la giuria è conservatrice, propone due soluzioni e vince con quella più tradizionale, di un ponte in muratura di blocchi di calcestruzzo, per la cui costruzione usa una elegante centinatura ad arco a tre cerniere in legno, su cui costruisce l'arco in blocchi di calcestruzzo.

Nell'ottobre 1910, riceve a Zurigo la notizia di un incidente avvenuto durante la costruzione di un ponte a Laufenburg, dovuto al crollo di parte della centina ed in cui un operaio è affogato. Accorre sul posto ed accerta la negligenza di un suo sovrintendente. Il giorno seguente un analogo incidente accade al ponte di Rheinfelden, dove un operaio rimuove accidentalmente un elemento importante dell'impalcatura e quattro uomini cadono in acqua ed uno di loro affoga.

Robert Maillart cura personalmente ogni lavoro, anche se non disegna più, cosa che ha fatto fino al 1904.

Ha troppi lavori in corso e non può seguirli tutti direttamente come vorrebbe; inoltre egli sembra aver rinunciato al suo ideale di forma per i progetti convenzionali, per i quali riceve contratti ad iosa.

⁵ Brevetto n. 110081 del 1910 "Struttura per copertura di locali"

⁶ Analogo caso vi era stato nel marzo 1908, quando RM, lesse sulla rivista specializzata Bauzeitung che Jagger e Company avevano avuto l'assegnazione della costruzione di un ponte sul fiume Sense vicino a Guggersbach, in cui si riconosce chiaramente il suo progetto. Egli scrive subito alla rivista sostenendo che il Cantone di Berna è libero di far costruire ad altri un progetto che gli ha commissionato e pagato, ma vuole che l'origine del progetto non sia sottaciuta. Jagger si difese dicendo che l'ufficio tecnico del Cantone, non gli aveva detto che il progetto era di RM, ma questo incidente gli compromise la reputazione.

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

Significativo del segno dell'epoca è la battaglia tra tradizionalisti e modernisti; tra chi vede l'architettura che implicitamente nasconde le strutture e chi vuole far apparire le strutture e rifiuta le architetture decorative, tra i fautori della pietra e quelli del C.A. e la lunga mano di Moser, ingegnere 70enne, tradizionalista, a capo di molte commissioni, ostacola il successo di RM. Ad esempio il concorso per il ponte sul fiume Sarine a Pèrolles vicino Friburgo, a cui RM partecipò con un progetto rivoluzionario per l'epoca, con un arco di 140 mt, fatto di elementi reticolari prefabbricati, in anticipo di almeno 35 anni, ma la giuria presieduta da Moser assegna la commessa ad Jager in joint venture con costruttori ed architetti, con un ponte tradizionale in C.A. ben mascherato da ponte in pietra.

Nel gennaio del 1911, la competizione per il più grande progetto in Svizzera, per il ponte di Lorraine a Berna, sarà un'altra sconfitta per RM, tanto più che interessava una zona in cui era stato bambino. Chiama a collaborare al progetto gli architetti Joss e Klausner di Berna. La sua proposta è di un ponte ad arco incernierato, fatto con blocchi di calcestruzzo gettati insieme alle pareti longitudinali ed alla soletta, con la carreggiata.

La sua sconfitta animò il dibattito sulla stampa specializzata svizzera ed il suo progetto fu pubblicato su *Baukunst*, con una nota critica verso il giudizio della giuria, che aveva fatto vincere il progetto "onore alla pietra", ignorando le nuove idee e le moderne tecniche. A causa della guerra il progetto sarà accantonato fino al 1923, quando sarà chiesto a RM di costruirlo sulla base del suo progetto.

Costruisce un secondo magazzino a Zurigo ed ottiene a seguire altre commissioni. In genere le costruzioni sono per clienti privati che non richiedono calcolazioni formali.

Nell'autunno del 1911 firma il contratto per la costruzione di un ponte di 68 mt di luce, ad arco con freccia di 6,8 mt ad **Aarburg**, sul fiume Aare. Il lavoro gli viene assegnato, pur essendo più caro di 8.000 Fr rispetto all'offerta di Jager (84.000 contro 76.000), "per la leggerezza ed eleganza" del suo progetto, secondo il parere dell'ing. capo del Cantone, Otto Zehnder.

Maillart non era comunque un uomo d'affari. La società l'aveva creata nel desiderio di dare una vita dignitosa alla sua famiglia, ma questo doversi occupare di tutto, perché questo era il suo carattere, provoca tensioni in famiglia. Egli era infatti sempre lontano da casa; sua moglie Maria era spesso malata, non aveva amici. Parlava bene il francese ma non il tedesco. Occorreva fare qualcosa, ed allora nel settembre 1912 RM decide di acquistare una casa sul lago a Zurigo e di dedicare più tempo alla famiglia. Inizia un periodo felice della sua vita, acquista anche un'auto e Maria comincia a trovarsi bene ed a fare amicizie.



Dal 1911 al 1914 tiene lezioni su invito all'EPFZ, sulle strutture in C.A.. Nello stesso periodo un altro ingegnere Max Ritter (1884-1946) teneva corsi sullo stesso argomento. Ritter era della tradizione di Schüle, quella che faceva riferimento alle teorie matematiche. La differenza compare subito tra i due corsi: RM si riferisce a casi reali ed a strutture complete, invece Ritter a ricerche ed a metodi di calcolo. Le lezioni di RM indagano esperienze pratiche, mentre quelle di Ritter si esplicano in analisi matematiche. Rivisti oggi gli appunti di RM sono ancora attuali perché illustrano dettagli e soluzioni ancora usate, mentre le lezioni di Ritter trattano procedure oggi superate dai metodi di calcolo numerico dei calcolatori.

L'avventura Russa

L'ultimo ponte che RM ha costruito in Svizzera è sul fiume Mouta, nel cantone di Schwyz, vinto con un progetto di ponte a cassone ad arco a tre cerniere, del tipo di Tavanasa: finalmente le sue idee iniziano a fare breccia, ..., ma le commesse di ponti sono oramai finite.

Grossi contratti sono sempre più rari in Svizzera, così RM inizia a guardare all'estero.

La rapida industrializzazione di paesi come la Spagna e la Russia, fa sì che RM si indirizzi verso questi nuovi mercati.

E' ad un suo compagno di scuola, il russo Benjamin Person (1867-1937), divenuto un grosso costruttore a S. Pietroburgo, a cui si rivolge per poter entrare nel mercato russo in rapida crescita.

Il 15 Aprile 1912, Maillart arriva alla stazione di S. Pietroburgo, dove c'è ad attenderlo B. Person che lo porta nel suo ufficio e gli illustra l'appalto per la costruzione di un magazzino raffreddato, vinto dalla sua ditta e che intende subappaltargli. Rimane sei giorni per studiare il lavoro. La sera Person e la moglie lo portano a cena in raffinati ristoranti e poi a vedere spettacoli di balletto, operetta, etc. Nel giugno tornerà per vedere l'andamento del lavoro, rendendosi conto che la mano d'opera è pigra, e pertanto decide di mandare un suo ingegnere per sovrintendere il cantiere.

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

Dal dicembre 1912 al luglio 1914 farà 10 viaggi in Russia, ognuno di durata da 10 giorni a 3 settimane. Cercherà invano di costruire anche ponti, ma dovrà accontentarsi di edilizia.

Nel settembre 1913 il suo interesse in campo internazionale si espande ulteriormente, con l'apertura di un ufficio a Barcellona in cui invierà uno dei suoi migliori ingegneri, per la costruzione di una fabbrica della Pirelli.



Robert Maillart, come molti altri, non aveva ben presente il clima politico del periodo. Egli girava liberamente e frequentemente tra i vari paesi d'Europa: Italia, Francia, Spagna, Germania, Russia ed Austria. Lo sviluppo economico europeo, in quel principio del 1914 era notevole. Molti investitori internazionali lavoravano in Russia, ed è proprio per un investitore Francese che egli va a costruire una grande fabbrica di gomma a Riga.

Avendo meno costi, il profitto del lavoro in Russia era maggiore. Nel 1914 il suo ufficio di Zurigo è composto da 6 ingegneri e 6 disegnatori, ma il lavoro in Svizzera è assai poco ed ecco allora la Russia, dove però il suo nome non è conosciuto e quindi deve operare da uomo d'affari.

A fine 1914, la sua ditta ha costruito due magazzini a S. Pietroburgo e una fabbrica a Riga. L'attività ha portato un ottimo guadagno.

Per poter lavorare in Russia era necessario essere rapidi ed economici e questo a RM gli riusciva bene. Oramai era diventato un maestro nell'organizzare lavori all'estero, dove si appoggiava ad un ingegnere del posto.

Nell'estate del 1914 finalmente riesce ad organizzare una vacanza con tutta la sua famiglia a Edinburg, sulla costa del mar Baltico, vicino a Riga, da dove lui poteva recarsi agevolmente a sovrintendere l'andamento dei suoi lavori.

In questo periodo, per lui felice, dopo l'attentato del 28 giugno all'arciduca Franz Ferdinand d'Austria a

Sarajevo ed alla successiva dichiarazione di guerra dell'Austria alla Serbia, la Germania invade il Belgio ed il 4 agosto ha inizio la prima guerra mondiale. La Russia è in guerra e si spinge ad invadere la Prussia dell'est, sconfiggendo i tedeschi il 20 agosto a Gumbinen. Alla fine d'agosto l'avanzata Russa viene fermata. La costa Russa sul Baltico era comunque tranquilla quell'estate e la famiglia Maillart trascorre un periodo idilliaco tra giochi, picnic, camminate sulla spiaggia. RM si reca a Riga a seguire alcuni modesti lavori e non si rende conto che la guerra sta spegnendo il fervore dei lavori d'inizio secolo. Alla fine di settembre il suo ingegnere Hans Bircher, deve rientrare in Svizzera per il servizio militare.

i primi d'ottobre la famiglia Maillart si trasferisce in un appartamento a Riga, preso in affitto.

Ad inizio 1915 Robert e Maria si recano a Mosca, dove RM cerca nuove commesse per lavori in Russia, dal momento che in Svizzera gli affari sono fermi. I figli rimangono con una giovane istitutrice svizzera. A fine inverno la famiglia fa un viaggio a S. Pietroburgo, ed ha occasione di vedere la carovana dello Zar uscire al galoppo dal palazzo d'inverno.

