

# RASSEGNA TECNICA

*La "Rassegna tecnica", vuole essere una libera tribuna di idee e, se del caso, saranno graditi chiarimenti in contraddittorio; pertanto le opinioni ed i giudizi espressi negli articoli e nelle rubriche fisse non impegnano in alcun modo la Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino*

## Un grande maestro: EMILIO MÖRSCH

*L'A. rievoca Emilio Mörsch (1872-1950), « uno dei più grandi maestri del cemento armato », inserendolo nel periodo storico di cui fu protagonista. Riepiloga i tratti salienti della sua attività, come insegnante e teorico della nuova tecnica e come ingegnere realizzatore di importanti esemplari opere, specie nel ramo dei ponti.*

Nelle prime ore del giorno 29 dicembre 1950, a Weil im Dorf, presso Stoccarda, moriva uno dei più grandi maestri del cemento armato: Emilio MÖRSCH. La sua opera di insegnante e di ingegnere ebbe risonanza mondiale e noi, ingegneri italiani, di lui siamo tutti un poco allievi.

Era nato a Reutlingen il 30 aprile 1872 e, in quella cittadina della Foresta Nera aveva frequentato la Scuola Reale, analoga a quella che fu la Sezione Fisico-matematica del nostro Istituto tecnico. Di là era passato alla Scuola Tecnica superiore di Stoccarda, uscendone ingegnere civile.

In uno scheletrico elenco di date e di uffici coperti, pubblicato sul verso dell'antiporta del volume *Statik der Gewölbe und Rahmen*, col quale nel 1947 concluse il suo classico trattato, Emilio MÖRSCH ha indicato i periodi della sua vita, fatta di alternarsi di insegnamento e di elevato esercizio professionale: ecco le date:

1890-94: allievo della Scuola Tecnica Superiore di Stoccarda;

1894-98: ingegnere presso l'Amministrazione stradale del Württemberg;

1899-1900: adetto all'ufficio Ponti delle Ferrovie dello Stato württemburghesi ;

1901-1904: dirigente dell'ufficio tecnico dell'impresa Wayss und Freytag di Neustadt sull'Haardt;

1904-1908: professore ordinario di statica delle costruzioni e di ponti alla Scuola Tecnica Superiore di Zurigo.

1908-1912: Direttore tecnico e membro della presidenza della ditta Wayss e Freytag in Neustadt ;

1916-1939: Professore ordinario di statica delle costruzioni, di costruzioni in cemento armato e di ponti presso la Scuola Tecnica Superiore di Stoccarda.

Fra i molti riconoscimenti ufficiali che premiarono l'opera sua, (il dottorato ad honorem di Stoccarda e quello di Zurigo, la nomina a membro dell'*Akademie für Bauwesen* di Berlino, l'assegnazione della medaglia di Goethe per le scienze e le

arti) uno solo egli ricordò nel citato elenco: la nomina a membro nel 1907, di quella Commissione tedesca per le costruzioni in cemento armato (*Deutsche Ausschuss für Eisenbetonbau*), della quale era stato consulente già dal 1903, allorchè essa veniva fondata nell'occasione del Giubileo dell'industria tedesca. È la miglior prova di quanto Egli apprezzasse l'indagine sistematica di laboratorio come fondamento per la teoria e come guida nel progetto.

Non appena salito alla cattedra di Zurigo il MÖRSCH strinse con Camillo GUIDI, quelle cordiali relazioni che si mantennero immutate negli anni che seguirono. La personalità spiccata del grande professore torinese aveva fatto di Torino il centro propulsore degli studi italiani sul cemento armato: al suo laboratorio convenivano quanti nell'Europa continentale avevano, fin dal principio del novecento, nutrito fede nel nuovo materiale: tra coloro che con la scuola di Torino ebbero più notevoli contatti, oltre ad Emilio MÖRSCH furono anche Armando CONSIDÈRE, Fritz von EMPERGER, Agostino MESNAGER e Rodolfo SALIGER: questo solo sopravvive dell'eletta schiera. E fu singolare ventura di chi visse in quegli anni accanto al GUIDI, che sorgesse nelle immediate adiacenze del castello del Valentino un altro centro di propaganda del cemento armato, lo studio dell'Ingegnere Gian Antonio PORCHEDDU, sotto l'egida di Francesco HENNEBIQUE. Il rigore, compassato ma senza pedanteria degli scienziati, e il genio irrequieto e tutto intuito del grande costruttore e della sua scuola seppero affiancarsi o almeno rispettarsi dove il distacco fra le due concezioni era incolmabile, mantenendo la discussione in quel campo di signorile serenità, dal quale non si dovrebbe mai sconfinare.

