

# Caractéristiques essentielles de ponts importants construits en Espagne par l'auteur depuis 1936

Autor(en): **Villalba Granda, Cesar**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht**

Band (Jahr): **3 (1948)**

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-4017>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## IId3

**Caractéristiques essentielles de ponts importants  
construits en Espagne par l'auteur depuis 1936**

**Haupteigenschaften von wichtigen Brücken in Spanien,  
ausgeführt durch den Autor seit 1936**

**Chief characteristics of important bridges in Spain,  
built by the author since 1936**

CESAR VILLALBA GRANDA

Ingénieur-Chef des Ponts et Chaussées, Canaux et Ports  
Madrid

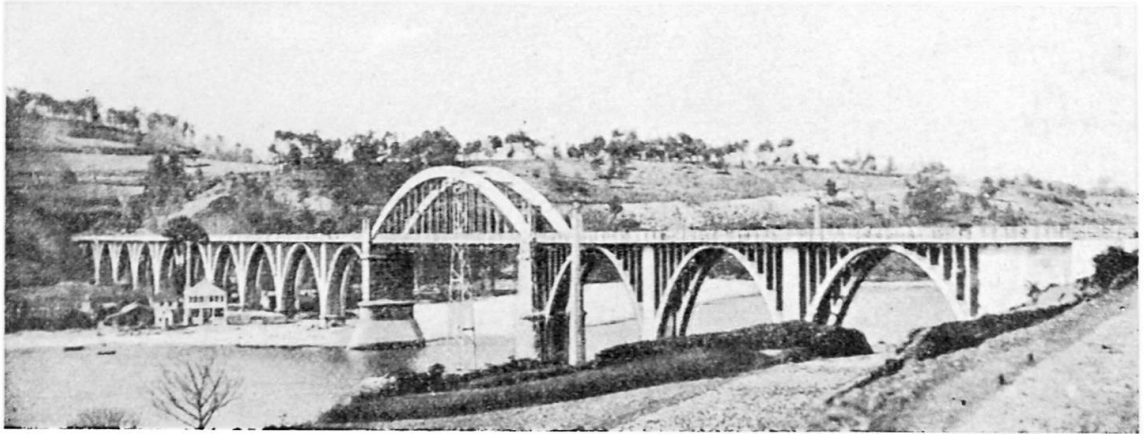
Parmi les ponts dont l'auteur a fait les projets et qu'il a construits depuis 1936 comme Ingénieur-Chef de la Direction des Ponts et des Constructions, nous allons décrire trois constructions dont les caractéristiques présentent un intérêt notable dans leur domaine.

### Pont du Pedrido

Ce pont donne communication directe de la Corogne au Ferrol, sur le fleuve de Betanzos, en zone navigable. Il se compose de treize arches de béton armé, à tablier supérieur, chacune de 35 mètres d'ouverture et dont le surbaissement vaut  $1/2$ ; trois sont situées sur la rive droite et dix sur la gauche. La largeur de la chaussée est de  $5^m50$  et celle de chaque trottoir de  $0^m75$ . Entre les deux groupes d'arches se trouve la travée principale qui franchit le lit du fleuve par un arc supérieur en béton armé de 75 mètres. La longueur totale de l'ouvrage est de  $544^m89$ .

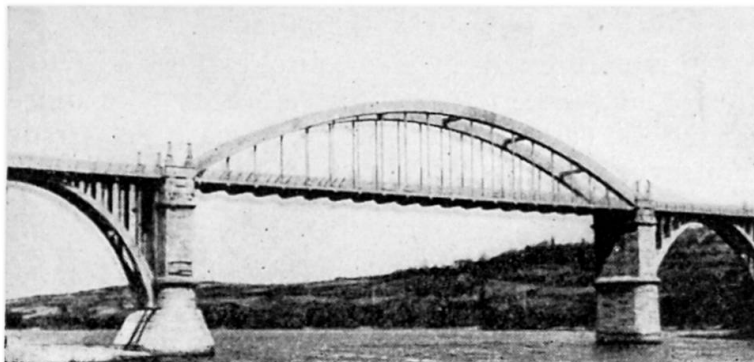
Le pont franchit une plage étendue sur la rive gauche, puis le fleuve et sur la rive droite une zone rocheuse. Le tirant d'air est de  $24^m60$  à marée basse pour permettre la navigation; celle-ci étant en partie assurée par des bateaux à voiles, il a fallu conserver ce tirant d'air sur toute la largeur du fleuve. Toutes ces circonstances ont déterminé la composition générale de la construction.