La Germania contrattacca ed entra in Russia. Riga non è più sicura e RM decide di spostarsi nella capitale. Person li alloggia nella sua dacia estiva a 25 miglia dalla città, dove la famiglia passa l'estate del 1915. RM lavora a 12 piccoli ponti per la linea elettrica tra S. Pietroburgo e Oranienbaum. Ma la guerra continua a portare perdite alla Russia. Alla fine di settembre lo Zar stesso prende il comando delle truppe, per tentare di fermare l'avanzata tedesca. Occorreva costruire una nuova enorme fabbrica per la produzione di equipaggiamento elettrico, in sostituzione di quella di Riga. La città prescelta fu Kharkov e l'appalto venne assegnato alla ditta di Maillart. Un lavoro enorme, appaltato dalla Compagnia Generale Elettrica Russa, il cui direttore era un svizzero. Un lavoro da farsi in breve tempo e d'importanza cruciale per l'esito della guerra, da parte Russa. RM decide di trasferirsi con la famiglia a Kharkov, dove si forma

una florida colonia svizzera. Intanto il figlio tredicenne Edmond era stato mandato in Svizzera con l'istitutrice. Maillart organizza rapidamente un nuovo ufficio, chiudendo quello di Riga, da cui viene Richard Wiss; da Zurigo arrivano Victor Tchiffely ed Ernst Eigenheer e ritorna Hans Bircher, che ha finito il servizio militare in Svizzera; ma non bastano e RM scrive ad altri offrendo un buon lavoro, a fronte dello stagnante



Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

mercato svizzero. Progetta l'intero complesso, composto da cinque edifici principali e prevede l'impiego di standardizzazioni per semplificare e velocizzare la costruzione. In maggio arriva Von Müller, che ha finito di fare il militare, ed in giugno arriva un altro ingegnere, Karl Lehr.

Le opere in C.A. finiscono a metà agosto ed in ottobre la fabbrica inizia l'attività, con l'inaugurazione il 1 novembre. Alcuni lavori continuano nell'inverno 1916, ma la grande attività è finita e RM, con riluttanza, deve disperdere la sua grossa ed efficiente organizzazione, non trovando nuovi lavori per lo staff d'ingegneri e gli oltre 1000 operai e macchinari.

Maillart ha comunque fatto una discreta fortuna, ed inoltre questo periodo in Russia gli ha permesso di vivere più a contatto con la famiglia. E' un ottimo marito ed un buon padre. Il soggiorno Russo di Maria l'ha reso il più confortevole possibile, con adeguata servitù ed alloggio, nonché in allegra compagnia, in cui lui e la moglie erano sempre protagonisti, dando party, cene etc. Ma Maria era malata e soffriva per la malattia al fegato che la tormentava fin da giovane. Il 1 agosto 1916, Festa Nazionale per l'indipendenza Svizzera, la famiglia Maillart tiene una grande festa, ma Maria sorride tristemente; la settimana dopo sarà ricoverata all'ospedale di Kharkov per essere operata alla cistifellea: le due settimane successive amici e parenti vanno a trovarla; Robert è sempre con lei.

Il 21 mattina presto, entra nella stanza dei figli nella Dacia e teneramente gli annuncia la morte della loro mamma: nei giorni seguenti telegrafa e poi scrive una lunga lettera al figlio Edmond.

A 44 anni e dopo 15 di matrimonio, si ritrova solo, con due figli piccoli, in un paese straniero in guerra.

La famiglia si trasferisce in un grande appartamento nel centro di Kharkov. Oltre alla cuoca russa Masha, c'è anche sua nipote Margherite Wicky, appena arrivata dalla Svizzera. Una parte dell'appartamento viene utilizzato come ufficio, dove i pochi ingegneri rimasti curano alcuni lavori. La guerra sembra lontana.

Investe tutti i guadagni che ha realizzato, in una miniera di carbone a Donetz, tenendo solo un po' di gioielli ed oro.

L'estate del 1917, trascorre una lunga vacanza con i figli a Feodosiya, una cittadina della Crimea. I Maillart scoprono la guerra e la rivoluzione solo nel novembre del 1917 dopo il rientro a Kharkov, dove riescono a mangiare solo grazie alla cuoca russa Masha. Kharkov è al centro della contesa tra russi e tedeschi. RM cerca di tirare avanti l'attività della miniera, ma la situazione precipita e con il consolidarsi della rivoluzione i rischi per lui aumentano, in quanto personaggio importante nell'attività del passato regime. Purtroppo deve rendersi conto di aver perso tutto, ed il 30 dicembre 1918 con Marie Claire, Renè e Margherite Wicky, lasciano ogni cosa e con sole tre piccole valigie, partono per Odessa dove

arrivano il 10 gennaio 1919, dopo un viaggio pericoloso.

E' molto difficile uscire dalla Russia e solo il 3 febbraio riescono ad imbarcarsi su una nave Francese diretta a Costantinopoli (Istanbul) dove rimangono alcuni giorni e visitano S. Sofia. Poi, passando per Thessalonika, l'antico porto sul mar Egeo, arrivano a Napoli il 14 marzo, da qui a Roma, ed a Bologna il 24, per proseguire per Domodossola e finalmente l'arrivo il 25/3/1919 a Ginevra. Ad attenderli tutta la famiglia: la mamma Berta, i suoi fratelli, ed il figlio Edmond di 16 anni.

La rinascita

Robert Maillart è senza lavoro, senza la sua organizzazione e con un grosso debito con la Swiss Bank, che ha finanziato i suoi lavori in Russia. L'aiuto della famiglia e degli amici gli permette di aprire un piccolo ufficio di progettazione. Ma ora deve trovare delle commesse. Il primo viaggio alla ricerca di lavoro è in Spagna a Barcellona, dal miglior ingegnere del suo vecchio ufficio Viktor Hässig, poi Oviedo, Madrid, Cordoba, Siviglia. Rientra a Ginevra all'inizio del dicembre 1919. La vicina Francia danneggiata dalla guerra necessita di opere di ricostruzione. RM pensa che sia un buon mercato, anche se difficile, per la presenza di moltissimi ingegneri locali, e prepara una brochure pubblicitaria, come aveva già fatto per la Russia. Lavora con Von Müller e con Zarn ed un disegnatore, ma il lavoro è poco ed i debiti rimangono. L'istruzione dei figli gli crea ulteriori problemi. Prova a tornare a Riga, la capitale della Lituania, ma anche questo viaggio non è fruttuoso. La brochure ed il viaggio in Francia portano un lavoro: un ponte a tre arcate a Marigner a 35 Km da Ginevra. Ma non sarà un ponte alla Maillart, perché ora bisogna accontentarsi.

Costretto a fermarsi dal suo febbrile lavoro, ritorna allo studio della letteratura scientifica e si aggiorna sullo stato dell'ingegneria strutturale.

Decide di partecipare a qualche concorso per proporre nuove soluzioni strutturali. E' il caso delle dighe per le centrali idroelettriche, dove studia una soluzione di diga ad arco, con una forte



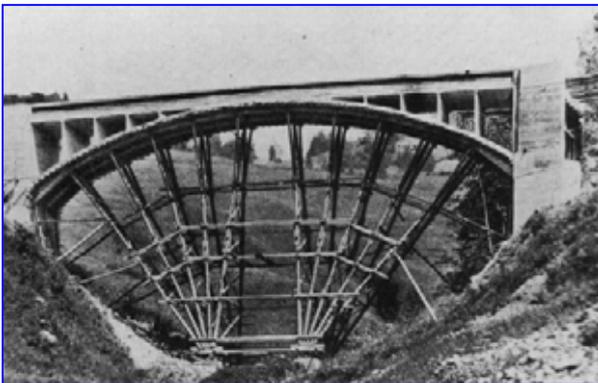
riduzione del materiale da impiegare, attraverso l'uso di archi cavi e pareti molto sottili. Brevetta

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

questa soluzione, ma non riuscì ad impiegarla fino al 1931. Solo a metà luglio 1921 riceve una commissione per un lavoro a Zurigo: un edificio multipiano per uffici della Rentch Company. Nel febbraio 1922 ottiene il suo primo importante incarico a Ginevra: l'edificio per la Swiss National Bank, a cui fanno seguito altri 4 progetti in città. Potenzia il suo ufficio con l'assunzione di un ingegnere esperto, Albert Huber. All'inizio del 1923 progetta e realizza una tettoia per i **magazzini di Chiasso**.

Al solito è una struttura originale, con capriate in C.A. di 25 mt. di luce, poste ad interasse di 5 mt. ed in cui la copertura è una soletta di C.A. che partecipa alla resistenza della capriata ad arco rovescio, con gli sforzi riportati al suolo da colonne storte verso l'interno. Una struttura originale che ricorda lo stile di Gaudì.

Ma è il ponte sul lago **Wägital**, del 1923, che



rappresenta uno dei maggiori cambiamenti nel progetto delle strutture del XX secolo. Maillart aveva studiato con Ritter, che già nel 1883 considerava i benefici dell'interazione tra arco e soletta in ponti d'acciaio⁷. Altro spunto l'aveva tratto dall'esame delle lesioni d'esercizio del ponte di Aarburg, (e di quello di Zouz). Seguendo queste idee realizza una struttura innovativa: un arco sottile sostiene attraverso esili setti verticali,



la soletta con il parapetto. L'arco e la soletta lavorano insieme in una struttura leggera e rigida ed in più il parapetto in C.A. non è una massa

⁷ W. Ritter propose di guardare il comportamento di un ponte sospeso come il caso limite (rovesciato) di un ponte ad arco con soletta rigida, trascurando la rigidità flessionale del cavo.

inerte, ma parte della struttura. Partendo da questo ponte, nei successivi dieci anni RM realizza 12 ponti con questo schema strutturale, ciclo che termina con lo spettacolare **Schwandbach** (1933) e con la passerella sul fiume **Töss** (1934).

Le prove di carico confermano le alte prestazioni di questi ponti e gli artisti dell'epoca ne rimangono estasiati.

Dopo Chiasso e Wägital, tre ponti diversi, occupano la mente di Maillart:

Valtschielbach (1924-25) con il contrasto tra l'arco leggero ed il robusto complesso della soletta parapetto.

Chatelard (1925) un ponte per l'acquedotto tra Martigny e Chamonix, con il quale RM inizia a studiare i ponti a travata ed in cui propone una soluzione rivoluzionaria che permette un risparmio del 30% e l'appalto al costruttore Simonette, con cui si era associato. RM riduce, rispetto al progetto a base di gara, la luce della campata centrale, inclinando le due colonne centrali a formare una specie di arco. Nel ponte si combinano tre tipi di forme strutturali: la trave continua, la mensola ed il telaio rigido.

L'artista Max Bill, nel suo piacevole libro su Maillart, mette in rilievo un piccolo neo: il basamento in pietra alle colonne inclinate.



Grand Fey (1926) E' questo un viadotto ferroviario da ricostruire nella stessa posizione e senza interrompere il traffico ferroviario: una grande opera di "sostruzione" che RM risolve brillantemente con un insieme di archi sovrapposti a coprire le 6 campate per una luce totale di 383 metri.

Nel 1925 chiude l'ufficio di Barcellona e si concentra nella svizzera, aprendo un nuovo ufficio a Berna.

Il bisogno di RM di avere un costruttore in grado di realizzare le sue idee, si concretizza in questo periodo con Simon Simonette, un valente ingegnere costruttore in grado di realizzare i suoi inusuali progetti a prezzi ragionevoli. Purtroppo Simonette muore all'improvviso nell'ottobre del 1925, ma fortunatamente per RM, il suo socio Florian Prader è in grado di continuarne il lavoro. Nello stesso periodo un altro fatto positivo gli arride: **Mirko Ros** succede a F. Schüle alla direzione del Laboratorio Federale di Prove.

