

Terminal Sacomã

Vereador Osvaldo Giannotti



Introdução

Desenhado como uma grande via elevada cujo objetivo é ganhar em eficiência ao não cruzar com nenhuma outra via, o Expresso Tiradentes é uma das maiores obras de infra-estrutura viária da cidade de São Paulo. Quando concluído, interligará a Zona Leste ao Centro, atendendo uma população estimada de 1.500.000 habitantes.

O trecho já implantado e em operação transporta atualmente cerca de 50 mil passageiros por dia. Interliga o bairro do Sacomã, na zona sul de São Paulo, ao Parque D. Pedro II, percorrendo 8,5 quilômetros, sendo 3 quilômetros no nível do rio Tamanduateí e 5,5 quilômetros em vias elevadas sobre as avenidas do Estado e Juntas Provisórias.

O Terminal Sacomã é a parte mais importante e complexa desse projeto, ao agregar, num mesmo edifício, a estação terminal do Expresso Tiradentes e um terminal de ônibus urbano. Localizado na praça Altemar Dutra, na saída para a Via Anchieta, o Edifício Terminal permite a integração de 31 linhas municipais e 29 linhas metropolitanas oriundas do ABC com o Expresso Tiradentes. Haverá também uma integração com a Linha 2 do Metrô, com a inauguração da futura Estação Sacomã.

Sua forma oval suspensa possui um grande vazio interno, amplamente iluminado com aberturas zenitais, que remetem a espacialidade paulista. Foi projetado para tornar-se um marco na paisagem onde se encontra inserido, dinamizando a região do Ipiranga e Sacomã e, ao mesmo tempo, cumprir seu papel social de unidade integradora de áreas como a Favela do Heliópolis ao tecido urbano da cidade, dignificando a condição de cidadão de seus moradores ao oferecer, ao mesmo tempo, um espaço funcional marcante e arrojado, proporcionando conforto ao usuário, com sua generosa cobertura e reduzindo o tempo gasto em seus trajetos diários.

O Edifício possui três pisos: no pavimento térreo do Terminal Sacomã está localizado o terminal de ônibus. O piso intermediário, Mezanino, abriga os setores operacionais e administrativos da linha, bilheteria e controle. No piso superior, VLP, circulam os veículos do Expresso Tiradentes. Todo o projeto leva em conta a acessibilidade dos usuários, utilizando-se de rampas para acesso e escadas rolantes e elevadores para a ligação entre os pisos.

Projeto Executivo de Engenharia Estrutural

Figueiredo Ferraz - Consultoria e Engenharia de Projeto Ltda.

Eng. Rodrigo de Assis - estruturas
Eng. Luiz Antonio Chiereghini - estruturas
Eng. Luís Fernando Romão - estruturas
Eng. Roberto Romani - estruturas
Eng. Mario Mori - fundações

Direção Técnica

Nelson Nagj Zahr
Roberto de Oliveira Alves

Coordenação

Decio Luiz Goulart

Arquitetura

Ruy Ohtake Arquitetura e Urbanismo
Contier Arquitetura S. C. Ltda.

Sumário



Características Técnicas 4



Piso Mezanino 6



Piso VLP 8



Método Executivo 10



Evolução da Obra 15



Desenhos Técnicos 24

Características Técnicas

A estação do Terminal Sacomã é uma edificação com 3 pisos e área de 12.600 m², construída em concreto armado e protendido, com cobertura metálica.

A estrutura, com dimensões em planta de 97,60 m x 49,40 m, não possui juntas de dilatação e por esta razão foi necessária a utilização de técnicas construtivas sofisticadas.

Os vãos e locação dos pilares são indicados nos croquis apresentados.

O Térreo, onde funciona o terminal de ônibus, está locado aproximadamente na cota 741,00 m.

O piso Mezanino, cota 747,70 m, é todo executado em concreto armado, com vigas de altura igual a 0,90 m apoiadas nos pilares e em tirantes ancorados no piso superior (VLP).

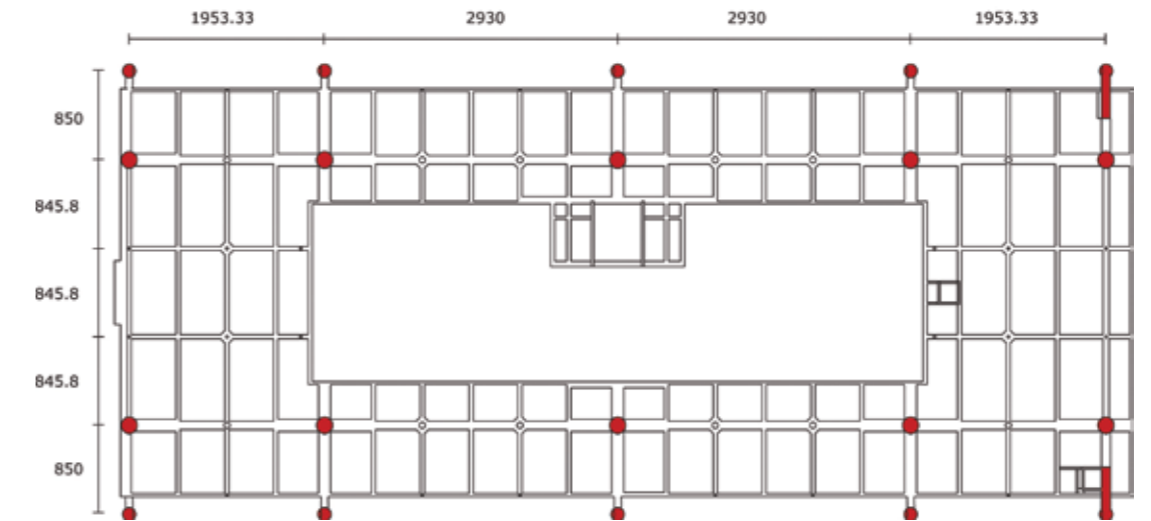
No piso VLP, cota 754,20 m, as vigas longitudinais principais, com 1,80 m de altura, são protendidas, e as demais vigas, de altura igual a 1,60 m, são em concreto armado. Para o apoio das vigas protendidas utilizaram-se aparelhos metálicos móveis e fixos.

A cobertura do terminal é executada em estrutura metálica.

