PROGETTO/DESIGN:
JOSÉ A. TORROJA, OFICINA TECNICA S.A.

FOTOGRAFIE/*PHOTOGRAPHS*:
JOSÉ PARRAS

PRESENTAZIONE/*PRESENTATION*:
ARCH. ROBERTO PANEI

IL PONTE AD ARCO CHE PORTA AL PARCO DI TAMARACEITE NELL'ISOLA DI GRAN CANARIA, SPAGNA

THE ARCH BRIDGE THAT LEADS TO THE TAMARACEITE PARK IN THE GRAN CANARY ISLAND, SPAIN

PROGETTO/DESIGN:
JOSÉ A. TORROJA, OFICINA TECNICA S.A.

FOTOGRAFIE/*PHOTOGRAPHS*:
JOSÉ PARRAS

PRESENTAZIONE/*PRESENTATION*:
ARCH. ROBERTO PANEI

IL PONTE AD ARCO CHE PORTA AL PARCO DI TAMARACEITE NELL'ISOLA DI GRAN CANARIA, SPAGNA

THE ARCH BRIDGE THAT LEADS TO THE TAMARACEITE PARK IN THE GRAN CANARY ISLAND, SPAIN



Ci sono casi in cui le caratteristiche strutturali di un'opera architettonica diventano anche la cifra stilistica di quel particolare manufatto. La struttura portante è la forma stessa dell'oggetto, senza rivestimenti o dissimulazioni di sorta. L'integrazione tra le componenti architettoniche – che possiamo ancora oggi identificare secondo la distinzione vitruviana in *firmitas, utilitas* e *venustas* – si risolve prevalentemente a favore di una sola, la quale giunge a comprendere, risolvendole, anche le esigenze funzionali.

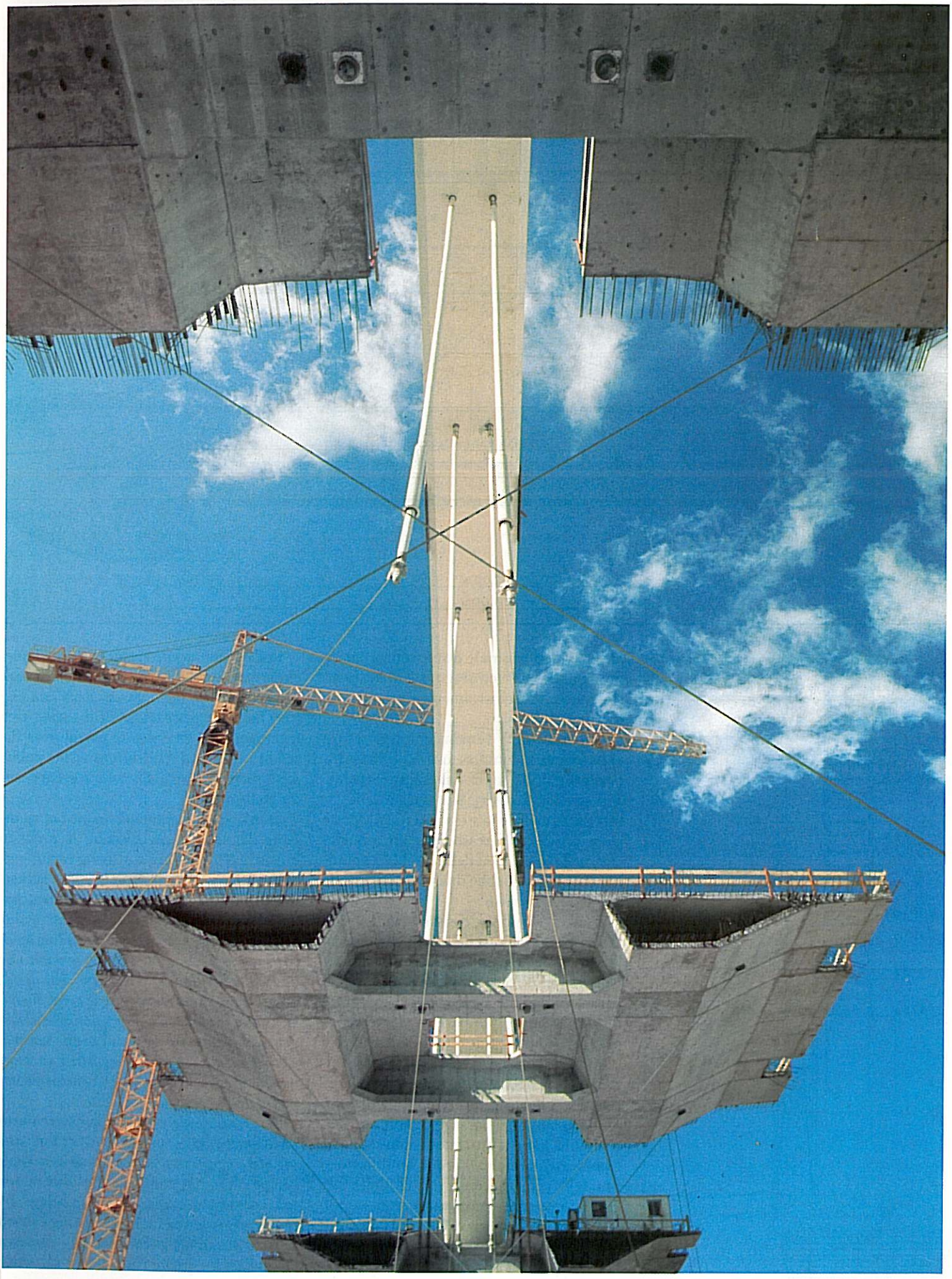
Nel viadotto di Tamaraceite l'arco strutturale è nello stesso tempo anche «funzione» e «forma»: mentre sorregge permette la corretta funzionalità dell'opera conferendole una forma che si presenta comunque come sintesi definitiva di tutte le componenti del progetto. In questo caso inoltre l'immagine finale dipende più rigidamente dall'archetipo architettonico. Il «tipo» dell'arco ha acquisito nel corso dei secoli una forza espressiva tale da renderlo completamente autosufficiente. L'arco è sinonimo di ponte e di portale, di struttura e di passaggio. Anche se isolato si rivela come un elemento architettonico completo e concluso in sé.

Nella storia dell'architettura l'arco – da quando gli antichi romani hanno portato alla perfezione la relativa tecnologia costruttiva innalzandolo a simbolo della loro architettura – è sempre stato utilizzato in modo da svolgere la duplice funzione di ponte per l'attraversamento di valli o fiumi e di portale di accesso ad un luogo urbano. Le due funzioni generalmente presenti singolarmente nei diversi esempi solo raramente sono state riunificate in un unico prodotto. C'è il caso particolare degli acquedotti romani in cui, mediante un'inversione sintattica delle funzioni, sopra le arcate continue scorre l'acqua per l'approvvigionamento cittadino, mentre sotto è possibile comunque l'attraversamento dei fornici. All'estremo opposto troviamo l'esem-

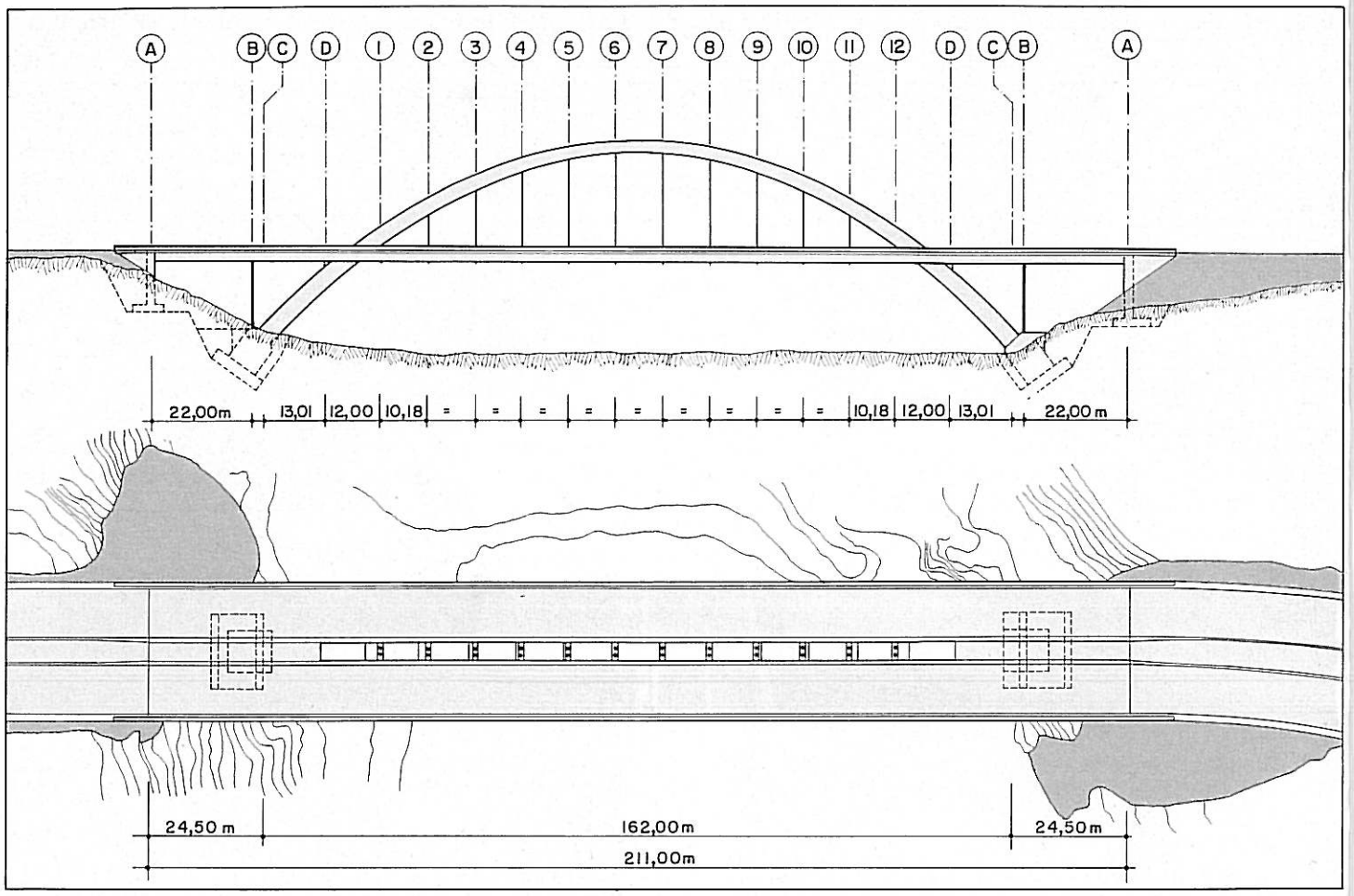
There are cases where the structural characteristics of an architectural work become as well the stylistic code of that particular construction. Its bearing structure is the very form of the object without claddings or dissimulations of any kind. The integration between the architectural components – which we may still today identify using Vitruvius' distinction into firmitas, utilitas and venustas *– is prevalently resolved in favor of one only, which finally covers, resolving them, the functional requirements as well.*

In the Tamaraceite viaduct the structural arch is at the same time both "function" and "form": while it is supporting the work, it also permits its proper functioning, granting to it a form that is anyway seen to be the definitive synthesis of all the design components. In this case furthermore the final image depends most rigidly on the architectural archetype. The "type" of the arch has acquired over the centuries an expressive force such as to make it wholly self-sufficient. The arch is synonymous with bridge and with portal, with structure and with passage. Even if isolated it appears as a complete architectural element, once that is concluded within itself.

In the history of architecture the arch – ever since the ancient Romans brought its construction technology to perfection, raising it to the level of symbol of their architecture – has always been used in such fashion as to perform the function of bridge for the crossing of valleys and rivers or of access portal to an urban place. The two functions are generally present one at a time in the divers specimens, and are only seldom reunited in a single work. There is the special case of the Roman aqueducts, in which, by the syntactical inversion of functions, above the continuous arches the water runs to supply a city, while below them it is anyway possible to cross through the structure's openings. At the extreme opposite we find the example of the triumphal arch, in which, the functions of crossing and of access having been suppressed, its symbolic and celebratory aspect only is exalted.



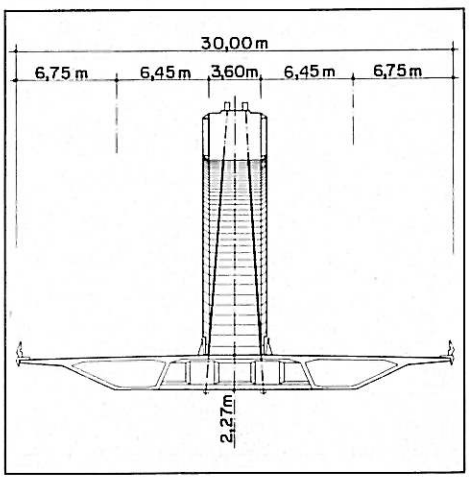
1



1. Prospetto ed andamento planimetrico del ponte realizzato in una valle a ridosso della costa atlantica; 2. Sezione trasversale del ponte che racchiude la struttura dell'arco portante e dell'impalcato sospeso.

1. Prospect and plan of the bridge built spanning a valley behind the Atlantic coast; 2. Cross section through the bridge, which covers the bearing arch structure and the suspended deck.

2



pio dell'arco trionfale dove, tralasciate le funzioni di attraversamento e di accesso, viene esaltato esclusivamente l'aspetto simbolico e celebrativo.

Nel viadotto di Tamaraceite si riscontra nuovamente la compresenza delle due principali funzioni: sopra l'impalcato stradale appeso all'arco avviene il passaggio delle autovetture, mentre lo stesso arco si propone come portale d'ingresso dal mare a quello che, nelle intenzioni della pubblica amministrazione, dovrebbe diventare un grande auditorium *open air*.