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

Ros è il naturale continuatore della tradizione di Culmann e W. Ritter, che vede nelle prove di carico, il naturale compendio della statica grafica. Ros e RM divengono amici sinceri e da questo connubio trae linfa l'inventiva di Maillart.

Fantasia, gioco e disciplina, in questa apparente contraddizione sta la sua originalità ed il suo genio.

Nel 1926 la figlia Marie Claire va a lavorare in Inghilterra, mentre gli altri due già vivono la loro vita indipendente dal padre : Renè lavora negli Hotel ed Edmond in una ditta di costruzioni in acciaio ed opera fuori della Svizzera. RM è quindi solo a Ginevra e conduce, da buon Calvinista, una vita monastica, rimanendo spesso a dormire in ufficio.



Mirko Ros nel settembre 1927 scrive un articolo sul Bauzeitung in cui analizza i recenti ponti di Maillart: *l'acquedotto sopra l'Eau Noire (Chatelard) è una struttura che riassume il pensiero tecnico-economico e la sensibilità artistica dell'Ingegnere Maillart; esso ha una misteriosa affinità con l'idea strutturale che forma la base del ponte Tavanasa, costruito da Maillart & c. al principio del 1904.* Ironia della sorte, la notte di sabato 24 settembre 1927, una eccezionale alluvione, devasta la valle e distrugge anche il ponte di Tavanasa. La gara per la ricostruzione impegna RM in un progetto che partendo dal precedente, ne elimina gli ultimi "rimasugli" delle strutture in pietra. Alla gara concorre Florian Prader, il costruttore a cui ora RM affida i suoi progetti, ma la gara è persa ed il

ponte viene ricostruito anonimamente l'anno dopo.



Finalmente con il lavoro dei suoi tre uffici di Ginevra, Berna e Zurigo, che egli dirige direttamente e che visita settimanalmente, i grossi debiti contratti prima della guerra sono pagati e per lui il 1928 inizia con un buono auspicio.

Ginevra rimane il suo ufficio principale con tre o quattro ingegneri e due disegnatori. RM riporta le sue nuove idee su carta da disegno o su foglietti, spesso durante i suoi spostamenti in treno tra le città. A Zurigo mantiene un buon rapporto con il gruppo d'ingegneri delle Ferrovie Svizzere, con i quali stabilisce la tradizione del pranzo il sabato al Ristorante Schutzen.

L'estate del 1928 vede il culmine della creatività di RM, che ha 56 anni, ed il raggiungimento di soluzioni in cui si ha la completa emancipazione del C.A. dalla muratura.

Il Cantone del Graubünden, delibera di fare un ponte su di una alta strada tra le Alpi: una strada che collega il villaggio di Schuders con la città di valle Schiers. Un ponte sul torrente **Salginatobel**⁸. La gara, indetta per il 15/09/1928 andrà al progetto di minor costo. RM risolve questa nuova sfida alla gravità con un ponte rivoluzionario, dalla forma possibile solo con il C.A. Un arco di 90 metri, con una freccia di 13 metri. RM progetta la forma in modo da controllare le forze. Prader presenta l'offerta l'ultimo giorno. La gara è vinta. Nella primavera del 1929 RM ha completato il progetto e nel giugno sono pronti i disegni esecutivi.



RM si reca in cantiere soprattutto per sovrintendere al lavoro critico della preparazione delle rocce per gli appoggi. Un incidente occorso al costruttore della leggerissima centina in legno, il geniale ing. Richard Coray (1869-1946), che

⁸ Riconosciuto dall'ASCE come una delle trenta più importanti strutture al mondo.

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

cadde da una altezza di 35 metri e fortunatamente si salvò, turba l'andamento dei lavori. La centina è leggera perché il progetto di RM prevede che per primo si getti la soletta inferiore dell'arco, che poi porterà il peso dei muri e della soletta superiore, quindi senza necessità di centina. La soletta d'intradosso è allargata alla base dell'arco, al fine di contrastare l'instabilità laterale.



Il ponte sul Salginatobel è l'ideale delle strutture: efficiente, economico ed elegante. Con esso RM giunge al vertice degli strutturisti.



Marie Claire sposa nel 1929 l'ing. Eduard Blummer (1901-1980) laureato all'EPFZ, il cui lavoro in Indonesia li porta lontani dalla Svizzera.

Ad inizio 1930 RM affronta una nuova sfida: un ponte con sviluppo della carreggiata curvo. E' il caso del ponte ferroviario Klosters sul fiume Landquart. Rispetto al progetto base dell'ente, la soluzione studiata da RM ha un arco con il 60% di C.A. in meno. Come nel Salginatobel, dove per resistere alla forza del vento RM ha allargato la sezione dell'arco all'appoggio, lo stesso fa qui, dove anche i setti verticali hanno sezione trapezia.⁹

Questi ponti erano tutti nel Cantone del Graubünden, e comunque in posti marginali, dove RM ha la possibilità di sperimentare le sue nuove

idee; cosa diversa avviene nel Cantone di Berna, dove il potente ingegnere capo Adolph Bühler, contrasta il lavoro di RM.

Il 6 novembre 1930, in occasione della celebrazione dei 65 anni dell'EPFZ, RM incontra Othmar Amman, anche lui allievo di Wilhelm Ritter, divenuto uno dei più importanti ingegneri in USA, dove aveva da poco costruito il ponte sospeso George Washington a N.Y.C. Maillart lavora invece a piccoli ponti ma con idee innovative, è infatti di quest'anno il saggio "Massa o qualità delle strutture in calcestruzzo armato", in cui pone in evidenza il contrasto tra la massa e la qualità delle strutture, illustra il cambiamento che l'arte dell'ingegneria strutturale sta portando nella tradizione dell'architettura classica, e la confusione della complessità matematica, che percepisce nell'ambiente accademico del tempo. Non ci sono dubbi che le strutture leggere e snelle sono, oltre che più belle, anche più efficienti di quelle pesanti, non foss'altro per l'eccessivo carico sul terreno.

Nel maggio 1931, RM si separa da Adolphe Zarn, suo socio da 30 anni, la cui personalità umorale e militaristica, non gli era mai andata a genio. Gli affari non vanno male, considerato che siamo nella crisi mondiale del 1929, con due grosse commesse per conto di architetti: la sede del Credit Suisse a Ginevra e delle Poste a Zurigo. Questa attività per conto di architetti è molto vantaggiosa per RM, perchè i suoi ingegneri sono in grado di eseguire i calcoli rapidamente ed i suoi disegnatori di fare i disegni esecutivi in breve tempo. Potenzia il suo ufficio di Zurigo con l'assunzione di un giovane architetto, Hans Kruck, figlio di un influente politico cittadino, ed un giovane ingegnere, Marcel Fornerod che aveva da poco ultimato una esperienza lavorativa di due anni in USA. I due giovani si affiancano al responsabile dell'ufficio Alois Keller ed ai disegnatori. In questi anni il cantone di Berna assegna a RM la progettazione di due piccoli ponti: lo **Spital**, che è un ponte classico di Maillart con lo schema soletta-arco leggero, ma con l'originalità di essere composto da due archi affiancati tra loro, ma non paralleli sia in pianta

che in alzato, con un risultato visivo originale ed insolito. Il ponte **Bohlbach** che è invece un esperimento in cui anche la soletta è ad andamento ad arco, con curvatura opposta a quella dell'arco sottostante.

Intanto l'azione di Max Bill¹⁰, gli articoli di Sigfried Giedion¹¹ e quelli di



¹⁰ Max Bill (Winterthur, 22 dicembre 1908 – Berlino, 9 dicembre 1994) è stato un architetto, pittore, scultore e designer svizzero.

¹¹ Sigfried Giedion (1888-1968) ingegnere svizzero, storico e critico dell'architettura. Si laurea a Vienna nel 1913. Studia poi storia dell'arte a Monaco di Baviera con Heinrich Wölfflin. Fu tra i fondatori dei CIAM, dei quali fu anche segretario generale. Ha insegnato al MIT e ad Harvard dove è diventato preside della Scuola di Design. I suoi numerosi libri hanno avuto una

⁹ Ernst Stettler ingegnere del suo studio di Berna, esegue il calcolo definitivo del ponte.

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

P. Morton Shand, contribuiscono alla fama di RM ed alla sua internazionalizzazione. Purtroppo il rancore all'interno degli accademici dell'EPFZ li porta ad ignorarne i lavori, che vi verranno accolti solo dopo la seconda guerra mondiale, ad opera di Pierre Lardy succeduto nel posto di Ritter.

Il 15 ottobre 1931 RM parte in auto con l'ing. Trechsel del cantone di Berna, per una consulenza sullo stato di alcuni ponti su strade di montagna. Vicino alla piccola città di Heimberg, durante una sosta, l'auto viene tamponata e RM sbalzato dall'altro lato della strada. Subito gli altri della compagnia, si rendono conto che si è fatto male e lo portano a Berna, dove un dottore lo visita ed esclude rotture. RM ha dolore perché la gamba gli fa male ed anche il mattino dopo il dolore continua. Nei giorni seguenti rientra a Ginevra dove il 19 ottobre, sua sorella Rosa lo raggiunge e si stabilisce in casa con lui, e vi rimarrà per il resto della sua vita. Le successive nove settimane le passa prevalentemente a letto, pur continuando a lavorare. Alla fine di dicembre può rimettersi in viaggio, ma con dolore. E' più vecchio della sua età.

Il 27 marzo 1932 muore sua madre Berta, che fino ad allora era stata il centro della famiglia.

Nel giugno 1932 Rosa lo convince a passare una visita medica, dalla quale risulta che il dolore che lo tormenta, non deriva dalla gamba, ma probabilmente da una lesione interna al rene, provocata dall'incidente.

