

GRANDE UFFICIALE EVARISTO COMOLATTI

**Avenida Paulista x Rua da Consolação
São Paulo - SP**

Memorial Descritivo das Contenções e Fundações

27 de setembro de 2017

1. Empreendimento

Edifício Comercial – **GRANDE UFFICIALE EVARISTO COMOLATTI** - com 4 Subsolos, Térreo, Mezanino, 11 Pavimentos tipo e Cobertura Projetado situado na Esquina da Avenida Paulista com a Rua da Consolação, São Paulo – SP

Proprietário: STAN EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS

Arquitetura: BOTTI RUBIN ARQUITETOS

Projeto Estrutural: JKMF ENGENHEIROS CIVIS LTDA.

Projeto das Fundações: CONSULTRIX ENGENHEIROS ASSOCIADOS LTDA.

Construtora: RFM ENGENHARIA

Executor das Fundações e Contensões: GEOFIX

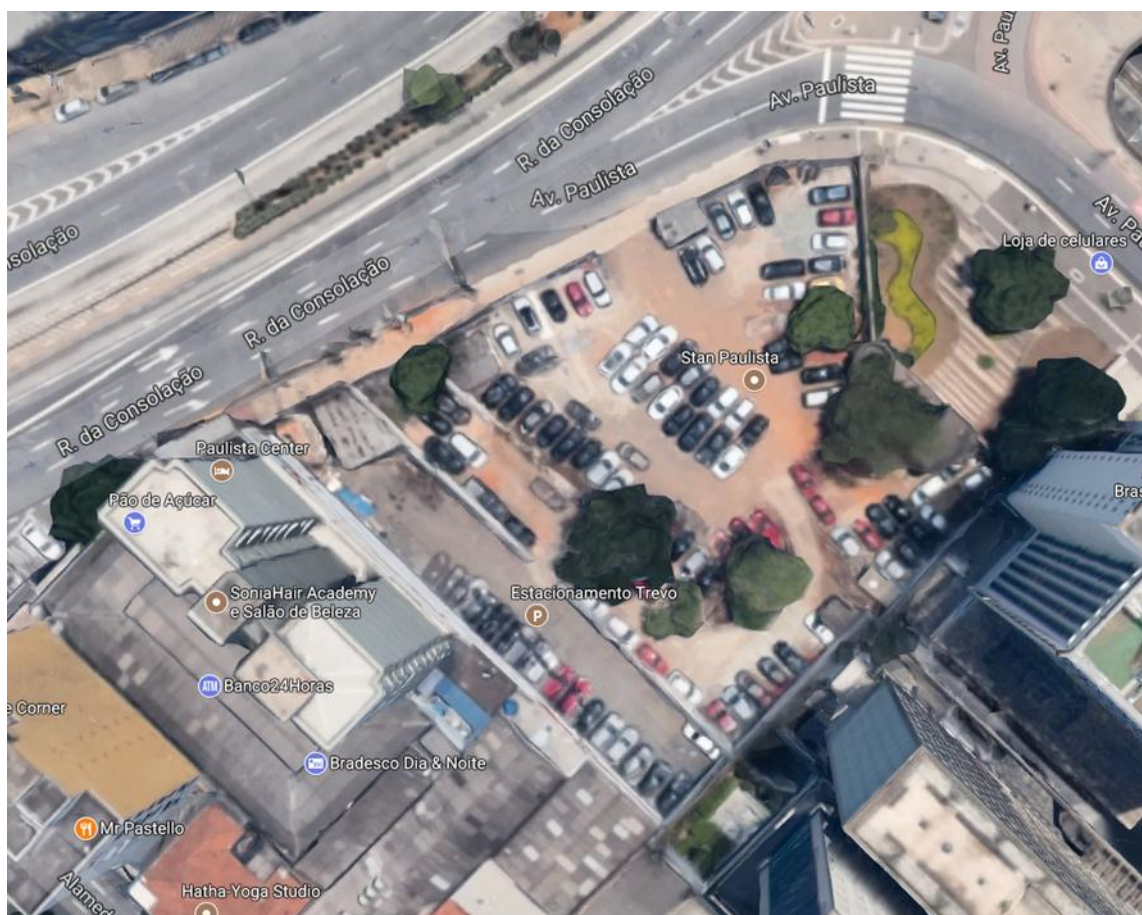


Foto 1 – Localização do terreno – Fonte: GOOGLE

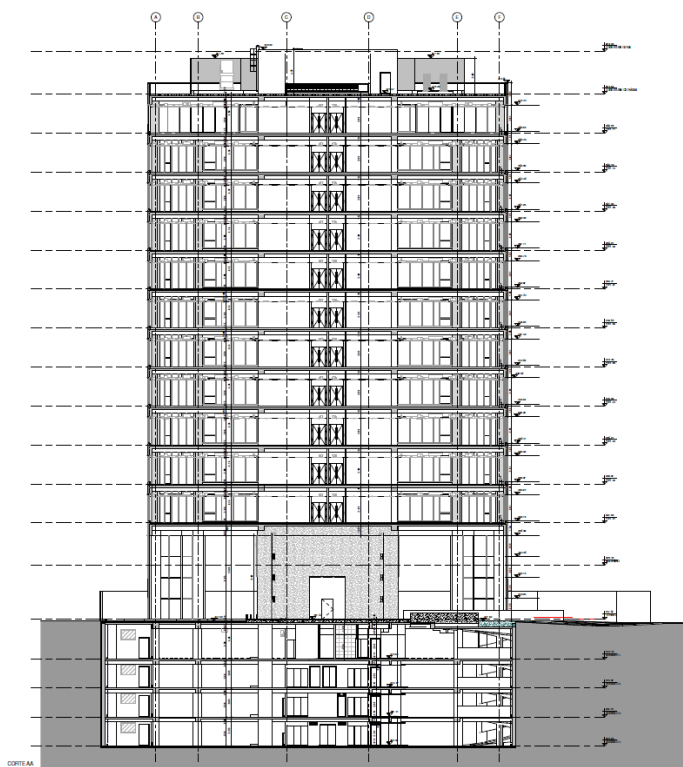


Figura 1 – Corte Arquitetônico Esquemático



Figura 2 – Fachada

2. Estruturas Existentes do Metrô de São Paulo

Como condições de contorno existem as seguintes interferências com o Metrô de São Paulo:

Túneis:

- Existem três Túneis interligados utilizados para as Áreas Técnicas com o seu topo a uma profundidade aproximada de 21,50m da cota da calçada;

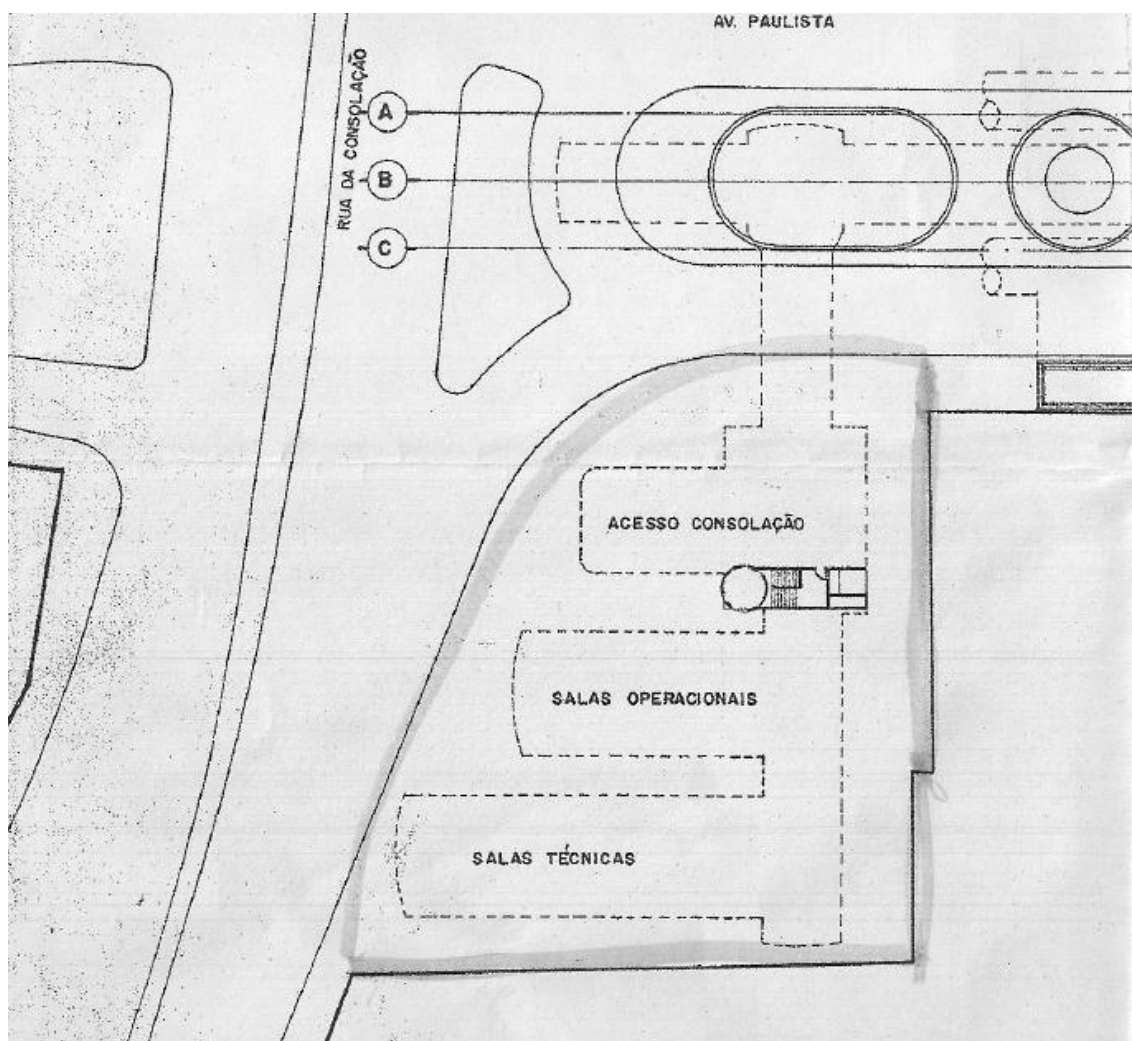


Figura 3 – Planta do Metrô – Localização dos Túneis

Poços:

- A caixa de escada e o elevador de acesso à Estação Consolação;
- Shaft de abastecimento da Sala Técnica.