Ho ricordato più sopra alcuni nomi illustri, ma la persona che più d'ogni altra contribuì alla formazione dei giovani che all'inizio del secolo incominciarono quell'attività tecnica e scientifica che oggi volge al tramonto, fu proprio Emilio MÖRSCH, alla cui influenza non sfuggì del tutto neppure chi

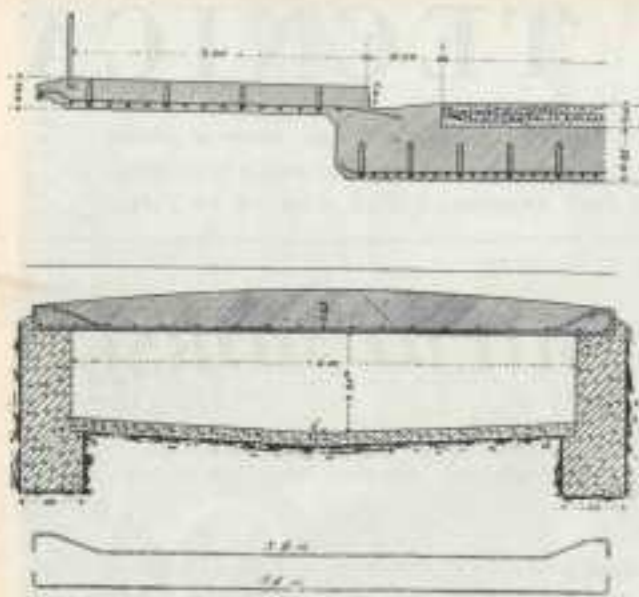


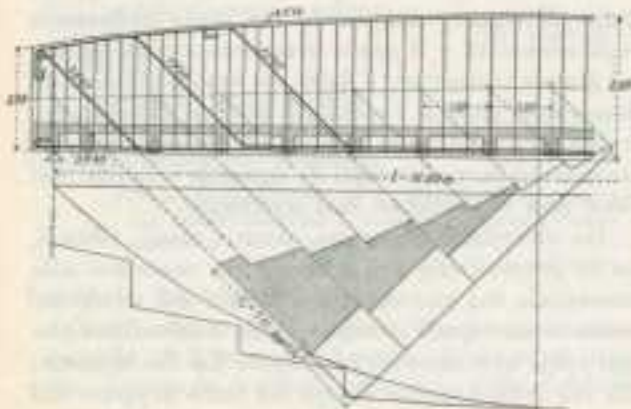
Fig. 1.

fu attratto nell'orbita di Francesco HENNEBIQUE.

Emilio MÖRSCH collaborava da due anni con l'impresa Wayss e Freytag quando scrisse la parte teorica del volume *Der Eisenbetonbau, Anwendung und Theorie*: edito da Corrado WITTWER di Stoccarda: a questo editore ed alla Wayss e Freytag, il MÖRSCH si mantenne fedele tutta la vita.

Il volumetto, che doveva due anni dopo aprirgli le porte dell'università, non era la prima pubblicazione sul cemento armato concepita con programma vasto e con intendimenti scientifici. L'aveva preceduto fin dal 1887 un opuscolo « *System Monier und seiner Anwendung auf das gesamte Bauwesen* », che ebbe poi numerose edizioni; la parte teorica era stata curata da Mattias KOENEN, al quale son dovute le basi della teoria classica del cemento armato. Dell'una e dell'altra delle opere suddette fu ispiratore l'ingegnere Gustavo Adolfo WAYSS, allora *magna pars* della società per il « *Monier- und Betonbau* ». Possiamo ancora citare, di qualche anno anteriore al libro

Fig. 2.



del MÖRSCH, i tre articoli che nel 1899 Paul CHRISTOPHE diede alle *Annales des Travaux Publics de Belgique*, raccolti poi in volume nel 1902, opera di carattere eclettico, tanto nella descrizione dei sistemi e dei lavori europei ed americani, quanto nella esposizione delle numerose e discordi teorie. Ben diverso concetto seguì Emilio MÖRSCH; fece, cioè, astrazione dalle teorie sterili, per concentrarsi su una sola e cercò sempre lo stretto accordo fra i postulati teorici e l'esperienza di laboratorio. Questo suo scopo Egli raggiunse in pieno; Otto GRAF riassumendo l'opera del *Deutscher Ausschuss für Stahlbeton*, poteva a buon diritto affermare nel 105° rapporto di questa associazione, che i risultati da essa conseguiti, fino al 1929 (è la data dell'ultima edizione della parte teorica dell'*Eisenbetonbau* del nostro Autore), sono appunto messi in valore dal MÖRSCH, il quale utilizzò le esperienze successive nelle sue notissime *Bemessungstafeln*.