Nel suo lavoro Maillart procede per modifiche: allo studio iniziale seguono 2 o 3 altri studi volti a raggiungere una soluzione ottimale, sia dal punto di vista estetico che economico: è così con il ponte sul fiume **Tessin**, vicino alla città di Giubiasco a sud di Bellinzona, dove il ponte lungo 262 mt. con un arco centrale di 70 mt, subisce tra l'ottobre 1931 ed il febbraio 1932, tre soluzioni successive, in cui RM prima separa nettamente l'arco dal viadotto e poi rende la soletta di uniforme spessore sia sul tratto in viadotto che sull'arco. Oppure nell'elegante passerella pedonale sul torrente **Töss** vicino a Winterthur, dove rielabora un progetto di un ingegnere locale (W. Pfeiffer) fatto nel suo stile, ottenendo una struttura più leggera e più gradevole. I calcoli per



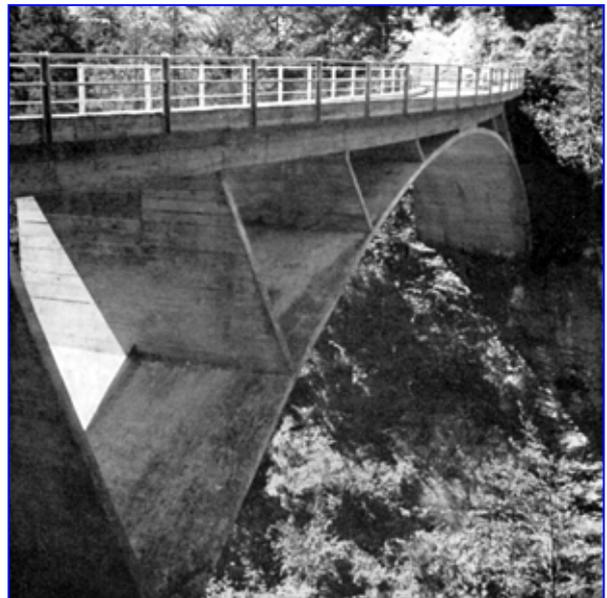
questa passerella di 38 mt. di luce occupano appena 10 pagine con semplici formule che riflettono la lunga esperienza e le rivoluzionarie idee di RM. Diversi anni dopo, per un caso simile, Max Ritter produce una relazione di oltre 100 pagine.

Maillart lavora poi al **Rossgaben**, un ponte su di una strada di montagna a nord di Schwarzenburg, con un arco a 3 cerniere di 80 mt. di luce che sarà costruito in soli tre mesi tra l'agosto e l'ottobre del 1932.



Il lavoro scarseggia per gli uffici di Zurigo e di Ginevra, RM cerca commesse nel cantone di St. Gallen, che gli è sempre stato "amico". Incontra però difficoltà in relazione al progetto per il ponte sul fiume Thur, in cui l'ingegnere cantonale ha proposto un ponte con tre pile centrali e 4 campate con archi in pietra, al quale RM propone di sostituire un ponte con il sistema Maillart. Solo un intervento politico gli permette di avere la commessa, che da una boccata d'ossigeno all'ufficio di Zurigo, per alcuni mesi.

Il ponte **Thur** a Felsegy del 1933 è un classico bellissimo ponte di RM, in una zona pianeggiante, con una grande campata di 72 mt con un arco a 3 cerniere, con i setti di sostegno della soletta sostituiti da eleganti portali.



Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

Nel 1933 Maillart lavora ad una sfida lanciata nel 1923, per un ponte sullo **Schwandbach** con carreggiata in curva¹². Questo ponte definito uno dei più belli realizzati nel XX secolo, è stato progettato da RM e dal suo studio dietro un compenso di 5.300Fr pari al 10% del suo modesto costo di 53.000 Fr. Compenso modesto se si pensa che il costo mensile del suo studio era di circa 10.000 Fr. Il calcolo svolto da RM è al solito molto semplice e concentrato in una relazione di poche pagine, i cui risultati troveranno una chiara conferma dalla prova di carico che Ros riuscì a fare pur avendo contro Max Ritter, che sosteneva la necessità di ricercare una soluzione matematica, nella quale impegnò alcuni suoi allievi, che solo per i calcoli preliminari redassero una nota di 30 pagine.

Il ponte Schwandbach ha una dolce curvatura della carreggiata, secondo un tracciato ellittico integrato ad un morbido profilo dell'arco inferiore su cui s'impostano i muri trasversali trapezoidali di collegamento tra l'arco e la soletta. Trapezoidali, perché in sommità larghi come la carreggiata ed alla base come l'arco, composto da una sottile soletta di forma planimetrica slargata sugli appoggi al suolo e decentrata, sui lati, rispetto alla carreggiata.



Nel 1933 Maillart si trova in difficoltà maggiori per la scarsità di lavoro, a poco vale la commessa per il progetto del nuovo palazzo comunale a Zurigo. Egli deve licenziare due disegnatori e poi anche Fornerod, che gli aveva da poco illustrato il nuovo e semplice metodo per calcolare strutture complesse, elaborato dal prof. Americano Hardy Cross¹³.

Maillart inizia a studiare nuove forme per i ponti di pianura, tenendo conto che il sistema: soletta-arco rigido (deck-stiffened arches) perde i suoi vantaggi per archi troppo ribassati. Egli inizia a pensare a ponti a trave continua. Nel frattempo elabora il progetto per un ponte a Sirakovo¹⁴ in

Yugoslavia (maggio- giugno 1934) dove affianca due campate ad arco a tre cerniere con sezioni cave (hollow-box), con colonne a fuso incernierate alla base ed in sommità.

La sua ricerca trova un nuovo successo nella seconda metà del 1934, con il progetto di un ponte sulla valle del Sitter¹⁵, con un arco poligonale di 200 mt di luce, 20 mt in più del ponte di Plougastel del 1930 di Freyssinet¹⁶. Ma le novità non si fermano alla forma poligonale, perché tutte le sezioni sono ora flangiate ed in ogni tratto di poligonale, tutti gli elementi che vi confluiscono (arco, colonna, soletta) decrementano la loro sezione confluendo verso il centro dell'arco. Ad aggiungere leggerezza a questo splendido progetto vi è poi l'apertura a forcella del primo concio dell'arco, dove si appoggia al suolo e della sovrastante colonna. Il paragone con il ponte di Freyssinet rende il giusto merito al genio estetico-strutturale di Maillart.

Il 30 gennaio 1933 in Germania, il presidente Hindenburg nomina Adolf Hitler cancelliere. RM apprende, tramite il suo amico tedesco Alexandre, delle persecuzioni agli ebrei. Egli capisce che il Nazismo Svizzero, incoraggiato dal successo di Hitler, crea problemi anche nel suo paese.

RM nell'estate del 1933 (61 anni) non ha nuovi lavori.

A fine anno la figlia Marie Claire ed il marito E. Blummer fanno ritorno in Svizzera dall'Indonesia, per una lunga vacanza, che Marie Claire prolungherà per stare vicino al padre, che la porterà in un lungo viaggio a rivedere i suoi lavori. Il 26 ottobre 1934 RM e la figlia raggiungeranno in treno Genova, dal cui porto il giorno dopo questa partirà per l'Indonesia.

Nel maggio 1933 a Maillart giunge una lettera dalla municipalità di Zurigo, che apre la più grande controversia della sua carriera. L'ingegnere comunale, ha scoperto un errore nel disegno delle armature delle travi di **copertura del ginnasio Sihlhölzli**, da lui progettato.

Viene dato l'incarico a Max Ritter di rifare i calcoli e decidere sulla sicurezza della copertura di Maillart, che viene invitato nel contempo a fare altrettanto per parte sua, nominando un consulente.

Maillart, contesta la relazione di Ritter ed interviene sulla copertura, con un intervento di post-tensione, innovativo per il tempo e risolutivo del problema.

La fama di RM è grande e pur con questo contrasto con Ritter, egli riesce ad avere incarichi, anche se d'importo modesto e per piccoli ponti,

¹² L'asse della carreggiata di luce 37,4 mt è ellittico, con i due raggi di 90,30 e 22,0 mt. La carreggiata è larga 3,60 mt, mentre quella della soletta dell'arco varia da 4,2 a 7,2 mt.

¹³ Hardy Cross (1885-1959) noto per il metodo di distribuzione dei momenti, utilizzato fino agli anni 1960/70, che ha permesso l'agevole soluzione di telai piani.

¹⁴ Non realizzato

¹⁵ Non realizzato

¹⁶ Eugène Freyssinet 1879 – 1962 ingegnere francese, fu uno dei pionieri della tecnica del cemento armato. Tra i creatori delle nuove forme strutturali in architettura agli inizi del sec. XX, fu il primo a usare il cemento precompresso.

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

soprattutto ferroviari. Ed è qui che, ancora una volta, egli lavora alla ricerca della migliore e più economica soluzione.

Piccoli ponti, che non permettendo soluzioni ad arco, lo portano allo studio di travate rettilinee, congiunte con la funzione di parapetto e con un raccordo arcuato ai pilastri, a formare un pulvino. Con un'ulteriore accorgimento in fase di disarmo, che prevedeva di far "calare" per prime le travi laterali sulle spalle, ottenendo un effetto di controfreccia e quindi di miglioramento delle prestazioni delle campate centrali. Tra questi i ponti di **Huttwil** e sul **Birs** a Liesbey. Questi ponti che hanno le rotaie sulla soletta, hanno minori vibrazioni sotto il passaggio del carico mobile dei treni.

Nel dicembre 1934 RM invia alla città di Ginevra una sua bozza di un'idea per un ponte sul fiume Arve a Vessy in cui inserisce alcune nuove idee sulle forme angolari e sugli archi fatti parzialmente a cassone ed a canale; in questa soluzione lui prevede una forma ad X per i muri di sostegno trasversali che sostengono la soletta. Questa forma originale, che si basa su di un calcolo ben preciso di RM, è principalmente un desiderio di RM di introdurre sorpresa e divertimento nel serio mondo degli ingegneri.

Il ponte di **Vessy** viene messo in gara al massimo ribasso e vi partecipano 8 ditte a testimonianza della grave depressione in atto nel paese; i lavori iniziano nel maggio 1936 e finiscono un anno dopo, con qualche controversia con l'impresa. Anche in questo caso si apre una questione con il cantone di Ginevra, dopo le prove di carico che hanno riscontrato alcuni movimenti nelle spalle. RM fornisce le sue giustificazioni, ma al solito il mondo accademico gli contesta il suo calcolo semplificato, che trascura l'interazione tra la soletta e l'arco a tre cerniere. RM giustifica i piccoli cedimenti delle spalle come ininfluenti per variazioni tensionali, data la presenza delle tre cerniere: quest'ultime di caratteristiche non perfette essendo in C.A. (RM le chiama "cerniere arrugginite") permettono di assorbire le vibrazioni a cui il ponte è sottoposto.



Ma il lavoro scarseggia e dalla primavera del 1935 l'ufficio di Zurigo, viene ridotto a 3 persone: il suo capo ingegnere Keller, l'architetto Kruck ed un disegnatore. Il suo sostegno economico viene dagli uffici di Berna e Ginevra, ma

sfortunatamente anche queste municipalità hanno pochi soldi per le costruzioni.

Intanto la fama di Maillart è sempre più diffusa all'estero.

A metà ottobre 1935 egli inizia a pensare ad una presentazione dei suoi lavori ai giovani architetti di Zurigo, che lo avevano più volte sollecitato ed a cui aveva sempre risposto negativamente. Con sua grande sorpresa, la "lettura" ha un grande successo, con oltre 300 presenze all'auditorium dell'EPFZ, tra le quali Sigfried Giedion. Un grande successo, ma non basta per vivere ed oramai il lavoro a Zurigo finisce e Maillart è costretto a licenziare anche il fido Alois Keller.

Il 23 gennaio 1936 muore il fratello Paul. E' il primo della famiglia e per RM è un duro colpo a cui si aggiunge il riacutizzarsi del dolore alle gambe.