L'opera dell'uomo, continuamente rivolta alla modificazione dell'ambiente naturale allo scopo di organizzarlo per migliorarne la vivibilità, si concretizza a volte in realizzazioni che pur imponendosi con grande autonomia, ed apparentemente senza particolare attenzione, nel paesaggio circostante comportano,invece, un sensibile innalzamento della qualità ambientale. Il deciso inserimento di un'architettura di grandi dimensioni nel paesaggio, non necessariamente genera situazioni dannose per l'ambiente naturale: il luogo modificato ai fini dell'umana esigenza può risultare, per contrasto, completato e valorizzato.

I recenti progressi riguardanti gli studi sull'impatto ambientale permettono una corretta previsione degli effetti che posso-

In the Tamaraceite viaduct the simultaneous presence of the two main functions is once again found: on the highway deck hanging from the arch cars pass, while the same arch is presented as an entrance portal from the sea to what, in the intentions of the public administration, should become a great open-air auditorium.

Man's works, continually aimed at modifying the natural environment in order to organize it to improve our living conditions, at times take concrete form in constructions that, while being imposed with great nonchalance, apparently without any particular attention being paid, on the surrounding landscape nonetheless bring about a sensible rise in the quality of the environment. The decided insertion of an architecture of great dimensions into the landscape does not necessarily generate situations harmful to the natural environment: the place modified to meet human needs can become, by contrast, completed and appreciated in value.

The recent progress made in environmental-impact studies enables correct forecasting of the effects that an ecosystem as a whole can be expected to undergo. For this reason too a construction can succeed in being harmoniously inserted into the existing context without disturbing its equilibrium – can even strengthen its special characteristics, which

no essere provocati sull'ecosistema nel suo complesso. Grazie anche a ciò un manufatto riesce ad inserirsi con armonia nel contesto esistente senza turbarne l'equilibrio, anzi rafforzandone le peculiari caratteristiche esaltate dall'inopinato contrasto.

La qualità architettonica di un intervento di questo tipo risiede nella capacità di interpretare le «necessità intrinseche» del luogo. È difficile immaginare la piccola valle su cui si imposta l'arco del viadotto di Tamaraceite senza questa costruzione dal disegno così netto e preciso. Eppure il contrasto non potrebbe sembrare più stridente: un territorio collinare che degrada verso il mare attraversato da una scarpata larga circa 200 m; un arco di parabola bianco che sorregge un impalcato stradale stagliato contro l'azzurro del mare.

Il viadotto di Tamaraceite è composto da un arco di parabola, realizzato in cemento armato e acciaio, a cui è appeso, per mezzo di 10 coppie di tiranti, l'impalcato stradale. Situato ad ovest della città di Las Palmas sull'isola di Gran Canaria nell'oceano Atlantico, serve da accesso principale lungo la strada costiera nord. Il ponte collega le due sponde di una piccola gola, forse un antico letto di fiume, proprio in riva al mare, attualmente occupato da capannoni industriali.

In virtù della sua particolare posizione, all'ingresso della valle in prossimità della spiaggia, il ponte si trova ad assumere un ruolo che, esulando da quello strettamente funzionale di collegamento tra le due sponde, lo vede proporsi come portale di accesso al futuro parco musicale secondo una direzione perpendicolare a quella della viabilità di attraversamento. Anche per questo motivo è stata scelta la forma ad arco che soddisfa sia l'aspetto simbolico di passaggio-accesso, sia quello strettamente strutturale, permettendo inoltre l'eliminazione completa degli appoggi intermedi.

La lunghezza totale del viadotto è di 211,0 m, mentre la porzione di impalcato sospesa è di 162,0 m posta ad un'altezza dal suolo di circa 20,0 m. L'arco parabolico misura una freccia di 41,0 m. Le parti principali che compongono il manufatto sono:

— l'arco in cemento armato e acciaio, impostato ai piedi delle scarpate della piccola valle, principale sostegno della costruzione;

— l'impalcato, in parte sospeso ed in parte poggiante su sostegni;

— i sostegni formati da una coppia di forcelle in cemento armato, basate sull'imposta dell'arco al fine di svolgere una funzione stabilizzatrice, e da una coppia di piedritti, dalla sezione orizzontale a «doppio T», realizzati in prossimità dell'appoggio sul piano superiore della scarpata.

L'arco portante è stato realizzato con struttura mista in acciaio e cemento armato con sezione a cassone. La tecnologia adottata è il risultato di una serie di considerazioni tecniche che hanno condotto a scartare le prefabbricazione in conci di cemento armato, a causa della difficoltà a reperire nell'isola gru sufficientemente capaci, e a decidere di realizzare l'arco con una serie di elementi a sezione scatolare riempiti di calcestruzzo armato dopo la posa in opera. A questo proposito l'arco è stato suddiviso in 13 conci di lunghezza tale da poter essere facilmente trasportati con la nave dalle officine situate sul continente fino all'isola di Gran Canaria. L'altezza della sezione varia da 2,75 m in chiave fino a 4,0 m alle reni. La larghezza è invece costante e pari a 3,6 m, tranne che nella porzione al di sotto dell'impalcato dove si incrementa linearmente fino a 6,5 m. I conci scatolari metallici sono irrigiditi trasversalmente con croci di S. Andrea e longitudinalmente con profilati ad «L» saldati internamente alla carcassa e con profilati triangolari saldati all'esterno.

Impostato su basamenti inclinati in cemento armato, l'arco è stato costruito in progressivo aggetto con l'ausilio di torri fisse. Le torri erano posizionate a ridosso delle forcelle, realizzate direttamente sui basamenti, ed ancorate ai rispettivi piedritti, realizzati anch'essi all'inizio dell'opera proprio per svolgere questa particolare funzione. Per l'innalzamento dei conci è stata utilizzata una gru mobile su binario che alternativamente serviva i due tronconi. Il concio di chiave è stato tagliato su misura al momento della posa in opera. Una volta terminato l'arco sono state smontate le torri ed eseguito il getto di calcestruzzo all'interno della sezione scatolare per consolidare la struttura.

Il getto del calcestruzzo ha avuto una progressione di tipo simmetrico, partendo simultaneamente da ambo i piani d'imposta dell'arco e completandosi in chiave, ed è stato realizzato introducendo il tubo all'interno del cassone metallico dell'arco per mezzo di aperture provvisorie. Le caratteristiche del calcestruzzo utilizzato sono le seguenti: f_{ck} = 35 N/mm², a/c = 0,39, consistenza al cono = 12÷14. Questa consistenza è stata ottenuta aggiungendo un additivo plastificante direttamente nello stabilimento di produzione del calcestruzzo ed un additivo superfluidificante al momento della posa in opera.

Il getto è stato completato in otto fasi, ciascuna di esse corrispondenti a una parte di arco compresa tra due diaframmi con-

are heightened by the unforeseen contrast.

The architectural quality of an operation of this kind resides in design's capacity to interpret the "intrinsic necessities" of the place. It is hard to imagine the small valley in which the arch of the Tamaraceite viaduct springs, without this construction of such clean and precise design. And yet the contrast could not seem more strident: a hilly terrain sloping toward the sea, crossed by a 200 m-wide embankment; a white parabolic arch holding up a highway deck that stands out clear against the blue sea.

The Tamaraceite viaduct is then composed of a parabolic arch, built of steel and reinforced concrete, from which hangs, on ten pairs of tendons, the highway deck. Located to the west of the city of Las Palmas on Grand Canary Island in the Atlantic ocean, it serves as main access along the north coastal road. The bridge connects the two banks of a small gorge, perhaps an ancient riverbed, right on the seashore, currently occupied by industrial sheds.

By virtue of its special position, at the valley entrance nearby the beach, the bridge has been assigned a role that, foreign to the strictly functional one of connection between two banks, calls on it to be an access portal to the future musical park, in a direction perpendicular to the highway's. For this reason too the arch form was chosen, which meets both the demand for a symbolic passage-entrance, and strictly structural needs, while also completely eliminating intermediate supports.

The viaduct total length is 211.0 m, while the suspended portion of deck is 162.0 m long, lying at a height above ground of 20 m. The parabolic arch has a camber of 41.0 m. The structure's principal parts are:

— the steel-and-reinforced-concrete arch, springing at the foot of the cliffs hemming the small valley, the structure's main support;

— the deck, in part suspended and in part bearing on supports;

— the supports, formed of a pair of reinforced-concrete yokes set at the springers of the arch in order to exercise a stabilizing function, and a pair of piers, of I horizontal cross section, built nearby the bearing on the upper level of the slope.

The arch was built as a mixed steel-and-concrete structure with a box section. The technology adopted resulted from a number of engineering considerations that led to discarding the precasting of reinforced-concrete segments, owing to difficulties in finding cranes heavy enough on the island, and to deciding instead to build the arch with a series of box-section elements, filled with reinforced concrete after being mounted in place. In this regard, the arch was broken down into thirteen segments of such length as to be easily

3



• • • 3. Veduta generale dell'ambiente in cui va ad insediarsi l'opera. In vista i due paramenti delle spalle del ponte; 4-5-6. Le strutture delle spalle sono state costruite mediante getto in opera di calcestruzzo; 7. Le due torri provvisionali disposte per procedere alla costruzione dell'arco i cui elementi saranno appunto sorretti da tiranti installati sulle torri; 8. Stoccaggio dei conci metallici pre-armati che costituiranno l'arco; 9-10-11. Fase conclusiva del montaggio della cassaforma esterna dell'arco; 12. Veduta interna dell'arco montato in cui sono visibili gli irrigidimenti trasversali e le armature pre-assemblate pronte a ricevere il successivo getto di calcestruzzo.

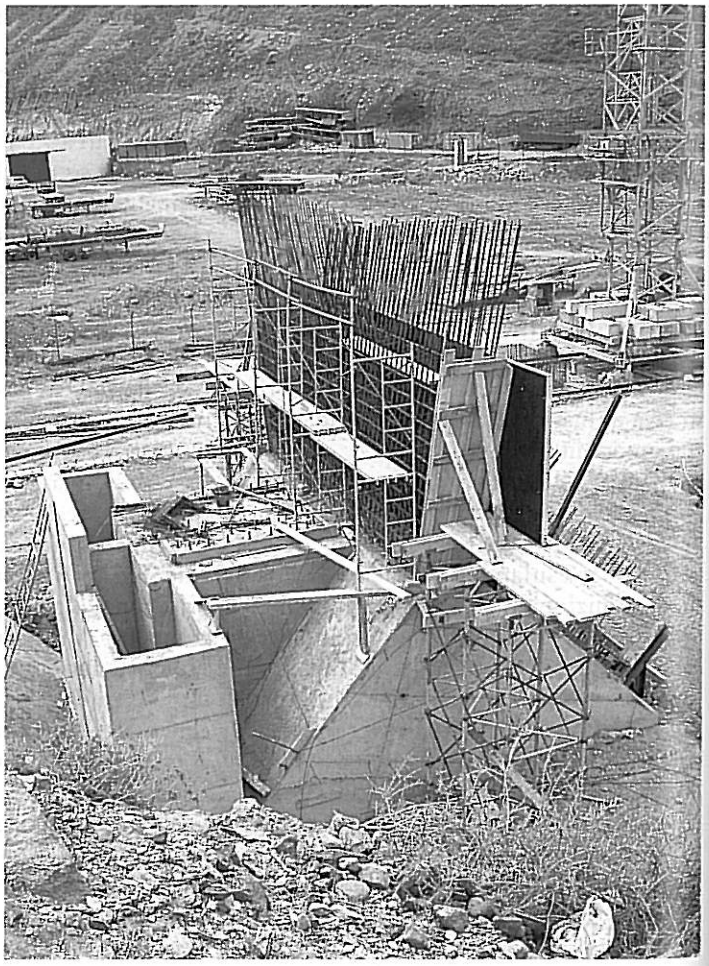
4



5



6



hauled by ship from the mainland shops up to the Gran Canary Island. The arch section depth runs from 2.75 m at midspan to 4.0 m at the springers. It is a constant 3.6 m wide, except in its portion below the deck, where it increases linearly up to 6.5 m. The metal box segments are crosswise stiffened with St. Andrew's crosses and longitudinally with L sections welded inside to its carcass and with triangular sections welded to its outside.

Springing from inclined reinforced-concrete bases the arch was built in progressive cantilever using fixed towers. The towers were positioned behind the yokes, build directly on the bases, and anchored to their respective piers, these too built at the start of the job specifically to perform this function. To hoist up the segments a self-propelled crane running on tracks was used, it serving the two building cantilevers in alternation. The crown segment was cut to measure at the time of its mounting. Once the arch was built the towers were dismantled and the concrete poured inside the box section, to consolidate the structure.

The pour of concrete progressed symmetrically, starting at the same time from both arch springers and being completed at the crown. It was carried out by introducing the hose into the metal caisson of the arch through provisional openings. The characteristics of the concrete used were as follows: f_{ck} *= 35 N/mm*^{2}*, W/C = 0.39, cone consistency = 12÷14. This consistency was obtained by adding a plastifier directly at the concrete production plant, and a superfluidizer at the time of pour.*

The pour was completed in eight phases, each of them corresponding to a portion of arch lying between two consecutive diaphragms, the pour of the springer-side diaphragm being considered part of the phase.