Negli esempi che illustrano le applicazioni del cemento armato il MÖRSCH, fatta eccezione di un breve accenno a qualche caratteristico ponte del

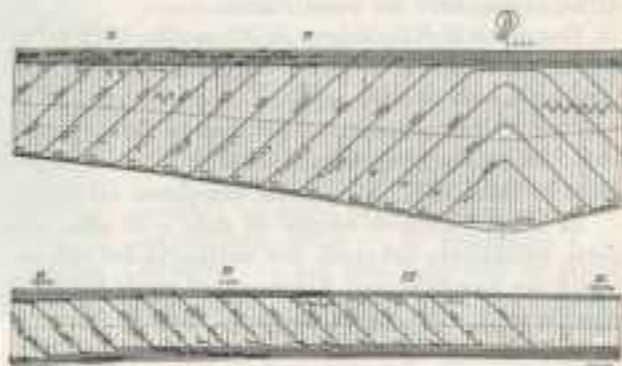


Fig. 3.

MAILLART e di pochi altri costruttori, si limitò alle opere studiate con la sua collaborazione; egli non si nascose che una tal scelta prestava il fianco a qualche critica, ma si giustificò osservando che il libro ne otteneva maggior « unità ». Tuttavia, se anche la grande varietà delle costruzioni eseguite dalla WAYSS e FREYTAG rende meno pungente il desiderio d'una più eclettica documentazione, meglio ci avrebbe soddisfatto il vedere anche strutture concepite da altri ingegneri, abituati ad altri metodi d'impostazione e di svolgimento dei progetti: ne sarebbero risultate utili ed istruttive possibilità di confronto.

Più che dalle monografie, spesso ottime, il contributo portato dal MÖRSCH alla statica del cemento armato, appare da un'attenta lettura del suo « *der Eisenbetonbau* », dove sono raccolte le conclusioni delle sue indagini e quelle delle ricerche sperimentali.