Les fondations offrent un exemple d'adaptation des divers systèmes aux données particulières de chaque cas. Pour la culée, les piles et les murs de la rive droite, c'est-à-dire au-dessus du roc, on a procédé par ouverture



**Fig. 1.** Vue d'ensemble du pont de Pedrido.

directe; dans le cas des appuis latéraux où les profondeurs varient de 3 à 6 mètres, on s'est servi de caissons de béton armé, sans fond, avec drainage. Dans le cas des piles 3 à 10, où le terrain est formé d'une couche de boue très fluide sous un lit superficiel de sable et sur une autre couche de rocher à une profondeur pratiquement inaccessible, on a établi les fondations sur des pieux moulés *in situ*, avec un bulbe terminal, pour lesquels il est arrivé d'employer plus de 3 m<sup>3</sup> de béton dans certains cas et, quand la fluidité de la boue l'exigea, des bulbes intermédiaires. Le nombre des pieux s'est chiffré à 24 par pile; on a employé 2 266<sup>m</sup>4 de pieux, chacun de ceux-ci ayant une longueur moyenne de 11<sup>m</sup>75. Les épreuves de charge ont donné un abaissement maximum de 3,10 mm pour 145 tonnes en huit jours. Bien qu'il s'agisse d'arches hyperstatiques et que les fondations soient faites en un terrain de boue fluide, on n'a observé aucun affaissement dans l'ouvrage. Le pied-droit de culée pour la travée centrale sur la rive droite, dont les fondations reposent sur le roc qui affleure à la surface mais seulement à un niveau de marée de 4<sup>m</sup>60, a été établi sur une double file de palplanches de bois contenant de l'argile et un revêtement extérieur que placèrent des scaphandriers; un fort drainage y est pratiqué à l'intérieur. Enfin, on a dû réparer les fondations du pied de culée gauche, cimenté par air comprimé à 12<sup>m</sup>27 car la décomposition du terrain avait provoqué des affaissements qui exigèrent l'emploi d'une ceinture de béton armé appuyée sur des pieux en colonne prenant leur base sur le roc. Ce travail a été décrit dans les *Mémoires de l'A. I. P. C.*, années 1937-1938, vol. V, pp. 314-317.



**Fig. 2.** Travée centrale de 75 mètres d'ouverture.

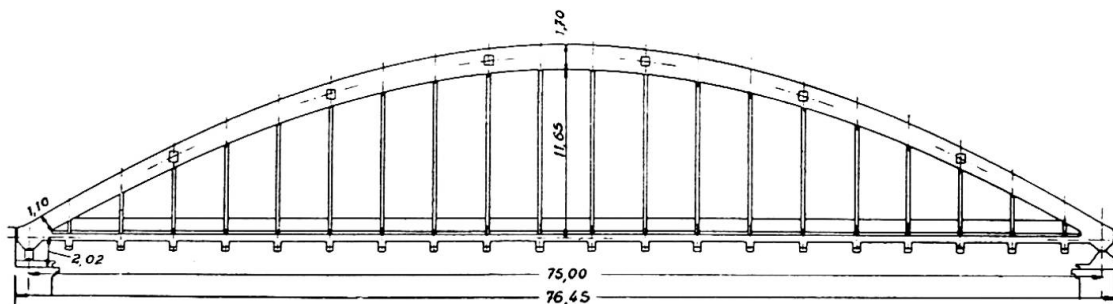


Fig. 3. Travée centrale du pont de Pedrido.

En résumé, à peu près tous les systèmes de fondation ont été employés selon les cas.

Dans l'élévation de l'ouvrage, les murs sont des éléments parallèles d'une épaisseur uniforme avec un remblai intérieur et extérieur pour éviter des poussées et un tablier formé d'une dalle de béton qui s'appuie sur ces murs.

Les arches latérales sont faites de voûtes jumelles de 1<sup>m</sup>20 de largeur, d'une courbe directrice parabolique de 4° degré. Les arches sont très sveltes : 0<sup>m</sup>60 d'épaisseur à la clef, et ont une mince armature : 2 barres de 30 mm à chaque plan à la base et 10 au sommet; les cloisons sont également très sveltes car celles de 10<sup>m</sup>50 de hauteur ont seulement 0<sup>m</sup>25 d'épaisseur. La dilatation est en rapport avec la flexibilité transversale des cloisons.

La partie centrale est une arche supérieure à tablier suspendu de béton armé de 75 mètres d'ouverture et de 12<sup>m</sup>50 de flèche.