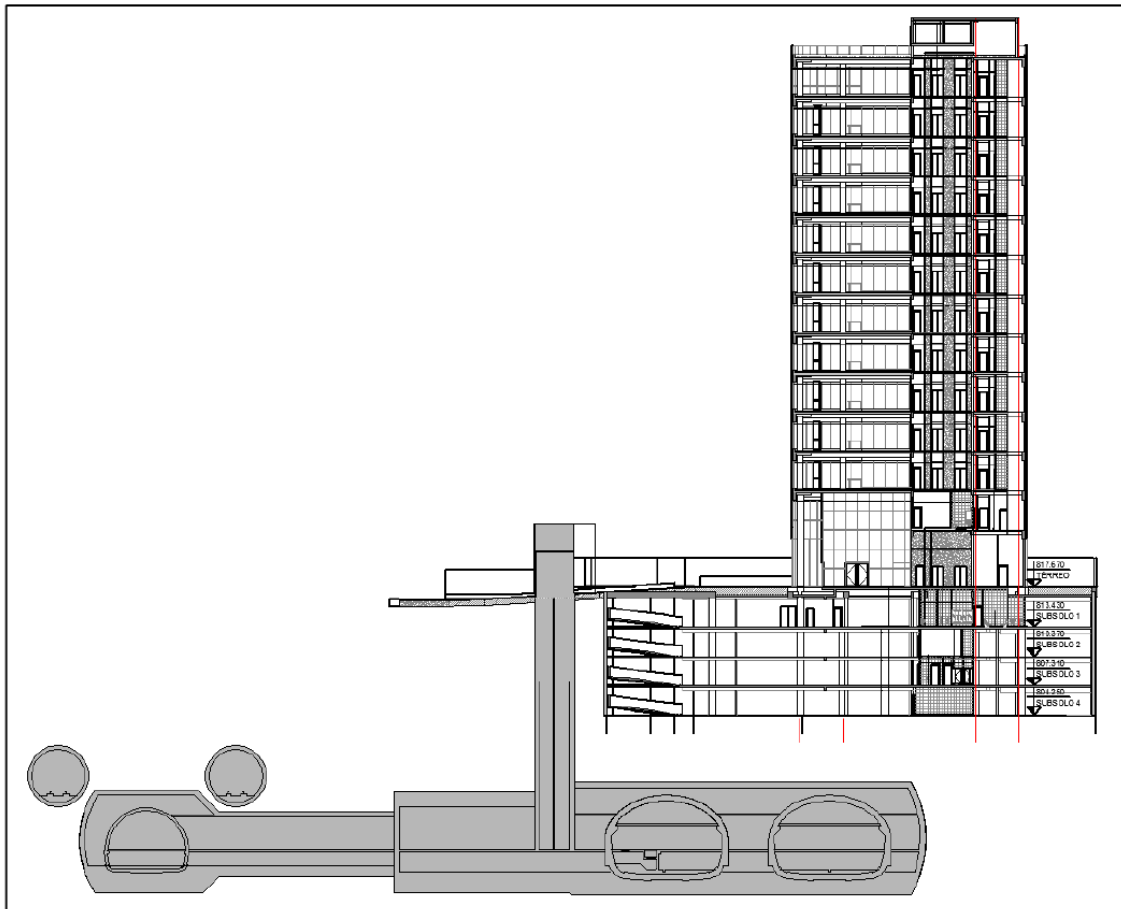


Figura 4 – Corte esquemático com Arquitetura x Interferências

- Cota da Calçada e Terreno Original = 817,20 (aproximadamente)
- As cotas dos túneis são:

Salas Técnicas e Operacionais:

Cota de Topo = 795,65 (21,55m de profundidade)

Cota de Piso = 790,50

Túnel de Interligação

Cota de Topo = 798,86 (18,35m de profundidade)

Cota de Piso = 790,50

Foram feitas sondagens a lavagem da cota do terreno original para a confirmação do topo dos túneis.

