

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

Band: 2 (1936)

Artikel: Die Brücke über den Esla in Spanien

Autor: Villalba Grande, C.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-2836>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

IVb 14

Die Brücke über den Esla in Spanien.

Le pont sur l'Esla en Espagne.

The Bridge over the Esla in Spain.

C. Villalba Granda,
Ingénieur des Ponts et Chaussées, Madrid.

Die Plougastel-Brücke und die Tranebergsbrücke, fünf Jahre später gebaut, stellen schöne Ausführungen von weitgespannten Bogenbrücken dar. Die gegenwärtig im Bau begriffene Brücke über den Esla in Spanien wird die beiden

genannten Brücken an Lichtweite noch übertreffen. An der Baustelle der neuen Brücke wird der Esla durch eine Talsperre gestaut, und bildet einen künstlichen See von mehr als 40 m Tiefe. Die zweigleisige Eisenbahnbrücke dient dem Verkehr zwischen Zamora und La Coruña (Fig. 1). An Hand eines Vorprojektes des Ingenieurs *M. Gil* habe ich den endgültigen Entwurf dieses Bauwerkes ausgearbeitet.

Wir geben eine kleine Zusammenstellung der Hauptdaten der drei genannten Brücken :

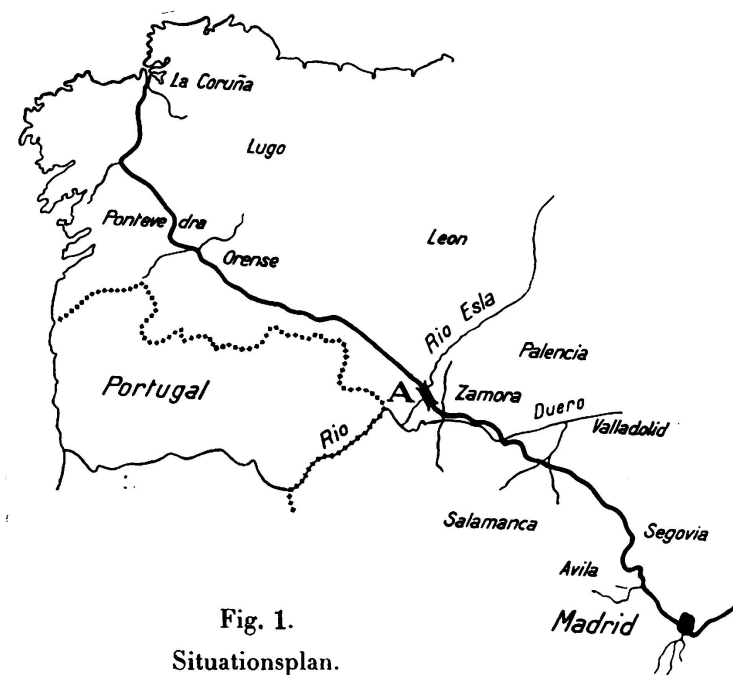


Fig. 1.
Situationsplan.

	Plougastel	Traneberg	Esla
Lichtweite	172,60 m	178,50 m	192,40 m
Theoretische Spannweite	186,40 m	181,00 m	172,00 m
Pfeilhöhe	35,30 m	27,00 m	38,80 m
Maximale Beanspruchung des Betons	75,0 kg/cm ²	98,5 kg/cm ²	86,0 kg/cm ²

Die Brücke besteht aus einem großen Bogen mit oben liegender Fahrbahn über dem Stausee und aus Zufahrtsviadukten auf beiden Ufern (Fig. 2 und 3).

Der große Bogen weist im Scheitel eine Breite von 7,90 m und eine Höhe von 4,50 m auf, und ist als Kastenquerschnitt mit drei Längszellen vorgesehen;

die seitlichen Längswände haben eine Neigung von 1,5 ‰, gleichbleibend für alle Bauglieder der Mittelöffnung. Im Kämpferquerschnitt wird der Bogen in der Breite 9,063 m und in der Höhe 5,50 m messen. Es ist vorgesehen, die Fahrbahn durch Säulenreihen auf den Bogen abzustützen. Die Zufahrtsviadukte weisen auf Seite Zamora fünf Öffnungen und auf Seite Coruña drei Öffnungen von je 22 m auf.