On l'a étudiée pour pouvoir la construire sans échafaudage afin de laisser libre la navigation. L'armature principale est faite de profils laminés soudés électriquement. Le tirant est formé de 40 fers carrés de 50 mm (20 de chaque côté) soudés. Les barres de suspension sont formées de deux fers ronds de 35 mm avec un collier, destiné exclusivement à éviter la fissuration du béton qui forme les barres de suspension en une section de 18 x 10 cm.

On a réalisé le montage en divisant l'armature rigide en trois parties : on a construit les deux parties latérales sur les arches et on les a placées

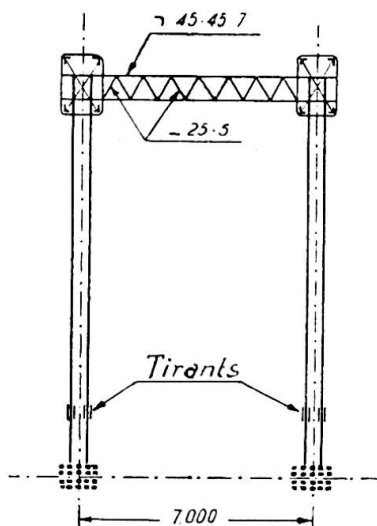


Fig. 4. Coupe transversale du pont de Pedrido.

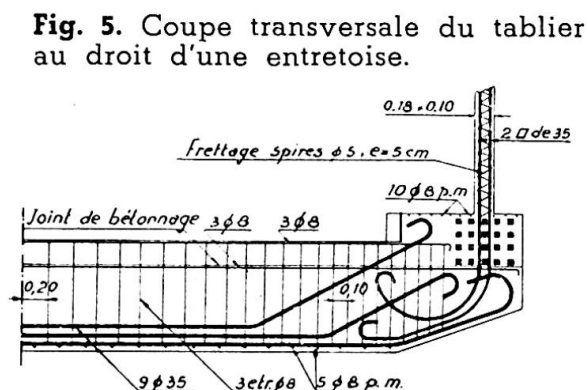
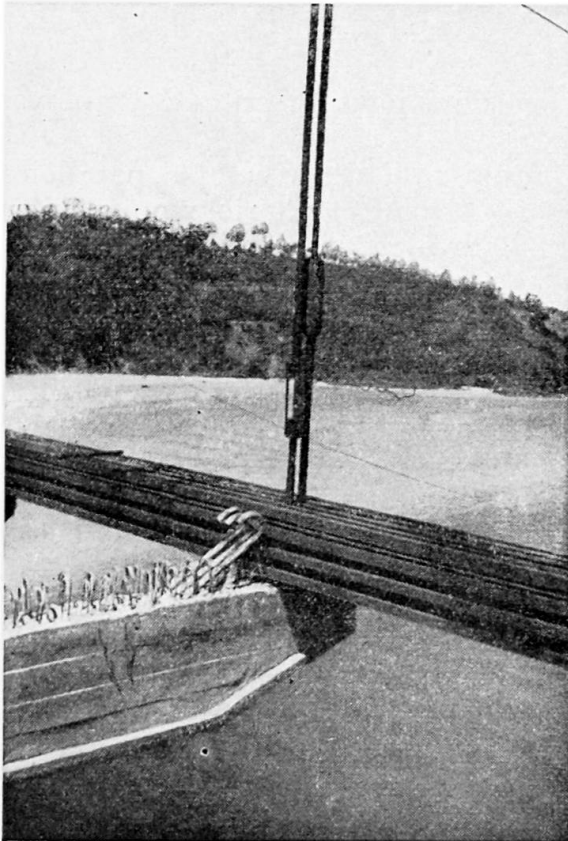
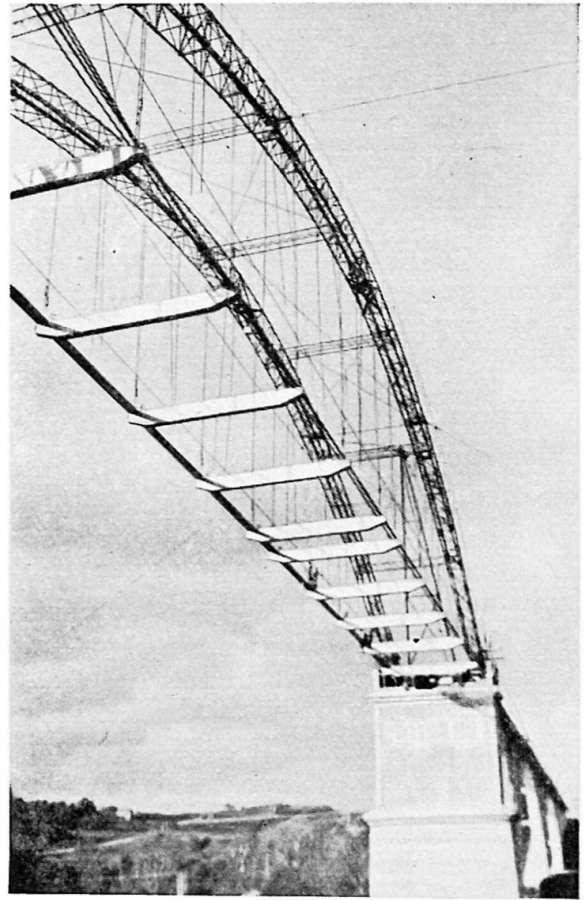