In tre pagine del primo tomo del primo volume

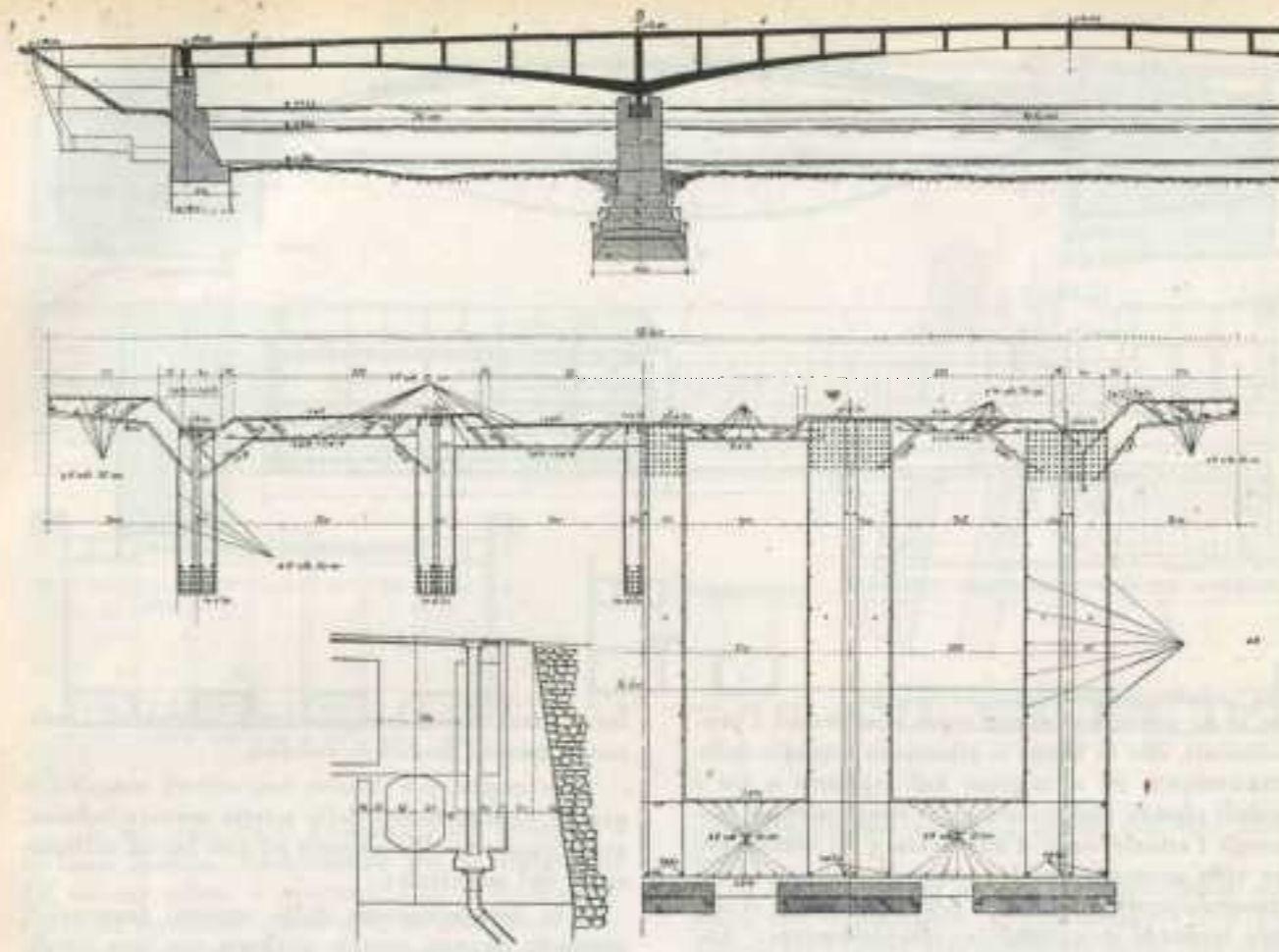


Fig. 4.

del classico Trattato, prima di addentrarsi nello sviluppo della teoria, Egli indicò con chiara sintesi a quali concetti occorre ispirarsi e cioè:

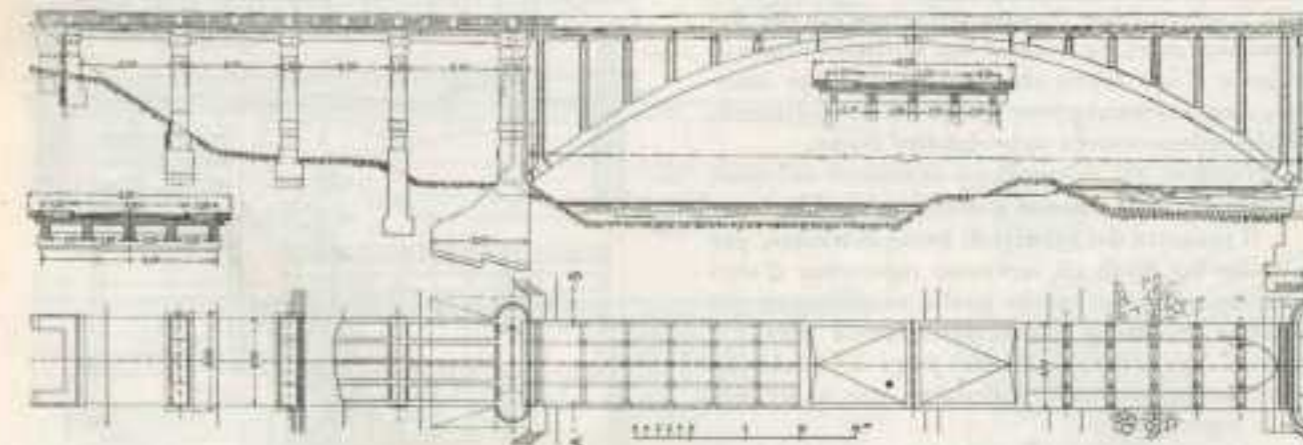
partire da una nozione precisa del comportamento del conglomerato e dell'acciaio sotto carico, non che della loro collaborazione;

ricordare che le tensioni calcolate non hanno diretta rispondenza con le tensioni effettive, ma

sono soltanto valori convenzionali. L'aver dimenticato la convenzionalità di tutto il procedimento del calcolo del cemento armato, secondo la teoria elastica, è stato non ultima causa di equivoci e di critiche non fondate.

Il MÖRSCH non aderì mai ai nuovi sistemi di calcolo basati sulla teoria della plasticità, pose in guardia contro certe conclusioni troppo favorevoli

Fig. 5.