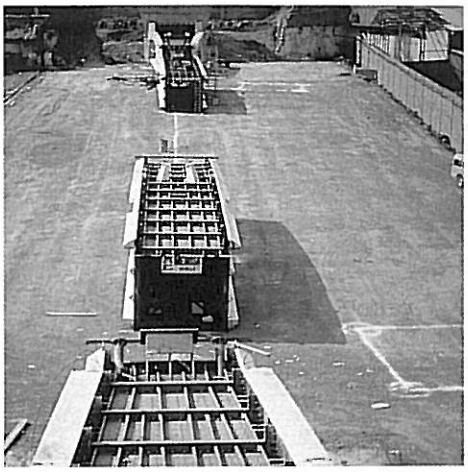
The diaphragms are vertical and are set at the points of the arch from which the uprights supporting the deck start; these diaphragms, arranged in pairs, are necessary to transmit the vertical loads.

• • • 3. General view of the landscape in which the structure is to be set. In view are the two facings of the bridge abutments; 4-5-6. The abutment structures were built by an in situ pour of concrete; 7. The two provisional towers set down to enable the construction of the arch, whose members will in fact be held up by guys anchored in the towers; 8. Stockpiling the pre-reinforced metal segments that will form the arch; 9-10-11. Concluding phase in the mounting of the arch outside form; 12. Inside view of the arch mounted, in which can be seen the crosswise stiffening and the preassembled reinforcings ready to receive the pour of concrete.

7



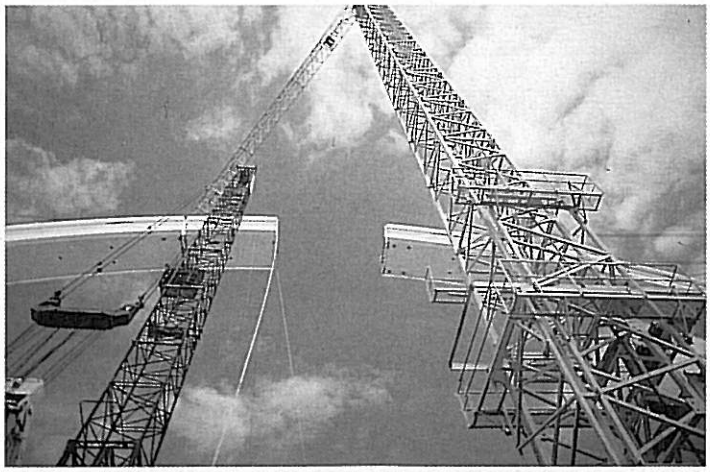
8



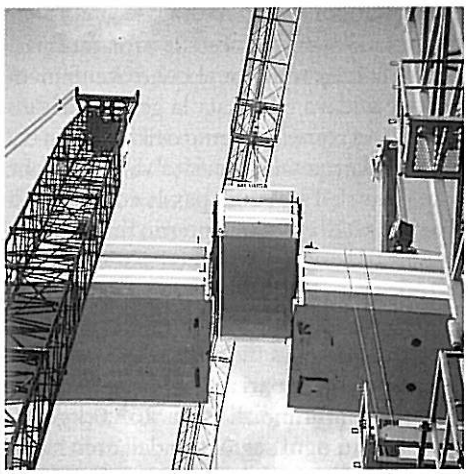
9



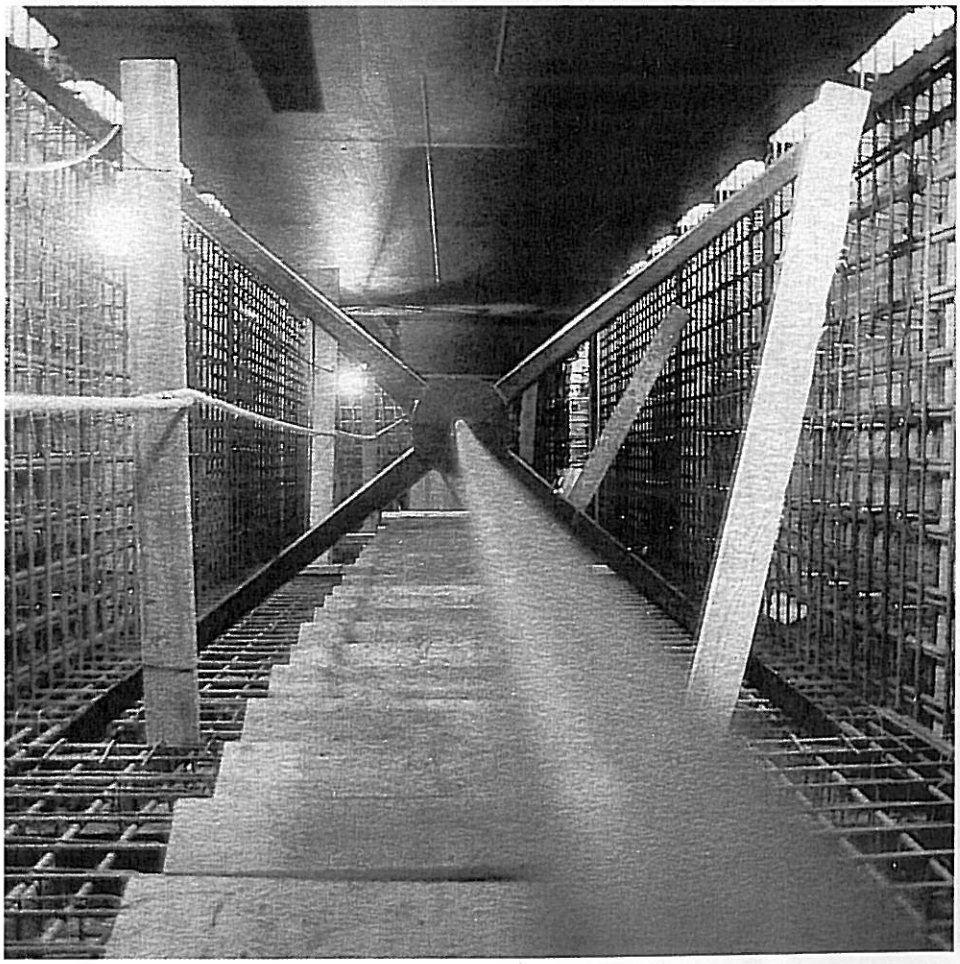
10



11



12

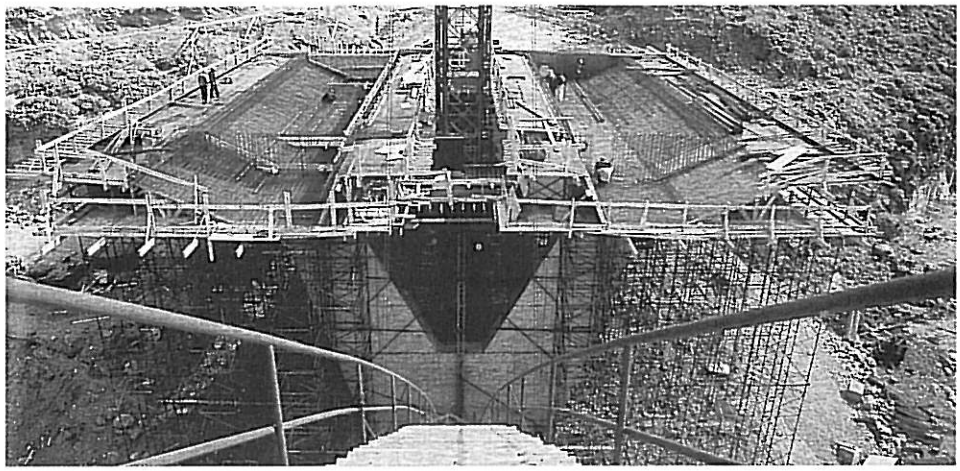


The procedure during each phase was as follows:

— the slack steels were laid at the shear-bracing where the pour of concrete was to be made, they completing the reinforcing in that section. In fact, in this regard it is to be noted that a large part of the slack reinforcings in the arch segments had already been laid inside them before they were raised up and mounted.

The (post-tensioned) prestressing reinforcing was positioned in the arch's extrados area, and comprises diam. 13 steel cables each of cross section 139.4 mm², with a minimum breaking stress of around 265 kg/cm². In each arch segment there are sixteen tendons, each

13



14



16



• • • 13. Tratto di impalcato in prossimità della spalla sorretto dal pilone a forma di «V» realizzato mediante getto in opera; 14. Il cantiere con in evidenza il tratto di impalcato compreso tra la spalla e l'imposta dell'arco; 15. Intradosso dell'impalcato in corrispondenza della spalla; 16. Assemblaggio dell'armatura nel tratto di impalcato del lato opposto; 17-18. Strutture di sostegno per l'esecuzione del getto di alcuni tratti di impalcato; 19. La sezione dell'impalcato caratterizzata dalle larghe ali che alleggeriscono l'impatto visivo della struttura; 20. Gli appoggi a terra dell'opera tutti localizzati alle estremità.

15



secutivi, considerando nell'esecuzione anche il getto del diaframma lato imposta.

I diaframmi sono verticali e sono disposti in corrispondenza dei punti dell'arco da cui si dipartono i sostegni dell'impalcato, disposti a coppia, necessari per la trasmissione dei carichi verticali.

In ciascuna fase si è proceduto nel seguente modo:

— sono state collocate le armature passive in corrispondenza al controventamento dove andava effettuata la gettata del calcestruzzo a completamento dell'armatura del tratto. Infatti a tal proposito va notato che gran parte dell'armatura passiva dei conci di arco era già disposta all'interno prima ancora che essi venissero issati ed assemblati.

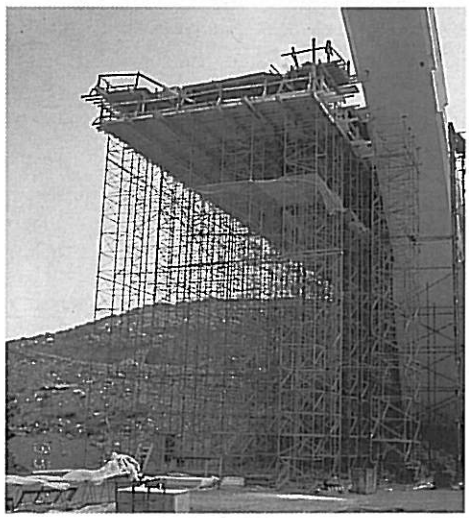
L'armatura attiva (post-tesa) è stata posizionata nella zona estradossale dell'arco, composta da cavi di acciaio ø 13 con superficie unitaria pari a 139,4 mm^2 e carico di rottura minimo di circa 265,0 kg/cm^2 per cavo. In ogni segmento dell'arco ci sono 16 tiranti ciascuno formato da 7 cavi, che sono stati alloggiati in guaine di 81,0 mm di diametro;

— sono state poi collocate delle casseforme interne di legno ed eseguito il getto del calcestruzzo nella parte inferiore del tratto d'arco. Sono state usate casseforme di legno per poterle più agevolmente smontare e riutilizzare. Le operazioni sono state eseguite grazie ai passi d'uomo situati nella parte superiore dei cassoni metallici dell'arco. Nei tratti in cui la direttrice dell'arco risultava inferiore a 30°, per il getto di questa superficie non è stato necessario disporre le casseforme;

— sono state poi collocate le cassefor-

13. Stretch of deck nearby the abutment held up by the V pylon built by an in situ pour. 14. The jobsite, with in evidence the stretch of deck lying between the abutment and the arch springer; 15. Deck soffit at the abutment; 16. Assembling the reinforcings in the stretch of deck on the opposite side; 17-18. Support structures for carrying out the pour of a few portions of deck; 19. The deck section, characterized by the wide wings that lighten the structure's visual impact; 20. The structure's ground supports are all located at its ends.

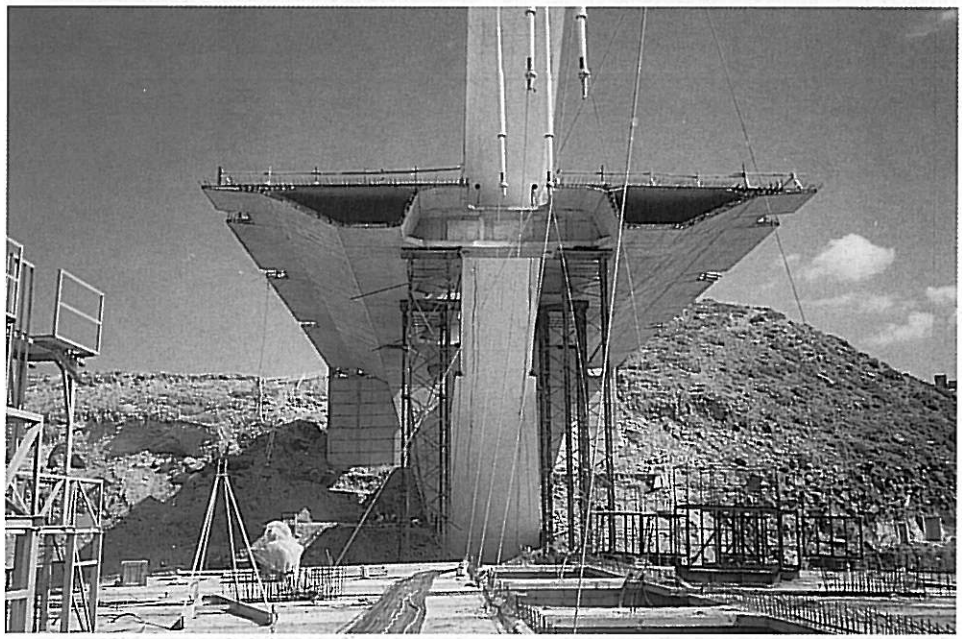
17



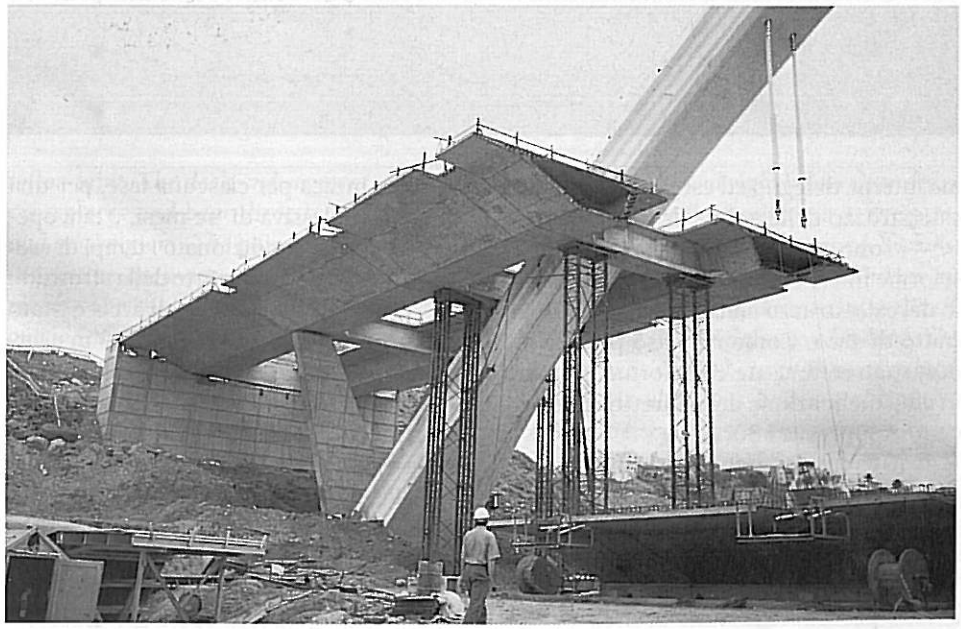
18



19



20



made up of seven cables, which are housed in 81.0 mm-diameter sheaths;