3. Arquitetura

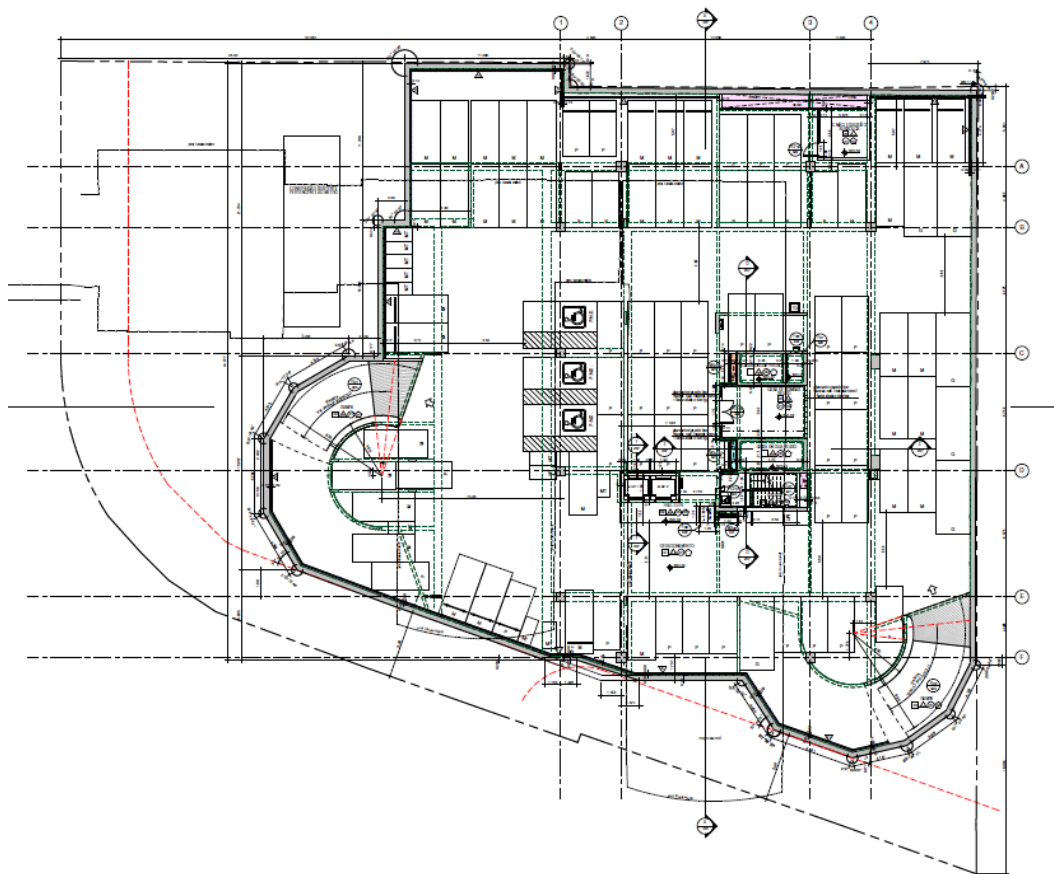


Figura 5 – Planta do quarto e último subsolo

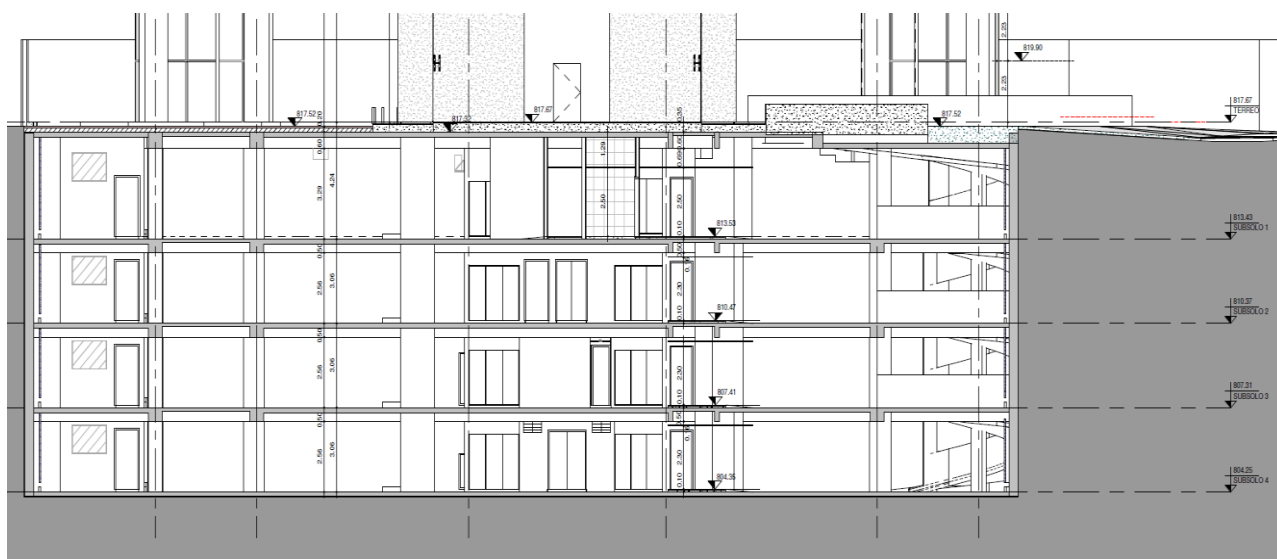


Figura 6 – Corte dos Subsolos

Cotas de Implantação:

- Térreo = 817,67
- 1º Subsolo = 813,43
- 2º Subsolo = 810,37
- 3º Subsolo = 807,31
- 4º Subsolo = 804,31

A distância entre o subsolo e o topo dos túneis técnicos é de 8,66m e até o túnel de ligação é de 5,45m.

4. Projeto das Contenções

Foram empregados três tipos de soluções para o Elemento de Contenção levando em conta as interferências e nível de topo.