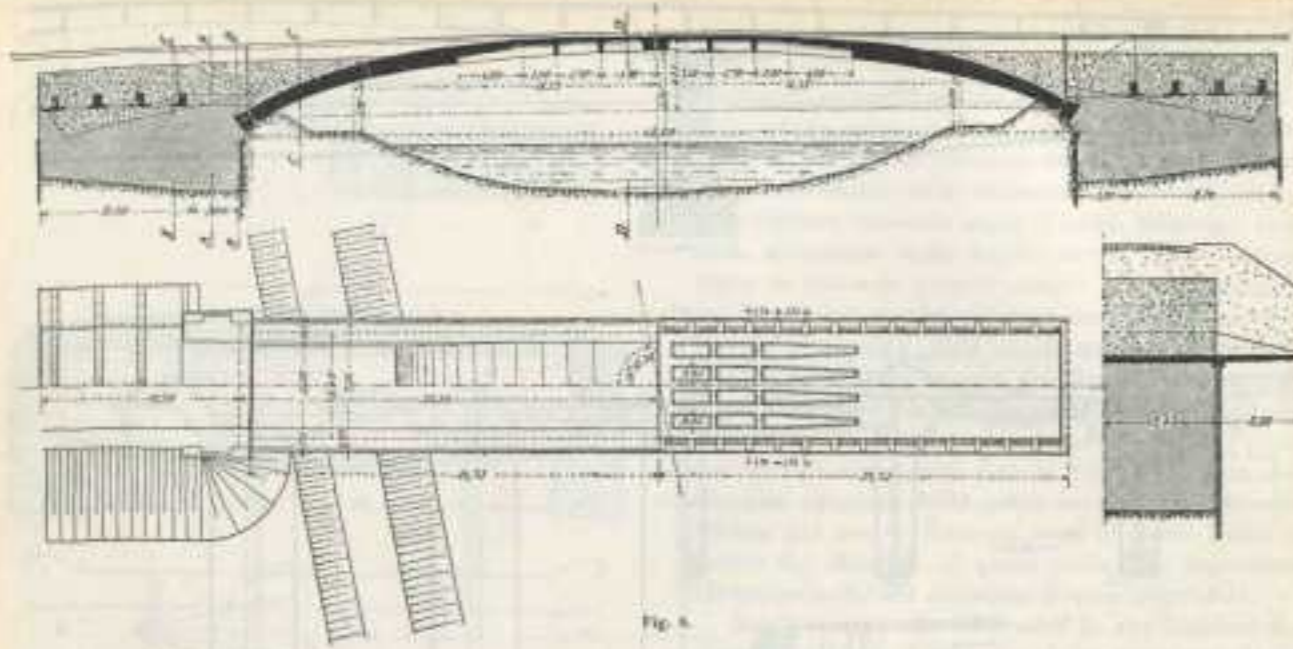


Fig. 6.

che se ne potevano trarre, stimò non pratici i procedimenti, che in fondo si allacciano a quello dello STEUERMANN, ed astraggono dal rapporto  $n$  fra i moduli elastici dell'acciaio e del conglomerato; denunciò l'attuale stato d'incertezza e di confusione che vien generato da idee attraenti ma non abbastanza maturate e segnalò i pericoli ai quali si andava incontro accogliendole completamente. Ancora nel 1948 ribadì questi suoi concetti in una polemica con il GEBAUER, sui futuri problemi delle ricerche sul cemento armato (*Über die zukünftige Aufgaben der Stahlbetonforschungen* nella rivista *die Bautechnik* 1948). Emilio MÖRSCH accoglieva in pieno la tesi sostenuta, non molto tempo prima da un grande sperimentatore Mirko Ros: « La teoria elastica del beton armato resisterà contro tutti i conati avversari e rimarrà nel futuro il fondamento per proporzionare le dimensioni e per giudicare della sicurezza delle strutture di cemento armato ». Molti oggi pensano che queste affermazioni siano indizio di concezioni superate, e, forse, prese così isolatamente come le riporto, sono in realtà troppo recise e categoriche: il cauto atteggiamento dei due sommi ingegneri, va tuttavia ben meditato prima di far getto d'una teoria che fece prove tanto luminose, per sostituirla con metodi e procedimenti, che richiedono ancora approfondito esame.

Accennerò qui soltanto agli argomenti sui quali il MÖRSCH si soffermò con particolare predilezione:

il progetto dei pilastri di beton cerchiato, per lo studio dei quali gli servirono esperienze d'altri e sue, in particolar modo quelle eseguite per sua iniziativa coi mezzi offerti dall'impresa WAYSS e FREYTAG. Egli illustrò parecchi punti del problema e modificò la formula di CONSIDÈRE, non in accordo con la esperienza;

il proporzionamento dei solidi caricati da una

forza (trazione o compressione) eccentrica, indicando metodi pratici di calcolo;

le regole per fissare con criteri semplici e pratici, le dimensioni delle solette nervate inflesse, avuto riguardo all'economia ed alla buona utilizzazione del materiale;

la determinazione delle tensioni tangenziali partendo da una geniale analogia con una ideale trave reticolare mista, coi puntoni di conglomerato e i tiranti di acciaio, che gli permise di superare talune incongruenze delle vecchie teorie del taglio nel beton armato e di suggerire una razionale distribuzione delle piegature dei ferri: particolarmente notevole l'esame del comportamento delle mensole d'estremità delle nervature e il loro contributo nella resistenza al taglio;

Fig. 7.

