

II Ponte sobre o Rio Orinoco

2001 - 2006

Consórcio Brave



LUSTGARTEN Y ASOCIADOS
INGENIEROS CONSULTORES, S.C.



Certificado

A ABECE e a Gerdau certificam que o profissional **Roberto de Oliveira Alves** da Figueiredo Ferraz C.E.P Ltda e Construtora Norberto Odebrecht, pelo trabalho realizado na Ponte sobre o Rio Orinoco - Venezuela, foi vencedor na Categoria Obras de Arte do **IV Prêmio Talento Engenharia Estrutural, em 2006.**


Guilherme Gerdau Johannpeter
Diretor Executivo


Valdir Silva da Cruz
Presidente da ABECE



Realização:



Apoio:



Sumário

Introdução • 6

Características Técnicas • 8

Materiais • 10

Dispositivos Complementares • 10

Critérios de Projeto • 12

Normas Empregadas • 12

Carregamentos Considerados • 12

Aspectos Sísmicos • 13

Fundações • 14

Blocos e Pilares • 16

Tabuleiro • 18

Fabricação e Transporte da Estrutura Metálica • 20

Desenhos Técnicos • 22

Elevação Longitudinal • 22

Pilar Típico • 24

Torre Típica • 25

Seção Transversal e Detalhes • 26

Geometria Típica dos Estais • 28

Projeto de Sistemas • 30

Imagens da Ponte • 34

Dados e Quantitativos Principais • 38

Geometria • 38

Quantitativos Principais • 38

Equipe Técnica • 39



Introdução

Localizada a 25 km de Ciudad Guayana, no Estado de Bolívar, território leste da Venezuela, a Segunda Ponte sobre o Rio Orinoco é o centro do conjunto de obras desenvolvido pela Construtora Norberto Odebrecht na região.

Iniciados em fevereiro de 2001 e com término previsto para agosto de 2006, os trabalhos se constituem na maior obra de engenharia viária na América do Sul e fazem parte do Sistema Viário Ponte Mista sobre o Rio Orinoco, composto ainda por 166 km de rodovias, que incluem trevos rodoviários, cruzamentos ferroviários e viadutos de grande e pequeno porte.

Com a entrada em funcionamento do complexo viário, estará concretizada a tão desejada integração dos Estados de Anzoátegui, Bolívar e Monagas e, além disso, a região de Guayana, que se destaca por possuir grandes reservas de minério de ferro, bauxita, ouro, diamantes, urânio, cobre e zinco, contando também com um polo siderúrgico e indústrias de transformação, terá facilidade de escoamento da produção para os estados do norte e centro do País por meio de uma linha férrea que futuramente estará ligada a um porto na região do Caribe. Ao mesmo tempo, o projeto permitirá a integração com o Brasil, promovendo o intercâmbio comercial com os Estados do Norte e o Mercosul e possibilitará o acesso de turistas às praias caribenhas da bela costa venezuelana.

O financiamento da obra provém de crédito a exportação de bens e serviços do Banco do Brasil, em um montante de US\$ 384 milhões, e parte é coberta por recursos do Tesouro Nacional do Governo da Venezuela.

Faz parte do escopo de trabalho da CONSTRUTORA NORBERTO ODEBRECHT, o projeto executivo do sistema viário e da ponte mista rodoferroviária desenvolvido pelo CONSÓRCIO BRAVE, o qual é liderado pela FIGUEIREDO FERRAZ CONSULTORIA E ENGENHARIA DE PROJETO com a participação da empresa venezuelana LUSTGARTEN y ASOCIADOS INGENIEROS CONSULTORES SC..

A sismicidade da região, a erosão do leito do Rio Orinoco, com valores previstos de até 25 metros e o fato de se ter de projetar uma ponte cujas cargas principais vêm de uma ferrovia, foram algumas das dificuldades que o consórcio teve de superar.



Características Técnicas

A II Ponte sobre o Rio Orinoco, situada na região nordeste da Venezuela, próxima à cidade de Puerto Ordaz, é uma obra rodoferroviária com 3.120 m de extensão, situada em região sísmica classificada como Zona 3, correspondendo a uma aceleração horizontal de $A=0,20g$.

Comporta 2 vãos principais de 300,0m sobre os canais de navegação Norte e Sul e configuração em leque para o estaiamento. Os trechos de acesso apresentam modulação básica de 60,0m.

O tabuleiro, concebido em estrutura celular contínua em aço, apresenta largura constante de 24,70m por 5,50m de altura, comportando uma via férrea central com 5,00 m de largura, duas pistas rodoviárias com 8,00 m e duas passagens de pedestres com 1,05 m cada. Entre as vias são previstas 4 defensas em concreto, com 40 cm de largura cada.



Tabuleiro da ponte

A seção transversal segue o conceito de viga mista - estrutura metálica trabalhando em conjunto com a laje de concreto do tabuleiro. Apresenta um núcleo central celular composto por chapas enrijecidas em todo o seu perímetro e com um vigamento transversal superior estendendo-se além do caixão em balanços laterais que se apoiam em duas mãos francesas que incidem no banzo inferior do caixão. A laje de concreto se apoia sobre estas vigas dispostas transversalmente a cada 3,0m.

A seguir são apresentados algumas características geométricas da ponte :

- Modulação de vãos dos acessos - 60 m, com trechos contínuos de até 360 metros.
- Vãos estaiados - 2 vãos de 300m sobre os canais Norte e Sul.
- 38 pilares com seção retangular celular de 3,00*7,00 m e altura máxima de 41,00m.
- 4 torres em forma de H para ancoragem dos estais com seção celular variável e altura total de 120,00m.
- 1 pilar de ancoragem em forma de A, pernas inclinadas de seção retangular celular e altura de 40,00m.
- Fundações diretas - sapatas com dimensões variáveis para os pilares P1 -P2-P3-P4-P8-P9 e P43.
- Fundações profundas - estacas diâmetro 200 e 250 cm para cargas de 1.800 tf até 2.500 tf, com os comprimentos variando de 9,0 a 86,0 metros podendo apresentar desconfinamentos de até 25 metros, em função da erosão prevista para o fundo do rio (socavación), no lado norte da Ponte.

Materiais

As características dos principais materiais utilizados no projeto são :

- Concreto - 25 MPa - para estacas, blocos e sapatas.
- Concreto - 30 MPa - para lajes do tabuleiro.
- Concreto - 38 MPa - para pilares .
- Aço Estrutural da Super - ASTM A 588
- Aço Convencional - W 70 - $F_y = 500$ MPa.
- Estai - Cordoalha engraxada 15,0mm - Aço $F_y = 1.770$ MPa.

Dispositivos Complementares

Estais

Os estais suportes do tabuleiro, fornecidos pela FREYSSINET, são cabos formados por feixes paralelos de cordoalhas de diâmetro nominal 15mm, engraxadas e protegidas individualmente por bainha de HDPE, comportando de 32 a 70 cordoalhas cada, sendo dimensionados para cargas de até 7.500 kN. O conjunto formado apresenta também uma proteção antivandalismo junto ao passeio lateral da ponte.

Aparelhos de Apoio

Os aparelhos de apoio para todo o trecho dos acessos são em neoprene fretado com características sísmo resistentes, desenvolvidos e fabricados especialmente pela FREYSSINET da Espanha.

Em função de suas dimensões fora do usual, 120*120cm, foi providenciado um ensaio no laboratório da Universidade de Bochun, na Alemanha, que certificou o aparelho.

As principais cargas de dimensionamento para estes aparelhos são :

- Carga vertical máxima - 20.000 kN
- Carga horizontal máxima - 2.060 kN (carga sísmica)

Foram utilizados aparelhos metálicos no trecho estaiado.

Juntas de Dilatação

As juntas de dilatação, do tipo pente, foram também fornecidas pela FREYSSINET e permitem movimentações em serviço de até +- 350mm, que ocorrem entre os trechos de acesso e o trecho

estaiado. A junta especificada para esta situação foi a WP 600.

Na região dos acessos, as movimentações são menores, tendo sido especificadas as juntas WP 250 e WP 400.

Cabe ressaltar que, embora as juntas sejam especificadas para as variações máximas em serviço, as aberturas de instalação das juntas são determinadas em função dos deslocamentos previstos em caso de sismo, já que as estruturas não podem se chocar, permitindo-se apenas danos nos dispositivos da junta, em função de sua simples e rápida reparação.

Dispositivo de bloqueio

Visando a distribuição das solicitações sísmicas de uma maneira mais uniforme entre todos os pilares dos acessos, foi projetado e instalado, nas juntas de dilatação, um dispositivo de bloqueio, que é acionado para cargas dinâmicas de grande intensidade. Para movimentações lentas, ou dinâmicas de pequena intensidade, o dispositivo é inoperante.

Trata-se do LUD - Lock Up Device, fornecido também pela FREYSSINET.



Vista lateral da ponte

Critérios de Projeto

Normas Empregadas

Para o desenvolvimento do projeto estrutural da II Ponte sobre o Rio Orinoco foram utilizadas as seguintes normas, aprovadas pelo cliente CVG:

- AASHTO LRFD - BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS - Second edition 1998.
- GUIDELINES FOR THE DESIGN OF CABLE-STAYED BRIDGES - ASCE
- AASHTO GUIDE SPECIFICATIONS FOR SEISMIC DESIGN OF BRIDGES - 1983
- MANUAL FOR RAILWAY ENGINEERING - AREMA 2001
- NORMA VENEZOLANA PARA EL DISEÑO SISMORRESISTENTE DE PUENTES - 1987.