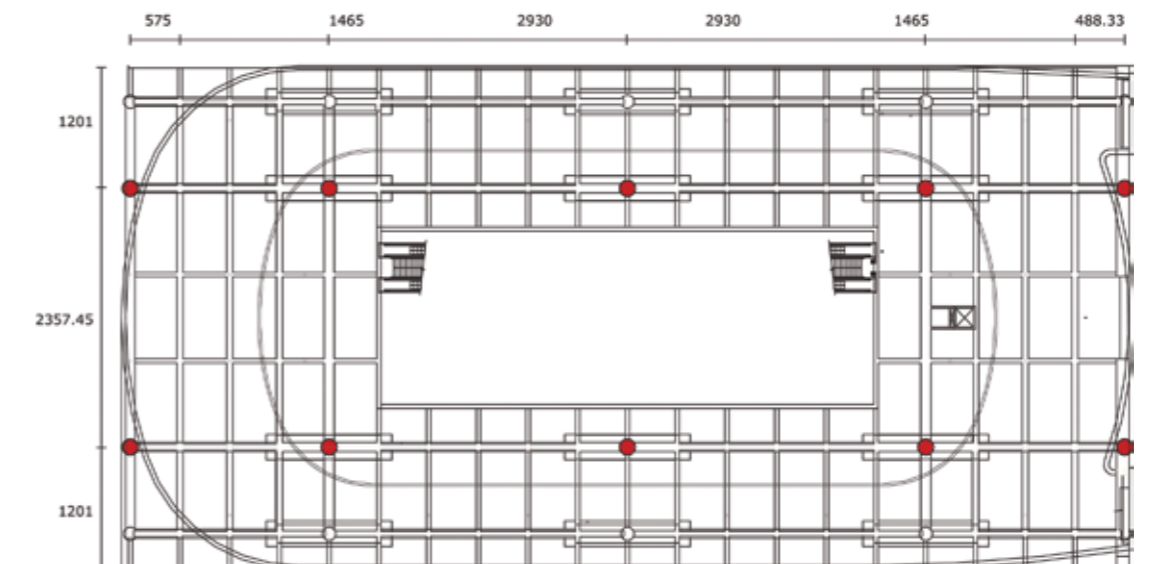
Materiais e dispositivos utilizados

Os principais materiais utilizados no projeto têm as seguintes características:

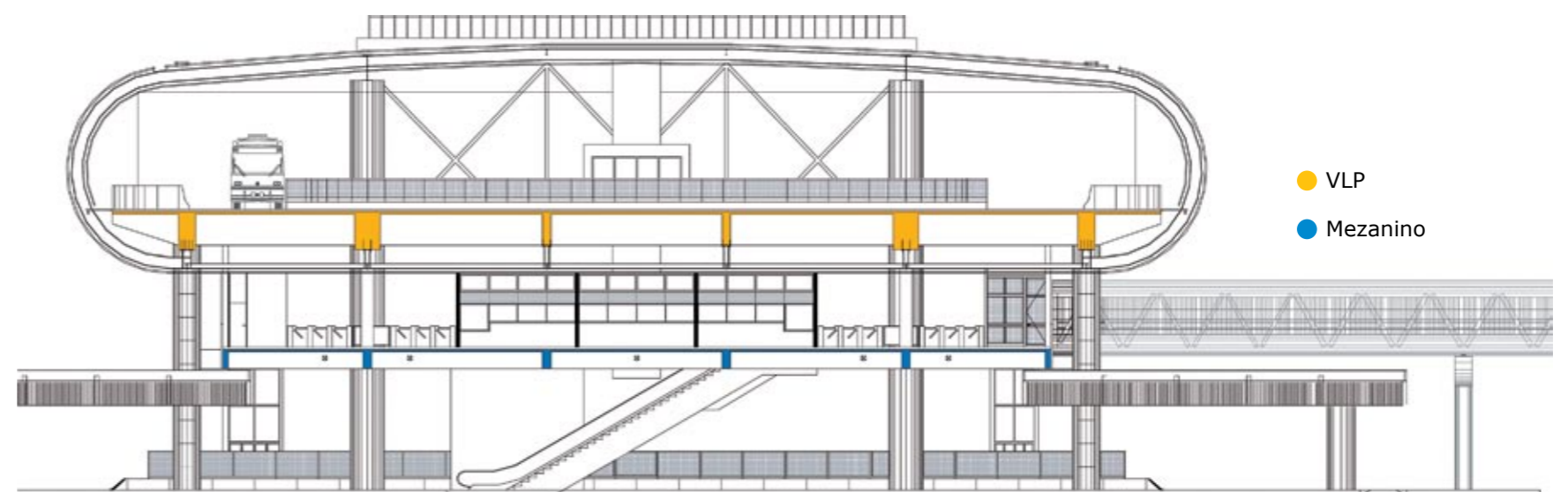
- Concreto – 20 MPa – para estacas;
- Concreto – 25 MPa - para blocos;
- Concreto – 30 MPa – para pilares e vigas e lajes do piso Mezanino;
- Concreto – 35 MPa – para vigas e lajes do piso VLP;
- Armadura passiva – Aço CA50;
- Armadura ativa – Aço CP 190RB;
- Tirantes – barras Dywidag Ø 32mm – Aço ST 85/105;
- Aparelhos de apoio metálicos da PROFIP: VM 3000/50/20, VM 6500/50/20, VF 3500 e VF 15000;
- Aço Estrutural ASTM A-588 – cobertura metálica.



● Planta - piso mezanino com indicação dos pilares e tirantes



● Planta piso VLP



● VLP

● Mezanino

Piso Mezanino

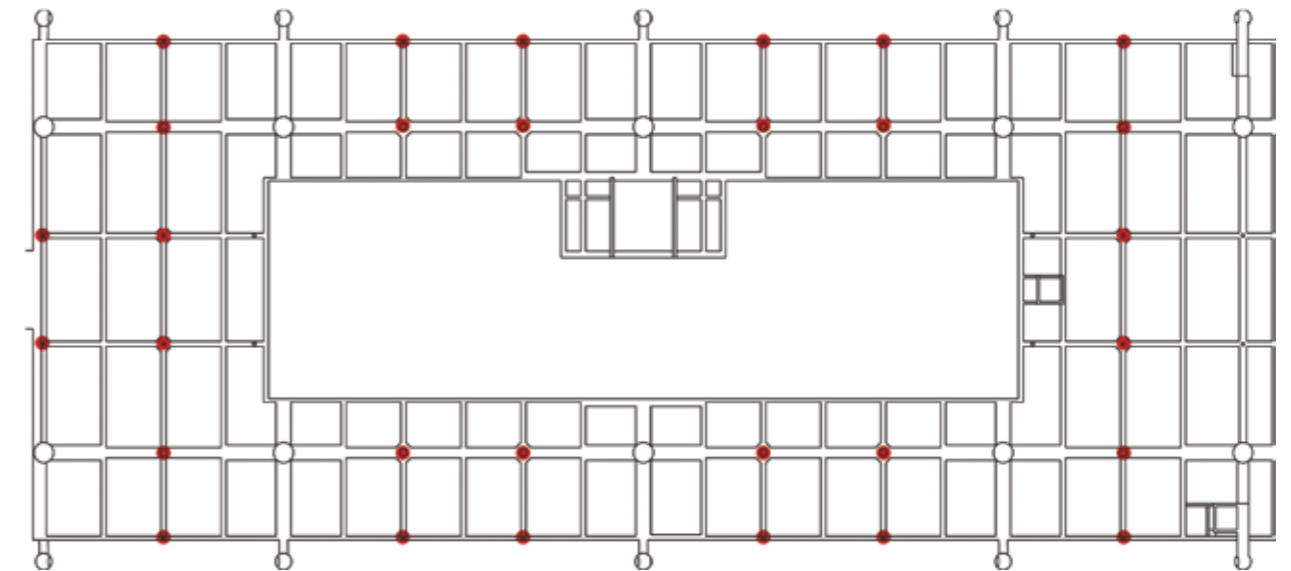
O piso Mezanino, na cota 747,70 m, é executado em concreto armado, com laje de 0,15 m de espessura sobre uma grelha de vigas.