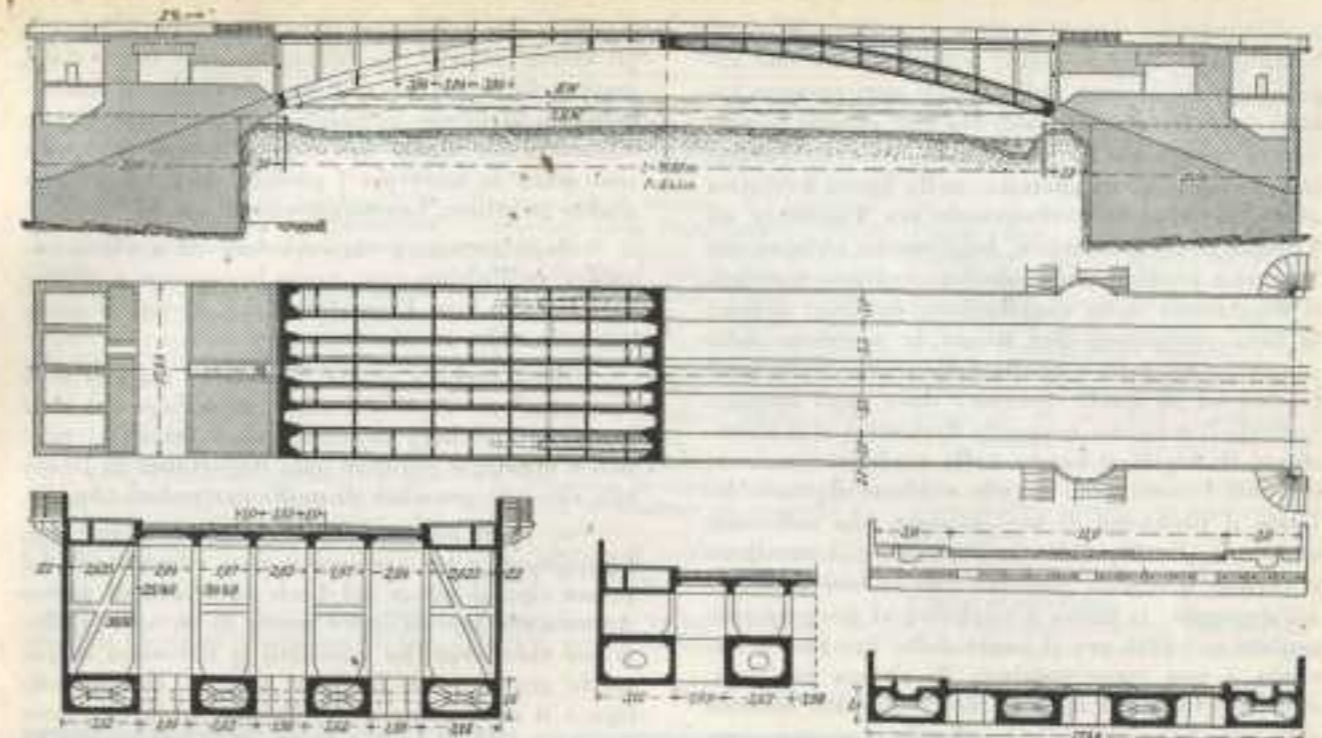
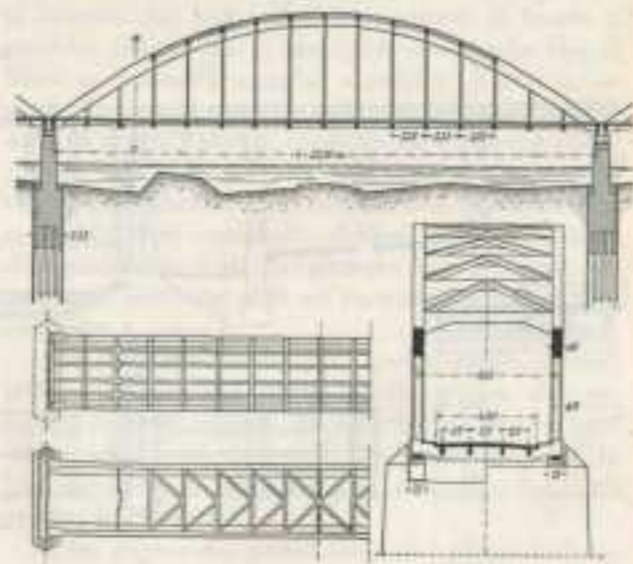


Fig. 8.

le relazioni tra il diagramma dei momenti e la linea elastica, fondamentali per la risoluzione dei sistemi inflessi e continui: Egli le studiò partendo da numerose esperienze, in gran parte allestite per sua cura, incominciate nel 1907 e metodicamente proseguite per molti anni, giungendo a risultati favorevoli alla sua tesi, di poter, cioè, applicare la teoria elastica al calcolo degli incastri e dei vincoli sovrabbondanti e della continuità. È questo uno degli argomenti sui quali sono più vivaci i dispareri e le discussioni fra i partigiani della teoria classica e quelli delle teorie che tendono a soppiantarla;

le lastre, servendosi anche qui di un larghissimo materiale sperimentale, e mostrando il modo migliore di disporre le armature;