Carregamentos Considerados

As cargas foram determinadas e combinadas segundo as normas AASHTO :

- Carga Permanente - DC - carga devida ao peso próprio estrutural referente ao tabuleiro metálico e laje de concreto, com seus respectivos pesos específicos.
- Carga Permanente - DW - carga devida aos elementos secundários: guarda rodas, pavimento asfáltico, lastro, dormentes, trilhos e fixações, passeios, guarda-corpos, tubulações e serviços públicos, com seus respectivos pesos específicos.
- Carga Viva Veicular - LL - cargas distribuídas por faixa de rolamento HL93 e a carga do caminhão padrão HS20-44, esta majorada do coeficiente de impacto dinâmico. Será considerado também o coeficiente de minoração devido a simultaneidade de carregamento das faixas.
- Carga Viva Ferrocarril - LF - considerada a carga referente ao COOPER - 72.
- Carga de Passeio - LP - adotada uma carga de 180 kgf/m², aplicada simultaneamente com a carga viva veicular.
- Carga de Correnteza - WA - cargas nas estruturas de fundação referentes a uma pressão de água equivalente a uma velocidade de 5 nós.
- Variação Térmica Uniforme - TU - +- 30° C.
- Gradiente Térmico - TG - +- 10°C.
- Retração e Fluência - SH e CR - de acordo com as normas.

- Sismo - EQL e EQT - de acordo com os resultados obtidos dos processamentos.

As combinações necessárias para a determinação das solicitações de dimensionamento em estado limite último (ULS) e para as verificações em estado de serviço (SLS), foram determinadas de acordo com as prescrições da AASHTO - LRFD - 1998.

Aspectos Sísmicos

Espectro de Resposta

A II Ponte sobre o Rio Orinoco está situada na região nordeste da Venezuela, próxima à cidade de Puerto Ordaz, no estado de Bolívar, ao norte do paralelo 8° N.

Em função de sua localização e das características do sub-solo, determinaram-se os parâmetros necessários à definição do espectro de resposta, para a determinação das solicitações dinâmicas.

- Aceleração máxima do terreno - $A_0 = 0,20 \text{ g}$
- Classificação de importância - Essencial A = 1,25
- Categoria de comportamento sísmico - CS2
- Perfil típico do sub-solo - Perfil S1
- Fator de amplificação do sub-solo $B = 2,50$

Determinação das Solicitações Sísmicas.

Para a determinação das solicitações sísmicas de dimensionamento, a norma prevê um fator de redução de resposta R, que corresponde a uma redução das solicitações, ditas estáticas equivalentes, em função da formação de pontos de dissipação de energia dispostos na estrutura. Estas rótulas plásticas formam-se preferencialmente na base dos pilares, onde é previsto um tratamento de confinamento especial às armaduras verticais dos pilares que podem sofrer danos em seu cobrimento sem contudo comprometer o funcionamento global da estrutura.

O fator R, fator de redução da resposta, foi adotado $R = 2,50$ de acordo com a Norma Venezolana para el Diseño Sismorresistente de Puentes.

Esta redução somente é permitida para o dimensionamento dos pilares, em função da possibilidade de reparos. O cálculo dos blocos de fundação, das estacas, das juntas de dilatação e dos aparelhos de apoio é feito sob regime elástico, sem nenhuma redução das solicitações.

O detalhamento das armaduras, o posicionamento das emendas, a disposição e quantificação das armaduras de confinamento, entre outros, seguem as prescrições das normas utilizadas.

Fundações

Para a grande maioria dos pilares as fundações são profundas, compostas por 384 estacas de 2,00m e 2,50m de diâmetro, comprimentos variando entre 9,30 e 86,00 m, em sua maior parte embutidas em camada rochosa e projetadas para cargas de trabalho de 1.800 tf a 2.500 tf, respectivamente. Para poucos pilares as fundações são diretas.

As estacas, com camisa de aço de 5/8" de espessura, são cravadas com martelos de vibração e com martelos hidráulicos.

Para a perfuração em rocha, com 1,80 m de diâmetro, são usadas perfuratrizes hidráulicas Wirth que permitem, simultaneamente à perfuração, que a rocha seja analisada e se obtenha a indicação precisa da cota de concretagem, o que proporciona o assentamento seguro dos pilares.

Após a limpeza das camisas, por meio de recirculação de ar e água (air lift), procede-se à colocação da armadura de aço e ao lançamento do concreto.

A cravação das camisas metálicas e o controle do posicionamento dos flutuantes são feitos mediante um sistema de posicionamento global GPS, que permite aos técnicos determinar, com precisão absoluta, o local exato de construção de cada elemento estrutural. Todo o monitoramento é realizado em uma sala de controle, instalada sobre um flutuante, onde também estão os equipamentos de perfuração e cravação das camisas das estacas.

Para executar as estacas de maior comprimento, de até 86,0m apoiadas em extrato arenoso, foi necessário empregar o sistema de telescopagem, que consiste em cravar inicialmente uma camisa metálica de maior diâmetro (2,70 m) até uma profundidade previamente estabelecida, efetuar em seguida a limpeza da areia com recirculação de ar e água (air lift) e depois cravar a camisa de menor diâmetro (2,50 m) dentro da anterior, até chegar à cota de projeto.



Vista das estacas do P28



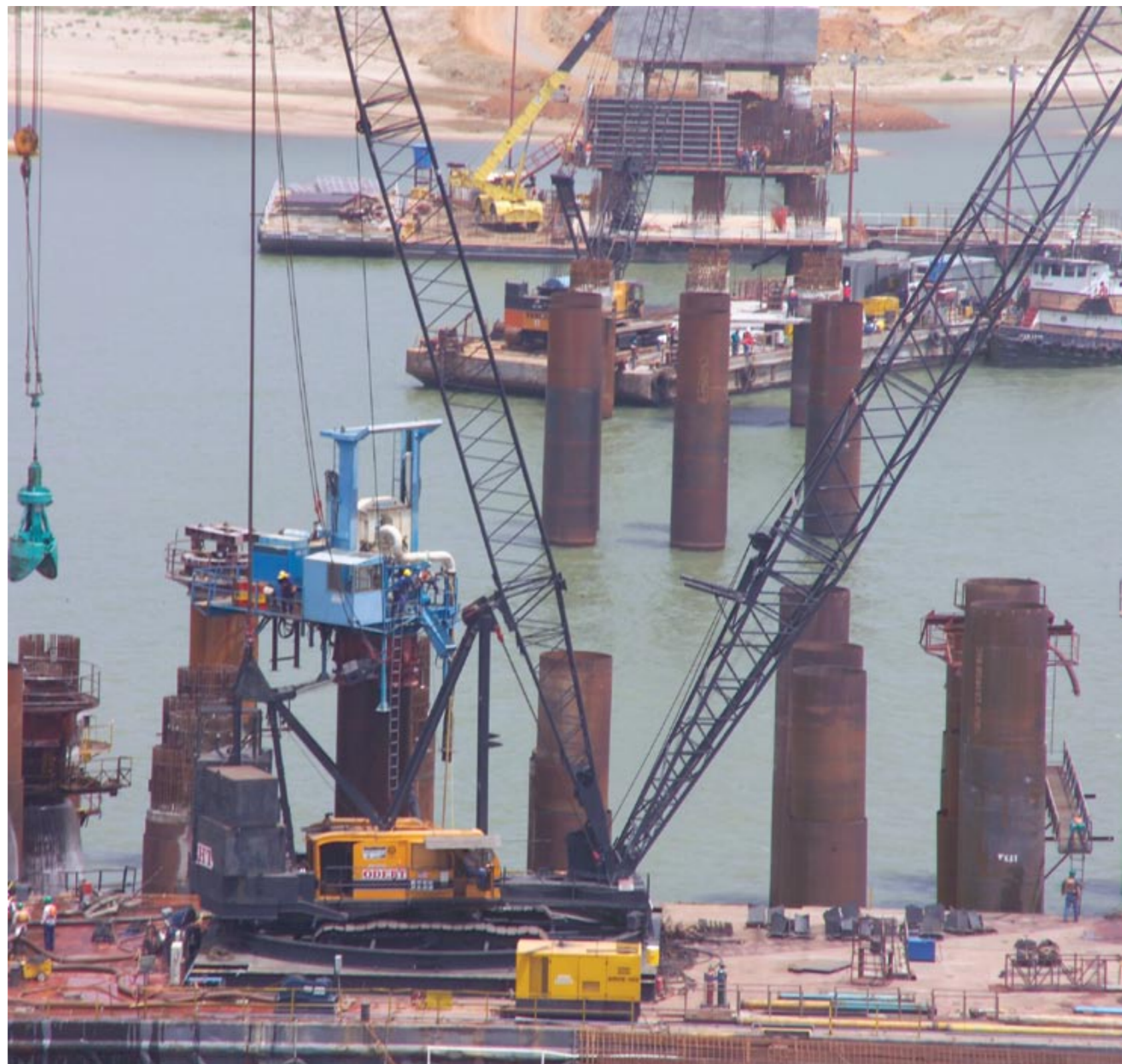
Vista aérea das fundações do lado norte



Cravação das camisas metálicas



Equipamento de cravação das camisas metálicas



Vista aérea das fundações do lado sul

Blocos e Pilares

Os blocos de fundação, com alturas variando de 3,50m a 6,00m e volumes de até 8.000m³, foram executados com a utilização de pré-lajes de concreto não incorporadas à estrutura do bloco, e apoiadas em anéis metálicos fixados nas camisas das estacas.