Fig. 5. Coupe transversale du tablier au droit d'une entretoise.

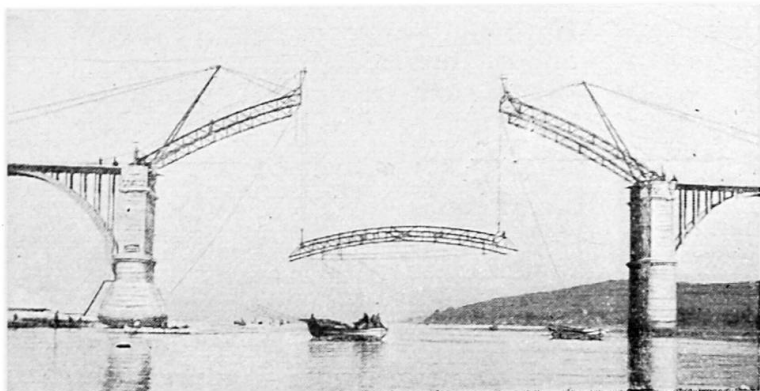
**Fig. 6** (à droite). Travée centrale pendant la construction du tablier. Noter les entretoises bétonnées en chantier.



**Fig. 7** (à gauche). Nœud d'attache de l'entretoise au tirant.

à l'aide de grues; le tronçon central, qui porte une articulation excentrique provisoire, a été construit sur la rive et hissé en place par des câbles fixés aux extrémités des autres parties. On a installé un système de suspension provisoire de câbles, placé les poutrelles bétonnées en atelier et cimenté l'arche en trois sections (cannelures) à armature supplétive, subdivisées à leur tour en voussoirs selon un ordre de bétonnage établi en vue des déformations de l'arche et de la réduction au minimum des efforts principaux pendant cette phase où l'armature de montage, qui conserve son articulation provisoire excentrique, est très légère. On a bétonné le tablier et on a réglé la tension par des manchons situés dans les barres d'appui, puis on a fermé l'articulation.

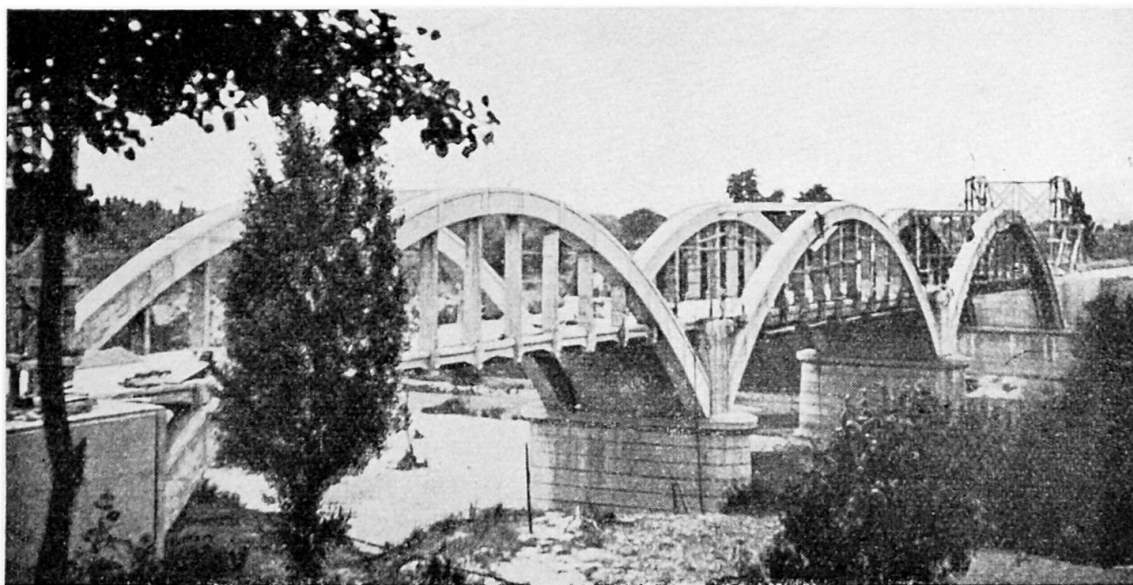
Ce mode de construction a permis de réaliser un pont pour lequel le poids mort produit à la section des reins un moment minimum et de signe contraire au maximum que produisent ensuite les surcharges.