Em função dos níveis adotados para os pisos Térreo e VLP (superior) e do gabarito necessário para a circulação dos ônibus no nível Térreo chegou-se em uma altura limite de 0,90 m para as vigas deste piso, bastante reduzida para vãos de até 29,30 m.

Devido à impossibilidade de implantação de pilares intermediários no piso térreo, por questões arquitetônicas, recorreu-se à utilização de tirantes ancorados no piso VLP. Assim, os vãos a serem vencidos pelas vigas do Mezanino ficaram da ordem de 9,76 m, com locação apresentada no croqui do piso Mezanino.



Laje do piso mezanino cimbrada sobre treliça com 25m de vão



● Locação dos tirantes



Vista da estrutura do piso mezanino



Detalhe de tirante entre os pisos VLP e Mezanino

Os tirantes foram projetados com barras DYWIDAG, diâmetro de 32 mm, em aço ST-85/105, apresentando 2, 4 ou 6 barras em razão das cargas atuantes. O piso Mezanino foi o último a ser executado, pois está suspenso no piso VLP.

Para a estrutura do Mezanino estudaram-se também os efeitos de uma eventual troca ou manutenção dos aparelhos de apoio das vigas do piso VLP, já que os dois pisos estão ligados por meio dos tirantes.

Piso VLP

O piso VLP, destinado para o embarque e desembarque dos veículos do Expresso Tiradentes, também foi solucionado utilizando uma grelha de vigas, com laje em concreto armado de 0,20 m de espessura. Além das cargas do próprio piso, que incluem os veículos, grande parcela da carga do piso Mezanino é transferida para as vigas do VLP através dos tirantes.

Em razão das cargas atuantes e do vão máximo entre pilares de 29,30 m, decidiu-se utilizar protensão nas vigas longitudinais principais deste piso, localizadas nos eixos sobre os pilares. Todas as demais vigas são solucionadas com concreto armado.

Afim de minimizar os efeitos da variação de temperatura, fluência e retração, visto que não há juntas de dilatação, utilizaram-se aparelhos de apoio metálicos, móveis e fixos, sob as vigas protendidas. Nos pilares extremos, as vigas estão apoiadas em aparelhos metálicos móveis. Nos dois pilares seguintes às extremidades, utilizaram-se apoios metálicos fixos, mantendo-se uma ligação monolítica nos pilares centrais. Os apoios metálicos são os fornecidos pela PROFIP.

As vigas protendidas, todas com 1,80 m de altura, possuem seção transversal bastante otimizada, visando adequar sua utilização às solicitações atuantes.



Detalhe das cabeças de ancoragem das vigas protendidas - nível VLP



Viga do VLP com tirante do mezanino



Detalhe de viga sobre aparelhos de apoio metálicos



Vista da estrutura do nível VLP e detalhe dos nichos de protensão

Método Executivo

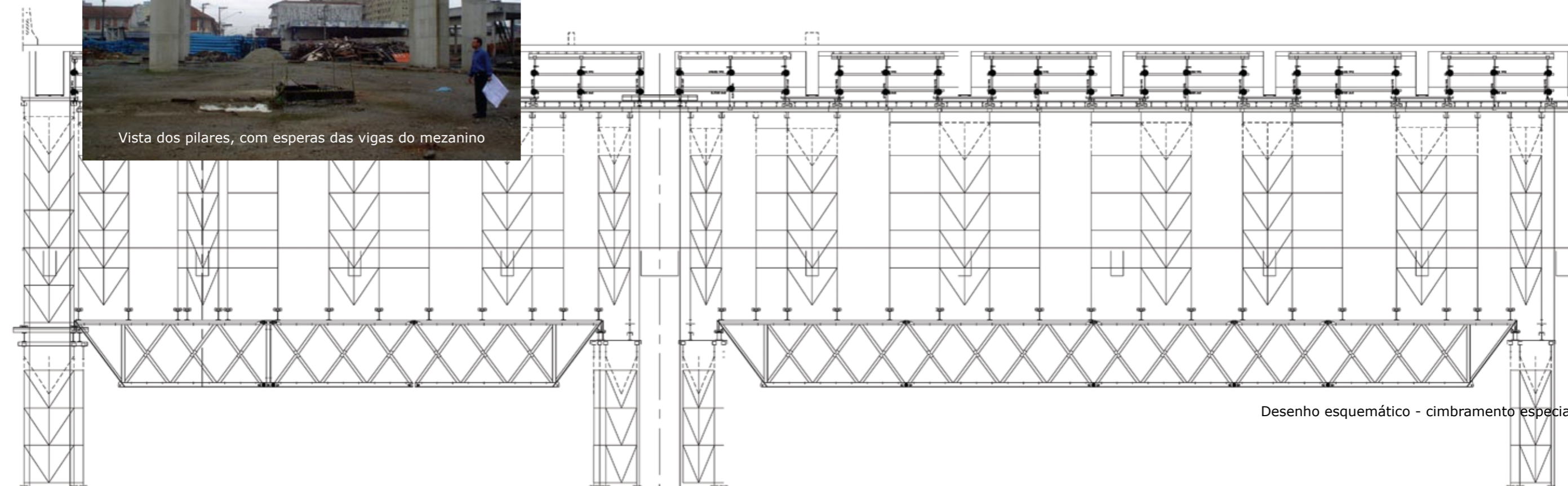
Devido à particularidade do piso Mezanino ser suspenso por tirantes ancorados no piso VLP, a seqüência executiva teve de ser invertida.

Todos os pilares foram executados até a cota de apoio das vigas do piso VLP, sendo necessário posicionar todas as esperas das vigas do piso Mezanino que cruzam com os pilares.

Utilizou-se um cimbramento especial, com treliças metálicas do tipo T30 vencendo os vãos da direção longitudinal da obra (19,5m e 29,3m), apoiadas nos blocos dos pilares. As treliças foram posicionadas de forma a servir à todas as etapas da obra; na concretagem do piso VLP e, posteriormente, escorando o piso Mezanino. A altura de instalação das treliças permitiu a livre circulação de veículos e equipamentos pela obra.