— the internal wood forms were placed and the concrete was poured in the lower part of the section of arch. Wood forms were used in order to make it easier to strike and reutilize them. The pour operations were carried out by the aid of manways located in the upper part of the arch's metal caissons. In the stretches where the arch directrix sloped at less than 30°, forms were not needed to pour that surface;

— the inner wood forms were then mounted and the concrete was poured to form the section webs;

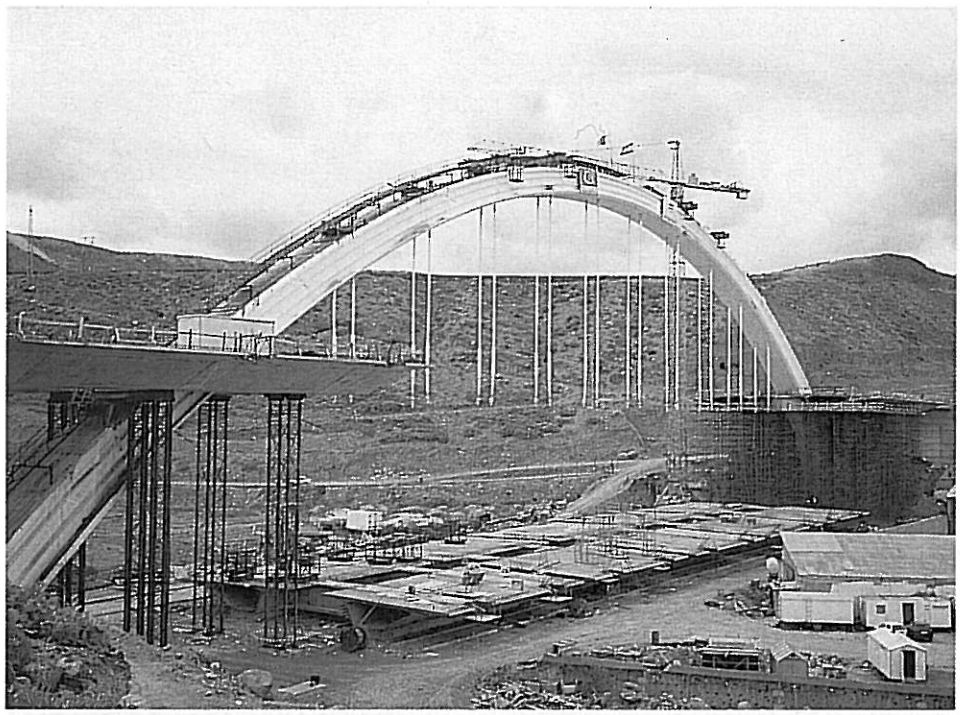
— finally the interior wood forms were set in and the concrete was poured to form the upper part of the section of arch. As in the earlier case, where the slope of the arch directrix did not exceed 30° no top forms were used.

The pour system and methodology used enabled the complete recovery of the forms used in each of the eight phases.

The pour of concrete inside the arch went ahead at the rate of about one week and a half for each phase, for a total length of time of three months. This operation did not affect the construction times of the remaining part of the structure.

As the arch was being built the deck, 211.0 m long, 30.0 m wide, and 2.27 m deep, was going ahead too. Of the nine segments composing it, four were poured in situ and five were precast on site. Both the two outside segments, between the piers and the yokes, each 26.50 m long, and those located between the yokes and the first pair of tendons on each side, 27.35 m long, were poured in situ in tra-

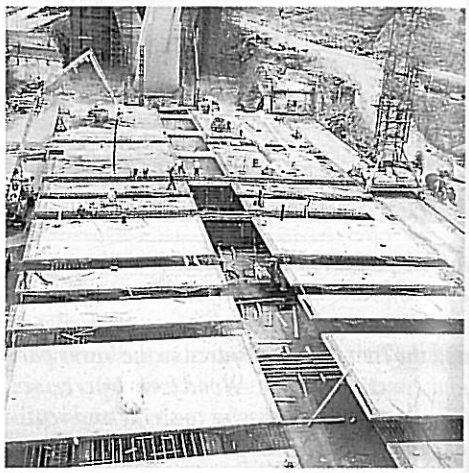
21



22



23



24



• • • 21. I sostegni che si dipartono dall'arco predisposti al montaggio dei conci di impalcato già posizionati a piè d'opera; 22-23. Conci di impalcato prefabbricati allineati a piè d'opera in corrispondenza della posizione finale di assemblaggio prima del sollevamento; 24. Veduta interna dei conci allineati con tratti trasversali già armati che saranno gettati dopo l'installazione; 25. L'attrezzatura di sollevamento dei conci disposta sull'arco; 26-27. Operazione di sollevamento dei conci; 28-29. Sollevamento dell'ultimo concio centrale.

• • • 21. The supports springing from the arch, prepared for the mounting of the deck segments, already in place on site; 22-23. Precast deck segments aligned on site below their final mounting position, before their hoisting; 24. Interior view of the segments aligned, with their crosswise parts already reinforced; concrete will be poured in them after installation; 25. The hoisting equipment for the segments set on the arch; 26-27. The hoisting of the segments: 28-29. Hoisting the last central segment.

me interne di legno ed eseguito il getto del calcestruzzo delle anime della sezione;

— sono state infine collocate le casseforme interne di legno ed eseguito il getto del calcestruzzo nella parte superiore del tratto di arco. Come nel caso precedente non sono state usate casseforme nei tratti in cui l'inclinazione della direttrice dell'arco non superava i 30°.

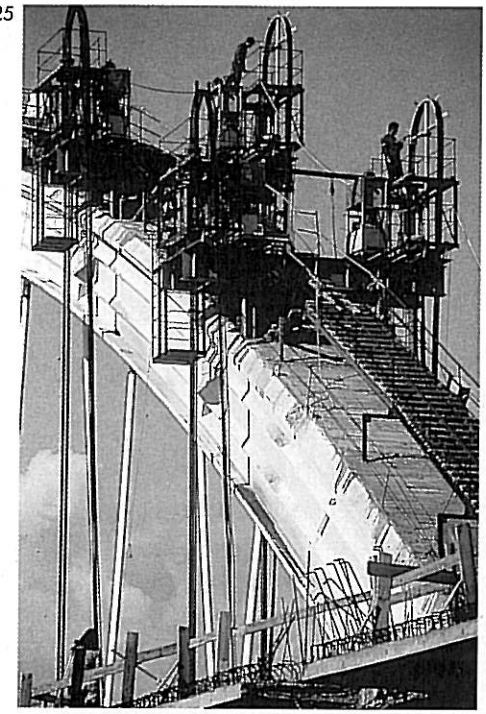
Il sistema e la metodologia di getto utilizzate hanno permesso il recupero completo delle casseforme impiegate in ciascuna delle otto fasi.

Il getto del calcestruzzo all'interno dell'arco è proceduto al ritmo di circa una settimana e mezza per ciascuna fase, per una durata complessiva di tre mesi, e tale operazione non ha condizionato i tempi di esecuzione della restante parte della struttura.

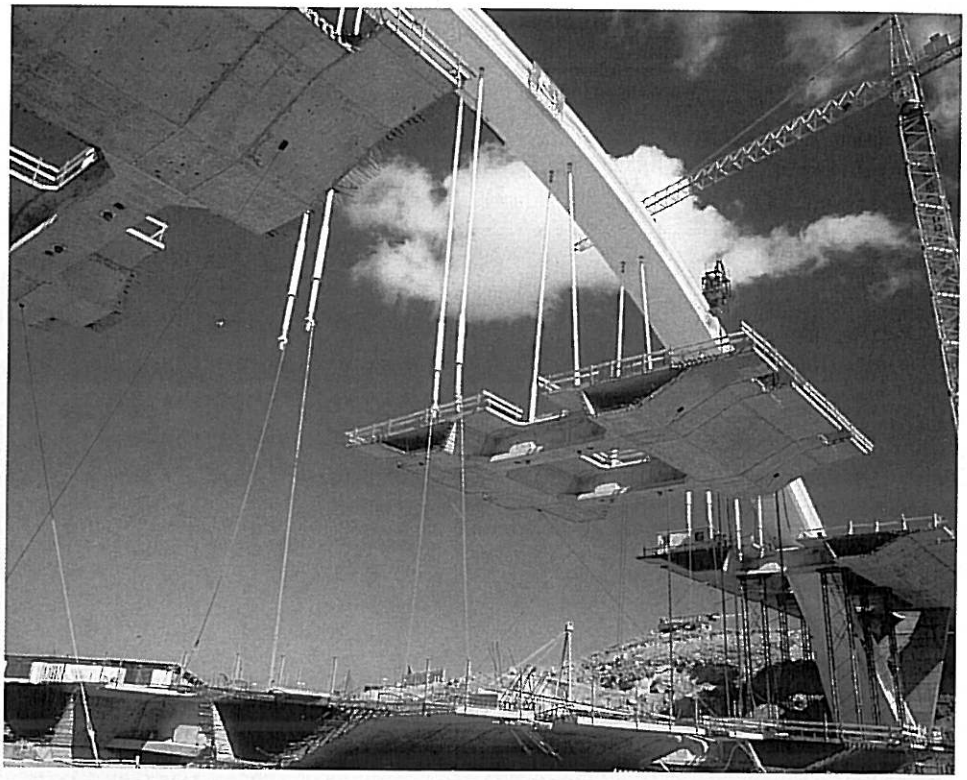
Contemporaneamente all'arco è stato realizzato l'impalcato lungo 211,0 m e largo 30,0 m avente uno spessore massimo di 2,27 m. Dei nove segmenti che lo compongono quattro sono stati realizzati in opera e cinque prefabbricati a pie' d'opera. Sia i due segmenti esterni tra i piedritti e le forcelle, lunghi ciascuno 26,50 m, che quelli collocati tra le forcelle e la prima coppia di tiranti di ciascun lato, lunghi 27,35 m, sono stati gettati in opera con casseforme tradizionali. Per mantenere indipendente in qualunque punto della struttura l'arco dall'impalcato, questi due segmenti una volta disarmati sono stati sorretti da castelletti fino al definitivo fissaggio della porzione di impalcato appeso.