**Fig. 8.** Montage de l'ossature métallique de l'arc central.

Les appareils d'appui sont en béton armé. Il n'y a aucun élément dans l'ouvrage, y compris le garde-fou, qui ne soit recouvert de béton, pour éviter les oxydations dues à la proximité de la mer.

#### Pont du Duero à Peñafiel (Valladolid)

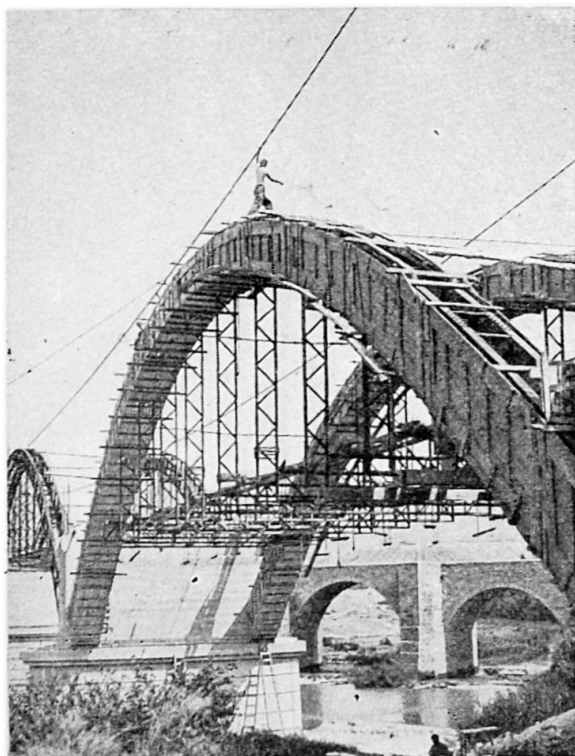


Trois travées en arche de béton armé, de 40 mètres d'ouverture chacune, un tablier intermédiaire, avec une armature rigide de montage en arc, des éléments verticaux et des poutrelles, ainsi que des fers ronds supplétifs qui permettent la construction complète du pont sans cintre. Les fondations sont faites au moyen de caissons en béton armé, fichés à 14 mètres par air comprimé. La chaussée a une largeur de 6 mètres et le trottoir de 1 mètre. La longueur de l'ouvrage entre les murs est de 156 mètres.

Les caractéristiques les plus notables sont :

1° Cimentation des culées et des murs avec des chambres jumelles. En raison de l'importance des dimensions et du prix élevé des fondations, on a réduit au minimum leur volume en employant pour chaque culée deux blocs jumeaux, en unissant leur niveau par une dalle en béton armé





**Fig. 10.** Montage du pont du Duero sans appuis intermédiaires.

et en évitant l'affouillement sous la dalle au moyen d'un écran vertical de fermeture. Les murs d'accompagnement ont aussi pour fondation deux blocs parallèles reliés également par des dalles à ceux de la culée. Ce système est plus avantageux en général que celui des voûtes d'union que nous avons employées en d'autres cas où celles-ci donnent des poussées.