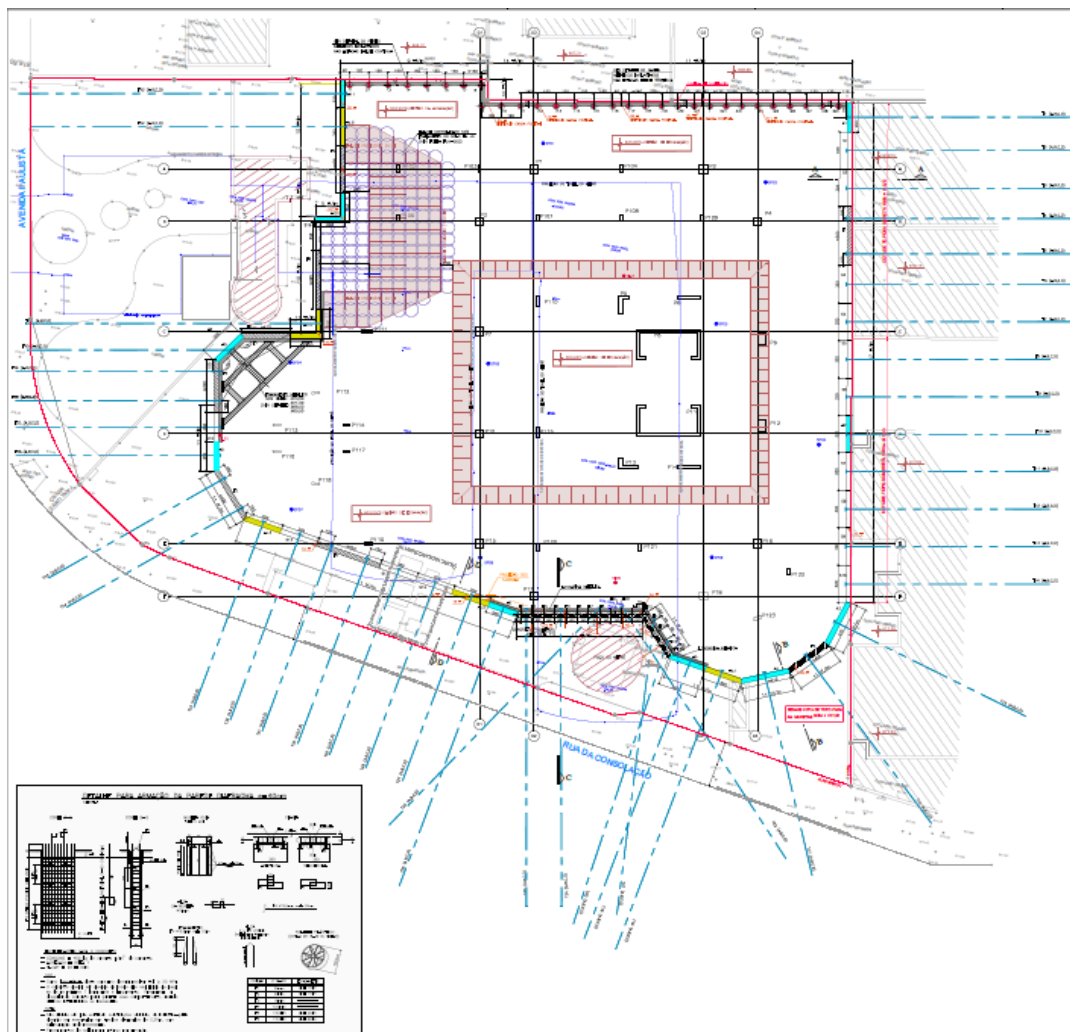


Figura 7 – Projeto de Contenção – Planta

4.1. Perfil Geotécnico

Conforme sondagens executadas, o material do subsolo é Argila Porosa Vermelha, confirmando o conhecido material da região do Espigão da Avenida Paulista.

Este material tem alta coesão e o nível d'água baixo por se tratar de um dos pontos mais altos da Cidade de São Paulo.

Ilustramos um dos perfis obtidos (SP-9), pois os demais apresentam as mesmas características.

Indicada a cota de escavação para o 4º e último subsolo 803,25.

EME'S ENGENHARIA E MECÂNICA DOS SOLOS S/C LTDA. R. COMENDADOR FRANCISCO CHINIZI Nº 217-TEL./FAX (0XX) 11 3743-3683 - BUTANTÃ-CAPITAL-S.P.						RELATÓRIO Nº: 5382/14 FOLHA Nº: 26/36	
CLIENTE: STAN DESENVOLVIMENTO IMOBILIÁRIO LOCAL: AV. PAULISTA X RUA DA CONSOLAÇÃO - SÃO PAULO/SP. OBRA: RECONHECIMENTO DO SUBSOLO						SONDAGEM Nº: SP-09 COTA: 819,22 INÍCIO: 06/03/14 TÉRMINO: 19/03/14	
COTA E MÉTODO DE PROFUNDIDADE DE PROFUNDIDADE DA CÂMBIA	AMOSTRAS	INTERPRETAÇÃO GEOLOGICA	REVESTIMENTO DIÂMETRO DO FURO 2 1/2"	NÍVEL FÁCIA PERFIL GEOLOGICO	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	CONSISTÊNCIA COMPACTAÇÃO	RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO
							TIPO DE AMOSTRA: RINTERZAGHI & PECK PESO DE 65Kg, QUEDA DE 75cm Nº EXTERNO DE 2" Nº INTERNO DE 1 3/8"
							NÚMEROS DE GOLPES
							10 20 30 40 50
TC	0,04				BRITAS + AREIA		
	0,47				ARGILA ARENOSA, POUCO SILTOSA, MARROM ESCURA.		
	1				areia.		
	2						
	3						
	4						
	5				vermelha.		
	6						
	7						
	8						
	9						
	10						
	11						
	12						
CA	13,00				ARGILA POROSA, ARENOSA, POUCO SILTOSA, VERMELHA ESCURA.		
	14						
	15						
	16						
	17						
	18						
	19						
	20						
803,25 - 4º SUBSOLO - ESCAVAÇÃO							
OBS: AMOSTRAS 32, 47, 51 E 54 NÃO FORAM RECUPERADAS.						SPT	5 4 3 2 1
PENETRAÇÃO POR TEMPO (cm/10 minutos)							
PERFIL GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO INDIVIDUAL							
RAFAEL			MARÇO/2014	1 : 100	CONTINUA		
IES: 8132-8596	ENG: EMR MASSAD - CREA: 0600-29524-5	VERIFICADO	DATA	ESCALA	PROFUNDIDADE ATINGIDA		

Figura 8 – SP9 (Parte 1 / 3)