Il 12 marzo 1936 Ros presenta i risultati delle prove di carico al ponte di Thur a Felsegg, che confermano le ipotesi di RM e che glielo fanno descrivere come: una struttura molto interessante, una soluzione originale ed economica". Sfortunatamente un progetto simile, non riceve uguali onori a Berna per il pregiudizio di una giuria presieduta da Ritter e Bühler.

Il governo federale lo invita a fare un progetto per i nuovi uffici telefonici a Zurigo. RM è titubante perché deve competere con l'acciaio e "lo stupido codice da' vantaggi all'acciaio", ma con sorpresa vince. Ma la crisi generale fa sì che gli sia ridotto di troppo l'onorario ed il lavoro, quindi non produce guadagno.

Nel 1936 l'Europa ha seri problemi: Mussolini ha iniziato l'attacco all'Etiopia ed Hitler annuncia il movimento di truppe nell'area del Reno.

Una banale caduta nell'andare a letto gli provoca la rottura del femore ed il ricovero in ospedale a Zurigo per alcuni mesi, fino al 14 ottobre 1936. Altre gare vengono perse per colpa di giurie in cui predominano Ritter e Bühler. In particolare il concorso per un ponte ferroviario sul fiume Aare, gli brucerà molto, sia per la composizione della commissione, che per il fatto che il progetto (di Bühler) messo a base di gara elaborato in 6 anni, dovrà essere paragonato ai progetti in concorso, redatti in pochi mesi. La sua proposta, pur con un costo inferiore di 250.000 Fr a quella di Bühler, non vince.

Anche il 1936 è un brutto anno per RM, la morte del fratello, la malattia, nessun concorso vinto, la pubblicazione del nuovo codice svizzero del C.A. e gli affari che hanno un declino del 45% rispetto all'anno precedente.

Nel 1937 il Royal Institute of British Architects nomina, per la prima volta nella sua storia, due

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

ingegneri come membri onorari: Robert Maillart e Freyssinet.

Nel settembre dello stesso anno, si tiene il centenario della società Svizzera degli Ingegneri ed Architetti e Robert Maillart non viene neanche invitato.

Dall'8 settembre al 20 dicembre 1937 si svolgono i lavori per la costruzione di un piccolo ponte a **Gündlischwand** dalla originale tecnica (travi/parapetto portanti) e curiosa forma.

Al solito gli affari non vanno bene, i lavori scarseggiano e RM deve aiutare anche il figlio Edmond i cui affari vanno peggio. Può aiutarlo, grazie ai soldi avuti dall'assicurazione sulla gamba.

A dispetto dei suoi scarsi affari, la sua reputazione continua ad estendersi in tre diverse direzioni:

- come progettista. In Svizzera era considerato il miglior progettista di C.A.
- come ricercatore, egli aveva attratto serie attenzioni sul suo operato e sulle sue idee.
- come battagliero ingegnere delle forme eleganti, aveva ricevuto più attenzioni di tutti dall'ambiente dell'avanguardia, soprattutto ad opera di Max Bill, Giedion e Shand.

All'inizio del 1938, quando aveva data per certa la chiusura dei suoi tre uffici, la città di Zurigo, con un referendum, approva il suo progetto di copertura della piscina per l'esposizione nazionale del 1939. Per la stessa esposizione egli è incaricato della progettazione del padiglione "**Cement Hall**" da parte della E.G. Portland. Una costruzione provvisoria, che avrà una grande importanza per il futuro delle strutture, sarà "una piccola cosa che richiede molto lavoro" e che RM studia con grande cura. Niente con questa forma era apparso prima e mostra le straordinarie possibilità del C.A. quando gli viene data la forma appropriata (6 cm. di spessore).

La stampa darà poca risonanza a questa struttura.



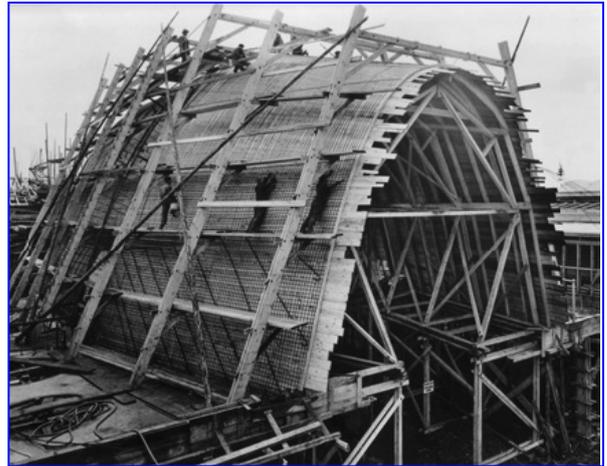
Nel luglio del 1938, Marie Claire torna a trovare il padre, con cui passa un lieto periodo di ferie, in

cui partecipano anche alla Challenge Cup di Bridge a Kulpera ed insieme fanno poi una gita ai suoi vecchi ponti.

Nell'agosto dello stesso anno un architetto americano viene a trovarlo ed alla richiesta di RM di conoscere chi lo ha indirizzato, questi gli risponde che in USA i suoi lavori sono molto noti e studiati.

A dispetto della difficoltà a lavorare in Germania, le idee di RM oltrepassano il Reno: ad esempio il prof. Ulrich Fisher di Breslau, che svolge approfonditi studi sulla sua opera e che arriva a scrivere: "*le straordinarie solette leggere e le nervature delle costruzioni di Maillart sono meravigliose ... i calcoli sono stati fatti con procedure semplificate. Le prove di carico hanno registrato deformazioni minori di quelle previste dagli stessi calcoli*".

Sulla stampa tedesca esce il riconoscimento del debito che il ponte sul Danubio di E. Morsch e P. Bonatz, a Leipheim ha con il ponte sull'Arve a Vessy di Robert Maillart.



Gli affari vanno avanti stentatamente e sono positivi solo grazie alla grossa commessa di Zurigo. Procedono intanto i lavori di costruzione della Cement Hall e nel novembre 1938 i lavoratori spruzzano il cemento sulla cassaforma di legno. RM frequenta il cantiere, ma ha difficoltà con la gamba sinistra. Il 1 dicembre la cassaforma in legno viene tolta e RM invita sua figlia a vederla. Dopo il 67° compleanno, festeggiato il 6/02/1939 a Ginevra, Marie Claire deve ripartire per Genova da cui prende la nave per l'Indonesia, ma questa volta è più triste nel lasciare suo padre.

Nel gennaio 1939 Hitler invade la Cecoslovacchia e Mussolini si muove sull'Albania e RM è preoccupato per il fratello Alfred e la moglie italiana, che erano a Rapallo.

Su commissione del cantone di Ginevra progetta un ponte sul **Rhône** vicino a Peney; è un ponte con tre travate con le sezioni scatolari vicino agli appoggi ed a π nelle mezzerie delle travi ed in prossimità del contatto a riva, dove le sezioni quasi svaniscono. Il progetto contrasta fortemente con l'altro ponte progettato da RM nel gennaio

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

1939 vicino a Gadmen, che era un ponte ad arco a 3 cerniere, e risultato non vincitore.

La particolare divisione della Svizzera in Cantoni sufficientemente autonomi, che quindi possono decidere autonomamente rispetto all'autorità centrale spiega in parte la storia di RM, contrastato dalle autorità e personalità centrali, ma ben visto a livello di alcuni cantoni.

Maillart completa il progetto di un ponte a **Garstatt**, iniziato nel 1935. E' un ponte scatolare a tre cerniere, ma con le due parti senza la curvatura ad arco. Ancora una volta percorre nuove strade.



Nel giugno 1939 inizia quello che sarà il suo ultimo ponte, anzi per l'esattezza due. Infatti Florian Prader, vince un contratto con le ferrovie svizzere per due ponti a sud del lago di Zurigo, tra le città di Altendorf e Lachen.

Per **Altendorf** il ponte è pensato a trave continua di tre campate, con sezione costante a π , con un lieve arrotondamento sulle due esili colonne.



A **Lachen** invece realizza un ponte ad arco a tre cerniere, come quello di Vessy.



Alla fine del mese di giugno, le sue condizioni di salute peggiorano ed il suo medico lo invia a Bad Gurnigel, per un completo riposo. Ma egli continua a lavorare ed a metà agosto lascia la clinica.

Nel frattempo le Ferrovie Svizzere consegnano a Prader la commessa per i due ponti di Lachen e Altendorf, da eseguirsi sul progetto di Maillart *“sia per il loro basso costo che per la funzionale e piacevole apparenza. Il problema con la fondazione dell'arco (Lachen) è stato brillantemente risolto ... ed a dispetto delle piccole dimensioni la rigidità e la stabilità sono ottime”*.

Il 3 settembre 1939 Hitler invade la Polonia¹⁷ e la Gran Bretagna e la Francia dichiarano guerra alla Germania. Il suo intero ufficio viene richiamato alle armi, ad eccezione di Stettler; l'esposizione nazionale chiude; Maillart ha la vita sconvolta.

L'11 ottobre gli viene una forte emorragia; è solo in casa, chiama un taxi e si fa portare all'Ospedale. Subito la situazione risulta grave ed è necessaria un'operazione, difficile per le condizioni del suo cuore. Il 24 ottobre viene operato con successo, ma due giorni dopo soffre di un forte attacco di cuore, seguito da un altro dopo due settimane.

Lentamente si riprende ed il 5 dicembre può lasciare l'ospedale, in compagnia della sorella Rosa, che lo assiste sempre.

Il 1 gennaio 1940 tiene una piccola festa con i famigliari alla Brasserie Bâloise a Ginevra.

Inizia a pensare ad un articolo sulla prossima prova di carico a rottura della Cement Hall.

A marzo anche un'ernia aggrava la sua salute.

La società Svizzera degli ingegneri ed architetti riunita in assemblea a Zurigo lo nomina, primo ed unico, membro onorario.

Il suo peso continuava a diminuire ed il 12 marzo 1940 si reca in ospedale per analisi e i medici scoprono un'ulcera.

Il 24 René arriva da Aix e rimane con il padre fino al 28, giorno in cui viene a trovarlo il suo vecchio amico Paul Nissen. Dopo un poco di calma la situazione precipita, René torna al capezzale del padre, che muore il 5 aprile 1940.

Edmond è in USA e Marie Claire a Sumatra.

Robert Maillart sarà sepolto, con una semplice cerimonia, nel cimitero Petit Saconnex a Ginevra.

Le idee e le azioni

La scuola tecnica e quella scientifica

Al tempo di Robert Maillart vi fu un'ampio dibattito ed un'aspra contesa, in merito alla progettazione di strutture civili, tra la scuola tecnica (design view) e quella scientifica (applied science view). Quest'ultima, originata dalla scuola tedesca, prevedeva l'insegnamento dei principi fondamentali, delle teorie generali e dei metodi

¹⁷ Nella neutrale Svizzera il Bauzeitung prende posizione contro l'invasione da parte del 3° Reich dell'Austria e della Polonia.