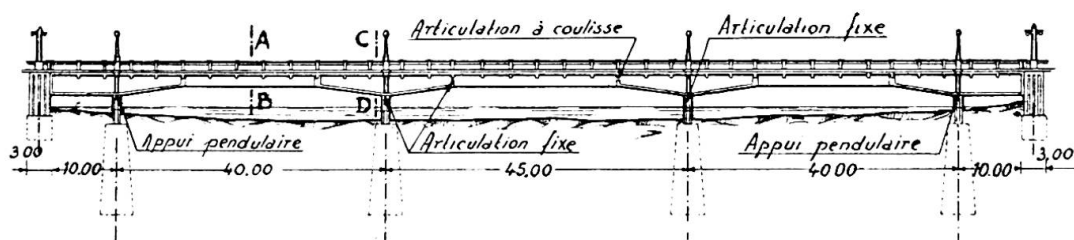
2° Disposition du tablier avec le joint central transversal : on l'établit par la dilatation du tablier entre les arches. Pour ces joints, on a l'habitude de mettre dans certains ouvrages des barres soutenant les extrémités du tablier, ce qui oblige à adopter des barres de soutien centrales et très proches; solution peu esthétique. Nous résolvons le problème en conservant la distribution générale adoptée pour les barres d'appui (de 3<sup>m</sup>10 d'espacement) et en établissant le joint par la prolongation du tablier en saillie de la dernière barre de suspension au centre du sommet, en limitant cet encorbellement transversalement par une demi-poutrelle qui relie les extrémités des longerons en saillie et limite l'armature de fer correspondante.

3° Solidarité de la structure. La solidarité des éléments d'une construction aux diverses forces qui s'exercent sur lui étant un des plus grands avantages et une des caractéristiques essentielles des constructions en béton armé, on a essayé d'arriver à une distribution des efforts et de réaliser le calcul correspondant à cette modalité. Il en résulte une répartition plus harmonieuse des masses avec un bénéfice esthétique et mécanique évident pour la construction. Dans une arche à tablier suspendu, par exemple, on a l'habitude d'assigner à l'arche le rôle unique de supporter les charges verticales transmises par les barres de suspension qui à leur tour ne participent pas aux efforts des poutrelles. Au contraire, quand les arches sont solidaires avec le tablier, on bénéficie des avantages de la conjonction des efforts. Dans notre cas, l'étude du tablier (poutrelles, trois longerons et

hourdis) solidairement, met en relations les hourdis, les longerons et les poutrelles. Etant donné que les portiques simples transversaux inverses que forment le tablier et les barres de suspension et que les portiques multiples longitudinaux inverses que forment le tablier complet et les barres de suspension établissent le cycle de l'assemblage, on a un ensemble plus harmonieux sans le mauvais effet esthétique que provoquent une arche et un tablier de forte masse et des éléments verticaux de section transversale exigüe.

4° Armature rigide de montage construite en atelier avec soudure électrique et montée avec des clavettes. Etant donné le régime des crues, on a utilisé un système de montage sans cintre en employant à cet effet une armature rigide stricte dans les arches, les barres de suspension et les poutrelles complétées au bétonnage par des fers ronds. On a adopté pour la première fois en Espagne le système de construction mixte de pièces soudées en atelier et du montage de l'ouvrage par des abouts à ferrures, des plaques et des boulons d'ancrage, ce qui facilite le travail dans des cas comme celui-ci, car la soudure en atelier permet une plus grande perfection en éliminant les soudures au plafond qui dans le montage de l'ouvrage sont inévitables et d'une exécution difficile.

Pont du Besós (Barcelone)



Situé dans une des artères de Barcelone où le trafic est le plus intense (intensité moyenne quotidienne 5 000 véhicules et 25 000 piétons), il franchit un large lit de torrent à fond de sable sur une couche de boue et un lit de sable d'une profondeur pratiquement indéfinie, lit très friable car on arrive à observer des trous de 8 mètres au pied des appuis. Il a fallu faire le passage à une faible hauteur car on était dans une zone de rues dont le niveau devait se conserver et d'autre part la possibilité de futurs élargissements du pont excluait toute solution d'étages inférieurs ou intermédiaires. Toutes ces conditions exigeaient un ouvrage ayant de grandes ouvertures, des travées à réactions verticales et un tablier supérieur, les sections étant de faible épaisseur. C'est pourquoi on adopta des travées droites, se faisant contrepoids et articulées, avec une section transversale alvéolaire.

Les caractéristiques essentielles sont : longueur totale de l'ouvrage entre ses murs 465<sup>m</sup>88; longueur des travées 161 mètres.

Pont constitué par un système de deux poutres d'encorbellement se faisant contrepoids de 60 mètres de longueur chacune (10 de contrepoids, 40 entre les appuis et 10 en saillie) avec une travée centrale isostatique de 25 mètres. L'appareil porteur du pont est constitué par 5 portées de 10, 40, 45, 40 et 10 mètres sur quatre triples piliers armés dont deux pendulaires avec articulation à la base.