EME^S ENGENHARIA E MECANICA DOS SOLOS S/C LTDA. R. COMENDADOR FRANCISCO CHINNICI Nº 217-TEL/FAX (0XX) 11 3743-3683 - BUTANTÉ-CAPITAL-S.P.						RELATÓRIO Nº : 5382/14 FOLHA Nº : 27/36	
CLIENTE : STAN DESENVOLVIMENTO IMOBILIÁRIO LOCAL : AV. PAULISTA X RUA DA CONSOLAÇÃO - SÃO PAULO/SP.						SONDAGEM Nº : SP-09 COTA : 819,22 INÍCIO : 06/03/14 TÉRMINO : 19/03/14	
OBRA : RECONHECIMENTO DO SUBSOLO						RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO TIPO DE AMOSTRA : RITTERZAGHI & PECK PEXTERNO DE 2" PESO DE 65Kg. PINTERNO DE 1 3/8" QUEDA DE 75cm	
COTA E PROFUNDIDADE DA CADA AMOSTRA	INTERVALO DE 10 CM	INTERVALO DE 10 CM	INTERVALO DE 10 CM	INTERVALO DE 10 CM	INTERVALO DE 10 CM	NÚMEROS DE GOLPES	
						10	20
21,50	21					3 4 5	
22,50	22					15 15 15	
23,50	23					4 5 6	
24,50	24					15 15 15	
25,50	25					5 6 6	
26,50	26					15 15 15	
27,50	27					4 5 7	
28,50	28					15 15 15	
29,50	29					4 6 7	
30,50	30					15 15 15	
31,50	31					4 5 6	
32,50	32					15 15 15	
33,50	33					5 8 9	
34,50	34					15 15 15	
35,50	35					6 7 10	
36,50	36					15 15 15	
37,50	37					5 8 10	
38,50	38					15 15 15	
39,50	39					6 10 12	
40,50	40					15 15 15	
41,50	41					7 8 10	
42,50	42					15 15 15	
43,50	43					4 5 8	
44,50	44					15 15 15	
45,50	45					5 6 7	
46,50	46					15 15 15	
47,50	47					6 7 8	
48,50	48					15 15 15	
49,50	49					8 10 12	
50,50	50					15 15 15	
51,50	51					6 7 8	
52,50	52					15 15 15	
53,50	53					6 8 12	
54,50	54					15 15 15	
55,50	55					7 10 15	
56,50	56					15 15 15	
57,50	57					8 10 12	
58,50	58					15 15 15	
59,50	59					5 8 10	
60,50	60					15 15 15	
61,50	61					6 9 10	
62,50	62					15 15 15	
63,50	63						
64,50	64						
65,50	65						
66,50	66						
67,50	67						
68,50	68						
69,50	69						
70,50	70						
71,50	71						
72,50	72						
73,50	73						
74,50	74						
75,50	75						
76,50	76						
77,50	77						
78,50	78						
79,50	79						
80,50	80						
81,50	81						
82,50	82						
83,50	83						
84,50	84						
85,50	85						
86,50	86						
87,50	87						
88,50	88						
89,50	89						
90,50	90						
91,50	91						
92,50	92						
93,50	93						
94,50	94						
95,50	95						
96,50	96						
97,50	97						
98,50	98						
99,50	99						
100,50	100						
101,50	101						
102,50	102						
103,50	103						
104,50	104						
105,50	105						
106,50	106						
107,50	107						
108,50	108						
109,50	109						
110,50	110						
111,50	111						
112,50	112						
113,50	113						
114,50	114						
115,50	115						
116,50	116						
117,50	117						
118,50	118						
119,50	119						
120,50	120						
121,50	121						
122,50	122						
123,50	123						
124,50	124						
125,50	125						
126,50	126						
127,50	127						
128,50	128						
129,50	129						
130,50	130						
131,50	131						
132,50	132						
133,50	133						
134,50	134						
135,50	135						
136,50	136						
137,50	137						
138,50	138						
139,50	139						
140,50	140						
141,50	141						
142,50	142						
143,50	143						
144,50	144						
145,50	145						
146,50	146						
147,50	147						
148,50	148						
149,50	149						
150,50	150						
151,50	151						
152,50	152						
153,50	153						
154,50	154						
155,50	155						
156,50	156						
157,50	157						
158,50	158						
159,50	159						
160,50	160						
161,50	161						
162,50	162						
163,50	163						
164,50	164						
165,50	165						
166,50	166						
167,50	167						
168,50	168						
169,50	169						
170,50	170						
171,50	171						
172,50	172						
173,50	173						
174,50	174						
175,50	175						
176,50	176						
177,50	177						
178,50	178						
179,50	179						
180,50	180						
181,50	181						
182,50	182						
183,50	183						
184,50	184						
185,50	185						
186,50	186						
187,50	187						
188,50	188						
189,50	189						
190,50	190						
191,50	191						
192,50	192						
193,50	193						
194,50	194						
195,50	195						
196,50	196						
197,50	197						
198,50	198						
199,50	199						
200,50	200						
201,50	201						
202,50	202						
203,50	203						
204,50	204						
205,50	205						
206,50	206						
207,50	207						
208,50	208						
209,50	209						
210,50	210						
211,50	211						
212,50	212						
213,50	213						
214,50	214						