Ciascun segmento è composto da due ali asimmetriche, con sezione a cassone in cemento armato, larghe 12,75 m e distanti l'una dall'altra 4,1 m. Ciascuna porzione appesa ha le due ali collegate fra loro da una coppia di traverse in cemento armato di sezione a «doppio T». I segmenti tra le forcelle e l'arco hanno una delle due traverse a contatto con l'arco a cui risulta collegata da un

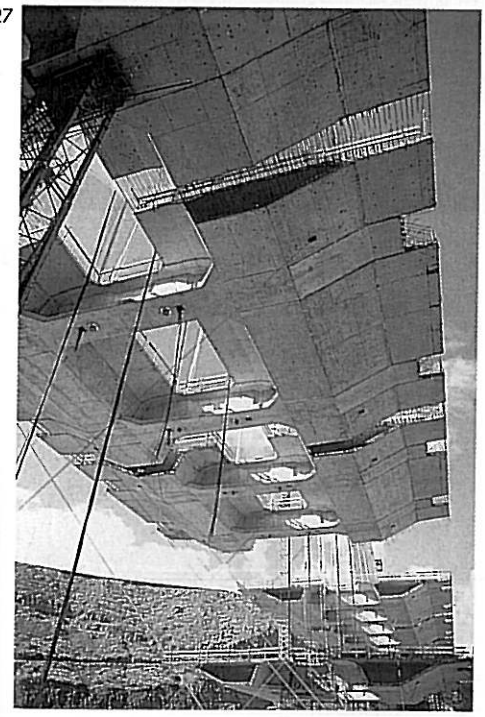
25



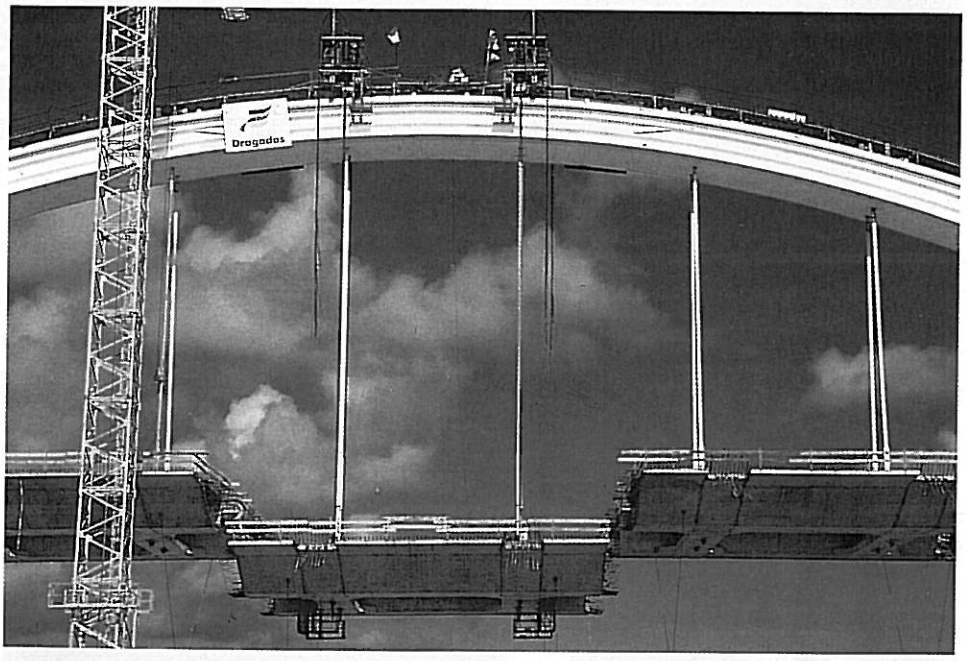
26



27



28



ditional forms. To keep the deck independent of the arch at every point in the structure, once their forms were struck these two segments were held up by frames until the portion of suspended deck was definitively fixed in place.

Each deck segment comprises two asymmetric wings, having a reinforced-concrete box section; they are 12.75 m wide and 4.1 m apart. Each suspended portion has its two wings connected together by a pair of I-section reinforced-concrete crosspieces. For the segments between the yokes and the arch one of the two crosspieces is in contact with the arch, to which it is connected by a neoprene-teflon joint. The deck end segments have no crosspieces and bear directly on the yokes and on the piers. The pairs of tendons holding up the deck are anchored to the crosspieces. The cables are inclined towards the outside at varying angles. As they issue from the arch the tendons of each pair lie 1.30 m apart, while at their anchorages to the deck they are 3.7 m apart. Each tendon comprises twenty-seven HD 15 diam. 13 cables excepting the shorter ones, which have 31. All cables are protected by wax-injected polyethylene sheathing.

The five central portions of the deck, each 18.50 m long and weighing 600 tons, were precast on the ground right below their definitive positions at the same time as the parts being built in situ were being poured. To hoist them into place four provisional tendons for each segment were used, these being replaced, after the hoist, by the definitive tendons. The operation was carried out in three phases:

1. the simultaneous hoisting of the two intermediate segments, using a process controlled by a central mechanism, up to their approximate final position, and the transfer of the load, at the end of the hoisting process, from the provisional tendons to the definitive ones;

2. the same procedure for the two outer segments;

29



30



31



• • • 30. Completato il fissaggio dei conci ai cavi di sostegno si è proceduto con il getto dei giunti trasversali di completamento e di solidarizzazione dell'intero impalcato; 31. Particolare della struttura trasversale del concio su cui si attestano i doppi ancoraggi dei sostegni; 32. Intradosso dell'impalcato a doppia struttura collegata da setti trasversali su cui si innestano i cavi metallici di sostegno.

• • • 30. With the affixing of the segments to the support cables completed, the pour of the crosswise completion joints was made, together with the solidization of the whole deck; 31. Detail of the crosswise structure of the segment, on which the dual anchorages of the supports are anchored; 32. Soffit of the dual-structure deck; the structures are connected by seven crosspieces, on which are grafted the metal support cables.

giunto di neoprene-teflon. I segmenti terminali dell'impalcato sono senza traverse e poggiano direttamente sulle forcelle e sui piedritti. Le coppie di tiranti che sorreggono l'impalcato sono ancorate alle traverse. I cavi, sono inclinati verso l'esterno con angolazione variabile. All'uscita dall'arco i tiranti di ciascuna coppia sono distanti 1,30 m mentre all'incastro con l'impalcato 3,70 m. Ogni tirante è composto da 27 cavi HD 15 ø 13 tranne quelli più corti che ne hanno 31. Tutti i cavi sono protetti con fodere di polietilene iniettate con cera.

Le cinque porzioni centrali dell'impalcato, lunghe 18,50 m e pesanti circa 600 tonnellate ciascuna, sono state prefabbricate al suolo sulla verticale della loro posizione definitiva contemporaneamente all'esecuzione delle parti in opera. Per l'elevazione in sito sono stati utilizzati quattro tiranti provvisori per ogni segmento sostituiti ad issaggio avvenuto da quelli definitivi. L'operazione è stata eseguita in tre fasi:

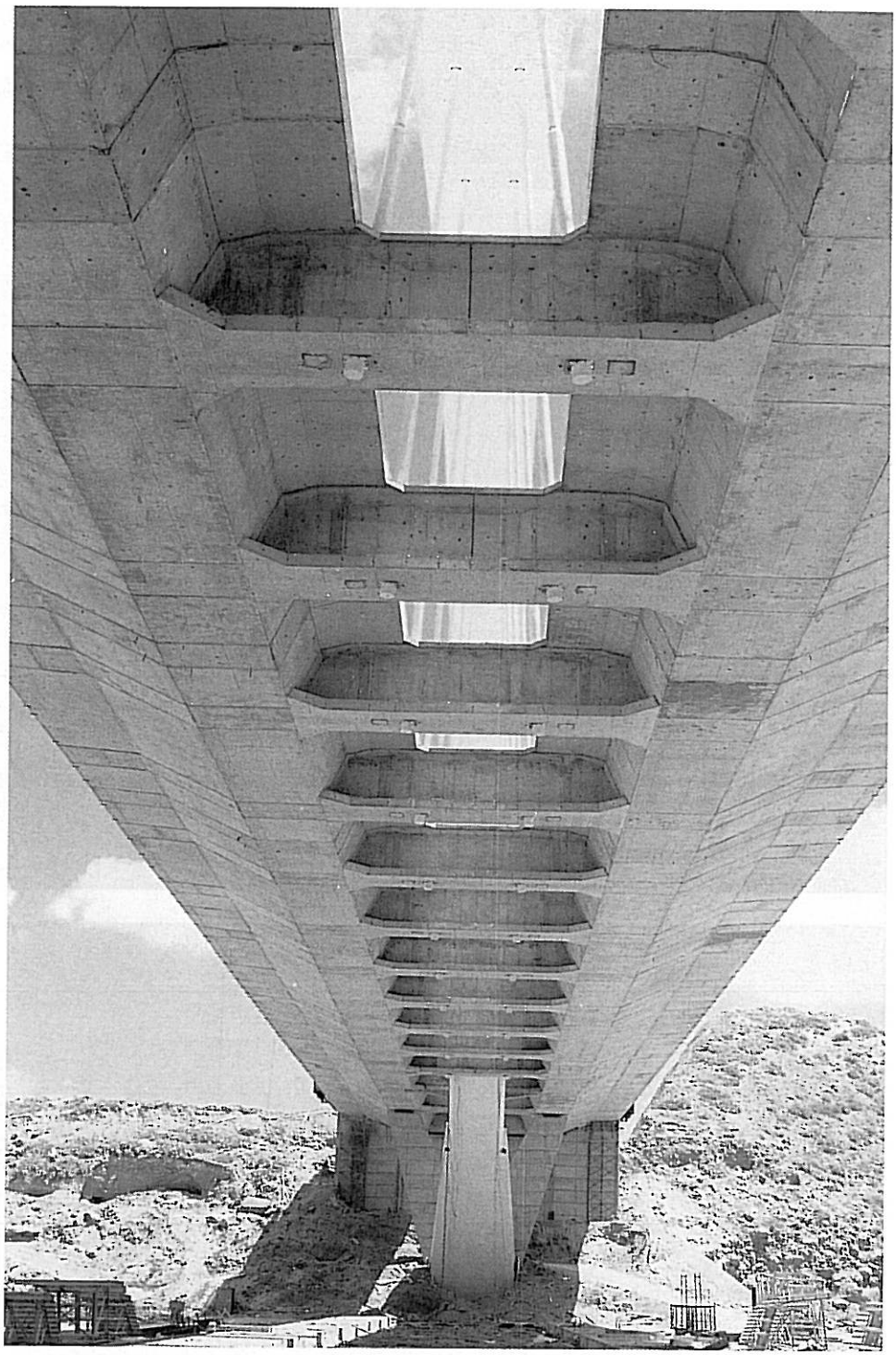
1 - innalzamento dei due segmenti intermedi simultaneamente, mediante un processo regolato da un meccanismo ordinatore centrale, fino alla posizione approssimativamente definitiva e trasferimento del carico, alla fine del processo di sollevamento, dai tiranti provvisori a quelli definitivi;

2 - identico procedimento per i due segmenti esterni;

3 - completamento dell'operazione con il segmento centrale.

I segmenti di impalcato sono stati collegati provvisoriamente fino al fissaggio definitivo, effettuato il quale si è proceduto allo smontaggio graduale dei castelletti di sostegno delle parti gettate in opera al fine di trasferire simmetricamente il carico all'arco. L'aggiustamento definitivo della pendenza dell'impalcato è stato ottenuto mediante dei dispositivi di regolazione collocati su ciascun tirante nel punto di ancoraggio. In seguito sono state realizzate in opera le giunture tra i vari segmenti dell'impalcato, vere e proprie travi di collegamento larghe 1,8 m.

L'armatura dell'impalcato è costituita sia longitudinalmente che trasversalmente da cavi post-tesi. L'armatura longitudinale è composta da 23 cavi di cui 19 hanno entrambi gli estremi attivi e corrono per tutta la lunghezza del ponte, mentre i restanti 4 hanno un solo estremo attivo e vanno dai piedritti alle reni dell'arco. L'armatura trasversale post-tesa si trova in tutte le traverse ed è composta da 8 cavi per ciascun elemento appeso, da 6 cavi per ciascun elemento poggiante su pilastri, da 12 cavi per ciascun elemento parzialmente a contatto dell'arco. Tutti i cavi delle traverse hanno una sola estremità attiva.



32

L'impalcato è sorretto inoltre da forcelle e piedritti in cemento armato. Le forcelle misurano un'altezza di 15,0 m per uno spessore di 1,0 m. Gli appoggi sui lati della valletta hanno invece differenti altezze, 11,5 e 13,5 m, e spessore variabile, da 1,40 a 0,4 m. Nei punti su cui poggia l'impalcato sono stati fissati dei giunti di neoprene-teflon capaci rispettivamente di 800 e 500 t. Sulle fondazioni di entrambi i piedritti, realizzate a scarpa di 2,0 m di lato, sono stati collocati degli smorzatori sismici laterali e frontali.

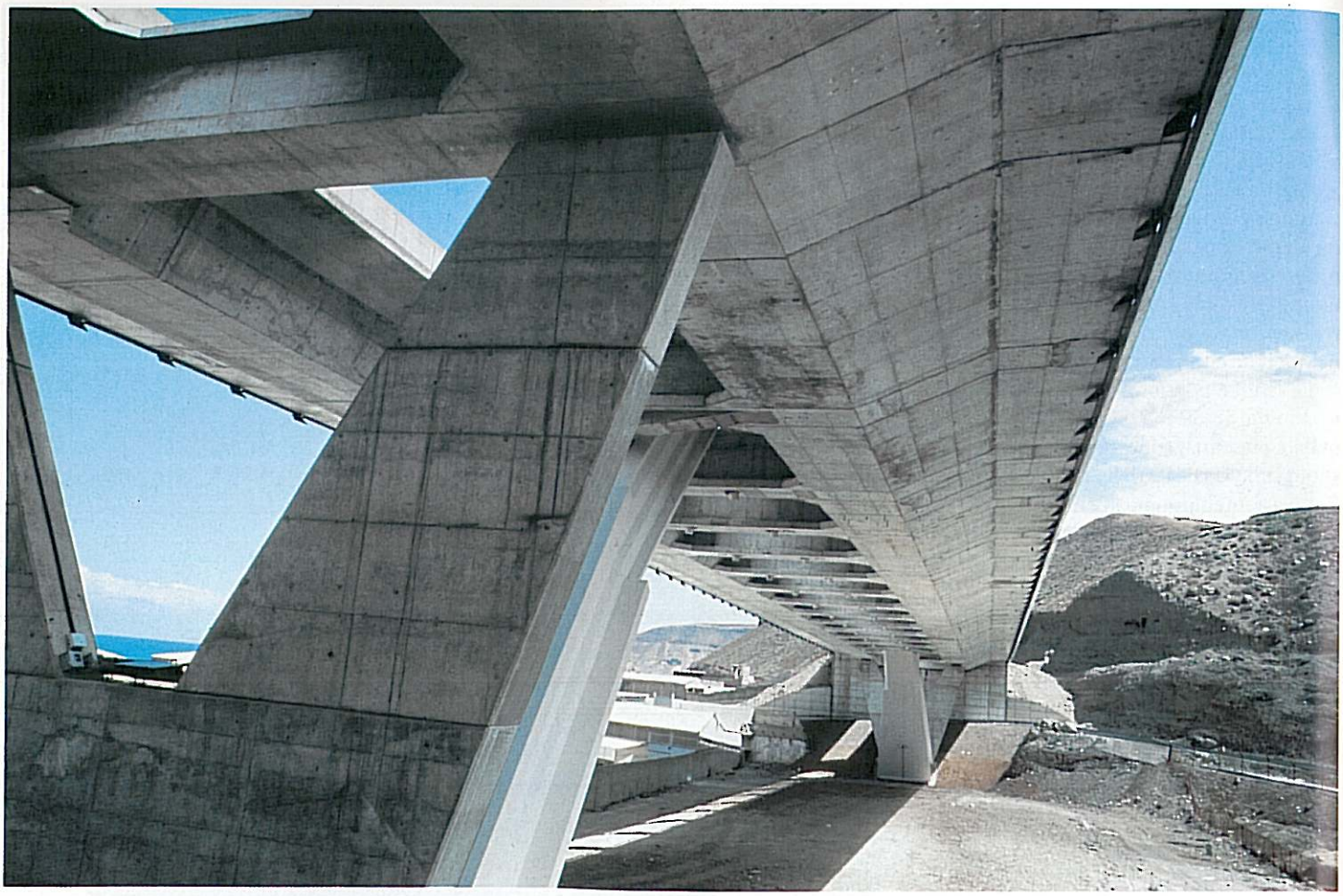
A completamento dell'opera sono state montate delle balaustre progettate anche per portare l'illuminazione del passaggio pedonale. Un'illuminazione ornamentale inoltre è stata installata per far risaltare al meglio la costruzione.