Montagem do cimbramento especial



Desenho esquemático - cimbramento especial

Método Executivo

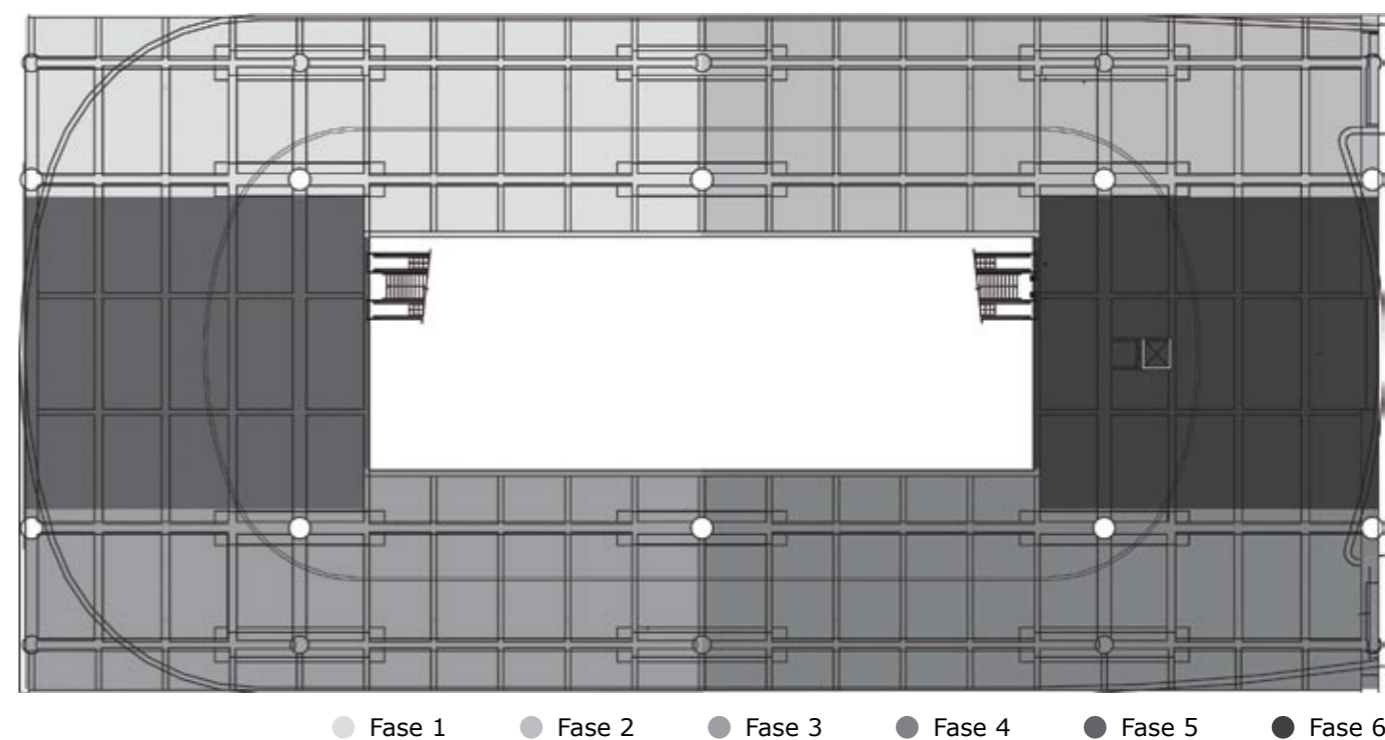
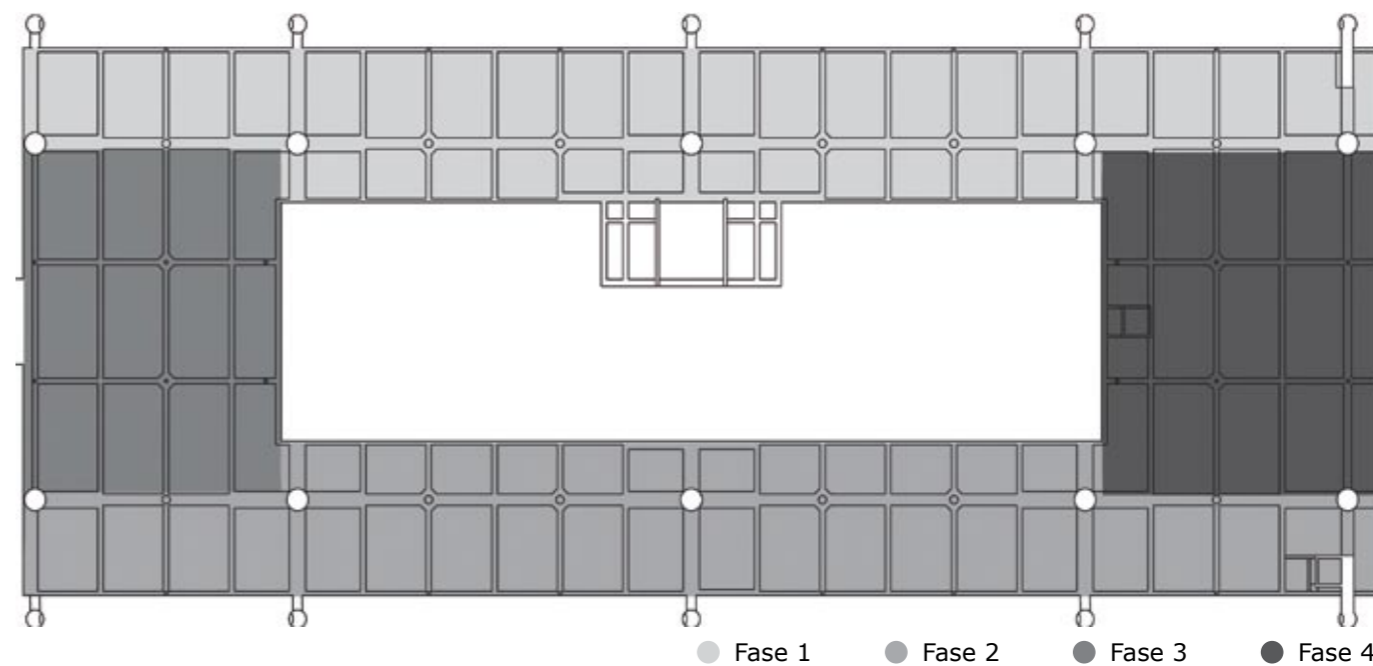
Devido à ausência de juntas na estrutura, elaborou-se um detalhado plano de concretagem, apresentado a seguir.