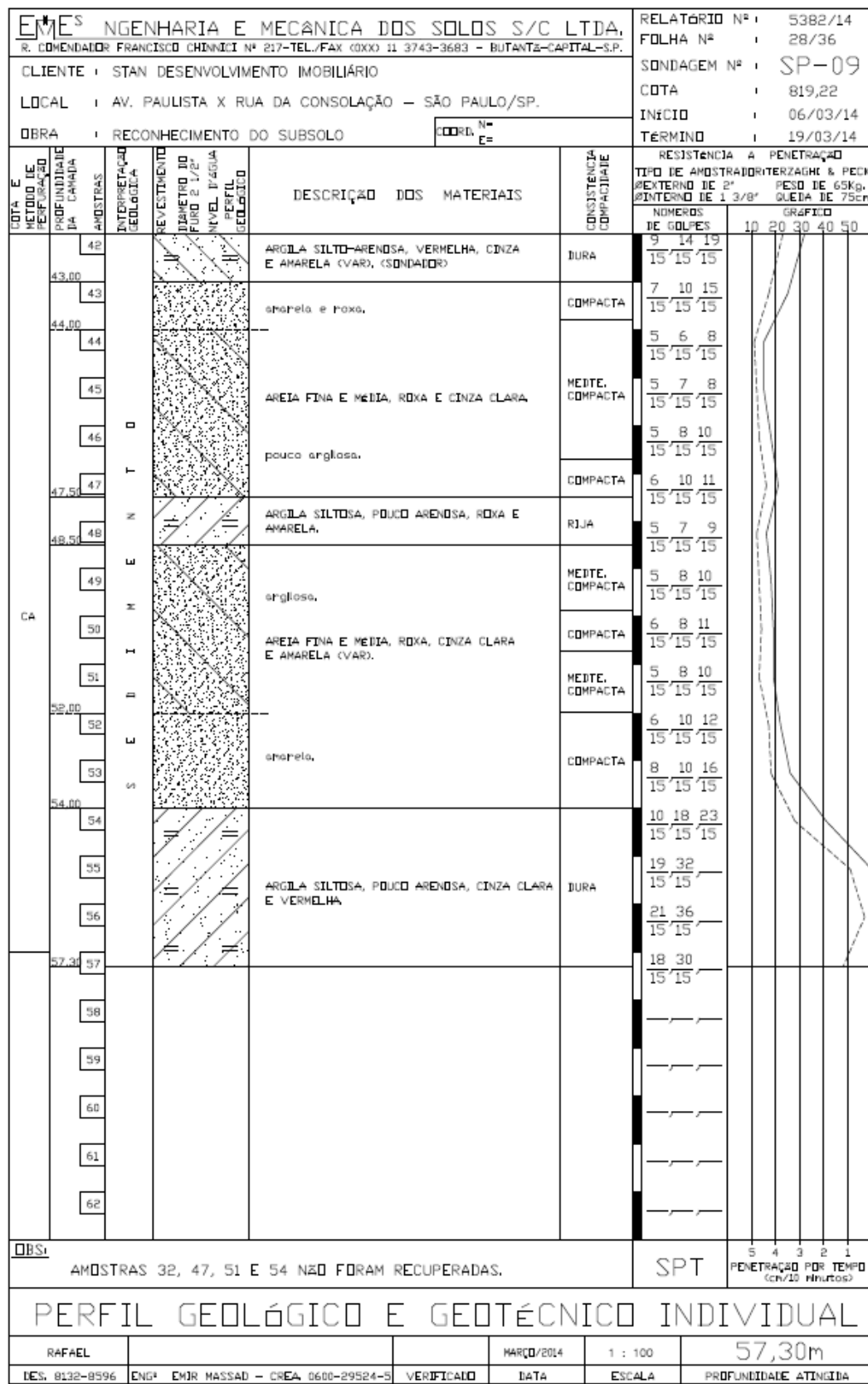


Figura 10 – SP9 (Parte 3 / 3)

4.2. Parede Diafragma

Nos dois alinhamentos (exceto na região do shaft – a ser explicado mais a frente) e na divisa com a Edificação da Rua da Consolação foram projetadas Paredes Diafragma com espessura de 40 cm com 4 linhas de tirantes provisórios. As Lamelas foram executadas da cota do terreno original.

A escolha desta solução foi para não haver problemas com vibrações nas estruturas existentes do Metrô.