Após o posicionamento, fixação das armaduras e montagem dos painéis das formas laterais estruturadas com perfis de alumínio é feita a concretagem com a utilização de lanças. Para os blocos principais, com dimensões em planta superiores a 1.400 m², procedeu-se a um faseamento de concretagem para melhor controle da temperatura.

Para a execução dos pilares vazados, seção retangular de 3,00m por 7,00m e alturas de até 40,0m, utilizou-se o sistema de fôrmas deslizantes. Este mesmo processo foi utilizado para a execução das 4 torres principais, com alturas de 120 m (equivalente a um a edifício de 40 andares), em forma de H e apresentando os mastros inclinados.



Bloco com as pré-lajes já executadas



Bloco de fundação de uma torre



Bloco concretado



Pilares já executados e torres em execução



Torre em execução



Vista aérea dos blocos de fundação do lado norte



Vista geral dos pilares do acesso sul

Tabuleiro

O tabuleiro da ponte foi especificado em aço A588, que dispensa pintura, facilitando manutenções futuras. O material é produzido pela Usiminas em Ipatinga (MG) e sua subsidiária, Usiminas Mecânica, foi subcontrata para a fabricação e montagem do tabuleiro, que é dividido em aduelas de 12 m a 24 m de comprimento, montadas e finalizadas em oficinas situadas na região de Guayana e de lá transportadas para o canteiro.

Nos acessos Norte e Sul da ponte, utiliza-se o método dos deslocamentos sucessivos para sua montagem, com a utilização de narizes de lançamento. Cada trecho montado do tabuleiro nas cabeceiras é deslocado sobre uma viga de apoio na linha de lançamento da plataforma, até chegar à sua posição final, onde é suportado por macacos hidráulicos interconectados para controlar sua descida até os aparelhos de apoio. Uma vez apoiada a estrutura, passa-se à construção da laje de concreto, linha ferroviária, pavimentação asfáltica, etc. Foram utilizados painéis de Steel Deck não incorporados para as formas das lajes.

No trecho central, entre os dois vãos estaiados, em uma extensão de 240,0m, o tabuleiro é parcialmente montado sobre treliça metálica sendo posteriormente deslizado para os vãos vizinhos com a utilização também de um nariz de lançamento.



Montagem de módulo para lançamento



Vista de módulo em movimentação



Vista do tabuleiro entre a P26 e P30



Movimentação do tabuleiro no trecho central entre P26 e P30



No trecho estaiado da ponte, as aduelas são transportadas por flutuantes até o local de instalação, onde de forma simultânea e sincronizada à seqüência de instalação dos estais procede-se à sua montagem, utilizando o método de balanço sucessivo somente sobre o vão do canal. Durante o processo de instalação, a laje de concreto que faz parte do controle de cargas é executada de acordo com a seqüência de montagem. A geometria, as tensões finais dos estais e os esforços da estrutura durante a montagem são controlados por um Plano de Faseamento, recorrendo-se a unidades de leituras que transmitem sinais para um computador interconectado em linha direta e tempo real. A análise dos resultados define a pauta da montagem, as tensões dos estais e o posicionamento final de cada uma das aduelas instaladas, para que seja mantida a geometria projetada originalmente para a ponte.

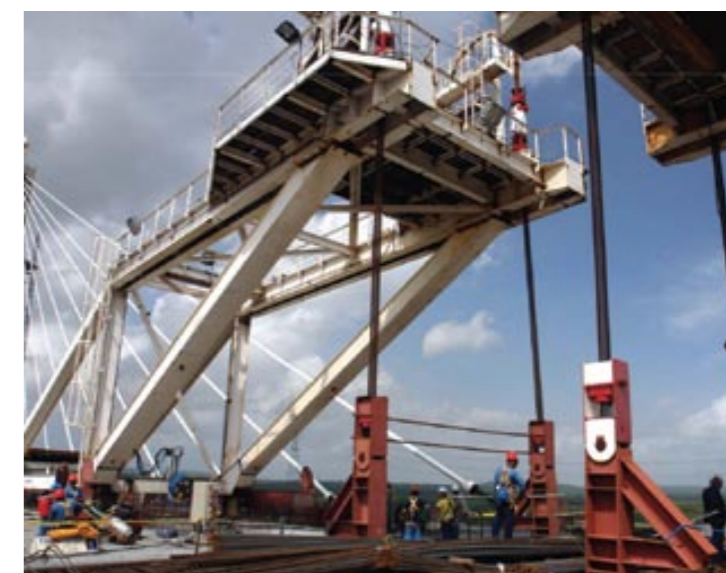
A empresa francesa Freyssinet foi escolhida para fornecer e instalar o sistema de estais, de última geração. O sistema é composto por cordoalhas do tipo monostrand, com ancoragens fixas e reguláveis, sistemas de amortecimento, bainhas de HDPE e tubos antivandalismo.



Içamento de aduela no vão central



Detalhe do içamento de aduela de 24 metros



Detalhe do carro de içamento



Vista de vão estaiado em fase de conclusão



Fabricação e Transporte da Estrutura Metálica



1. Fabricação da estrutura metálica no Brasil



2. Preparação das chapas e perfis



3. Elementos estruturais que compõem a aduela



4. Chegada do contêiner na Venezuela



5. Montagem da aduela metálica



6. Saída de aduela da oficina



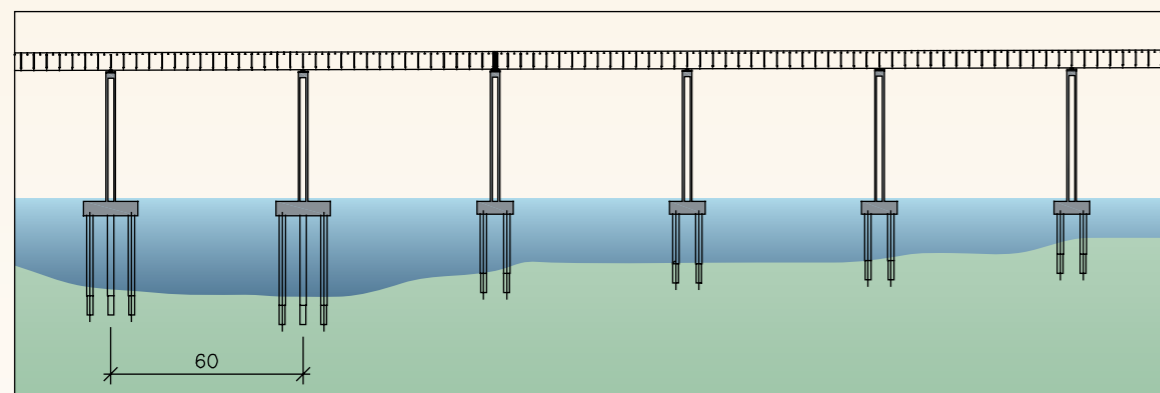
7. Transporte de aduela em direção à obra



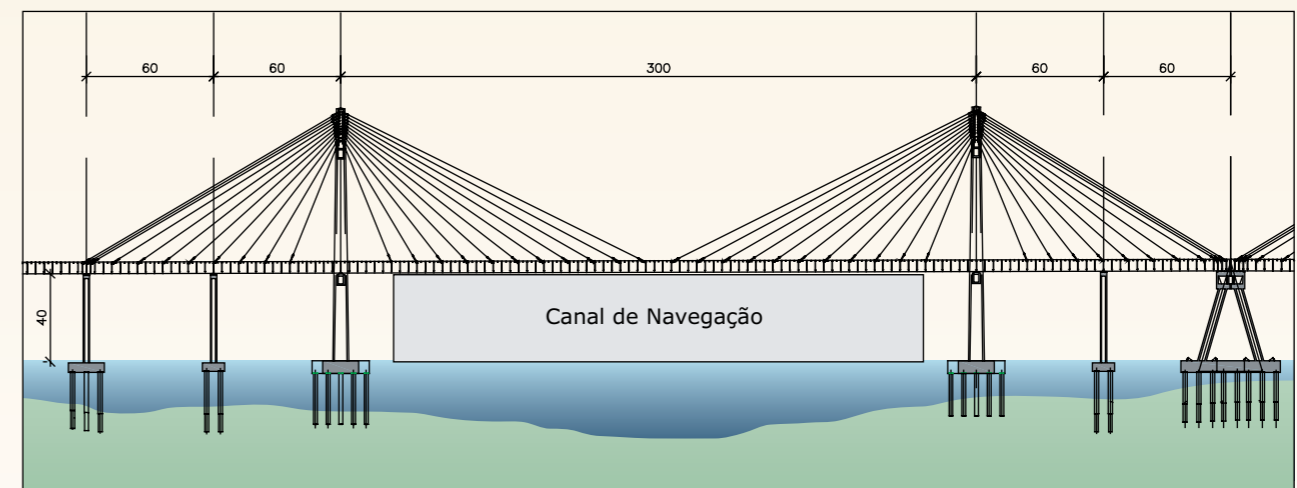
8. Vista do pátio de montagem do tabuleiro para posterior movimentação