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

matematici di base, illustrati con diagrammi astratti e formulazioni algebriche. La scuola tecnica, promossa da W. Ritter e continuata da RM con una battaglia costante, anche se isolata, contrasta questi metodi astratti e predilige la ricerca su strutture reali o modelli a larga scala. Maillart sostiene che l'innovazione, soprattutto per i ponti, non viene dai laboratori, ma dagli uffici di progetto e dal cantiere. Per progettare un ponte l'ingegnere deve fare molto più del calcolo. Egli deve immaginare come i pesi ed i carichi si trasferiscono dalla carreggiata ai supporti, come le strutture dovranno essere costruite e come si comporteranno in servizio.

La decisione cruciale nel progetto strutturale è sempre la scelta della forma, e come viene fatta questa scelta caratterizza due tipi di ingegneri: uno che accetta le forme tradizionali e le relative teorie generali e l'altro che interroga queste forme e ricerca specifici approcci di calcolo.

Nella concezione scientifica invece il lavoro dell'ingegnere è semplicemente quello di applicare delle teorie, con l'obiettivo di trovare una struttura che soddisfi le Norme. L'aspetto estetico è un qualcosa che sarà poi trovato attraverso l'applicazioni di decorazioni.

A Robert Maillart questo approccio appare un anatema.

L'apparenza è per lui responsabilità dell'ingegnere ed uno degli aspetti di un buon progetto. L'eleganza emana dalla struttura e non da un'idea estranea di bellezza.

Nel dibattito del tempo sul cemento armato, RM sostiene che deve essere svincolato dai precedenti stilemi (pietra, legno ferro) ed assumere forme proprie.

La critica dell'educazione tecnica e del mondo accademico

Arthur Rohn (1878-1956), appena trentenne professore all'EPFZ, è dal 1921 presidente della società svizzera degli ingegneri ed architetti. Egli non aveva alcuna esperienza professionale, ma essendo una star accademica, veniva chiamato a presiedere tutte le commissioni di gara per ponti ed in generale per le principali consulenze strutturali.

RM viene nominato dall'associazione degli studenti in una commissione dell'EPFZ ed in questa veste inizia una lunga discussione con Rohn, in cui vedeva la testa di ponte della tradizione tecnica tedesca. Dal 1920 al 1930 critica pubblicamente Rohn per le sue idee, soprattutto in relazione al pensiero che il calcolo sia l'unica azione dell'ingegnere, mentre egli rivendica un ruolo nelle proposte estetiche delle strutture.

Maillart era un pioniere del C.A., un materiale che assume la forma stabilita dal suo progettista e vede in questo un ruolo di creatività, a cui non vuole abdicare in favore della figura dell'architetto, che poco conosce delle leggi naturali che permettono alla struttura di funzionare. Partendo dalle sue prime invenzioni (sezioni scatolari e solai a fungo) i nuovi studi di RM sono volti alla ricerca di nuove forme che aumentano la resistenza, invece che lavorare sulla massa. Egli desidera liberare il progettista da regole arbitrarie, dal dover descrivere le strutture attraverso semplici formule matematiche. RM rispetta le regole della natura: le rocce, la gravità, il vento, ma è sospettoso delle regole imposte dalla società: i

manuali, i codici, l'insegnamento accademico ed il consesso professionale.

La scoperta del centro di taglio.

Tra il 1920 ed il 1921 RM attacca l'eccessiva enfasi delle teorie matematiche in ambito strutturale, in particolare il libro "Elasticità e resistenza" di Carl Bach, un professore della scuola tedesca di Rohn. Nello specifico, l'interpretazione dei risultati di una serie di prove di carico di travi metalliche UPN, che si discostano dai risultati del calcolo con la teoria classica della trave. Bach conclude che la teoria classica non vale per le sezioni asimmetriche, per le quali è necessario elaborare una nuova teoria.

RM invece risolve il problema attraverso una semplice idea fisica, che chiama "**centro di taglio**"¹⁸ e di cui trova le modalità per il calcolo della posizione. Rohn tenta di sconfiggere lo scritto di Maillart, ma ne risulta sconfitto.

RM mette se stesso in opposizione permanente a questi ingegneri che controllano l'educazione

¹⁸ Per sezioni non simmetriche al Taglio-flessione si unisce torsione, a meno che il carico non sia applicato nel centro di taglio.



Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

Svizzera e definiscono gli standard delle teorie strutturali. Altro esempio della sua battaglia contro lo strapotere accademico, si ha in relazione alla fiorente attività di costruzione di centrali idroelettriche di montagna, con **grandi tunnel in pressione**. Una delle più complesse era quella del lago Reton, vicino al passo del Gottardo. Una volta costruito (1919) il tunnel aveva subito mostrato numerose fessurazioni. La commissione incaricata (3 esperti fra cui Rohn) non evidenzia errori progettuali, sostenendo che solo a posteriori si possono valutare le effettive pressioni, e propone di rivestire il tunnel con un pacchetto di 57 cm di spessore, composto da uno strato di blocchi prefabbricati di calcestruzzo ed una camicia di calcestruzzo con doppia armatura, ed uno strato d'intonaco a finire. In contrasto con questa proposta RM, propone un rivestimento di calcestruzzo direttamente contro la roccia, non armato, e solo un piccolo spessore (7cm) di C.A. di alta qualità, come rivestimento finale. RM si era riferito ai suoi primi lavori sui silos. E' questa una soluzione meno costosa (32 cm contro 57), più veloce, impermeabile e sarà adottata per numerosi interventi successivi (Amsteg, Kloster-Küblis) dove la soluzione Rohn non risulta fattibile. RM pubblica su Bauzeitung nel 1923, uno studio sul suo approccio alla progettazione dei tunnel in pressione, in cui affronta anche problemi geologici, rivedendo ed arricchendo la teoria della pressione sulle rocce elaborata dal geologo Svizzero Albert Heim (1849-1937). Tale studio trova l'appoggio del prof. Charles Andrea (1874-1964) succeduto a Rohn come rettore dell'EPFZ.

Un' altro motivo di scontro con Rohn, RM lo trova in merito alle giunzioni rivettate di barre d'acciaio. Il problema è questo: le connessioni rivettate realizzate unendo due barre, sono spesso oggetto di piccoli difetti, che soprattutto in strutture soggette a fatica, portano al rischio della rottura di alcuni rivetti. Al solito questo problema viene affrontato da Rohn e RM in modo diverso. RM pensa che il progettista sia un partecipante attivo del progetto, mentre per Rohn è un passivo osservatore. Rohn guarda le prove, mentre Maillart propone una soluzione che prevede la riduzione di sezione e spessore tra le due parti da rivettare, in modo da ottenere lo stesso sforzo su ogni rivetto.

Rohn nelle commissioni continua la linea di Moser, e quindi per Maillart le speranze sono poche. Rohn vede i ponti come architetture ed è ancorato alle forme ed ai materiali tradizionali: non c'è posto per nuove forme più consone alla natura ed alle prestazioni del C.A. Inoltre come rettore dell'EPFZ, non c'è spazio per Robert Maillart come insegnante.

A dispetto del suo stato finanziario e delle preoccupazioni famigliari RM, continua la sua battaglia contro l'autorità. Con i suoi piccoli lavori egli ha indirizzato le sue energie intellettuali ad

istigare un dibattito con l'establishment, focalizzato su Rohn, perchè rappresentativo della tendenza accademica a promuovere la complessità delle analisi e l'imitazione del progetto.

Quando Rohn lascia gli incarichi tecnici per passare a più alti ruoli amministrativi, il suo posto viene preso dal suo protetto **Max Ritter** che sarà "la bestia nera" di RM. Questi porta nel comitato Nazionale Svizzero per la riscrittura del codice sul C.A. nove competenze e talenti, ma il prestigio di RM è troppo ampio e non può essere escluso dal Comitato. A fine 1931 il Comitato produce una bozza per aggiornare il codice del 1909. Maillart, pur impedito dal serio incidente dell'ottobre 1931, che gli impedisce di partecipare ai lavori del comitato ed al dibattito della commissione del 14 novembre, trova il tempo per scrivere un lungo articolo, per il Bauzeitung, di critica, che apparirà ad inizio 1932, in cui esprime un giudizio di inaccettabilità per il nuovo codice. Egli usa un linguaggio non usuale per pubblicazioni tecniche. Con questa presa di posizione egli si allontana ancora di più dall'establishment dell'ingegneria svizzera.

Per Max Ritter avere nel comitato RM, il più noto ingegnere Svizzero, è una spina nel fianco, ma riesce lo stesso a far approvare il nuovo codice Svizzero sul C.A., da lui ispirato.

L'apice della controversia con Max Ritter.

Nel maggio 1933 a Maillart giunge una lettera a Zurigo, che apre la più grande controversia della sua carriera. Josef Killer (mai nome fu più appropriato) ingegnere comunale, ha scoperto un errore nel disegno delle armature delle travi di **copertura del ginnasio Sihlhölzli**, progettato da RM.

Questo è un ghiotto boccone per i suoi nemici ed in particolare per Max Ritter, contro cui RM ha manifestato molte critiche sia per la ricerca e la didattica all'EPFZ che per il nuovo codice del C.A. In particolare si tratterebbe di un errore nel disegno delle armature delle capriate in C.A.

RM investe molto tempo per verificare se questo errore possa comportare rischi per la sicurezza, ed arriva alla conclusione che, sebbene le barre d'armatura presenti possano risultare sovrasolicitate, l'incremento di stress porta comunque a valori ammessi dal nuovo codice svizzero. RM propone una prova di carico per confermare le sue conclusioni. Questa proposta che inizialmente trova consensi, viene poi accantonata per far posto alla richiesta ufficiale di un incarico a Max Ritter di rifare i calcoli e decidere sulla sicurezza della copertura di Maillart, che viene invitato nel contempo a fare altrettanto per parte sua, nominando un consulente. RM riflette su questa proposta e la trova sbagliata per tre motivi:

- 1) ritiene che solo la prova di carico sia in grado di definire, a questo stadio, il comportamento della struttura e quindi di esprimersi sulla sicurezza.

- 2) obietta che nominare Ritter come consulente gli permette di formulare le domande a cui poi dovrà dare egli stesso le risposte. Per RM la domanda non può essere: "è stato fatto un errore e come può essere corretto?" bensì: "è la struttura non sicura e se sì, perché?"
- 3) non ritiene corretto nominare un consulente di parte, come in una disputa legale. Egli perciò propone che Ritter sia il consulente di entrambi e gli sia data la responsabilità di determinare la sicurezza e l'eventuale importo per la riparazione.

Precedentemente Ritter aveva evitato tutti i confronti pubblici con RM.

Ritter insiste che il nuovo codice svizzero deve essere il solo criterio applicabile alla costruzione della copertura, e come predetto risponde: "la struttura non soddisfa il codice e perciò deve essere riparata". Questa risposta fatta propria dall'amministrazione cittadina nel febbraio 1934, viene ritenuta da RM ridicola, perché Ritter ha prodotto una relazione di 1000 pagine per arrivare ad una conclusione ovvia.