* * *

Committente: Consejeria de Obras Publicas del Governo di Canaria.

Progetto: José A. Torroja, Oficina Tecnica S.A. con la collaborazione di INTECSA e del Servizio Tecnico Centrale di Dragados y Construcciones S.A.

Impresa costruttrice: ACNOR (Dragados y Construcciones y Cubiertas y MZOV).







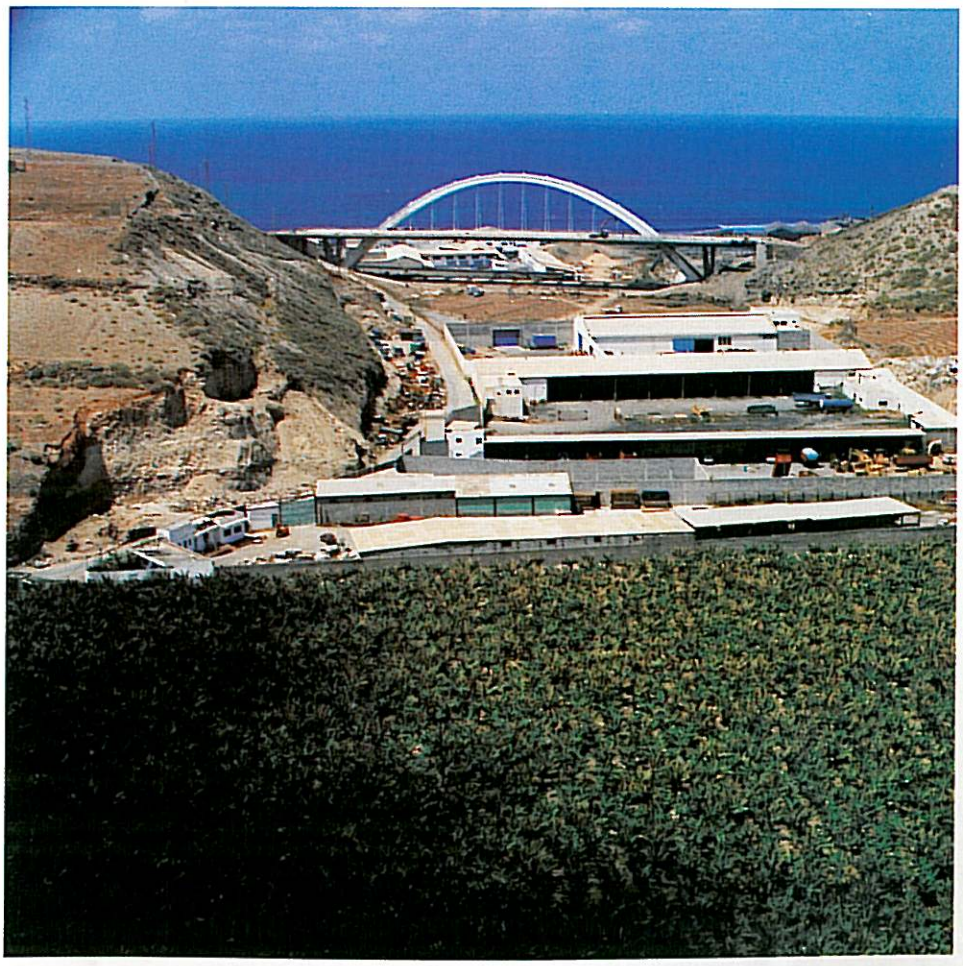
3. completion of the operation with the central segment.

The deck segments were provisionally connected down to their final fastening, after which the support frames for the parts poured in situ were gradually dismantled, to symmetrically transfer the load to the arch. The deck slope was given a final adjustment using two control devices located on each tendon at its anchorage point. Afterward the joins between the several deck segments were built in situ, these being true connector beams 1.8 m wide.

The deck reinforcing both longitudinally and transversely comprises post-tensioned cables. The longitudinal reinforcing comprises 23 cables, of which nineteen were tensioned at both ends and run the entire bridge length, while the remaining four were tensioned at but one end and run from the piers to the arch springers. There is post-tensioned crosswise reinforcing in all the crosspieces, and it is made up of eight cables for each suspended member, six cables for each member bearing on piers, and twelve cables for each member partly in contact with the arch. All cables in the crosspieces were tensioned from but one end.

The deck is also held up by reinforced-con-





crete yokes and piers. The yokes stand fifteen meters high and are 1.0 m thick. The supports on the sides of the valley have instead different heights: 11.5 m and 13.5 m, and varying thicknesses: from 1.4 m to 0.4 m. At the points where the deck bears neoprene-teflon joints were set, which have 800 and 500 ton capacities respectively. On the foundations of both piers, built on the slope 2.0 m on a side, the side and frontal seismic shock absorbers were set.

To complete the structure the balustrades were mounted; they were designed to bear as well the lighting for the pedestrian walk. An ornamental lighting system was installed to make the structure stand out better.

* * *

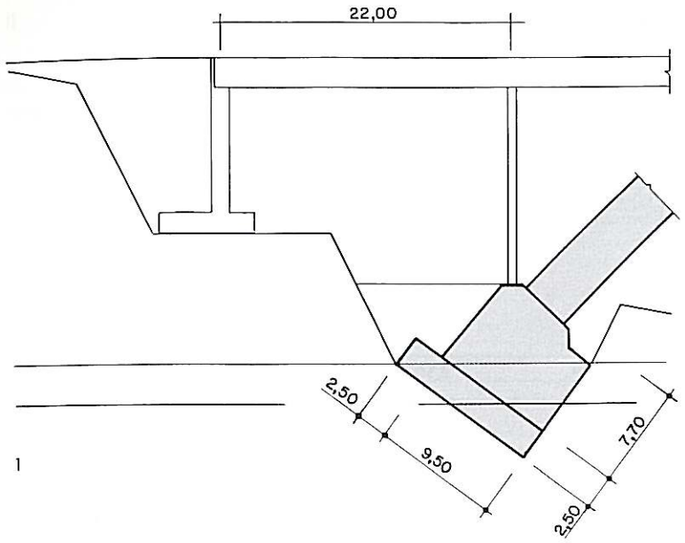
Client: Consejeria de Obras Publicas, Canaria Government.

Design: José A. Torroja, Oficina Tecnica S.A. in collaboration with INTECSA and Central Technical Service of Dragados y Construcciones S.A.

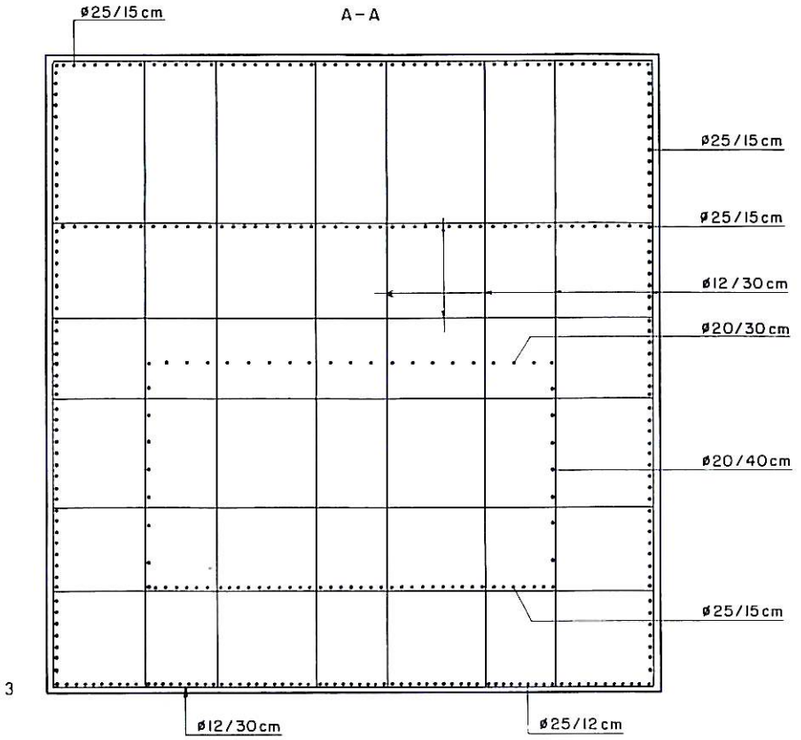
General contractor: ACNOR (Dragados y Construcciones y Cubiertas y MZOV).