O piso VLP e o Mezanino foram divididos, respectivamente, em 6 e 4 fases de execução, de acordo com os croquis seguintes:



Concretagem do piso VLP, observando-se as bainhas dos cabos de protensão

Laje do VLP descimbrada com destaque para os tirantes (bainha em azul)



Método Executivo

Cobertura metálica do VLP com detalhe do seu fechamento



Vista geral - mezanino - fase 2



Concretagem da laje da fase 2 - mezanino

Evolução da Obra



Fundação



Pilares

Evolução da Obra



Fases 1 e 2 do piso VLP



Fases 3 e 4 do piso VLP

Fases 5 e 6 do piso VLP



Laje do piso VLP concluída



Fases 1 e 2 do piso mezanino

Evolução da Obra



Execução do piso Mezanino



Cobertura metálica



Obra concluída

Evolução da Obra



Obra concluída

Evolução da Obra

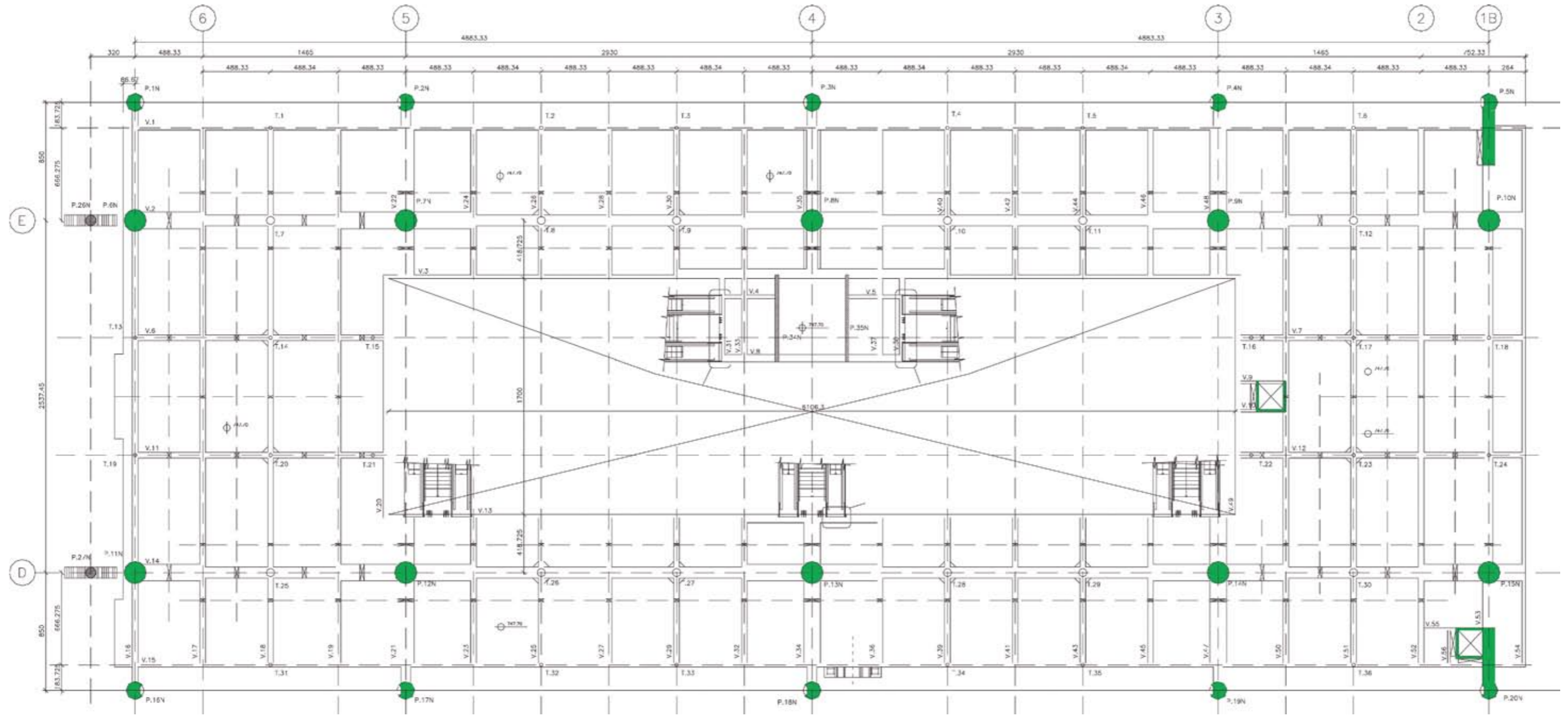


Movimento do ônibus no terminal



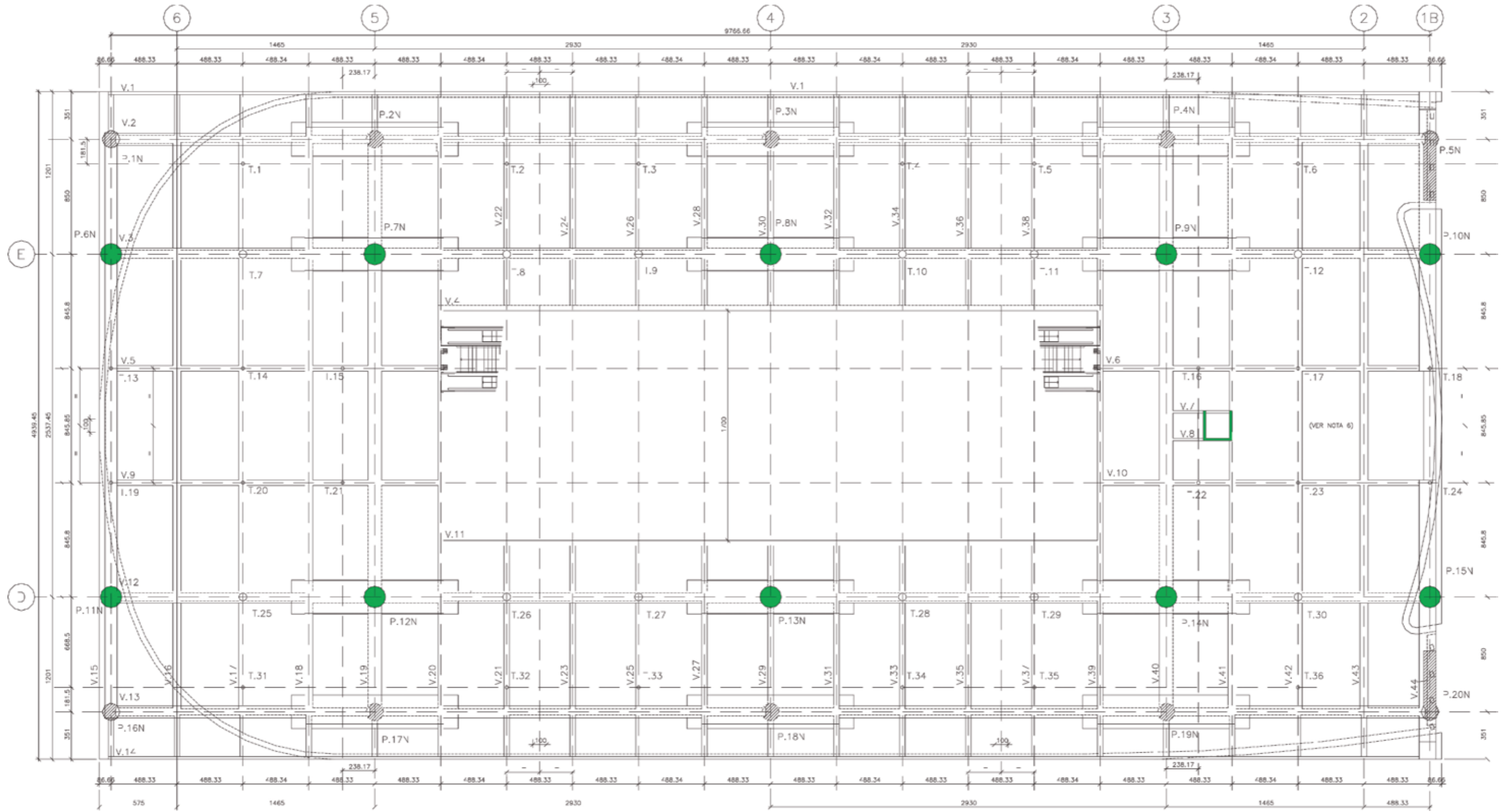
Obra concluída

Desenhos Técnicos



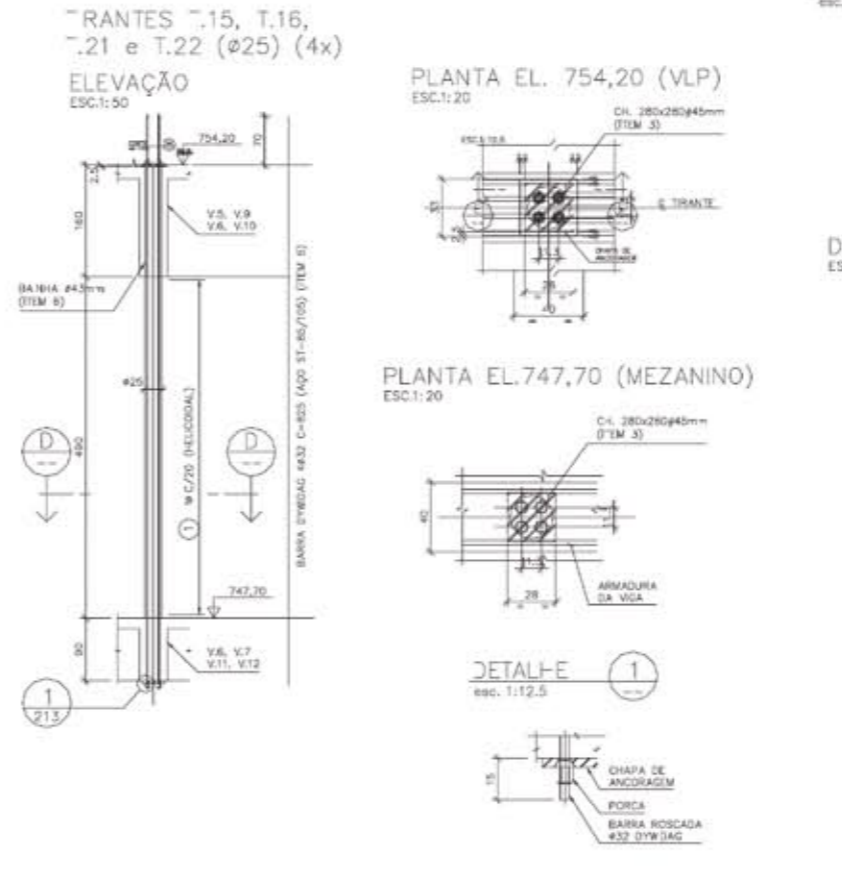
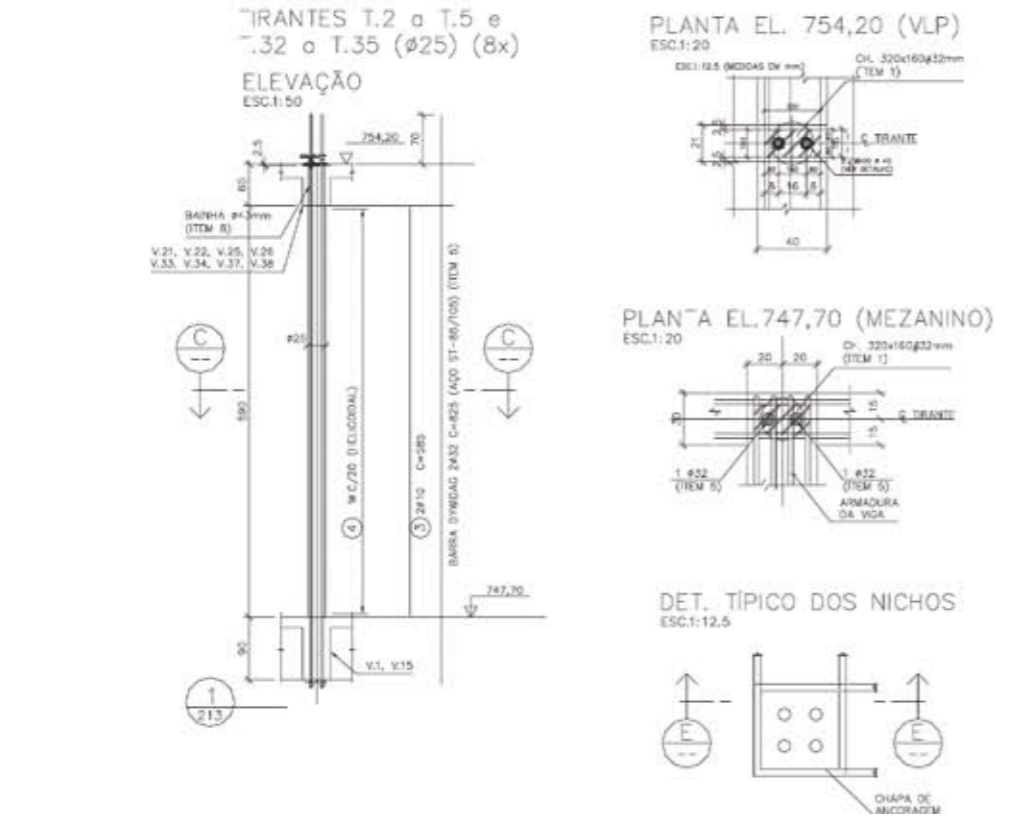
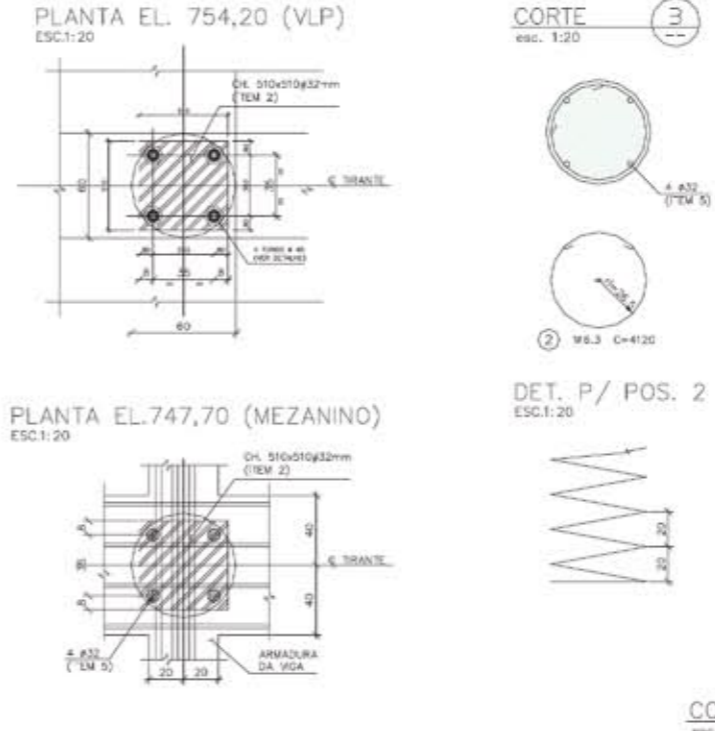
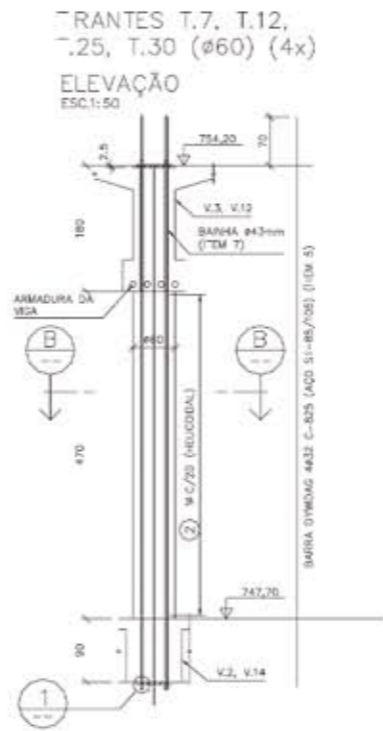
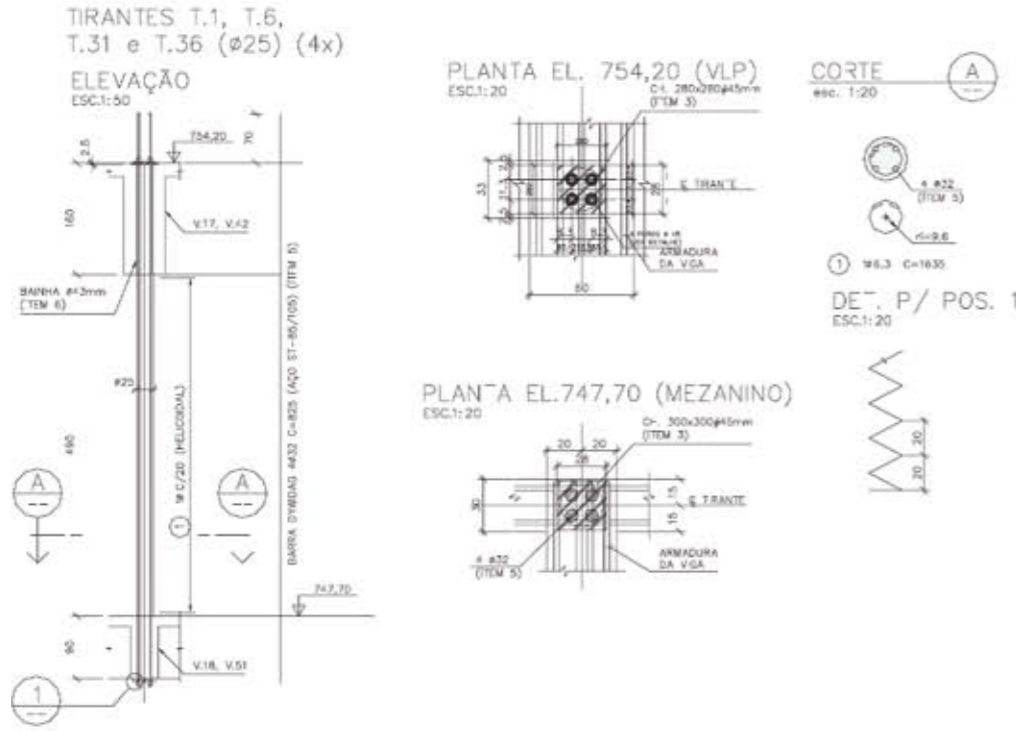
Formas do Mezanino