I. Beschreibung des Bauwerkes.

Zufahrtsviadukte: Die kreisförmigen Bogen der Zufahrtsviadukte haben rechteckigen Querschnitt; die innere Leibung des Gewölbes weist einen Halbmesser von 11 m auf. Sie besitzen eine Scheitelstärke von 1,10 m und sind mit Walzprofilen und Rundisen bewehrt (Fig. 4). Die Fahrbahn­längsträger sind monolithisch mit den 9,5 m hohen Säulen in Pfeileraxe verbunden; sie sind im Bogenviertel auf den 2,10 m hohen Aufbausäulen gelenkig, und über dem Scheitel des Bogens gleitend gelagert. Die Pfeiler der Viadukte sind hohl und weisen am Kopf für die Längswände eine Stärke von 0,90 m auf mit inneren Abtreppungen von 0,10 m Breite, und für die Querwände eine Stärke von 1,50 m mit inneren Abtreppungen von 0,25 m Breite. Die Höhe dieser Pfeiler schwankt zwischen 9,70 und 38,70 m, gemessen zwischen Fundamentsockel und Kämpfer der Gewölbe; die Fundament­tiefen messen 1,22 m bis 6,77 m und reichen bis zum festen Fels hinunter.

Hauptbogen: Wir gehen nun über zur Beschreibung des großen Bogens. Die Hauptabmessungen sind bereits bekannt. Wir fügen bei, daß der Querschnitt gebildet wird aus zwei Platten gleicher Stärke, die vom Scheitel zum Kämpfer zunimmt von 0,70 m bis 1,05 m und aus vier Längswänden von 0,40 m gleichbleibender Dicke (Fig. 5). Die Armierungen des Bogens dienen einzig und allein zur Aufnahme der Nebenspannungen. Die Gewölbeaxe folgt der Gleichung

$$y = 206,7 (x - 2x^2 + 2x^3 - x^4),$$

wo y als Absolutwert eingeführt wird und x das Verhältnis der Abszisse, gemessen vom Kämpfer aus, eines Axepunktes zur Stützweite bezeichnet. Diese Bogenaxe paßt sich gut der Drucklinie für ständige Last an. Die veränderliche Höhe des Bogens gehorcht dem Gesetz, wonach die vertikale Projektion

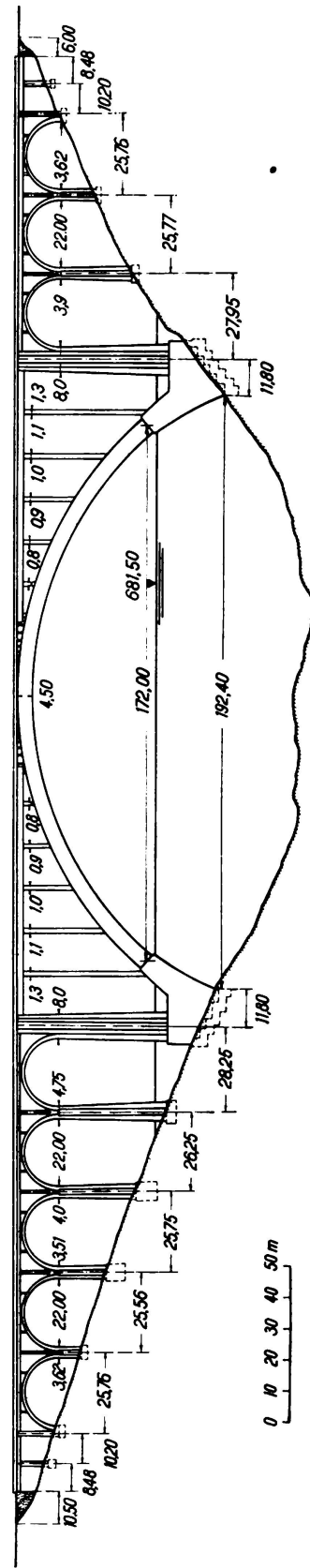


Fig. 2. Ansicht der Brücke.

sowohl der ganzen Querschnittsfläche als auch des Trägheitsmomentes konstant sei.

Der Gewölbeaufbau setzt sich wie folgt zusammen: Über dem Scheitel sind auf eine Länge von 20 m kleine seitliche Längsmauern zur Aufnahme des