Desenhos Técnicos

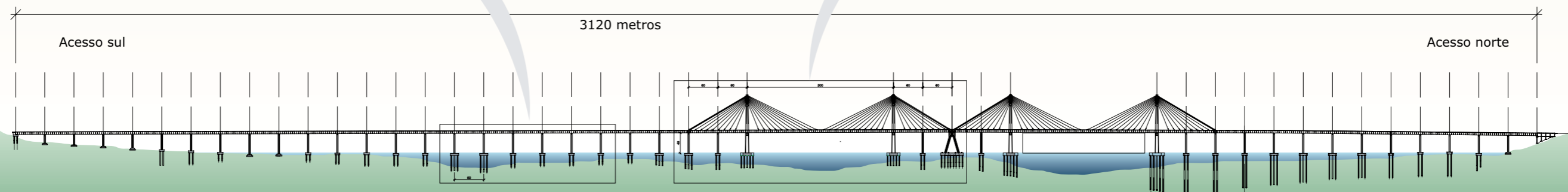
Elevação Longitudinal



Trecho de acesso sul

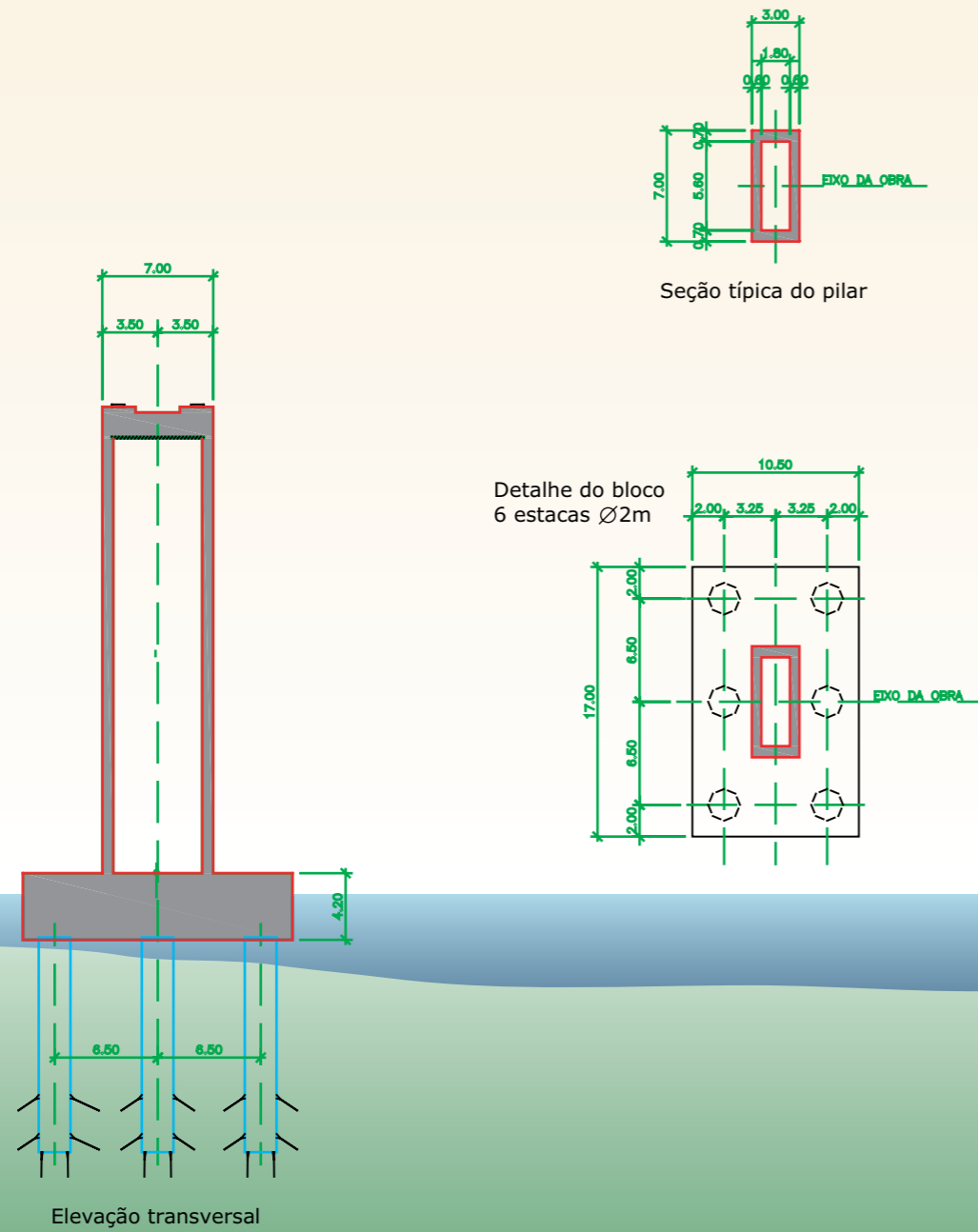


Trecho estaiado lado sul

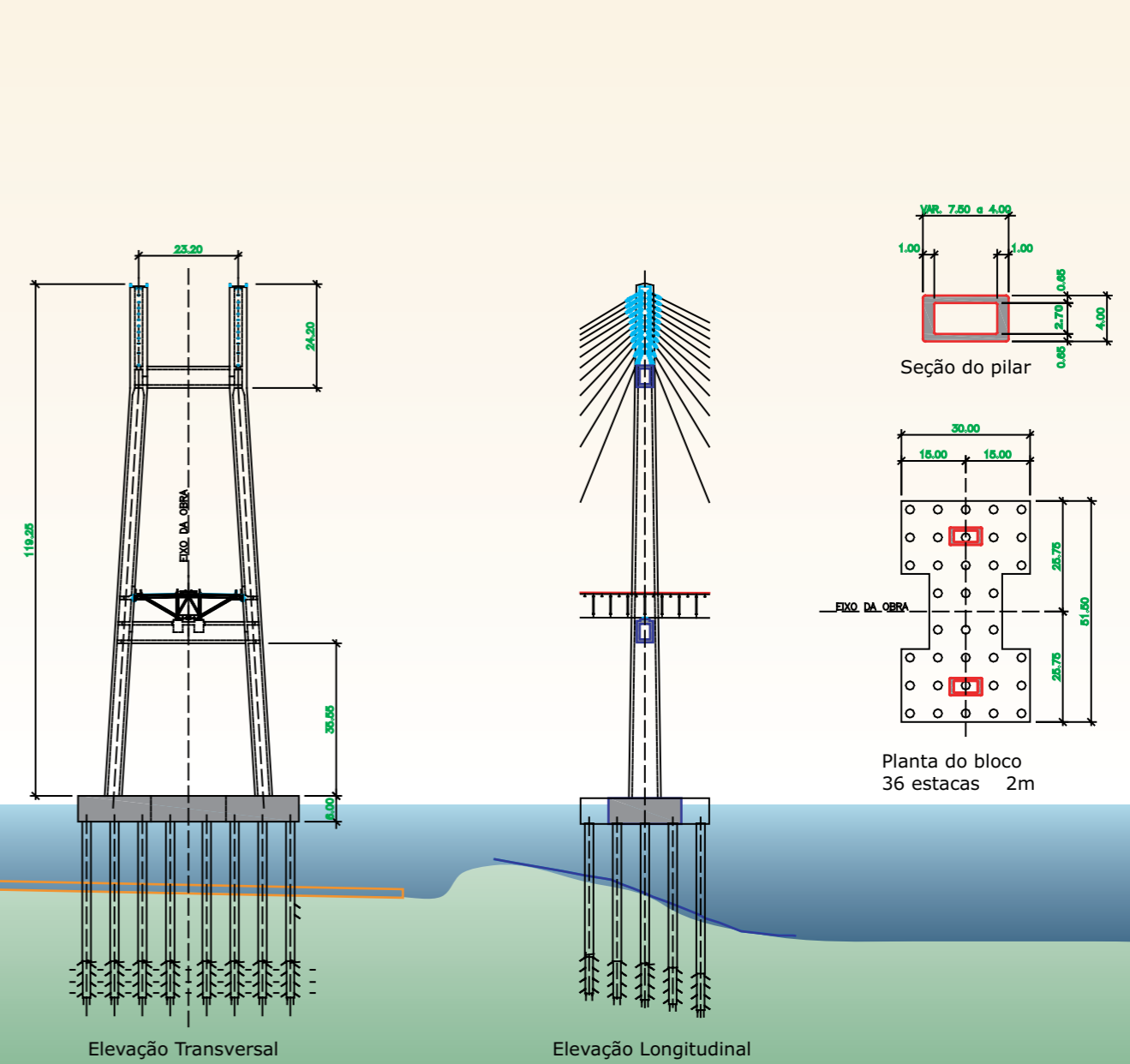


Elevação longitudinal geral

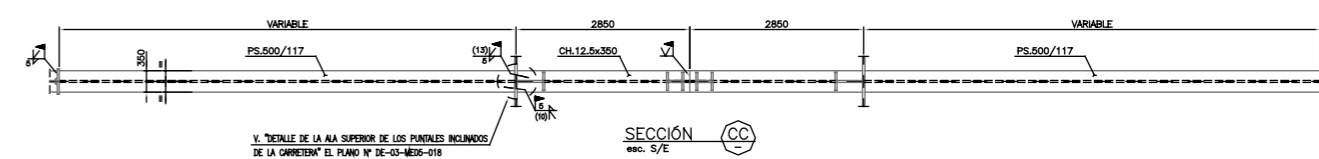