Desenhos Técnicos

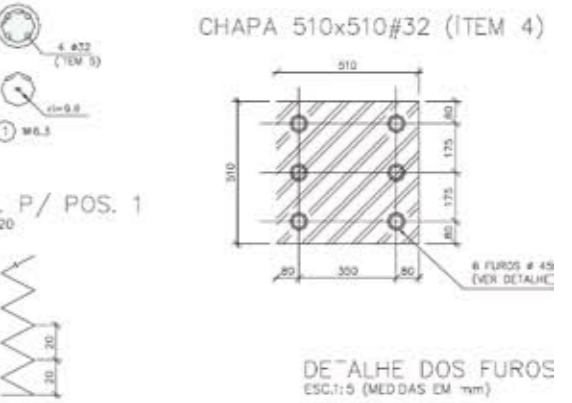
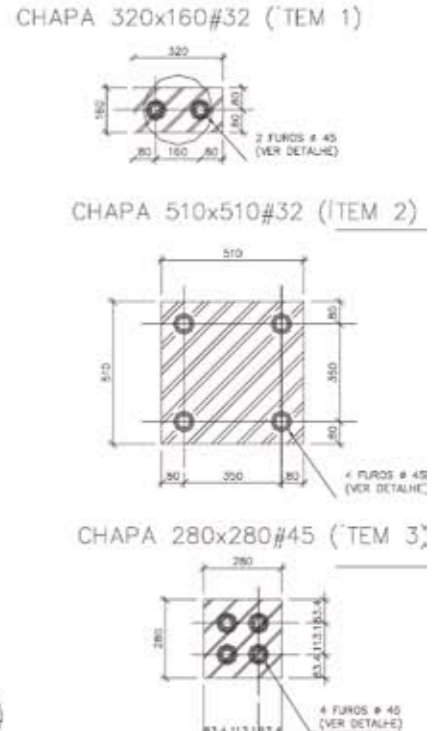