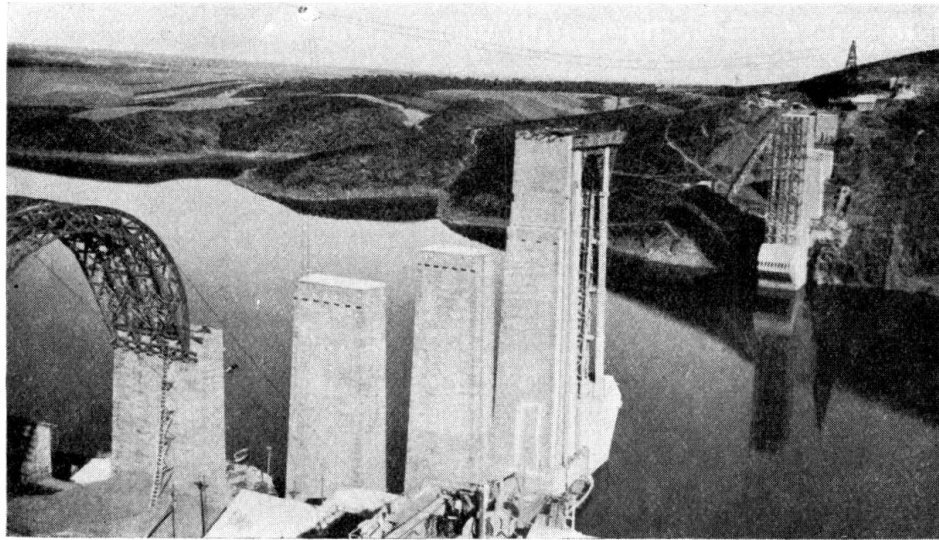


Fig. 3.

Ansicht der Baustelle.

Schotterbettes vorgesehen. In einer mittleren Zone von 12 m Länge soll die Fahrbahnplatte über fünf Öffnungen durch Querwände abgestützt werden, die oben eingespannt und unten gelenkig gelagert sind. Für die äußeren Zonen sieht der Entwurf zur Stützung der Fahrbahnkonstruktion in Abständen von

12,50 m Säulenreihen vor. Eine 20 cm starke Platte und vier Längsträger von 1,80 m Höhe und 0,60 m Breite werden die Fahrbahnkonstruktion bilden. Die maximale Säulenhöhe wird 38,72 m messen.

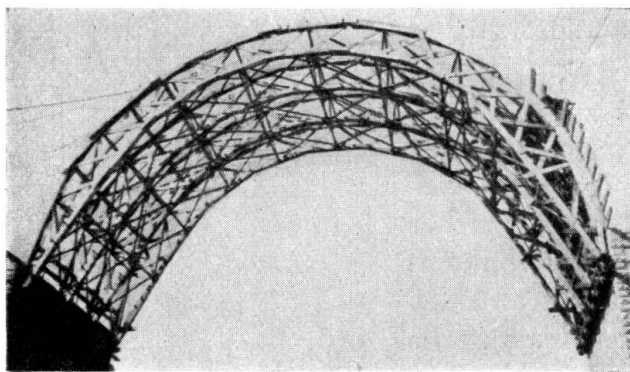


Fig. 4.

Lehrgerüst eines der Gewölbe von 22 m.

Die großen Widerlagerpfeiler (Fig. 6 und 7) weisen einen Anzug in Querrichtung von 2 ‰ auf. Walzprofile und Rundeisen bilden die Bewehrung der massiven Widerlager. Die Walzprofile sind mit Rundeisenspiralen umgeben.

Im Kämpferquerschnitt beträgt für das Widerlager die Höhe 6,70 m und die Breite 10,41 m.

Mit Rücksicht auf das Zutagetreten des Schiefer- und Quarzitfelsens mußte nur so tief fundiert werden, bis der gesunde Fels erreicht war.

Baumaterialien: Zufahrtsviadukte: Endwiderlager in Bruchsteinmauerwerk, Fundamente in Blockbeton von 150 kg PZ, Verblendmauerwerk in Betonblöcken 250 kg PZ, Zwischenfüllung in Beton 200 kg PZ, kleine Gewölbe und

Fahrbahn in Beton 350 kg PZ. Bogenbrücke: Fundamente in Blockbeton 200 kg PZ, Widerlager in Beton 325 kg PZ, Gewölbe in Beton 400 kg PZ und Aufbau in Beton 350 kg PZ. Als Bindemittel wird Portlandzement verwendet.

Die Gesamtkosten des Bauwerks wurden auf rund 6,5 Millionen Pesetas veranschlagt.