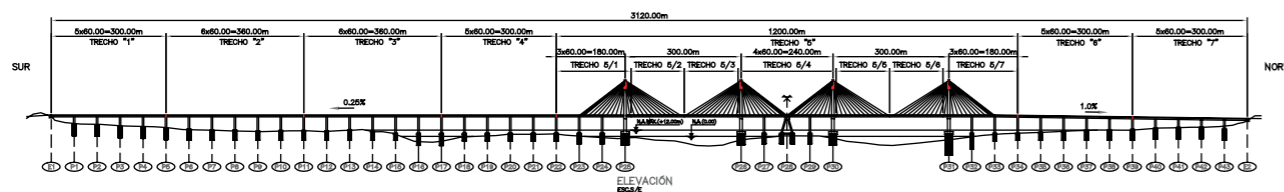
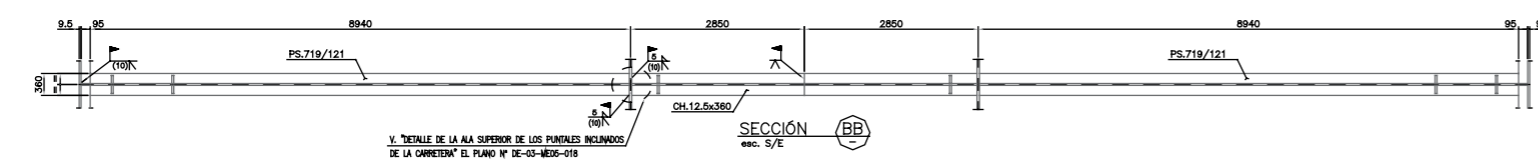
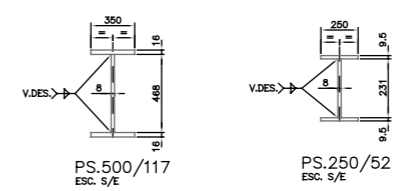
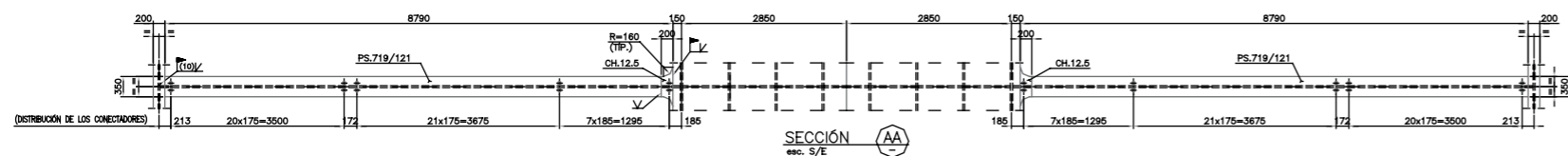
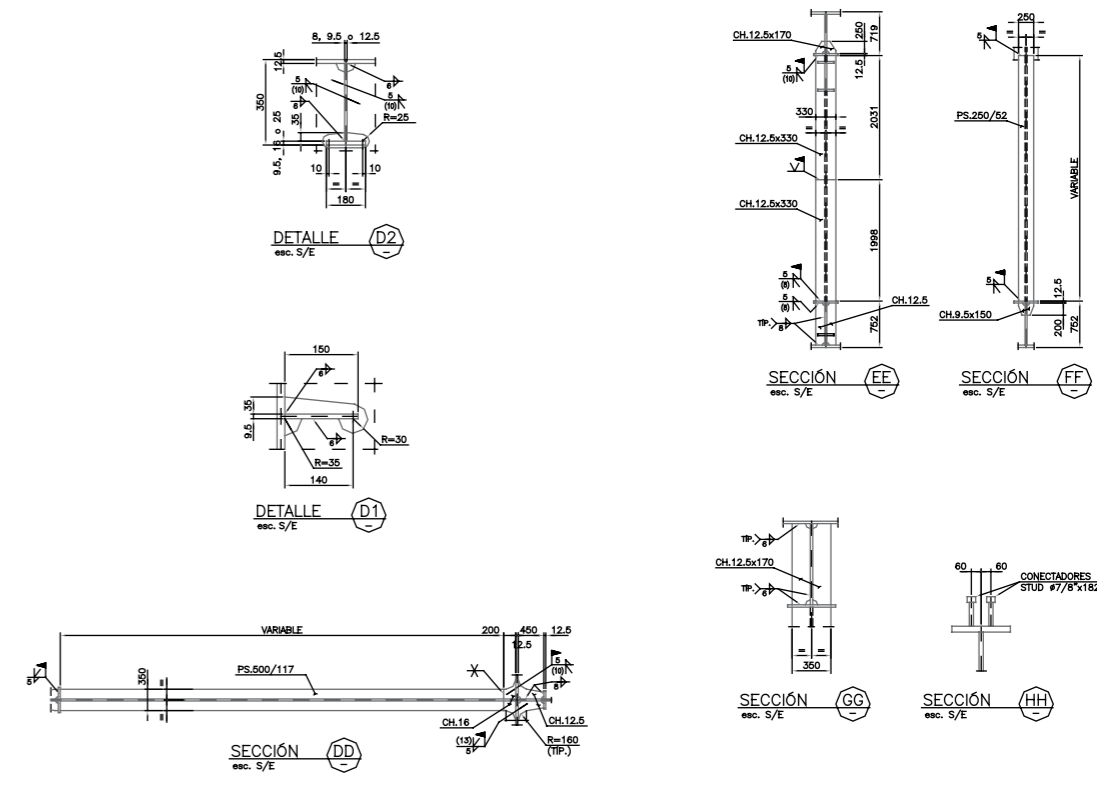
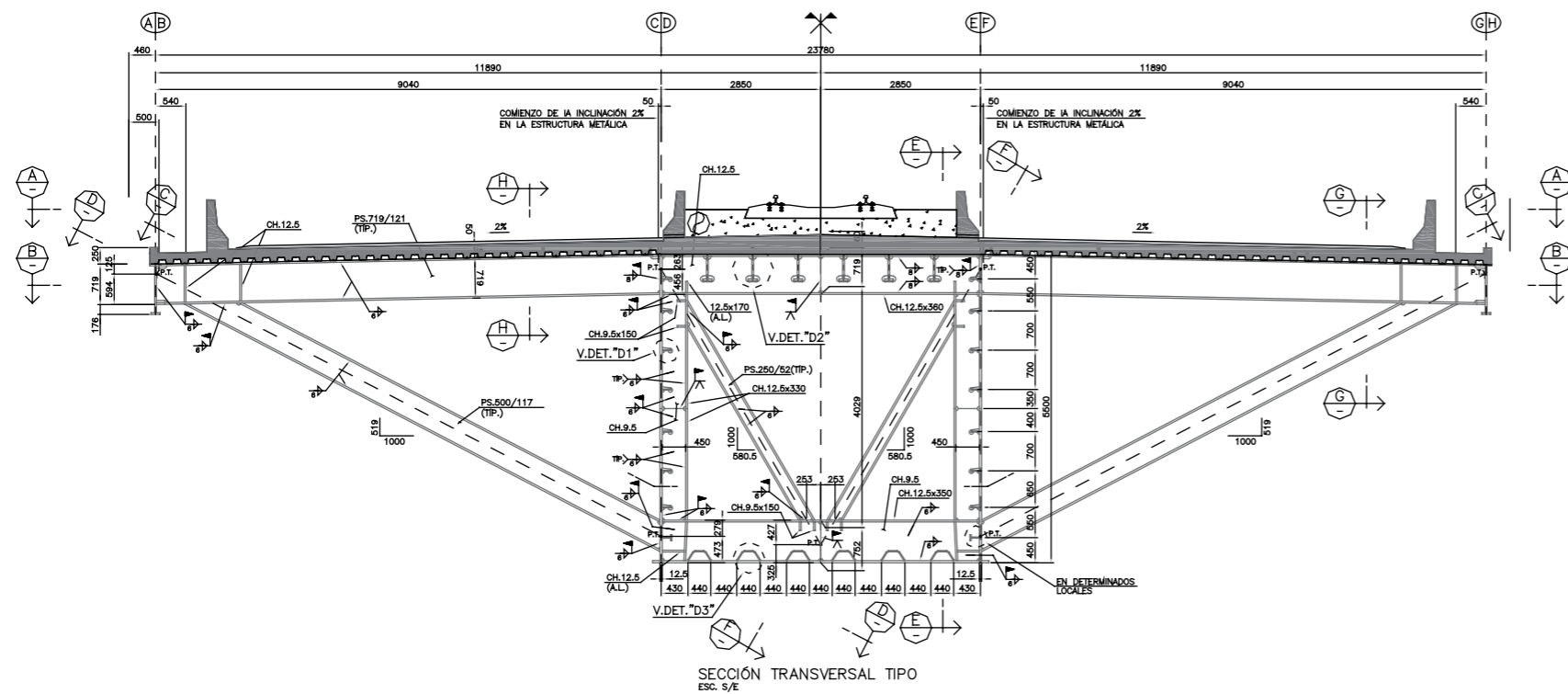
Pilar Típico