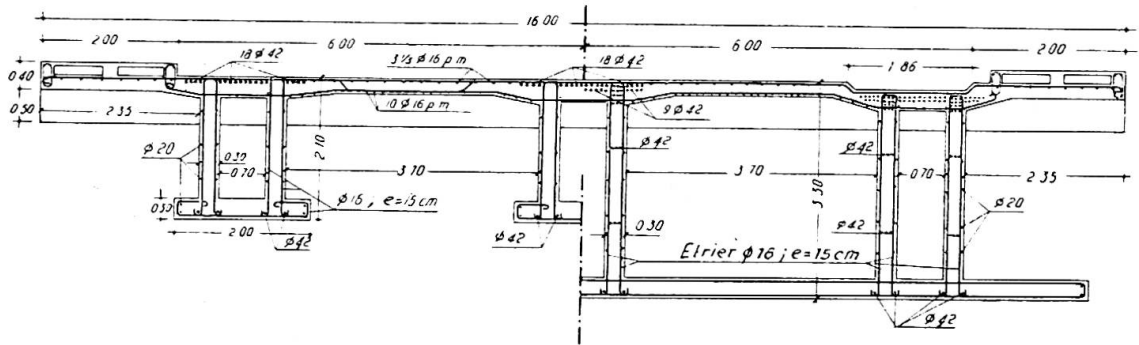


Fig. 12. Coupe transversale de la maîtresse-poutre.

Chaque travée comprend trois poutres de section alvéolaire de béton armé de 0<sup>m</sup>30 d'épaisseur et d'une nervure inférieure de largeur variable. L'armature est exclusivement composée de fers ronds avec des joints soudés électriquement car le grand nombre de fers ronds rendrait difficiles les assemblages surtout dans les zones d'appui.

La largeur de la chaussée est de 12 mètres et celle de chaque trottoir de 2 mètres.

Chacune des quatre piles (le pont n'a pas de culée) est cimentée par air comprimé par un caisson de ciment armé, allégé pour éviter d'excessives pressions sur le terrain de 14<sup>m</sup>40 × 5<sup>m</sup>40 de base à 24<sup>m</sup>80 de profondeur maxima qui traverse une couche de vase plastique à 15 mètres de 9<sup>m</sup>50 d'épaisseur maxima. Pour traverser celle-ci et éviter un brusque enfoncement du caisson, on a disposé sur son socle un système de sabots et de jambes de force.

### Résumé

L'auteur décrit les caractéristiques principales des trois ouvrages importants qu'il a réalisés récemment en Espagne.

#### 1. Le pont sur le Pedrido

La réalisation de ce pont nécessita divers procédés de fondation des piles suivant la nature du sol; la travée principale de 75 mètres est constituée



Fig. 13. Détail de l'appui de la partie centrale en cantilever.