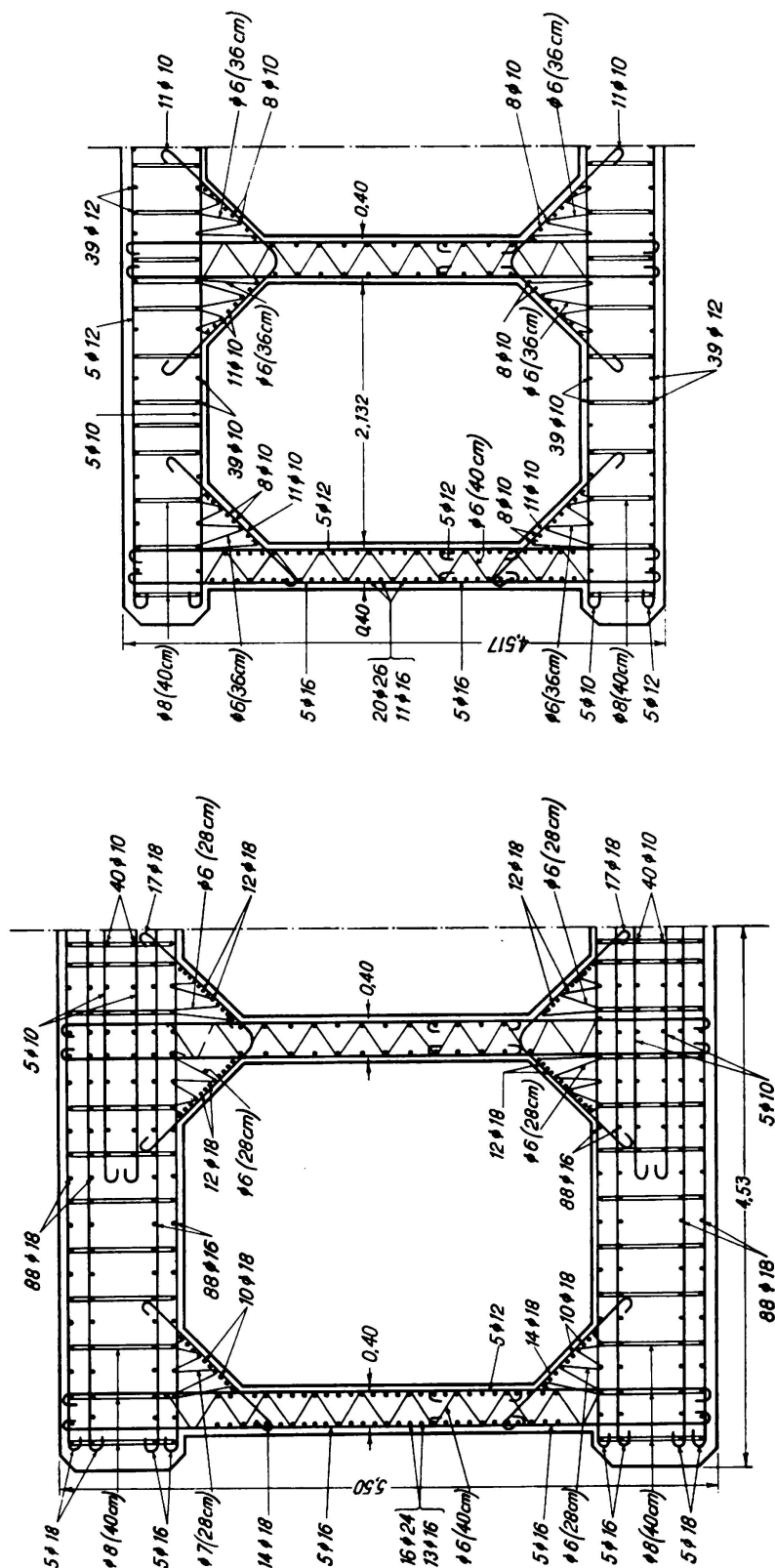


Fig. 5.
Kämpfer- und Scheitelquerschnitte.

II. Statische Berechnungen.

a) *Zufahrtsviadukte.* Die halbkreisförmigen Gewölbe weisen für die theoretische Bogenaxe einen Radius von 11,70 m auf. Die statische Berechnung berücksichtigt neben der ständigen Last, der Verkehrsbelastung und der Beanspruchung durch Wind eine Temperaturänderung einschließlich Schwinden von $\pm 20^{\circ}$. Die im Kämpferquerschnitt auftretenden maximalen Spannungen betragen für den Beton auf Druck $46,5 \text{ kg/cm}^2$ und für das Eisen auf Zug 1010 kg/cm^2 , die Bremskräfte eingeschlossen. Die in den Gewölben auftretenden Schubspannungen infolge der Torsionsmomente betragen 5 kg/cm^2 . Bei der