Torre Típica

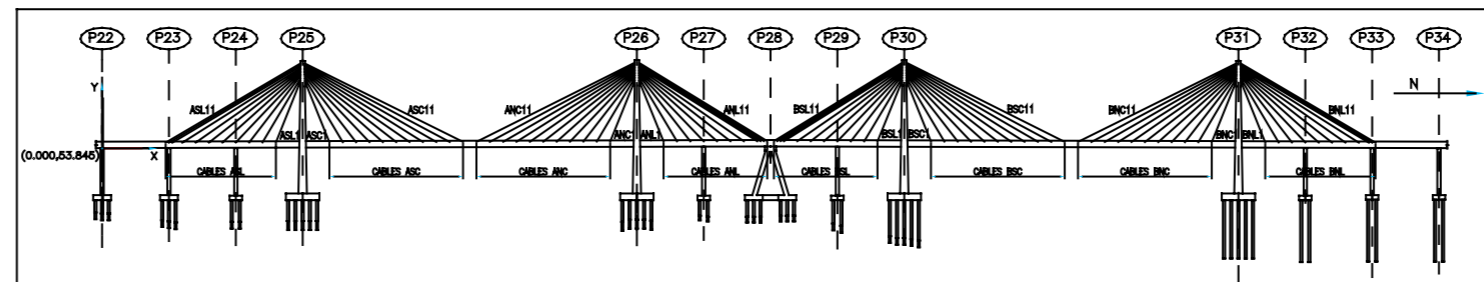
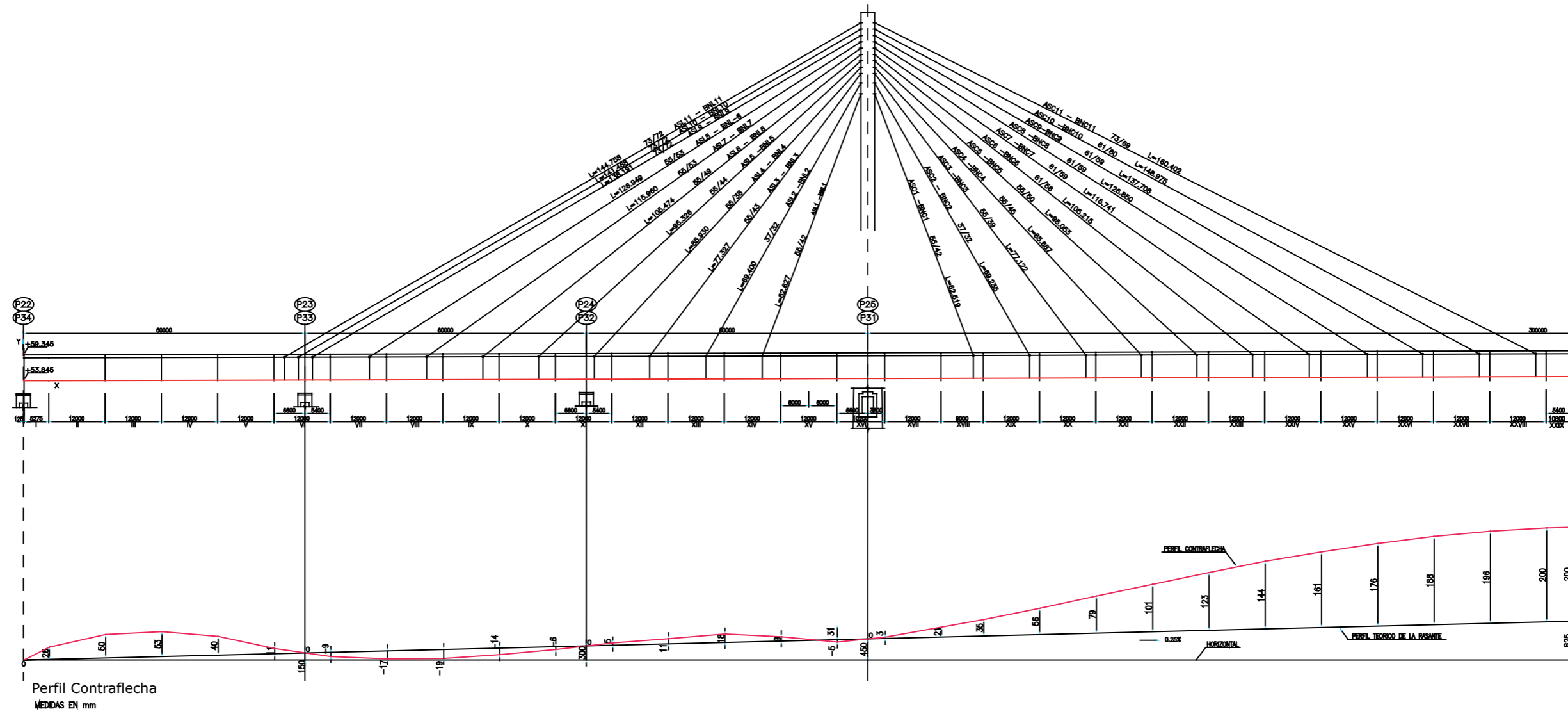


Seção Transversal e Detalhes



- NOTAS:
- 1- MEDIDAS EN MILÍMETRO, EXCETO INDICACION ESPECIFICA. TODAS LAS DIMENSIONES NO LLEVAN EN CONSIDERACION LA CONTRAFLECHA.
 - 2- MATERIAL: PLANCHAS DE ACERO ASTM A588/67.
 - 3- SIMBOLOGIA DE SOLDADURA DE ACUERDO CON NORMA "AWS".
 - 4- TRABAJE ESTE PLANO CON LOS PLANOS N° DE-03-MED-016, DE-03-MED-018, DE-03-MED-017, DE-03-MED-019, DE-03-MED-020 & DE-03-MED-021.

Geometria Típica dos Estais



Projeto de Sistemas

Atualmente, qualquer obra viária construída para suportar uma alta densidade de tráfego, pode ser considerada como uma artéria vital para o fluxo de pessoas em veículos, individuais ou coletivos, e para o escoamento de bens e produtos em geral. Desta forma, a sua correta operação e manutenção devem ser consideradas como atividades essenciais à segurança de seus usuários e do patrimônio envolvido.

No caso específico de uma obra com a complexidade, a importância e o porte da segunda ponte sobre o Rio Orinoco, que representará uma ligação vital não apenas entre as margens do rio, mas entre importantes regiões econômicas e, em função do alto custo de sua construção, a aplicação de recursos informatizados de supervisão e controle de tráfego, segurança e integridade estrutural, representa um adicional de custo irrisório face ao seu custo total, garantindo uma operação segura e otimizada ao longo de toda a sua vida útil.

As características específicas deste tipo de estrutura viária exigem um projeto especializado para permitir a sua operação em cenários meteorológicos adversos como neblina, fortes ventos, tempestades e outros. Adicionalmente, torna-se necessário existirem planos de ação adequados, a nível regional, para conviver com os cenários operacionais previsíveis. Desta forma, a palavra-chave torna-se o "Gerenciamento" preciso da operação da estrutura viária em questão, com base nos mais modernos recursos de supervisão e controle operacionais e ambientais que a tecnologia disponibiliza hoje, e complementados com uma perfeita integração destes recursos dentro da estrutura operacional da rede viária regional.