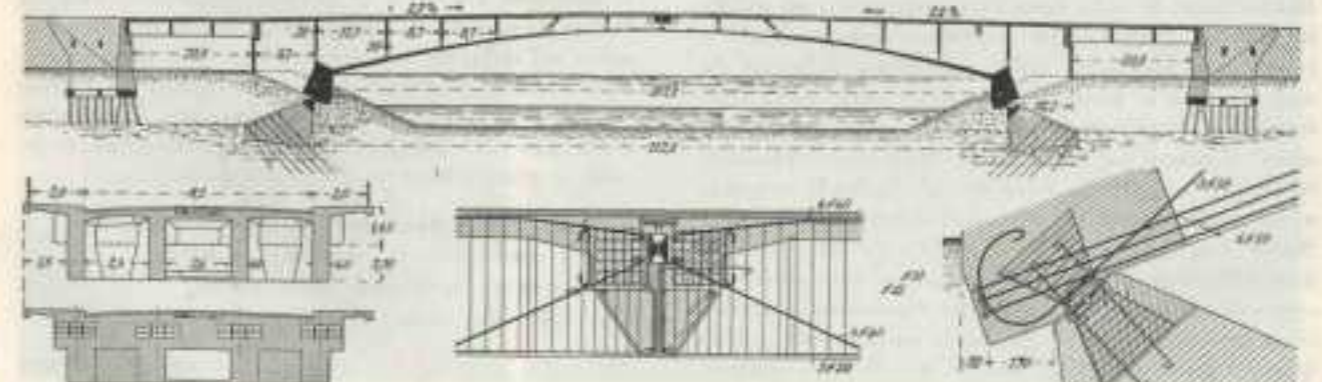
le unioni dei ferri e l'azione degli uncini d'estremità di essi. I lavori del MÖRSCH, descritti ampiamente nella *Schweizerische -Banzeitung*, ebbero

influenza almeno eguale a quella dei suoi studi teorici.

Ci limiteremo qui ad un fugace accenno ai soli ponti che costituiscono il più attraente e il più difficile fra i lavori dell'ingegneria civile. Nei ponti del MÖRSCH, da quelli in calcestruzzo non armato studiati da lui quando, ingegnere dell'amministrazione statale del Wurttemberg, moveva i primi passi per la via che doveva portarlo tanto in alto (e vi è notevole l'uso delle 3 cerniere) ai ponti di beton precompresso progettati negli ultimi anni della vita, è un continuo progresso, un perenne adattarsi alle nuove teorie e ai nuovi mezzi della tecnica.

Le prime solette costruite agli inizi del secolo dalla WAYSS e FREYTAG non hanno nulla di particolare: in quella della piazza del mercato di Lampeheim sulla Laubbach, affiancata da larghi marciapiedi di sbalzo, non vi ha nessuna preoccupazione di raggiungere l'egual resistenza (fig.1), nessuna

Fig. 9.



preoccupazione per il taglio, a reggere il quale basta il solo conglomerato; le poche staffe che appaiono nella sezione della figura, non possono infatti avere funzione statica. Ma non appena la nervatura appare e si fa alta e sottile, ecco che l'armatura di taglio viene adottata: nella figura 2 relativa al ponte stradale e tramviario tra Eisenberg ed Eisenbach, a via inferiore, leggermente obliquo con le travi a profilo semiparabolico, vediamo tracciato il diagramma della distribuzione dei ferri nonché la nota costruzione per fissare la posizione delle piegature dei ferri e quella delle staffe. Nelle travi Gerber ed in quelle continue dove sugli appoggi centrali il massimo momento flettente e il massimo sforzo di taglio si hanno nella medesima sezione, e quindi le condizioni statiche rendono alquanto delicato il problema di ben disporre una sufficiente armatura, Emilio MÖRSCH introdusse il *cavalletto* o *cavallo* d'acciaio, limitato alle sezioni prossime all'appoggio: la figura 3 è relativa al progetto presentato nel 1931 per il ponte delle Tre rose a Basilea; è una trave continua di altezza variabile, cellulare verso gli appoggi della campata centrale e in tutte le campate di riva. La fig. 4 mostra come il MÖRSCH non abbia esitato a ricorrere ad armature robustissime, dalle quali per lo più si rifugge per la difficoltà di un getto sano.