Formas do Piso VLP

Desenhos Técnicos



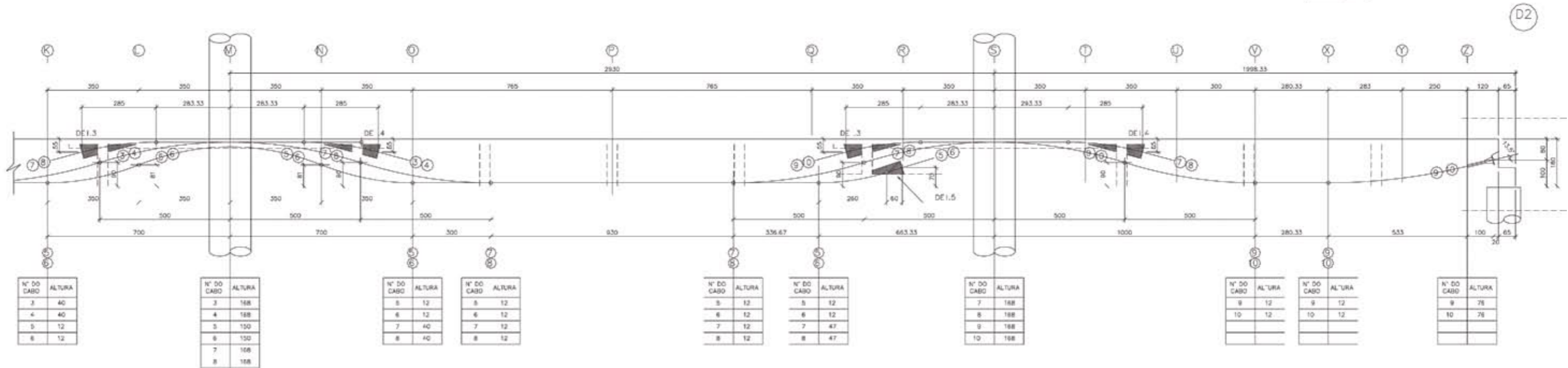
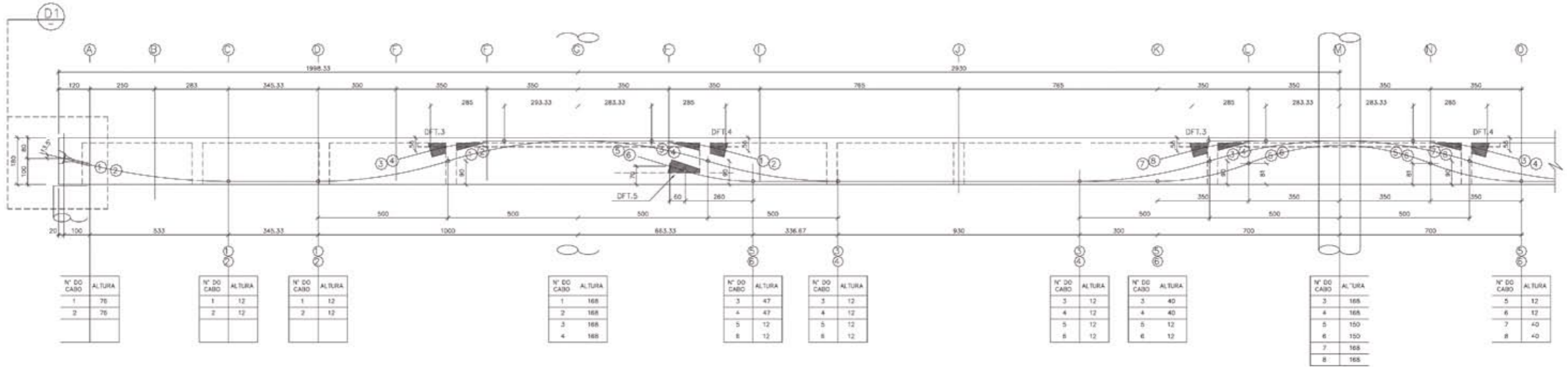
Detalhe dos tirantes



- NOTAS:**
- 1- PARA LOCAÇÃO VER DESENHO DE-014.61/ES4/101 e 104 e 201 e 204
 - 2- MEDIDAS EM CENTÍMETRO E NÍVEIS EM METRO.
 - 3- CONCRETO fck >= 30 MPa.
 - 4- PARA LISTA DE MATERIAS VER DES. DE-014.61/ES4/235
 - 5- AS BARRAS DYWIDAG, AS PORCAS E AS CHAPAS DE ANCORAGEM DEVEM SER PROTEGIDAS COM PINTURA ANT-CORROSIVA A BASE DE EPOXI.
 - 6- ANTES DA RETIRADA DO CIMENTAMENTO DO NÍVEL MEZANINO, AJUSTAR AS PORCAS NAS DUAS EXTREMIDADES DAS BARRAS, DEIXANDO AS MESMAS TENS ONDAS.

Desenhos Técnicos

Armadura protendida da V2 e V13



SEQUÊNCIA DE PROTENSÃO	
ETAPA	CABOS
1	C1, C2, C9, C10
2	C3, C4, C7, C8
3	C5, C6

ATENÇÃO:

OS CABOS DAS ETAPAS 1 - 2 DA VIGA V2 DEVERÃO SER PROTENSADOS SIMULTANEAMENTE COM OS CABOS DAS ETAPAS 1 - 2 - 3 DA VIGA V3

OS CABOS DA ETAPA 3 DA VIGA V2 DEVERÃO SER PROTENSADOS SIMULTANEAMENTE COM OS CABOS DAS ETAPAS 4 - 5 DA VIGA V3

POSTERIORMENTE UTILIZAR A MESMA SEQUÊNCIA PARA AS VIGAS V13 e V12

TABELA DE PROTENSÃO CP-190 RB				ALONGAMENTO TOTAL (m.m.)
Nº DO CABO	QUANT.	COMPR. DA BANHA(m.)	COMPR. DO CABO (m.)	
1	1	25.75	26.25	186
2	1	25.75	26.25	186
3	1	41.15	43.65	273
4	1	41.15	43.65	273
5	1	51.20	53.70	338
6	1	51.20	53.70	338
7	1	41.15	43.65	273
8	1	41.15	43.65	273
9	1	25.10	27.60	182
10	1	25.10	27.60	182
TOTAL	10	368.30	393.30	-
TOTAL P/ 1 VIGA				6508 kg
TOTAL P/ 2 VIGAS				13016 kg

NOTAS:

- 1 - CONCRETO fck > 35MPa
- 2 - PROTENSÃO:
 - AÇO CP 190RB
 - CABOS 15ø 15,2mm - FORÇA DE PROTENSÃO INICIAL= 300 tf
 - ÁREA DO CABO= 21,0 cm²
 - ATRITO EM CURVA= 0,20
 - ATRITO EM RECTA= 0,0020
 - MÓDULO DE ELASTICIDADE E= 1,95x10⁸ da/m²
 - BANHA METÁLICA SEMI RÍGIDA #90/95cm (ENFAIXAÇÃO POSTERIOR)
 - ANCORAGEM ATIVA PARA 15ø15,2mm
- 3 - LIBERAÇÃO PARA CORTE E FLEÇÃO:
 - OS CABOS DE PROTENSÃO FICAM AUTOMATICAMENTE LIBERADOS PARA CORTE E FLEÇÃO QUANDO OS DESVIOS DE ALONGAMENTO FOREM INFERIORES A 5%
- 4 - RESISTÊNCIA REQUISITADA PARA CONCRETO DURANTE A PROTENSÃO:
 - fck > 31MPa
 - t > 7 DIAS
- 5 - MEDIDAS EM CENTÍMETRO.
- 6 - VER SEÇÕES NO DES. 014.81/134/238
- 7 - DFT.4-FS NOS DFL. DF-014.61/754/229 + 230

Avenida Rebouças, 1169 - Jardim Paulista, São Paulo, SP, 05401-150
São Paulo - SP | Tel (5511) 5085.5300 | Fax (5511) 5594.5756
www.figueiredoferraz.com.br



FIGUEIREDO FERRAZ
CONSULTORIA E ENGENHARIA DE PROJETO S. A.