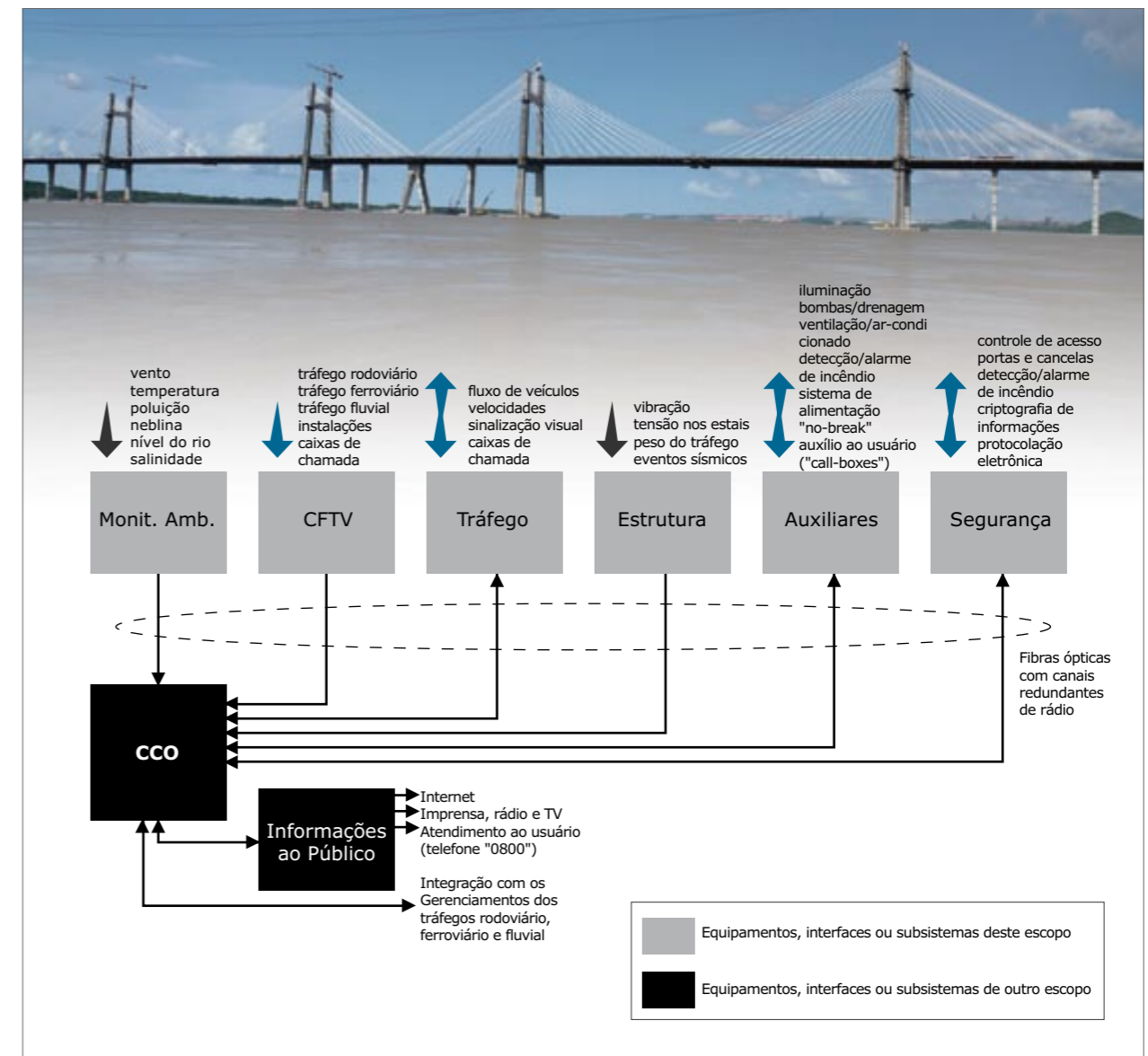
Assim sendo, foi executado o projeto básico com a especificação de um sistema de supervisão e controle para a execução destas atividades, com o objetivo de assistir e suportá-las com o uso dos mais modernos recursos disponibilizados pela atual tecnologia. O assim denominado Sistema Integrado de Supervisão e Controle (SISC) para a ponte Mista sobre o Rio Orinoco e seu sistema viário associado, contará com equipamentos de monitoração, supervisão, controle e de comunicações de última geração, permitindo a supervisão e controle a partir de um Centro de Controle Operacional.

Funcionalmente, o SISC será composto pelos seguintes subsistemas principais:

- Subsistema de Monitoração Visual (CFTV),
- Subsistema de Monitoração Estrutural,
- Subsistema de Monitoração Ambiental,
- Subsistema de Supervisão e Controle do Tráfego Rodoviário - ponte e vias de acesso,
- Subsistema de Supervisão e Controle do Tráfego Ferroviário - ponte e rede de acesso,
- Subsistema de Supervisão e Controle do Tráfego Fluvial - sob a ponte e arredores,

- Subsistema de Supervisão e Controle de Utilidades (Equipamentos Auxiliares),
- Subsistema de Segurança Física e Patrimonial,
- Subsistema de Arrecadação de Tarifas (Pedágio).

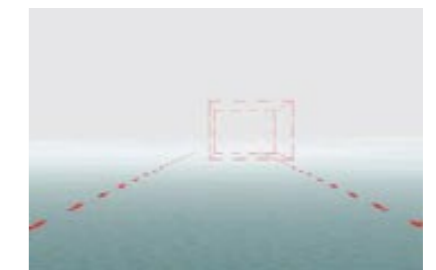
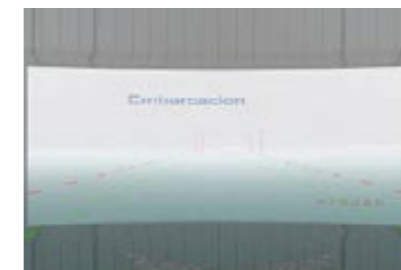
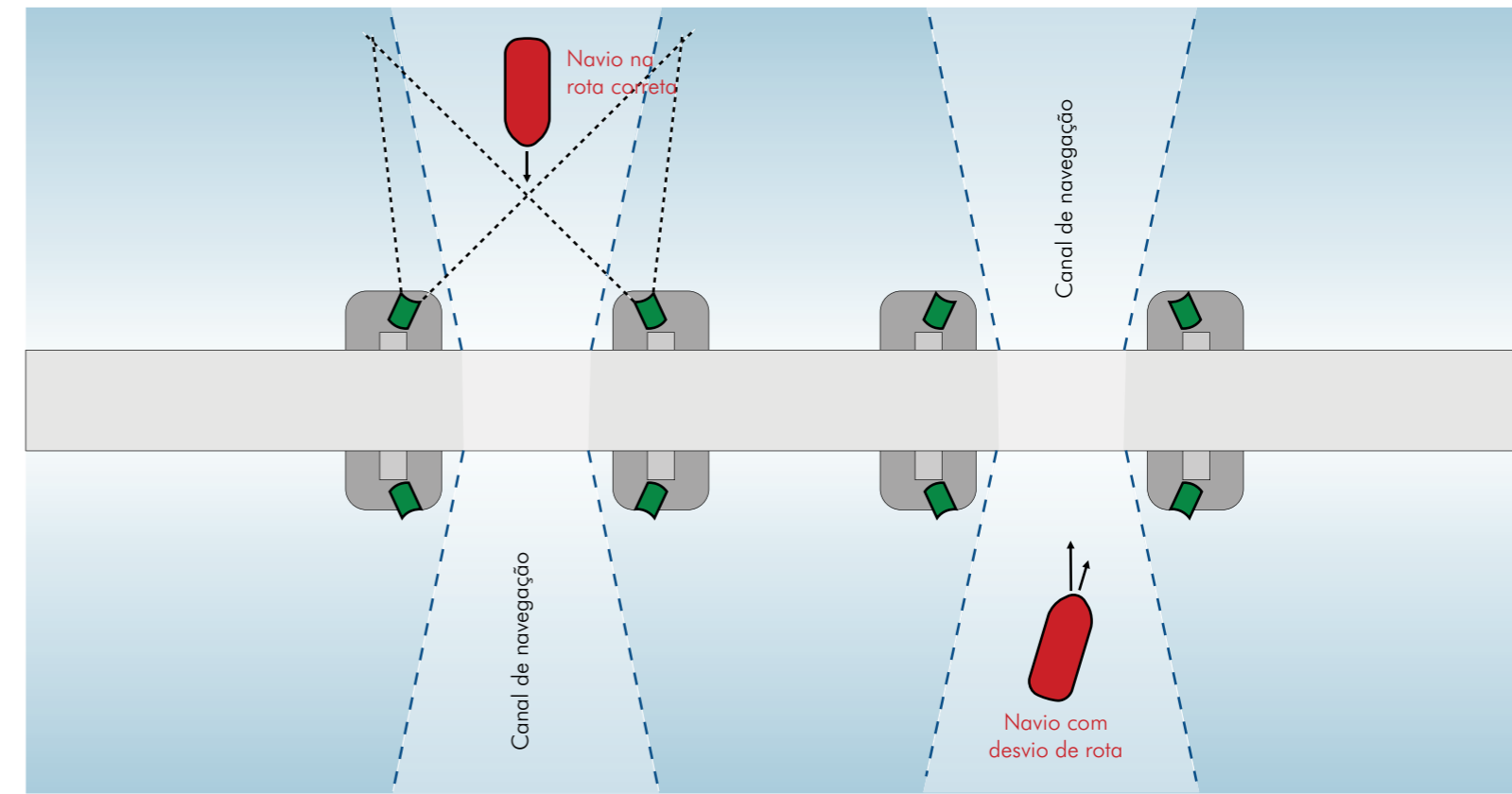
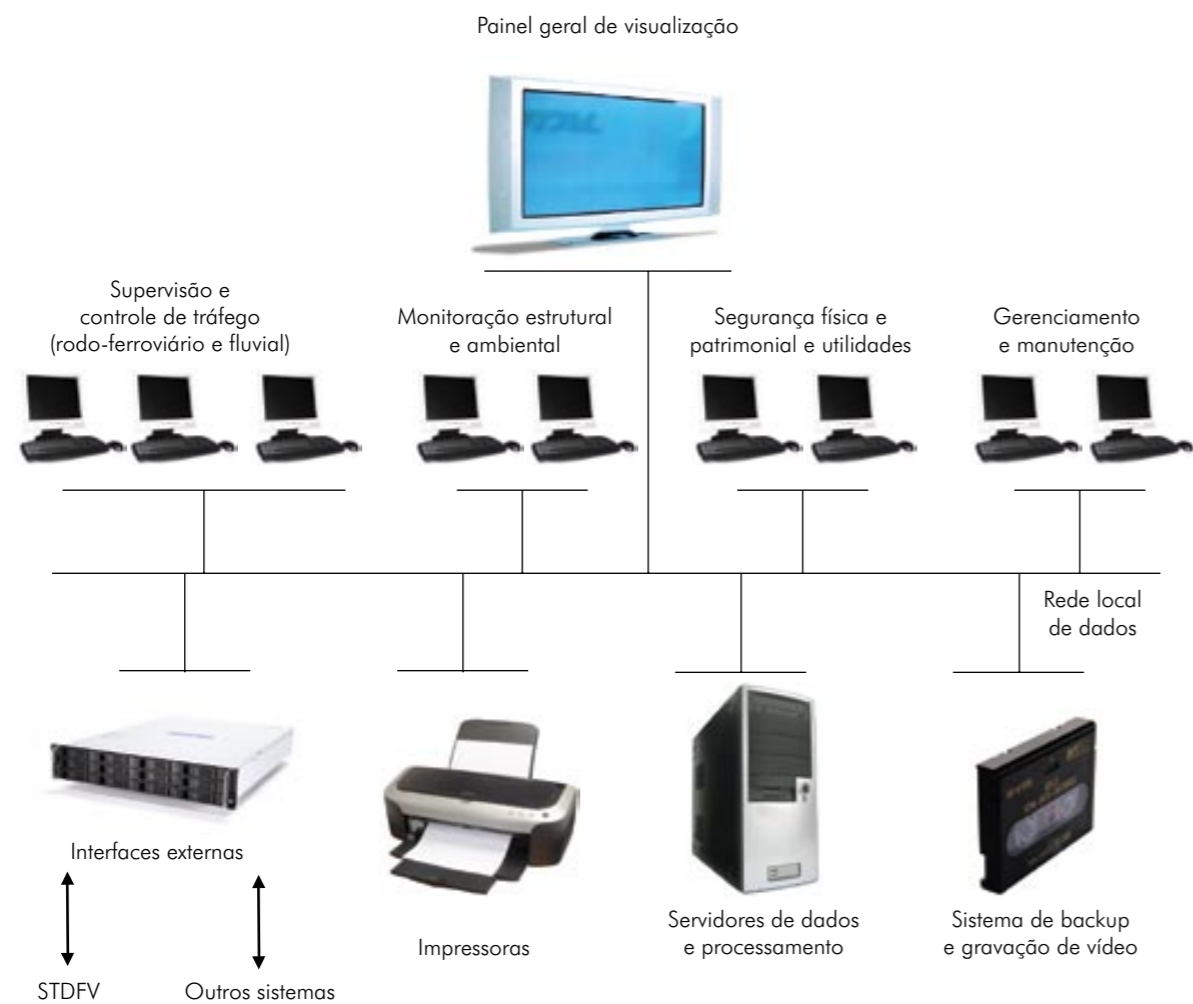
Todos estes subsistemas serão integrados em um único Centro de Controle Operacional (CCO), que receberá as informações de cada um deles, processando-as e apresentando-as aos operadores em telas de supervisão e controle, além de armazenar as informações de eventos e alarmes e manter um banco de dados operacionais e históricos.