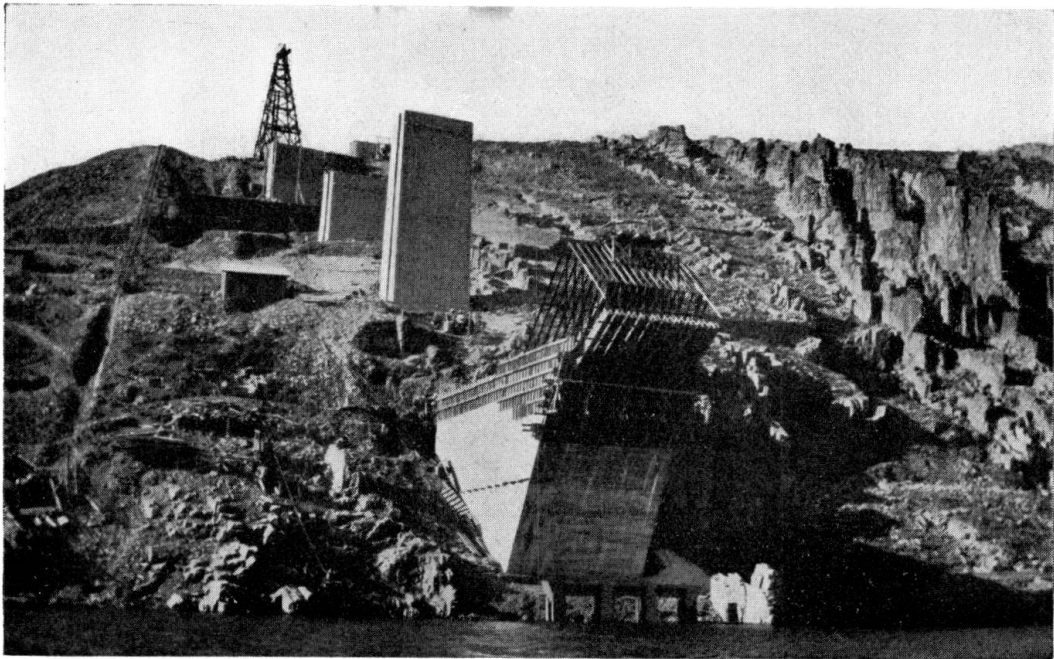


Fig. 6.

Widerlager (Seite Zamora) mit den Bewehrungen; im Hintergrund Pylon des Kabelkranes.

Berechnung der Gewölbe wurde auf die Elastizität der Pfeiler und der benachbarten Gewölbe Rücksicht genommen.

Der Aufbau wurde als Rahmenkonstruktion unter Berücksichtigung aller Einflüsse eingehend untersucht.

b) *Hauptöffnung:* Die Gewölbeaxe des großen Bogens folgt, wie bereits erwähnt, einer Parabel 4. Grades, für welche die Konstanten derart gewählt wurden, daß sich die Axe der Drucklinie aus ständiger Last möglichst gut anpaßt. Für die Untersuchung des Einflusses der Verkehrslast waren zwei Lastenzüge der spanischen Vorschriften maßgebend. Die Spannungen aus Verkehrslast sind kleiner als die Hälfte der Spannungen aus ständiger Last.

Die Nebenspannungen haben für Bogenbrücken mit großer Spannweite wie die hier betrachtete Brücke, eine außerordentliche Bedeutung. Für die Berechnung sind der Einfluß der Temperaturänderung und der Einfluß der Mitwirkung des Aufbaues an der Formänderung des Gewölbes sowie das Knicken des Bogens berücksichtigt worden. Da es sich hier um ein ausgedehntes Bauwerk handelt, wurde der Winddruck in ungünstiger Weise als Streckenlast in Rechnung gesetzt.

Die Methode zur Berechnung des polaren Trägheitsmomentes nach der Elastizitätstheorie für rechteckige massive und hohle Querschnitte mit nur einer Zelle ist von *Mesnager* und *Föppl* angegeben worden. *Lorenz* und *Pigeaud* haben den beliebigen Querschnitt untersucht, indessen nur Näherungslösungen entwickelt.

Wenn der Querschnitt mehrere Zellen aufweist, wie dies hier der Fall ist, so können zur Untersuchung verschiedene Wege eingeschlagen werden:

1. Man setzt voraus, es handle sich um einen vollen Querschnitt, für den die Verteilung der Spannungen bestimmt wird. Die Spannungen, die in den Hohlräumen auftreten würden, werden auf die Kopfplatten und Wände verteilt. Diese Lösung ist sicher und einfach, liefert aber zu hohe Werte der Spannungen.