CARPENTERIA E ARMATURA DI UN PLINTO DI FONDAZIONE ALL'IMPOSTA DELL'ARCO

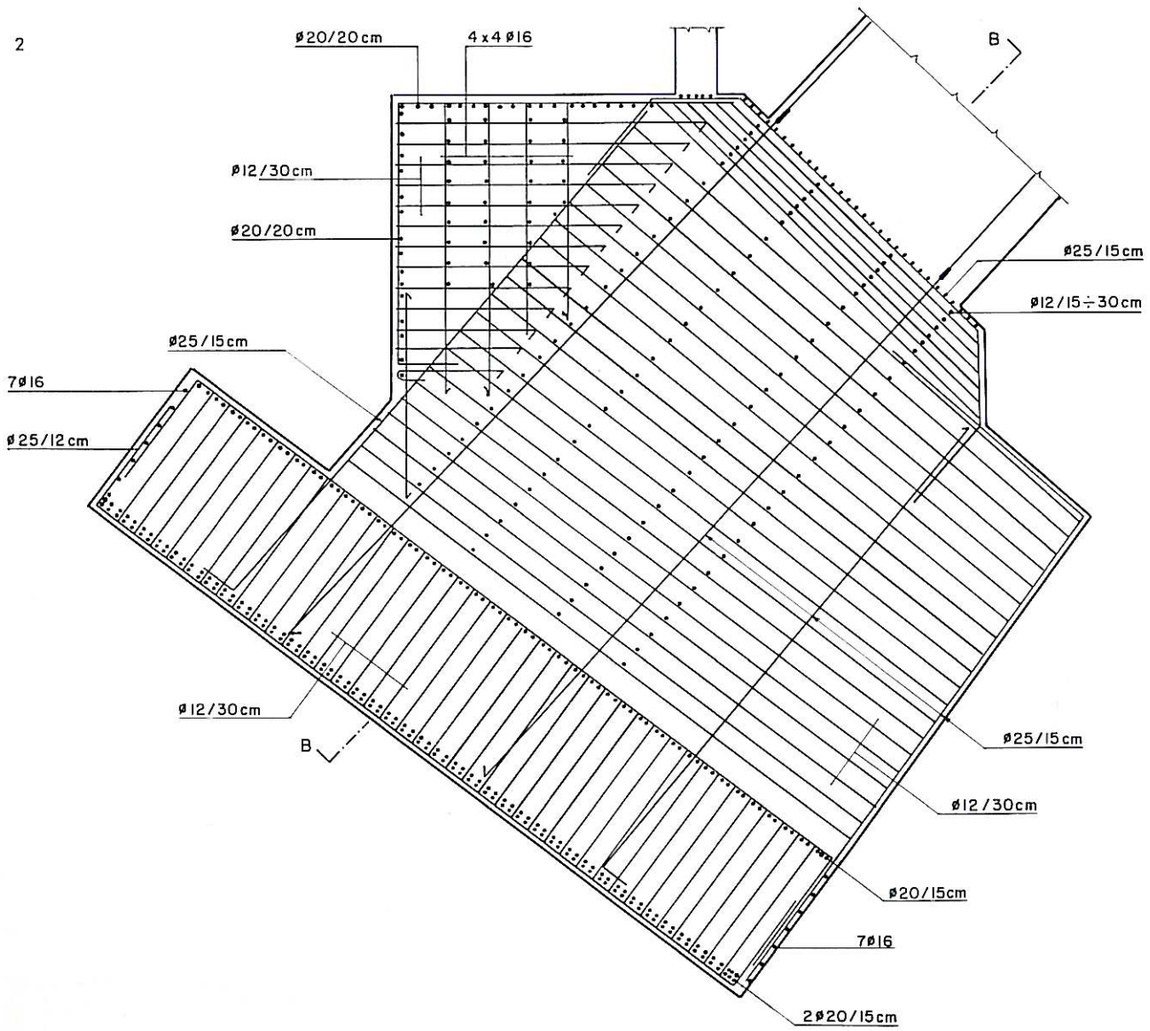
DIMENSIONS AND REINFORCING OF FOUNDATION FOOTINGS AT ARCH SPRINGER



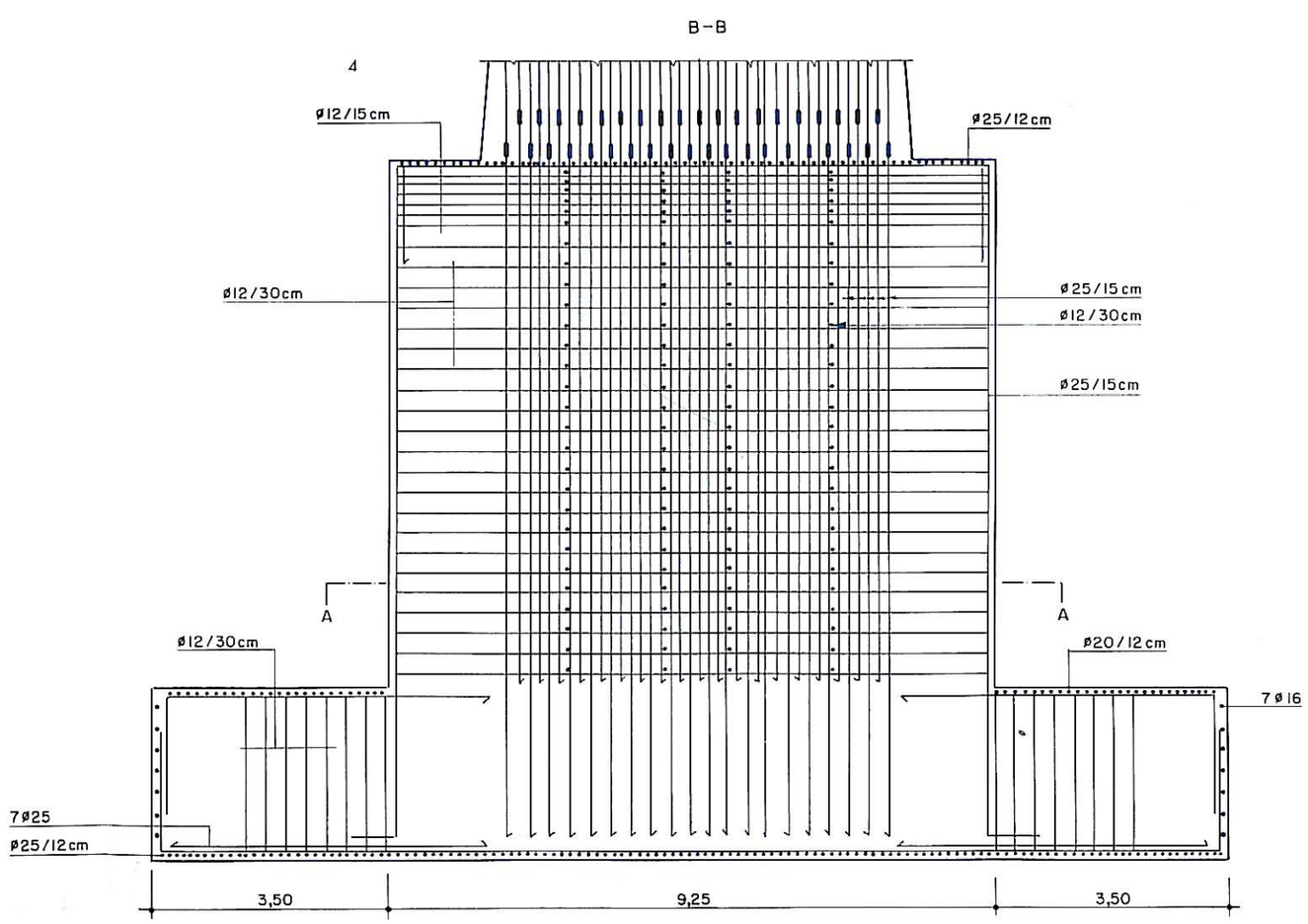
1



3



2

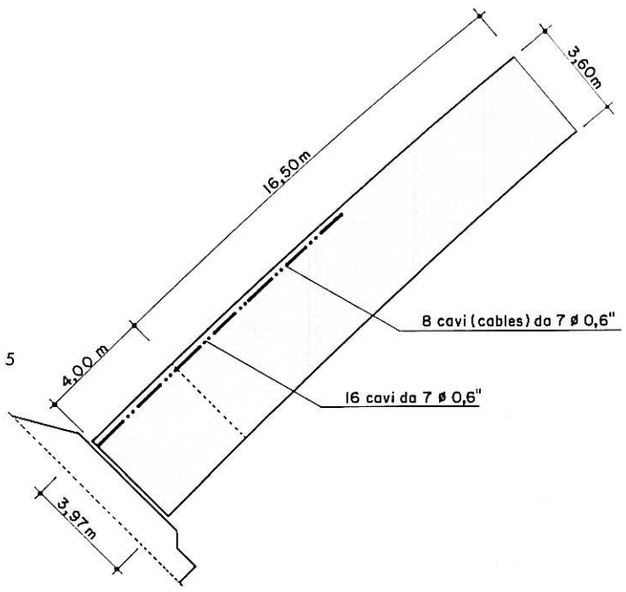


ARMATURA DELL'ARCO E DELLE PILE «B»

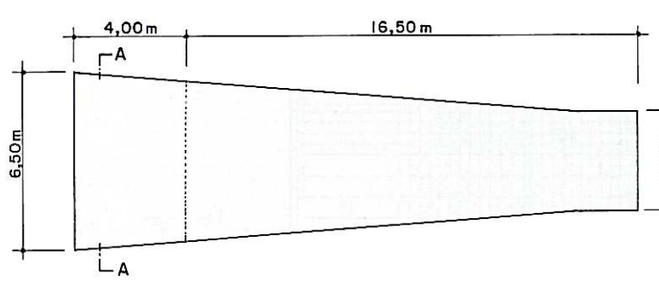
5-6-7. Sezione longitudinale, pianta e sezione trasversale del primo tratto dell'arco a sezione variabile; 8-9-10-11. Carpenteria e armatura di una pila.

REINFORCING OF ARCH AND PIERS "B"

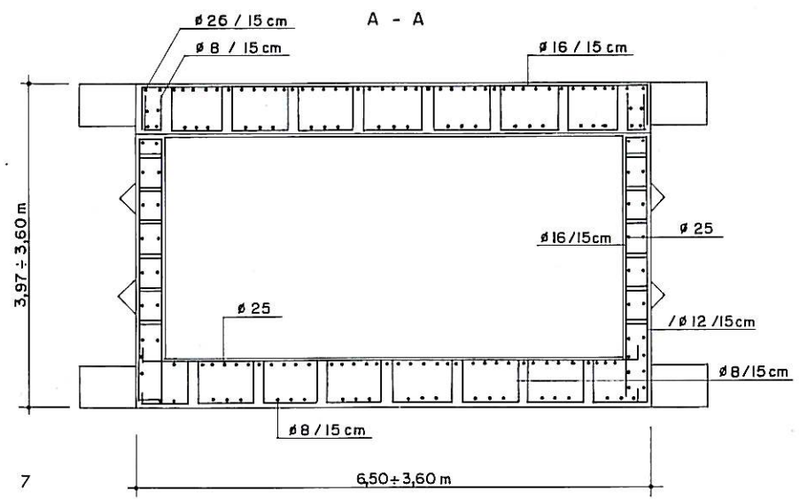
5-6-7. Longitudinal section, plan and cross section of the first variable arch segment; 8-9-10-11. Dimensions and reinforcing of a pier.