La polemica cresce perché l'ufficio comunale vuole che RM paghi anche la parcella di Ritter (2.850 Fr), che lui considera esosa e che si rifiuta di pagare lasciando che le cose seguano la via legale.

In una corrispondenza con il responsabile dell'ufficio per le costruzioni, RM evidenzia come il considerare la struttura soggetta a carichi inusuali, come uragano quando c'è la neve, riduce il dibattito ad un gioco ridicolo. Le necessità di un calcolo raffinato non può essere incentivata, perché i metodi semplificati sono sempre sufficienti, per non arrivare al ridicolo che per risparmiare 100 Fr, ne spendiamo 2.850 per il calcolo.

Nel frattempo elabora un progetto per il rinforzo e decide di spiegare in un articolo la sua idea ed in cui attacca l'operato di Ritter. *"io proposi una più elegante e facile soluzione ... un sistema fatto di aste orizzontali inserite tra le aste centrali"*. Alla fine di settembre egli sovrintende a tre operai che usando una semplice applicazione della precompressione installano 60 puntoni orizzontali. Il 15 febbraio 1935 RM firma un accordo con la municipalità di Zurigo per pagare la metà ciascuno, della parcella di Max Ritter. Ma la polemica continua, anche perché Jagher del periodico Bauzeitung, scrive una lettera al consigliere comunale J. Hefti, feroce oppositore di RM, in cui evidenzia che la soluzione attuata permette l'uso dell'edificio per carichi molto maggiori di quelli richiesti dal progetto originario, e questo grazie alla generosità di Maillart.

Il progetto tra regole e gioco.

A Maillart piace il bridge, che gioca regolarmente ed in cui si diverte molto per la piacevole compagnia e per il misto di regole rigide e di intuizioni che il gioco richiede: così come nella professione di progettista. Come al bridge egli

ripudia la pseudo disciplina dei calcoli scientifici di Max Ritter, che dirige l'EPFZ. Di contro questi ed i suoi accoliti definiscono il metodo di calcolare di Maillart "tauzboden statik" (calcoli da pista da ballo), che è come dire non adatti per progettare strutture, in cui vi sono rischi per la sicurezza pubblica. Questo sberleffo si adatta bene a RM, il cui metodo di lavoro prevede il ballo (gioco) del pensiero, mentre progetta. Egli pensa che il progettista che conosce tutte le regole ed metodi di calcolo "scientifici", invariabilmente non arriverà ad ottenere il migliore progetto e darà la colpa ai cattivi clienti, che insistono per la maggiore economia dei costi, oppure otterrà delle forme usuali e standard. Questo fallimento deriva spesso dal fatto che le regole del committente rimpiazzano le leggi di natura, nella mente del progettista, proprio come le calcolazioni complesse ne annebbiano l'immaginazione.

Il metodo Maillart e la critica alle Norme

RM progetta l'arco per sopportare il suo peso proprio a compressione assiale, come si faceva fin dall'epoca romana, l'originalità del suo approccio è relativa ai sovraccarichi. La soluzione di RM è di connettere l'arco con la soletta orizzontale molto più rigida. Flettendosi insieme arco e soletta si ripartiscono in proporzione alle loro rigidità. Ad esempio nello Schwandbach all'arco va solo il 5% del "momento flettente", il che ne permette lo spessore minimo. Il metodo di RM fa sì che non siano necessarie complesse analisi per valutare l'azione dei sovraccarichi, mentre è sufficiente un'analisi semplificata, che ha poi trovato conferma nelle prove di carico del prof. Mirko Ros.

Max Ritter cercava invece una teoria generale per questo tipo di strutture, ma vedeva solo le formule e non le forme. I suoi assistenti per calcolare lo Schwandbach, ottennero un sistema di 36 equazioni, per la cui soluzione ci vollero tre settimane, mentre per il suo calcolo RM impiegò un pomeriggio.

Maillart riteneva che vi fosse un legame tra l'autorità delle teorie generali e gli accademici autoritari e Max Ritter interpretava proprio questo ruolo.

In merito al suo metodo egli dice: *"questo metodo semplificato è sufficiente per tutte le sicurezze richieste. Esso offre un gran risparmio di tempo e di carta e chi conosce i voluminosi fascicoli di calcoli per le strutture ordinarie, lo apprezza di più. La questione del corretto valore del rapporto tra la rigidità dell'acciaio e del calcestruzzo, che spazzerà via un certo mistero offendendo vari alti sacerdoti del calcestruzzo armato. Praticamente dall'altro lato diamo il benvenuto all'eliminazione di questa pseudo scientifica spazzatura"*.¹⁹

La prima risposta pubblica gli viene dal prof. A. Pais di Losanna, con toni pacati, che però irritano Maillart, che rapidamente elabora una risposta, in

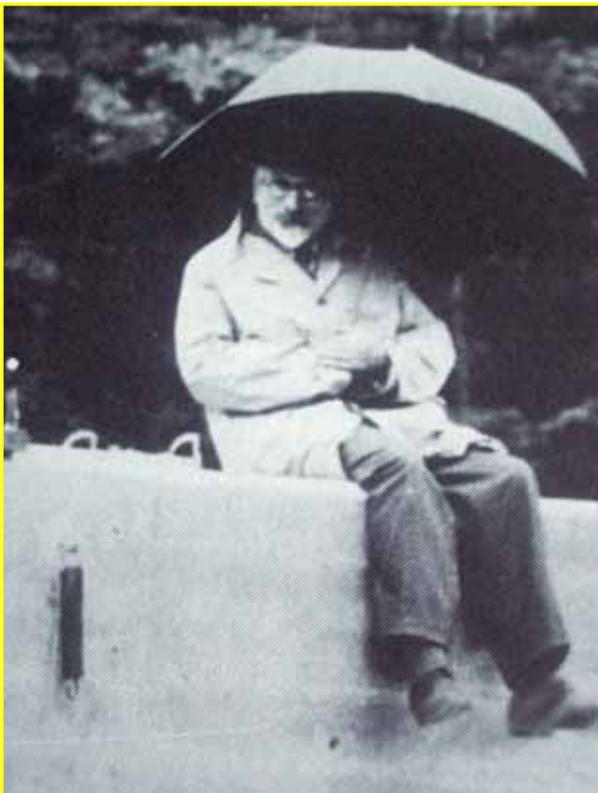
¹⁹ Articolo per Beton und Eisen

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

cui denuncia il fatto che gli accademici si oppongono alle sue teorie in modo sotterraneo, senza accettare il confronto.

Nell'estate del 1934, RM pubblica un articolo di sei pagine sul *Bullettin du Ciment* dell'associazione del Cemento Portland, in cui, riflettendo sui ponti ad arco in C.A. ne critica apertamente due dei principali costruiti in Svizzera, uno dei quali progettato da Max Ritter. Egli condanna anche la crescente tendenza di incorporare una struttura d'acciaio nel calcestruzzo. Questa strada, percorsa da Hennebique 50 anni prima, era stata presto abbandonata in favore del C.A. dove l'acciaio viene usato esclusivamente per sopportare le tensioni di trazione. Illustrando i suoi recenti lavori, RM ammette il fatto che molte persone sono legate all'estetica della pietra e rifiutano la novità del C.A. che però deve emanciparsi dall'imitare per acquisire una sua autonoma ed originale estetica. Per fare questo bisogna che il C.A. sia usato al meglio, in modo razionale con l'utilizzo completo delle sue risorse e senza gli orpelli burocratici restrittivi, previsti dai vari codici.

Tutto il mondo accademico ed anche gli ingegneri svizzeri gli si scagliano contro, per questo che viene visto come un attacco all'ingegneria svizzera, tra l'altro su riviste estere. Ma il pensiero di RM rimane immutato: se il codice del 1909 era "semplice e generoso" ed ha permesso il progresso della progettazione delle strutture in C.A., quello del 1935 è "complesso e restrittivo" e vuole imbalsamare lo stato del progetto delle opere in C.A. Con questo codice la figura del progettista e del costruttore, vengono ancora di più separate.



Nel gennaio 1936 gli arriva anche una lettera di reprimenda dal Comitato della Società Svizzera degli Ingegneri ed Architetti. Ma egli continua a pensare che "i professori non vogliono ammettere che il progresso tecnologico viene sempre dalla pratica."

A dispetto dell'astio all'interno della Svizzera, la sua reputazione all'estero continua a crescere. Il giornale inglese *Concrete and constructional Engineering* gli chiede di scrivere un articolo sulle sue teorie. L'approccio semplificato di RM al calcolo del C.A. sarà accettato in Europa ed USA intorno al 1960, ma nel 1930 era bollato come anatema.

In una lettura per la Società Svizzera degli Ingegneri ed Architetti, del 13/11/1937 Maillart dà una sintetica enunciazione delle basi matematiche del suo metodo semplificato di calcolo delle travi²⁰:

" non è solo il desiderio della bellezza che fa vedere le strutture come un tutto unico e non come singole parti, ma questo modo di vedere porta vantaggi economici. I solai a fungo possono essere un esempio. Vi sono molte teorie eleganti per solette su punti di supporto, tuttavia trattare le solette da sole non porta a buoni risultati economici, che invece si possono ottenere solo se si esamina tutta la struttura insieme: soletta, colonne e capitelli. Questo presenta particolari difficoltà di calcolo che si possono superare solo con modelli di studio e misure sulle strutture complete: questa è la differenza essenziale tra il mio metodo di calcolo delle solette e quelli esposti in molti regolamenti. L'ingegnere deve liberarsi delle usuali forme della tradizione, nate per vecchi materiali e deve cercare la forma ottimale per un utilizzo completo delle risorse dei nuovi materiali. Forse questo porterà, come è avvenuto per gli aeroplani e le automobili, ad una simile bellezza con un nuovo stile derivato dalle proprietà dei materiali ."

I congressi internazionali

RM partecipa a numerosi congressi internazionali d'ingegneri, ma più come una vacanza dal suo frenetico lavoro. Al primo significativo congresso internazionale, tenutosi a Vienna nel 1928, egli rimase entusiasta della presentazione da parte di Eugène Freyssinet del ponte Plougastel, con un filmato sul disarmo di una delle enormi centine e dello spostamento per formare il secondo dei tre archi. Al congresso di Parigi del 1932 RM viene chiamato a far parte del comitato di presidenza, a cui non viene chiamato Rohn. Il 20 maggio 1932, il giorno seguente l'apertura RM tiene una conferenza su tema: *Note su solette senza travi, il sistema Maillart*, in cui illustra due sue idee: la prima è quella di vedere la soletta come un unico elemento e non come una serie di strisce connesse tra loro, la seconda è che un capitello

²⁰ Nel metodo di Maillart, non vi è il coefficiente d'omogenizzazione "n"

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

piuttosto largo, in testa alle colonne, riduce notevolmente la flessione nelle solette.

Comunque il congresso di Parigi (come i successivi) si focalizza meno sul progetto e più sull'analisi delle strutture, proprio il contrario del pensiero di RM che continua a sfidare gli accademici e a partire dal 1932 proclama il suo punto di vista eretico con più forza e meno diplomazia.