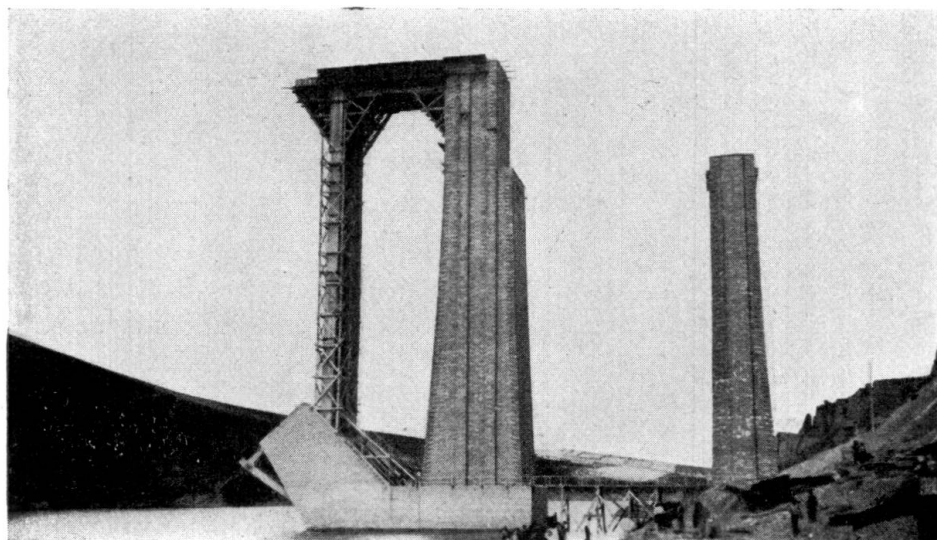


Fig. 7.

Widerlagerpfeiler und Teil der Aufbaukonstruktion zur Montage des Hauptbogen-Lehrgerüsts.

2. Man vernachlässigt die mittlere Längswand und berechnet den Querschnitt mit nur einer Zelle. Auf diese Weise rechnet man allerdings mit einer zu geringen Torsionsfestigkeit.

3. Man setzt eine Verteilung des Torsionsmomentes auf die drei Zellen derart voraus, daß die drei Querschnittsteile gleiche Drehwinkel erleiden. Für die Berechnung wurde diese letztere Methode angewandt.

Die Einflußlinien aller statisch unbestimmten Größen wurden mit Hilfe der Arbeitsgleichung und des Superpositionsgesetzes ermittelt.

Als Temperaturänderung wurde der Wert von $\pm 15^{\circ} \text{C}$ angenommen.

Bei der Berechnung der Säulen sind die Brems- und Anfahrkräfte, der Einfluß der Verformung des Bogens und der Säulen berücksichtigt worden.

Für große Bogen sind recht kräftige Widerlager, in welche der Bogen als fest eingespannt betrachtet werden kann, vorzusehen. Um die Elastizität der Widerlager zu berechnen, ist der Bogen mit einem eingespannten Balken veränderlicher Steifigkeit verglichen worden, was mit Hilfe der Einflußlinien der Verformungen nach der Methode *Müller* durchgeführt worden ist. Es haben sich nur geringe Deformationen und Drehungen ergeben, so für den äußersten Querschnitt des Widerlagers eine Verschiebung von 0,0044 mm.