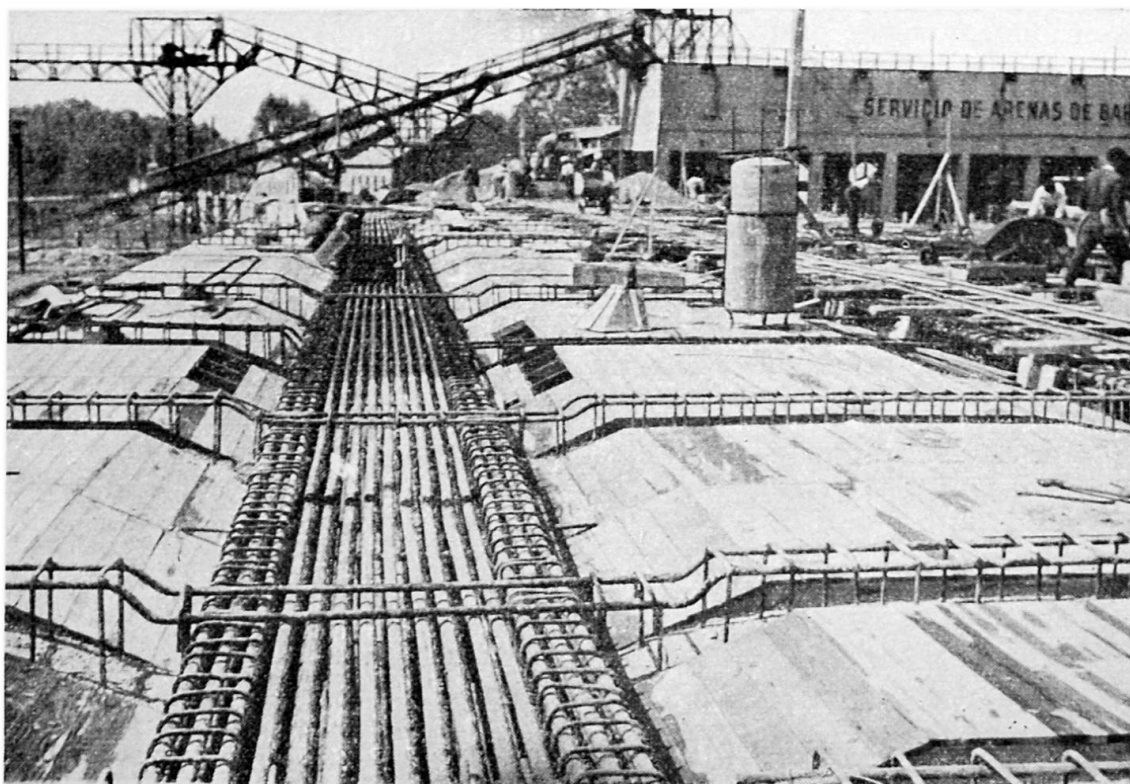


Fig. 14. Ferrailage assemblé par soudure avant bétonnage.

par un tablier suspendu à une superstructure en arc. Cet arc, de 24 mètres de hauteur, fut réalisé sans échafaudage, l'armature étant soudée à l'arc électrique.

### 2. Le pont du Duero (Valladolid)

Ce pont comporte une armature rigide en arc, des suspentes et des poutres continues de 40 mètres de portée soudées à l'atelier et assemblées sur chantier; il a été prévu en outre une armature réglable ainsi qu'un joint central perpendiculaire au tablier. La coopération du tablier et des suspentes fut vérifiée.

### 3. Le pont Besós (Barcelone)

Pont du type Gerber de 60 mètres de longueur. La poutre centrale de 25 mètres a été calculée statiquement. Les portées sont de 10, 40, 45, 40 et 10 mètres. La section en caisson comporte trois cellules. Le sous-sol est variable. Les appuis comportent deux appuis fixes et deux appuis pendulaires. L'armature est en fers ronds soudés à l'arc électrique.

## Zusammenfassung

Der Verfasser beschreibt die Hauptcharakteristiken von drei wichtigen Bauwerken, die er kürzlich in Spanien erstellt hat :

### 1. Die Brücke über den Pedrido

Zur Anwendung gelangten zahlreiche Fundierungsmethoden, die den lokalen Bedingungen jeder Stütze entsprachen, sowie die Charakteristiken

eines Bogenträgers von 75 m Spannweite mit aufgehängter Fahrbahn. Dieser Bogen wurde ohne Gerüst in einer Höhe von 24 m erstellt, wobei eine steife, elektrisch geschweisste Armierung zur Anwendung kam.

### 2. *Pont du Duero (Valladolid)*.

Mit einer steifen Bogenarmierung, Aufhängestangen und Laufträgern von 40 m Spannweite, die in der Werkstatt geschweisst und an Ort und Stelle eingebaut worden ist; ferner wurde eine zusätzliche regulierbare Rundeisenarmierung, sowie ein Mittelstoss in Querrichtung der Fahrbahn vorgesehen. Das Zusammenwirken von Fahrbahn und Hängestangen wurde untersucht.

### 3. *Besós - Brücke (Barcelona)*

Gerberträger von 60 m Länge. Statisch bestimmter mittlerer Träger von 25 m. Die Oeffnungen betragen 10, 40, 45, 40 und 10 m; dreiteiliger zellenförmiger Kastenquerschnitt. Veränderlicher Untergrund; zwei Pendelstützen und zwei feste Auflager. Elektrisch geschweisste Rundeisenarmierung.

## Summary

The author describes the chief characteristics of three important structures which he recently built in Spain :

### 1. *Bridge over the Pedrido*

Numerous methods of foundations were used, in keeping with the conditions of each support, and the characteristics of an arched girder having a span of 75 m and a suspended roadway. This arch was erected to a height of 24 m without any centering, and for which a stiff, arc-welded reinforcement was used.

### 2. *Duero bridge (Valladolid)*

With a stiff arch reinforcement, suspension bars and continuous beams having a span of 40 m, welded in the workshop and put together on the site. In addition, there was a round-iron reinforcement that could be regulated, and a cross-head transversal to the roadway. The working together of roadway and suspension bars was investigated.

### 3. *Besós bridge (Barcelona)*

Girder of the Gerber type, 60 m long. Statically calculated middle girder of 25 m. The spans are 10, 40, 45, 40 and 10 m long; three cell box shaped beam section; a changeable subsoil; two hinged piers and two fixed bearings. Electrically welded round bar reinforcement.