Analizzare gli altri svariati ponti del MÖRSCH vorrebbe dire perdersi in troppo minute osservazioni; mi sia concesso soltanto ricordare: le travi munite di contrappeso, quelle solidali con i piedritti, talora esili ed alti, talaltra basse e rigide, le travate chiuse a sezione tubolare, e qualche trave VIERENDEEL; per queste travi il MÖRSCH non nutrì grande simpatia, mentre applicò di frequente il portale, da lui studiato con acute e profonde ricerche. Dal portale all'arco vero e proprio è breve il passo. Fin da quando, fresco di laurea, apparteneva all'amministrazione statale wurtemburghese Egli aveva studiato alcune volte a tre cerniere, con riempimento di beton magro tra l'estradosso e la via, ciò che l'aveva indotto a praticare nei timpani giunti estesi fino al coronamento. Tre cerniere ebbero anche i due archi, ciascuno di m. 72,25 di luce, da lui costruiti sull'Isar nel 1904 a Griinwald (fig. 5), descritti nei loro particolari nel secondo semestre di quell'anno nella rivista *Schweizerische Bauzeitung*: le volte massiccie sostengono un solido impalcato (soletta con nervature longitudinali e trasversali) mediante arditi pilastri, collegati da una traversa al piede per ripartire sulla volta l'effetto del sovraccarico. Di pochi anni più tardi sono: il ponte sul Galfinger a Mulhouse (Alsazia), costruito nel 1907, dove la sola volta è armata, e lo svelto arco (1908) di Gmiindertobel sullo Sitter con 79 m. di luce e 26,5 di monta; esso non differisce dal ponte sull'Isar se non per l'assenza di cerniere. Un ponte che riproduce la medesima struttura è quello Zeppelin sulla Streck a Pirmansen eretto nel 1927 con 81 m. di luce, sempre

con la volta massiccia. Minor importanza ebbero, gli arconi gemelli, da lui scarsamente usati. Sono assai notevoli le volte che verso la chiave si trasformano in strutture nervate, quale il ponte presso Hannover sul canale dall'Ems al Weser, nel quale sono pure da osservare i piedritti (fig. 6). A tacer d'altre strutture" faremo menzione ancora:

degli arconi, a via superiore od a via intermedia: nell'ultimo caso, verso le imposte, a partire dall'incrocio con l'impalcato agli arconi si sostituisce la volta massiccia;

degli archi a spinta eliminata: tra essi le 6 campate di m. 35,36 del ponte di re Zogu sul Mati in Albania, i lievi incidenti sopravvenuti ai pendoli d'appoggio perdonano ogni importanza di fronte alla elegante genialità di molti particolari (fig. 7);

e, degli arconi cellulari, distinti o fusi con l'impalcato, a, tre cerniere e assai ribassati. È del primo tipo il ponte sul Lech ad Hochzoll presso Augusta con luce di 76,8 e monta di m. 6,45 (1928); le sue caratteristiche essenziali si ritrovano in parecchi grandi ponti moderni (fig. 8). Del secondo tipo è il noto ponte di Heilbronn sul Neckar, costruito nel 1931, la luce centrale vi raggiunge 107 m ed opportuni sbalzi riducono il valore della spinta (fig. 9): ritroviamo le sue linee in taluni ponti delle autostrade germaniche. Si accresce alquanto la sicurezza contro le fessurazioni degli alti diaframmi, ricorrendo a reticolati a larghe maglie formate con tondini orizzontali e verticali; la tecnica francese aveva da tempo applicato questa disposizione, e già l'HENNEBIQUE, nonché gli ingegneri italiani della sua scuola, erano giunti al ponte cellulare. In questa Rivista Augusto CAVALLARI MURAT ha mostrato acutamente quale sia la strada seguita per arrivare a questo risultato nella nota « Contributo torinese alla storia dell'evoluzione dei ponti del tipo Risorgimento » (maggio 1950). Due concezioni del ponte di cemento armato, in origine ben diverse, hanno entrambe portato a quel tipo cellulare che oggi trionfa.

Nello scrivere queste poche parole dettate da un vivo senso di riconoscenza accanto alla figura del MÖRSCH mi è stata sempre presente la nobile figura del mio grande maestro Camillo GUIDI. Ambedue questi sommi ingegneri videro sorgere il cemento armato e lo seguirono nello sviluppo mostrandone le immense risorse e le grandi possibilità, fino all'ultimo essi conservarono la lucidità di spirito e l'amore all'indagine scientifica; ben può dirsi che si ispirarono al precetto che Guido signore di Pibrac riassunse in una di quelle sue quartine, che furono dalla fine del Cinquecento alla rivoluzione francese il viatico morale di molte generazioni:

Jusqu'au cercueil mon fils veuillez apprendre  
Et tiens perdu le jour qui s'est passé  
Si tu n'y as quelques chose amasse  
Pour plus sçavant et plus sage te rendre.

Giuseppe Albenga