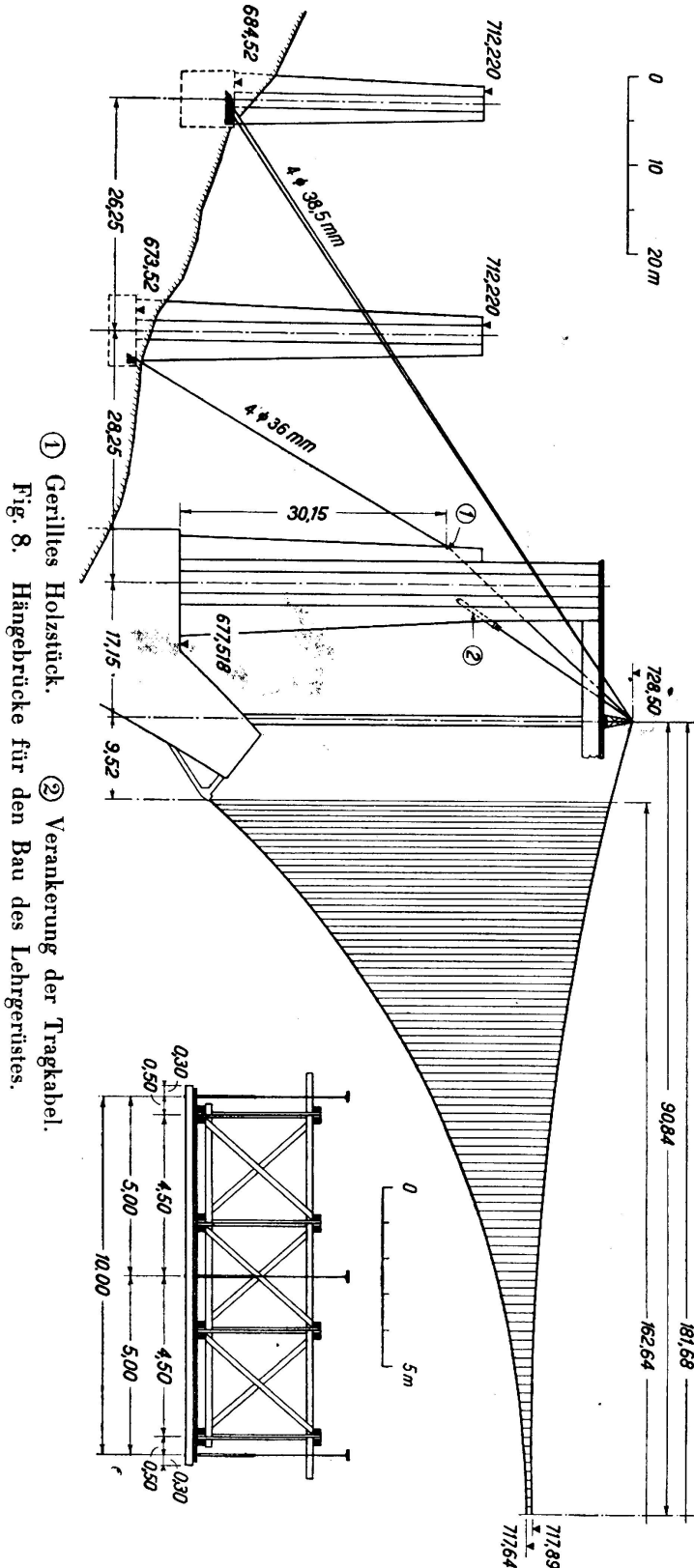
III. Bauausführung.

Die Gesamtkubatur des Bauwerkes beträgt 32 000 m³ Beton, was einer Kubatur von 28 000 m³ gebrochenen Gesteins und 15 000 m³ Sand entspricht. Der Ausbau

der Installationen wurde vorgesehen für eine Leistung in acht Stunden von 100 m³ Gestein und 30 m³ Sand. Ein Kabelkran von 500 m Spannweite auf zwei Holzpylonen von 28 m Höhe bedient die ganze Baustelle. Ein Motor von 46 PS ist in der Lage, eine Hubgeschwindigkeit von 1 m/sec. und eine Fahrgeschwindigkeit von 4 m/sec. zu erzeugen.

Der Entwurf für das Lehrgerüst in Form eines hölzernen Bogens sieht Binder von 3,50 m gleichbleibender Höhe bei einer ganzen Gerüstbreite von 10 m vor. Die Gurtungen bestehen aus Brettern 23 × 7,5 cm. Der Gerüstbogen wird im Kämpfer auf kleine Konsolen in Eisenbeton abgestützt. Es ist vorgesehen, auf diesen Konsolen zur Regulierung der Lage des Lehrgerüstbogens hydraulische Pressen einzusetzen.

Der Bau des Lehrgerüsts wird mit Hilfe einer Hängebrücke, gebildet aus drei Tragkabelgruppen erfolgen (Fig. 8). Seitlich angeordnete Kabel geben der Hängebrücke den erforderlichen Horizontalverband und dienen zur Sicherung der Stabilität (Fig. 9). Als Hängestangen sind 8,1 mm starke steife Kabel vorgesehen; die fünfzehn Tragkabel treten in drei Gruppen von je fünf Kabeln auf.



① Gerilltes Holzstück.
 ② Verankerung der Tragkabel.
 Fig. 8. Hängebrücke für den Bau des Lehrgerüsts.