In una lettera del 10 febbraio 1937, RM critica il lavoro e le idee dell'architetto tedesco Paul Bonatz, il più conosciuto al tempo di Hitler, per la monumentalità delle opere, in cui il cemento armato viene usato non al meglio delle sue possibilità, ma come un surrogato della pietra in forme tozze e pesanti e non con la leggerezza che gli sarebbe possibile. RM critica anche le idee di Bonatz nella collaborazione tra architetti ed ingegneri per la progettazione dei ponti, ed invita gli ingegneri ad appropriarsi dell'estetica nella progettazione dei ponti in C.A. dove forma e struttura devono essere un tutto unico.

L'ingegnere e l'autorità

All'inizio del 1940 ed al termine della sua vita, Robert Maillart scrive un significativo articolo dal titolo "l'ingegnere e l'Autorità"²¹ in cui sintetizza il suo pensiero di quasi 50 anni di carriera. Egli si chiede: "quali sono i vincoli per l'ingegnere?" e si risponde: "le leggi delle strutture e le prescrizioni della società". Le prime si imparano con lo studio e l'osservazione delle opere costruite, le seconde sono imposte per proteggere la sicurezza pubblica.

A dispetto del suo essere uno svizzero borghese, Maillart si è sempre opposto alla prepotenza dell'autorità, rappresentata dai vari professori o funzionari (R. Moser, F. Schüle, A. Rohn, Max Ritter, A. Bühler) che riteneva senza fantasia e quindi che abbisognavano di regole accanite, come la Germania con il suo Fuhrer.

Oggi si può dire che queste autorità lo hanno vinto solo nel chiuso delle commissioni di concorso, ma mai nello scontro aperto sul progetto di minor costo o nell'agone della rivista Bauzeitung.

Una carriera avventurosa

La carriera di RM è emblematica di come si può progredire con l'esperienza: dai muri di Zouz, passa al Tavanasa; dai risultati dei test sulle travi a C scopre il centro di taglio, dalle crepe nella soletta di Aarbing nasce la nuova forma delle solette irrigidite, dal modesto budget le soluzioni per i piccoli ponti Schwandbach e Vessy. Ognuna di queste creazioni è stata contrastata dall'autorità.

La più evidente propaganda della critica di RM verso il gigantismo tedesco è la leggerissima Cement Hall: un edificio provvisorio la cui distruzione programmata doveva avvenire con un test di carico a rottura di Ros, ma che non crollò, quasi volesse aspettare la presenza del suo progettista malato, resistendo fino a dover essere demolita con l'esplosivo il 2 febbraio 1940.



²¹ "l'ingenieurs et les autorités" in *Vie, art et cité*, Gen/Feb 1940

Robert Maillart e l'emancipazione del Cemento Armato

Bibliografia

ROBERT MAILLART'S BRIDGES - The Art of Engineering
David P. Billington
Princeton University Press, Oxford

ROBERT MAILLART BETONVIRTUOSE
Katalog zur Ausstellung
Gesellschaft für Ingenieurbaukunst, vdf
Hochschulverlag AG, Zürich

THE ENGINEER AS ARTIST: A LIFE OF ROBERT MAILLART
David P. Billington
New York and Cambridge, Mass.

ROBERT MAILLART
Max Bill
Girsberger, Zürich

THE CONSTRUCTION AND AESTHETIC OF BRIDGES
Robert Maillart
The Concrete Way, London (May/June 1935)

ROBERT MAILLART'S CURVED CONCRETE ARCH BRIDGES
Massimo Laffranchi/Peter Marti
Journal of Structural Engineering, ASCE October 1996

STAHLBETON-BRUECKENBAU DER LETZTEN 50 JAHRE
Christian Menn
Birkhäuser Verlag, Basel

FREYSSINET-MAILLART-DISHINGER-FINSTERWALDER
Grosse Konstrukteure, Band 1

RECOLLECTIONS DE MON PERE, ROBERT MAILLART
Marie-Claire Blumer-Maillart
Princeton - N.J.

ROBERT MAILLART, INGENIEUR
Clemente Rigassi
Wissenschaftshistorische Sammlungen der ETH-
Bibliothek Zürich

ROBERT MAILLART: LA STRUTTURA COME ARTE
Sergio Franci

ROBERT MAILLART - BRUECKENSCHLAEGE
Claude Liechtenstein
Schule und Museum für Gestaltung, Zürich

ROBERT MAILLART : TEXTE ZUR AUSSTELLUNG
Eberhard Schunk, Ekkehard Ramm
Universität Stuttgart

MAILLART EXTENDED
Richard Serra
Benteli, Bern

GEDENKSCHRIFT ROBERT MAILLART
Verlags-AG der Akademischen Technischen Vereine
Schweizer Bauzeitung Jg.90 Nr.10

ROBERT MAILLART BUILDER, DESIGNER, ARTIST
David P. Billington
Cambridge University Press

THE BOOK OF BRIDGES, p.134ss
Martin Hayden
Marshall Cavendish Ltd., London

BRUECKEN ROBERT MAILLART (Carte topographique des ponts de Maillart)
TFB - Service de recherches et conseils techniques de l'industrie suisse du ciment



Padiglione della musica del ginnasio Sihlhölzli (1930-32)
con arch. H. Herter

Note dell'autore

Maillart oggi.

Di Robert Maillart rimane molto, sia perché la Svizzera ben conserva le sue opere, nonché per il fatto che fortunatamente vi sono ancora uomini (e donne) *non allineati* a cui piace giocare con le cose serie. La polemica di Maillart contro l'autorità ottusa e prepotente ed il suo monito contro l'eccessivo proliferare di norme e codici sono sempre attuali²², come pure lo è il dubbio se sia giusto che il progettista strutturale debba sempre più affidarsi interamente al metodo scientifico ed al calcolo con i computer, staccandosi sempre più dalla realtà del cantiere e dal progetto inteso nella sua interezza.



Un inciso.

Santiago Calatrava è nato nel 1951 a Valencia e qui ha studiato da architetto.

Mentre terminava gli studi si deve esser reso conto che conosceva molto poco delle strutture e dei modi di costruirle.

Da chi imparare se i grandi maestri del passato come Gaudì e Torroja erano oramai morti?

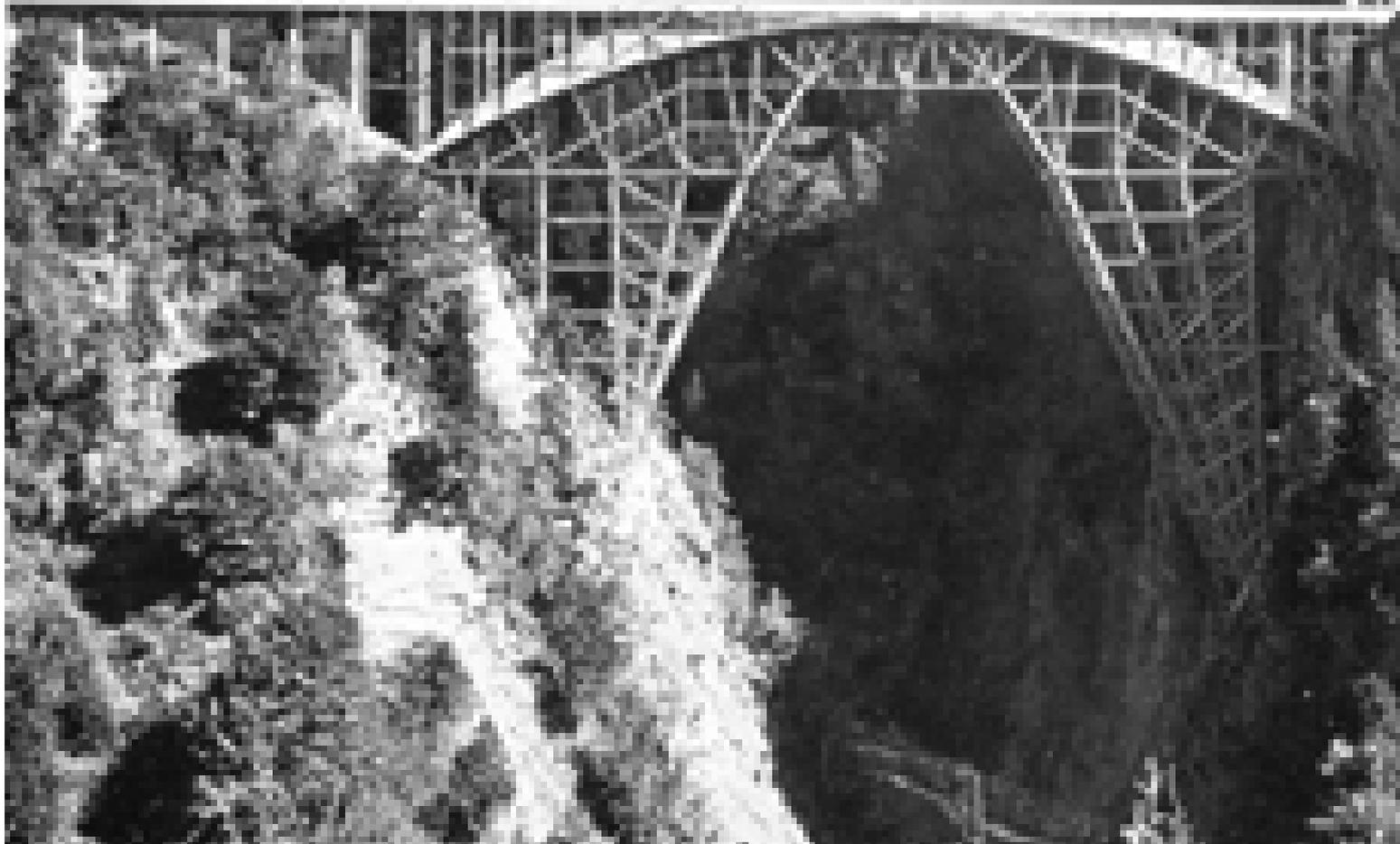
Santiago è un tipo curioso ed è attratto dal lavoro di Robert Maillart, divulgato da Max Bill e Sigfried Giedion. Perciò decide di continuare i suoi studi a Zurigo presso l'EPFZ, dove trova ad insegnare Christian Menn (1927), che si considera un discepolo di Maillart, anche se non lo ha potuto conoscere personalmente.

Questo disegno di Santiago Calatrava è un evidente studio del ponte Schwandbach di Robert Maillart.



²² Tanto più da noi (Italia) con il **terremoto** che dal 2003 ha investito il quadro normativo... specialmente al riguardo dei terremoti.

*In copertina:
foto di Stephan Traber del ponte sul Salginatobel
In ultima:
il salginatobel in costruzione*



Edizione Ottobre 2007
Questa opera è pubblicata sotto
Licenza Creative Commons
Attribuzione-Non commerciale-Condividi allo stesso modo
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/deed.it>



www.giovannardierontini.it