Esboço do Sistema de Proteção

A partir deste CCO será também possível atuar remotamente em elementos de vários destes subsistemas, podendo estas atuações ser resultantes de comandos dos operadores ou de decisões automáticas tomadas pelo Subsistema Integrado de Supervisão e Controle Central. A transmissão destas informações de e para os vários locais de aquisição se dará através de um Subsistema de Transmissão de Dados, Fonia e Vídeo (STDFV).

Em especial, o monitoramento do tráfego fluvial nos canais de navegação que passam sob a Ponte será feito através de câmeras de vídeo móveis, de uso geral, instaladas no topo das 8 torres principais de estaiamento, e por câmeras de vídeo fixas, instaladas nas laterais destas torres, em ambos os lados da Ponte, de forma a termos 2 câmeras voltadas para cada canal em cada lado da Ponte, proporcionando a possibilidade de processamento estereoscópico das imagens combinadas destes pares de câmeras, o que permitirá a medida de distâncias e velocidades, com a geração automática de alarmes e avisos sempre que forem detectados desvios de rota que possam levar a potenciais colisões.



Imagens da Ponte





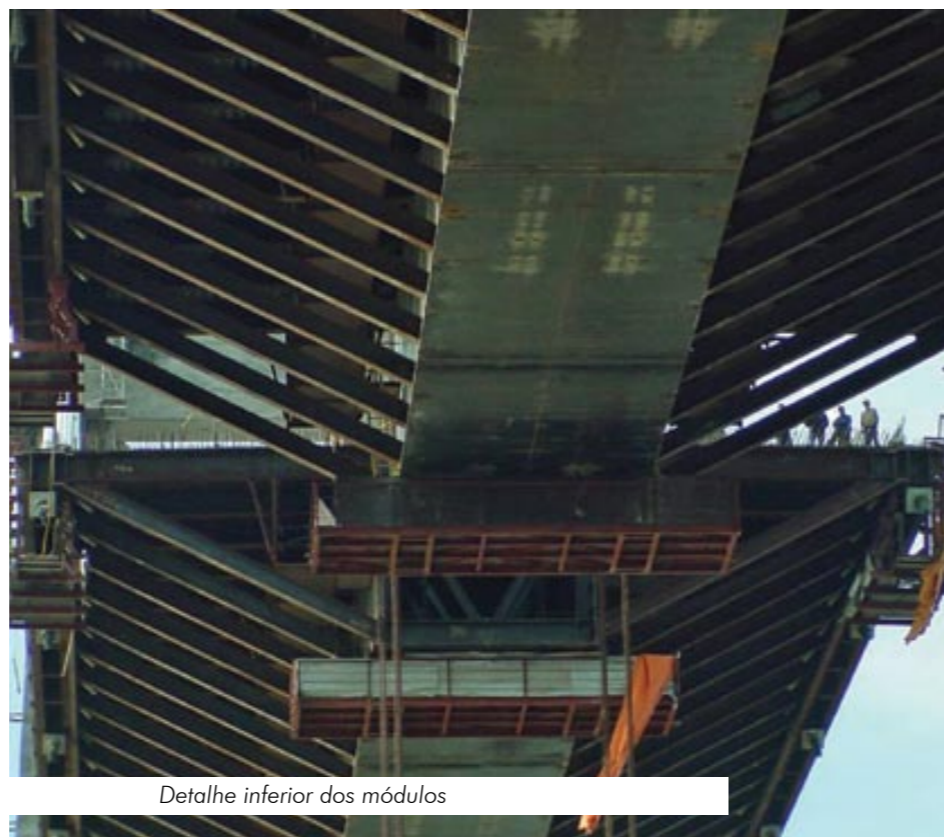
Iluminação da Ponte



Íçamento da aduela de fechamento do vão estaiado



Vista aérea das pistas pavimentadas lado sul



Detalhe inferior dos módulos



Vista aérea lateral dos vãos estaiados

Dados e Quantitativos Principais

Geometria

Extensão total - 3.120,00 ml

Largura total - 24,70 ml

Vão trecho típico - 60,00 ml

Vão trecho estaiado - 300,00 ml

Quantitativos Principais

Estacas

Extensão total - 13.600 ml

Concreto - 48.100 m³

Sapatas e blocos

Concreto - 70.500 m³

Pilares e torres

Concreto - 30.500 m³

Tabuleiro

Aço estrutural A-588 - 26.000 ton.

Concreto - 20.050 m³

Estais

Aço $f_y=1770$ MPa - 1.400 ton.

Equipe Técnica

Contratante

Eng° José Alves Ferreira Jr.

CVG - Corporación Venezolana de Guayana

Eng° Mario Mori

Eng° Lucas Valero Niño

Construtora

CNO - Construtora Norberto Odebrecht

Eng° Estevão Timponi

Eng° Mauro Martins

Eng° Milton Takeuchi

Eng° Johnny Gamboa

Projetistas - Consórcio

Brave

Figueiredo Ferraz Consultoria e Engenharia de Projeto Ltda.

Eng° João Antônio Del Nero

Eng° Aluizio Fontana Margarido

Eng° Antônio Carlos Zaitune

Eng° Roberto de Oliveira Alves

Eng° Roberto Romani

Eng° Sérgio de Gouveia Franco

Lustgarten y Asociados Ing. Consultores SC

Eng° Paul Lustgarten

Eng° Mauricio Lustgarten

Eng° Natan Lustgarten

Parcerias Técnicas

Sistemas de Supervisão e Controle

Procontrol Engenharia de Sistemas Ltda

Eng° Arnaldo Marchesin

Eng° Richard Percival Geyer

Estruturas Metálicas

RMG Engenharia

Eng° Klemens Reher

Eng° Jörn Jewe Maertens

Consultoria Internacional

LAP - Leonhardt; Andrä und Partner

Eng° Reiner Saul

Eng° Karl Humpf



Avenida Fagundes Filho, 141 - São Judas 9º andar
CEP 04304-010 | São Paulo - SP | Brasil
Tel (5511) 5085.5300 | Fax (5511) 5594.5756
www.figueiredoferraz.com.br | ff@ffcep.com.br



LUSTGARTEN Y ASOCIADOS
INGENIEROS CONSULTORES, S.C.

Torre Multinvest, Piso 7
Av. Don Eugenio Mendoza con 2da., Caracas, Venezuela
Tel (212) 267.11.85 - 25.89 - 40.34 | Fax (212) 267.32.23
www.lyacon.com | lustgarten@yaconsultores.com