Um das Gerüst möglichst leicht zu halten, wird der Bauvorgang so gewählt, daß vorerst das unterste Drittel des Gewölbes in zwei Arbeitsgängen, umfassend drei Ringe bzw. zwei Ringe, betoniert wird. Alsdann werden nacheinander die beiden oberen Drittel des Gewölbes betoniert. Die Beanspruchung des Holzes des Lehrgerüsts beträgt 78 kg/cm^2 . Unter dem Lehrgerüst sind keine besonderen Ausrüstungsvorrichtungen vorgesehen, weil das Ausrüsten und die Kor-

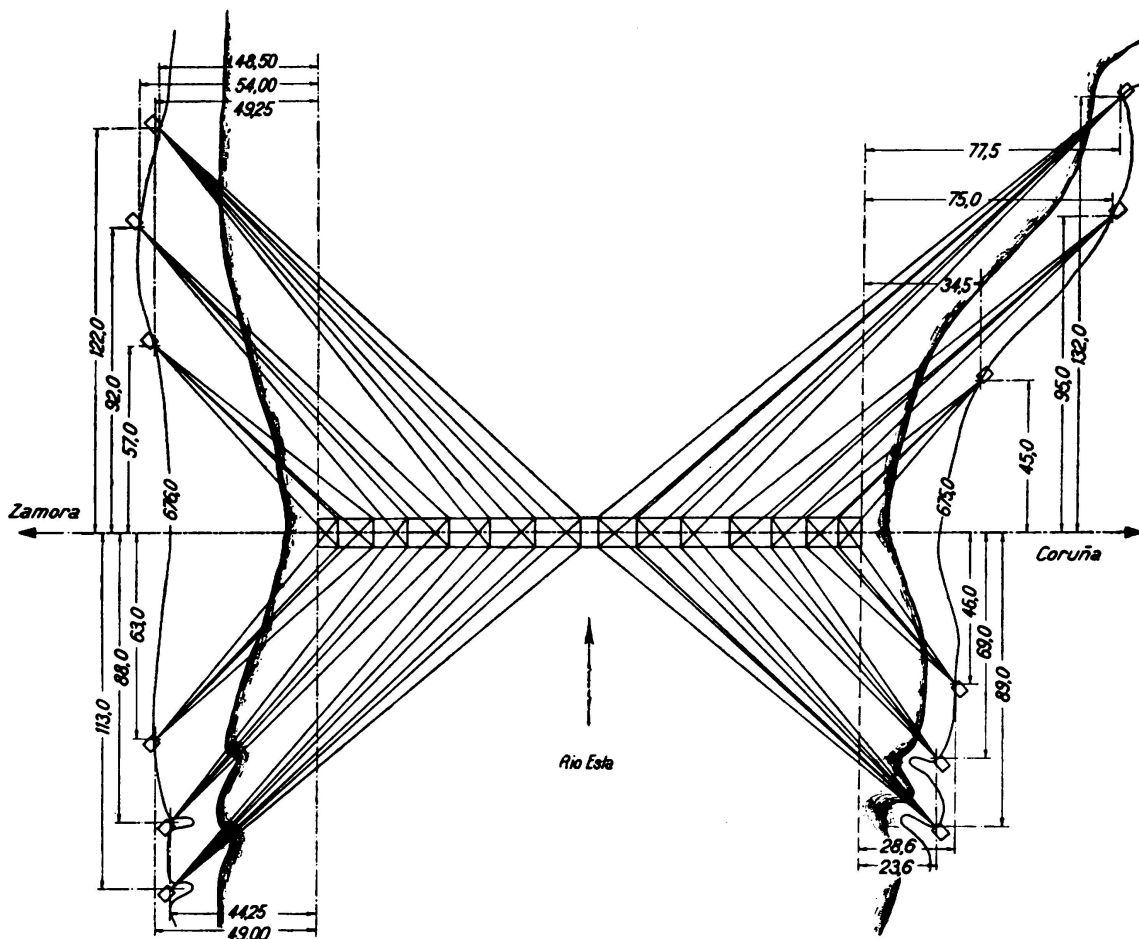


Fig. 9.

Kabelnetz zur Sicherung der Stabilität.

rektur der Form mit Hilfe von 36 hydraulischen Pressen, die im Scheitel zur Wirkung kommen werden, erfolgen wird.

Der Entwurf sieht vor, im Gewölbebeton 86 Meßinstrumente einzubauen, die jederzeit gestatten werden, interessante Beobachtungen bezüglich der Übereinstimmung der getroffenen Berechnungsannahmen und des wirklichen Verhaltens des Gewölbes zu machen. Zweifellos werden die Ergebnisse der Beobachtungen auf die Einflüsse des Schwindens und des Kriechens deshalb besonders lehrreich sein, weil dieses Bauwerk in einer Gegend mit trockenem und rauhem Klima liegt, während die beiden anderen eingangs genannten Brücken in nördlichen Gegenden mit feuchtem und kaltem Klima liegen.

Leere Seite
Blank page
Page vide