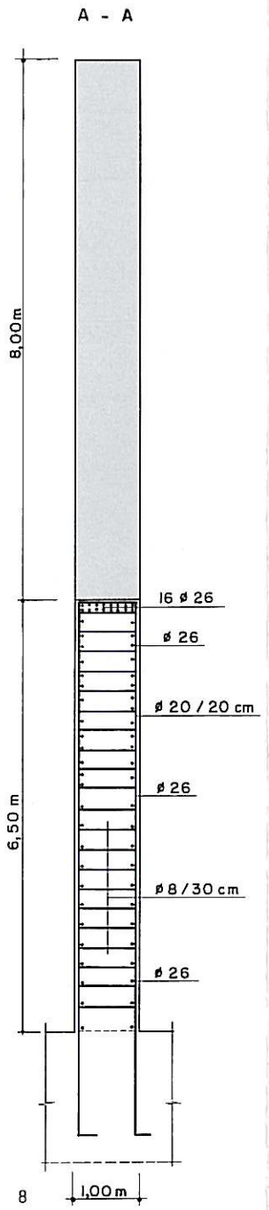
5



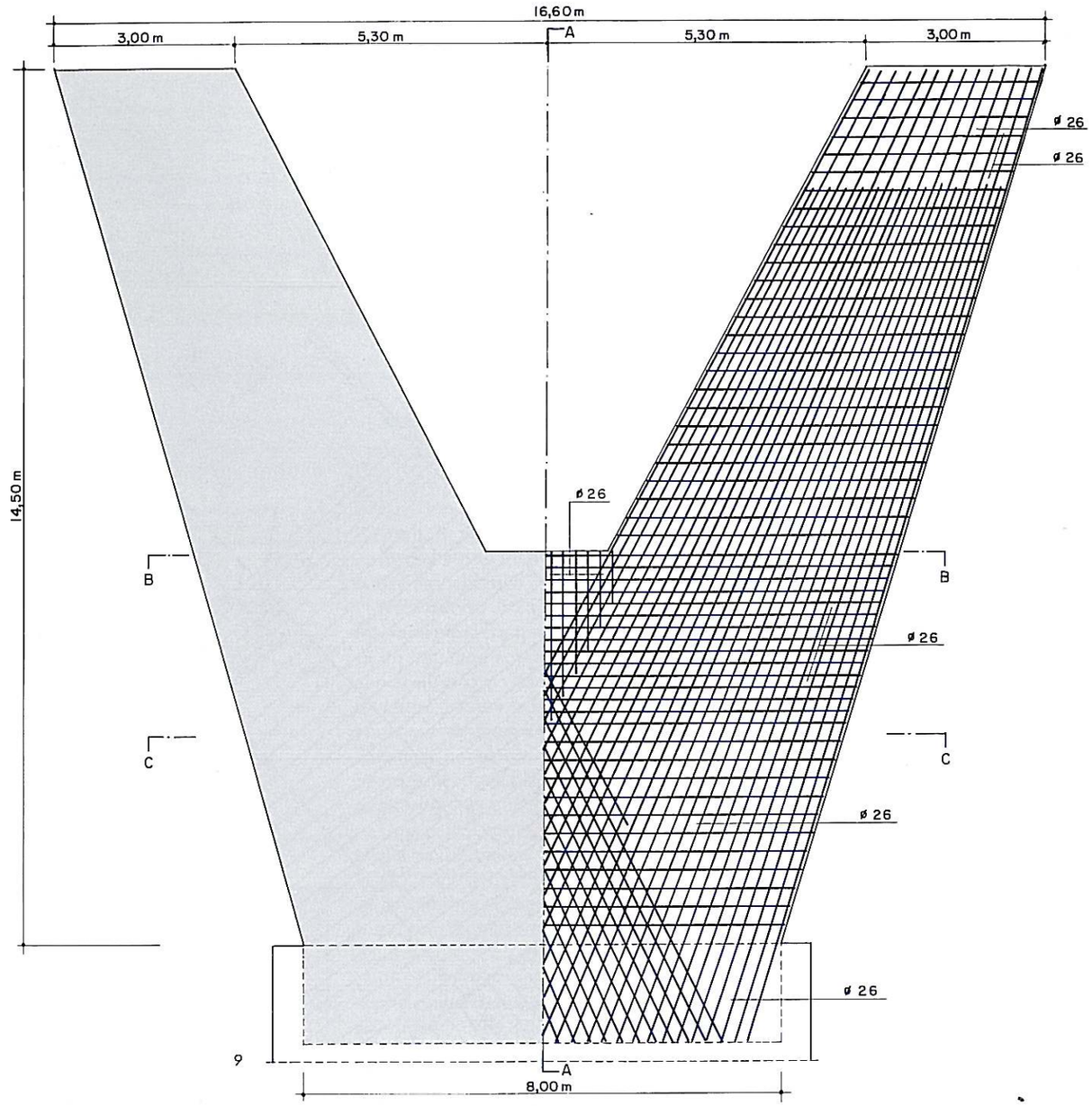
6



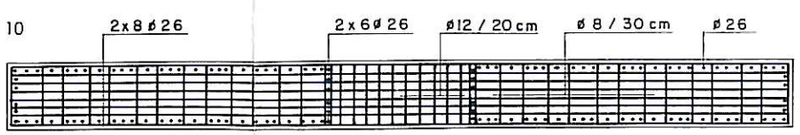
7



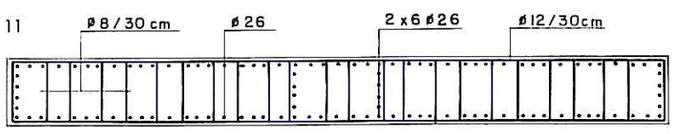
8



9



10



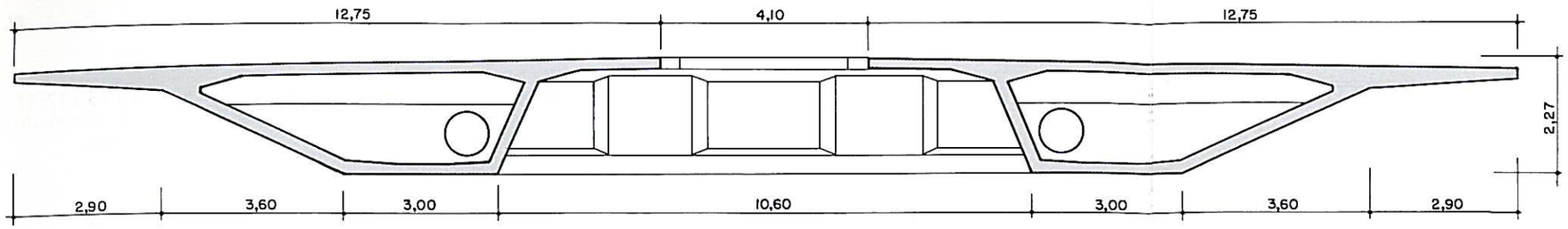
11

IMPALCATO DEL PONTE

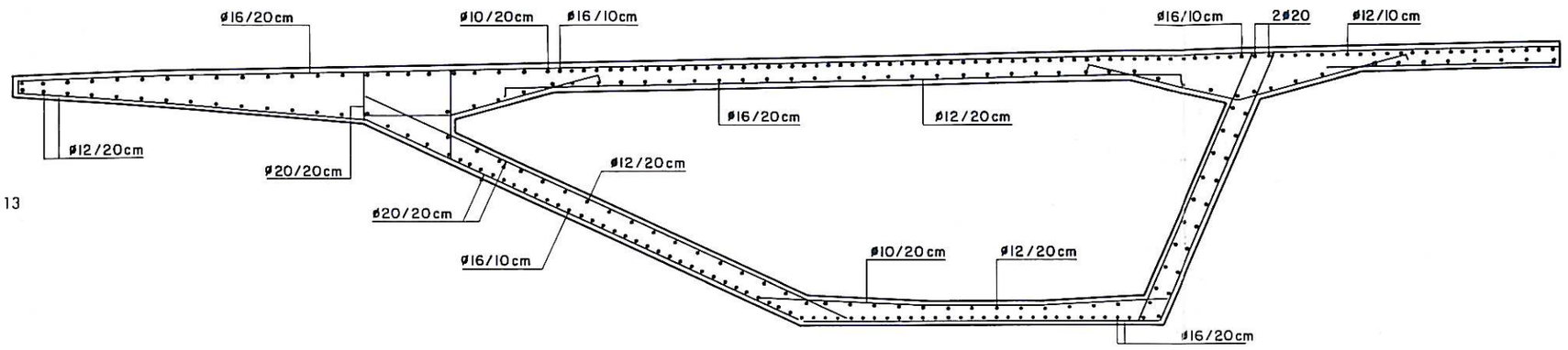
··· 12. Sezione trasversale tipo: carpenteria; 13. Armatura corrente; 14. Armatura dei traversi; 15. Sezione longitudinale.

BRIDGE DECK

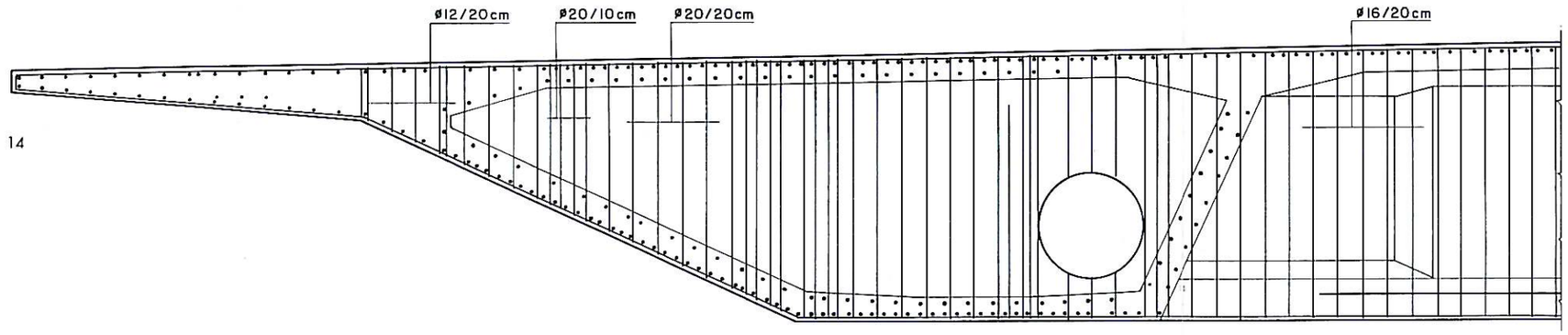
··· 12. Typical cross section: dimensions; 13. Through reinforcing; 14. Crosspiece reinforcing; 15. Longitudinal section.



12

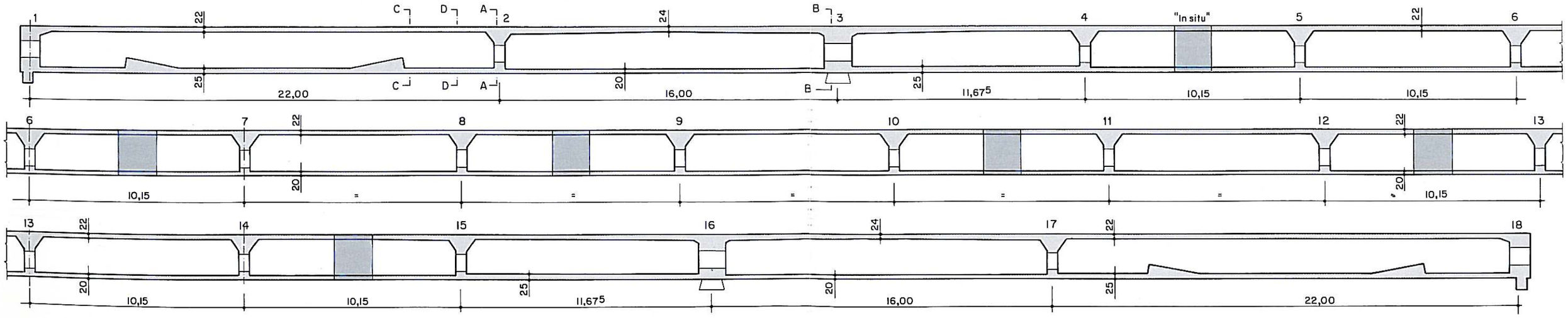


13

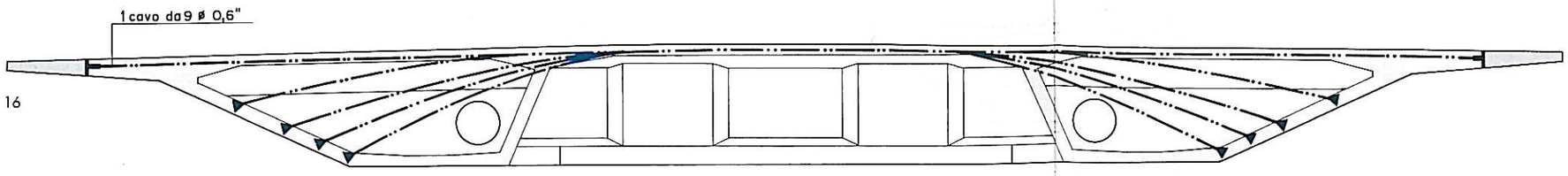


14

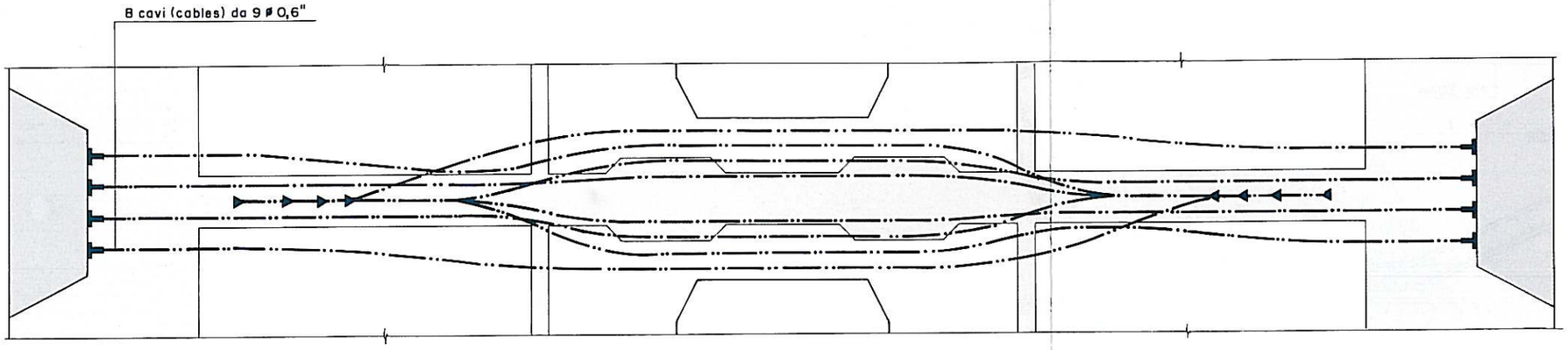
15



A - A



16



17

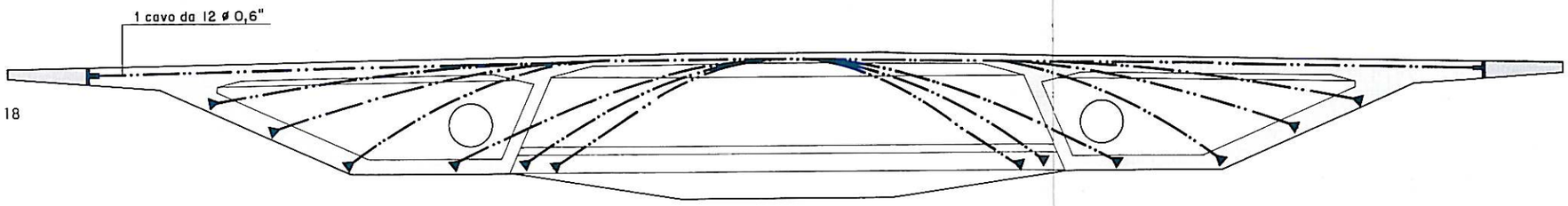
PARTICOLARI DI PRECOMPRESSIONE DELL'IMPALCATO

16-17. Sezione e pianta dei traversi sugli assi 2, 4 ÷ 15 e 17; 18-19. Sezione e pianta dei trasversi 3 e 16; 20. Sezione trasversale dell'impalcato da 22,00 m di luce; 21. Sezione trasversale tipo.

DETAILS OF DECK PRESTRESSING

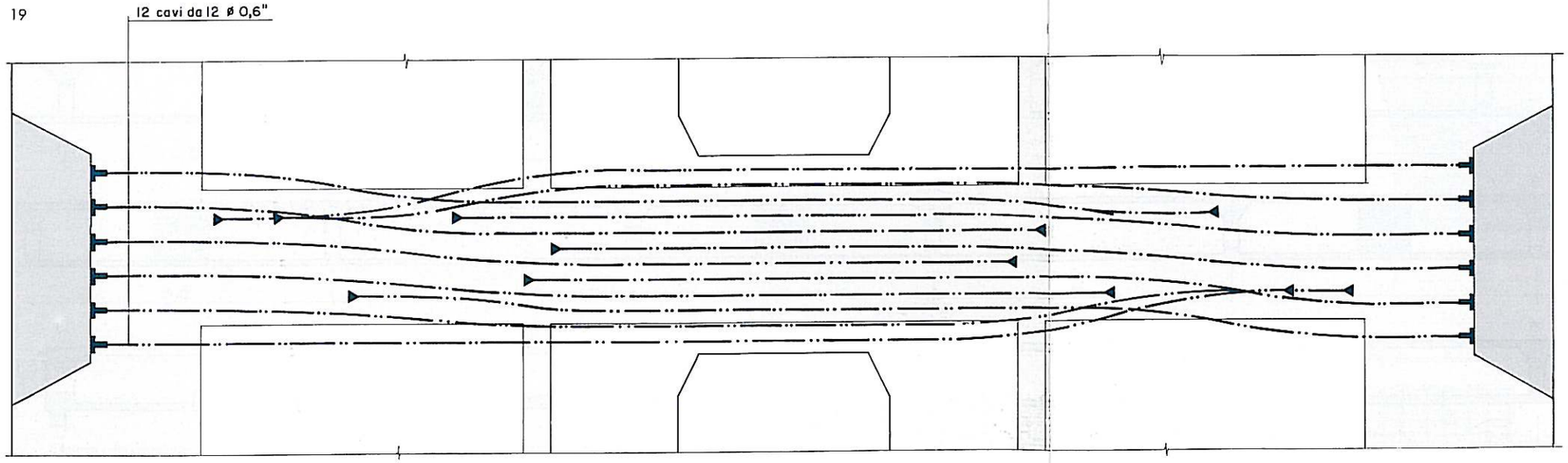
16-17. Crosspiece section and plan at 2, 4 to 15 and 17 centers; 18-19. Section and plan of crosspieces 3 and 16; 20. Cross section of 22,00 m span deck; 21. Typical cross section.

B - B



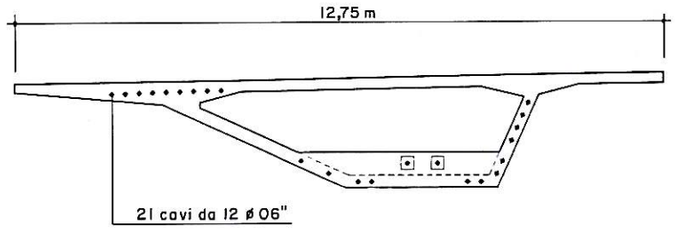
18

19



C - C

20



D - D

21