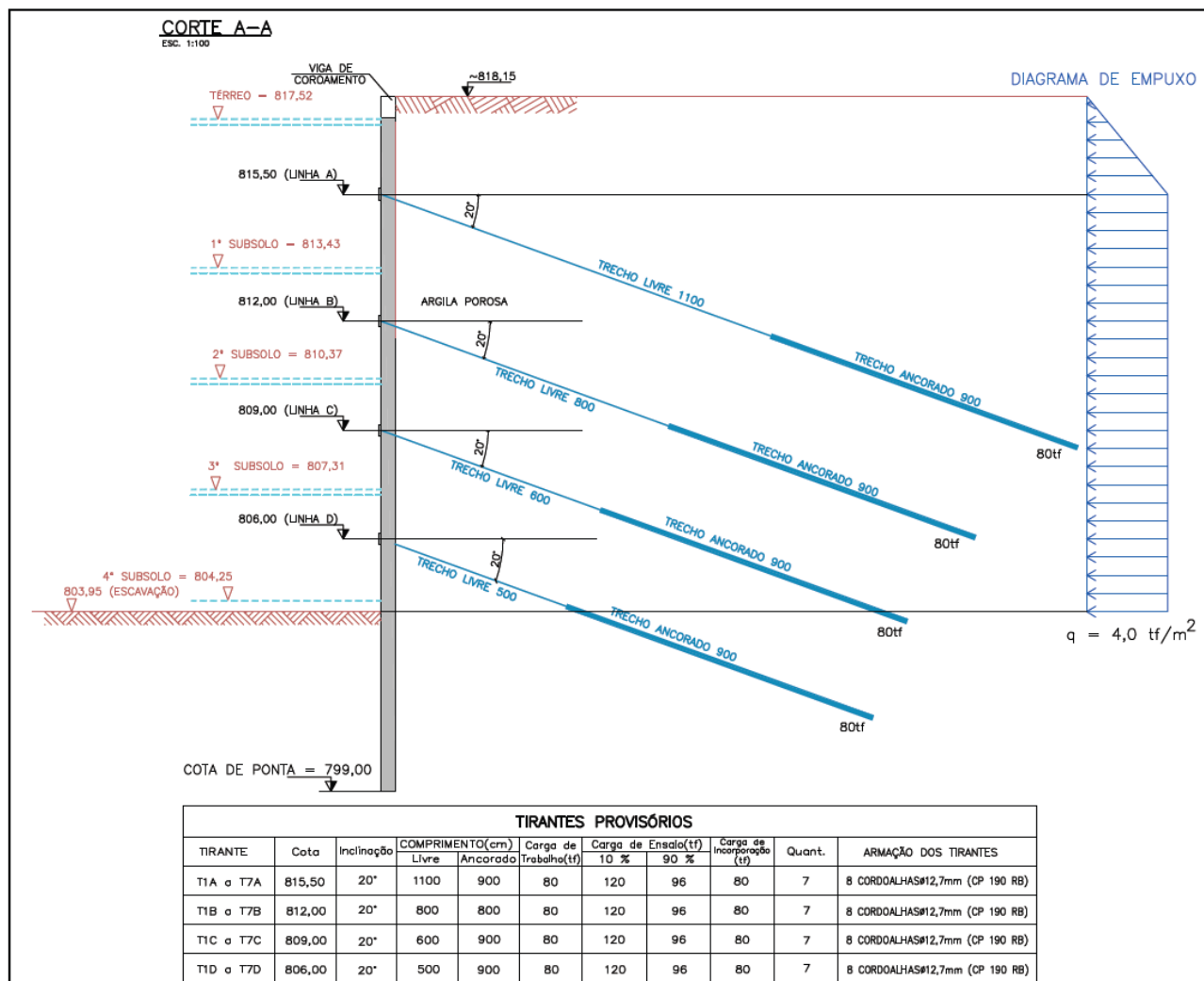


Figura 11 – Corte Divisa com a Edificação da Rua da Consolação

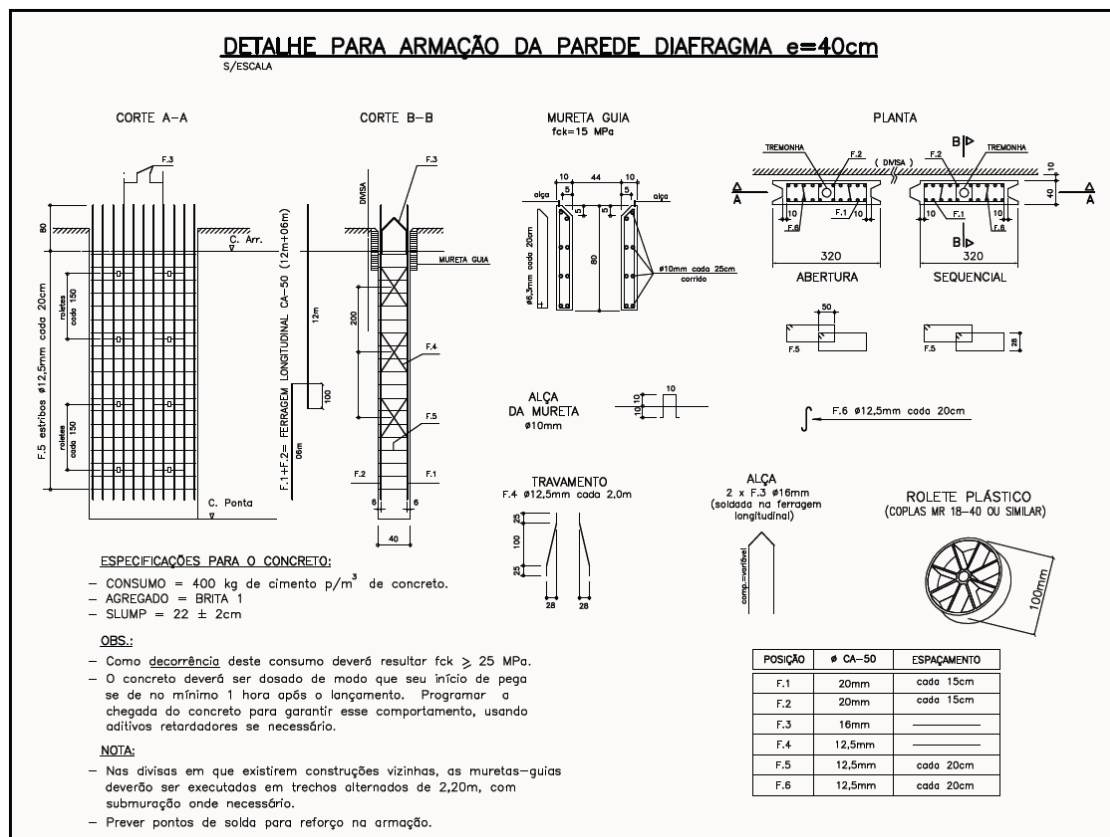


Figura 12 - Detalhes de Armação e Concreto da Parede Diafragma



Foto 2 - Execução da Parede Diafragma



Foto 3 – Divisa com a Edificação da Rua da Consolação

Como a cota de ponta geral da Parede Diafragma ficou na 799,00, ou seja, 4,00m acima do topo dos túneis. Posicionamos nas regiões livres ao lado das estruturas do Metrô painéis mais longos, estes deverão transmitir a carga abaixo do piso das Estruturas (ver Figura 13).

Na região da Escada / Elevador do Metrô não foi possível a execução de tirantes, pois existe uma faixa pequena de terra entre os painéis e a estrutura existente, com isso um talude interno deveria ficar para não haver deformações de topo.

Este talude em terreno natural invadiria mais a área interna e poderia gerar deformação na caixa de escada, com isso foi projetado tratamento no solo em Jet-Grouting o que poderia deixar o talude mais inclinado (menos material a ser retirado de forma invertida – por baixo das lajes) e atendendo a parte de deformação da caixa.

Na outra face da contenção, projetamos Travamentos Metálicos para substituição dos tirantes.

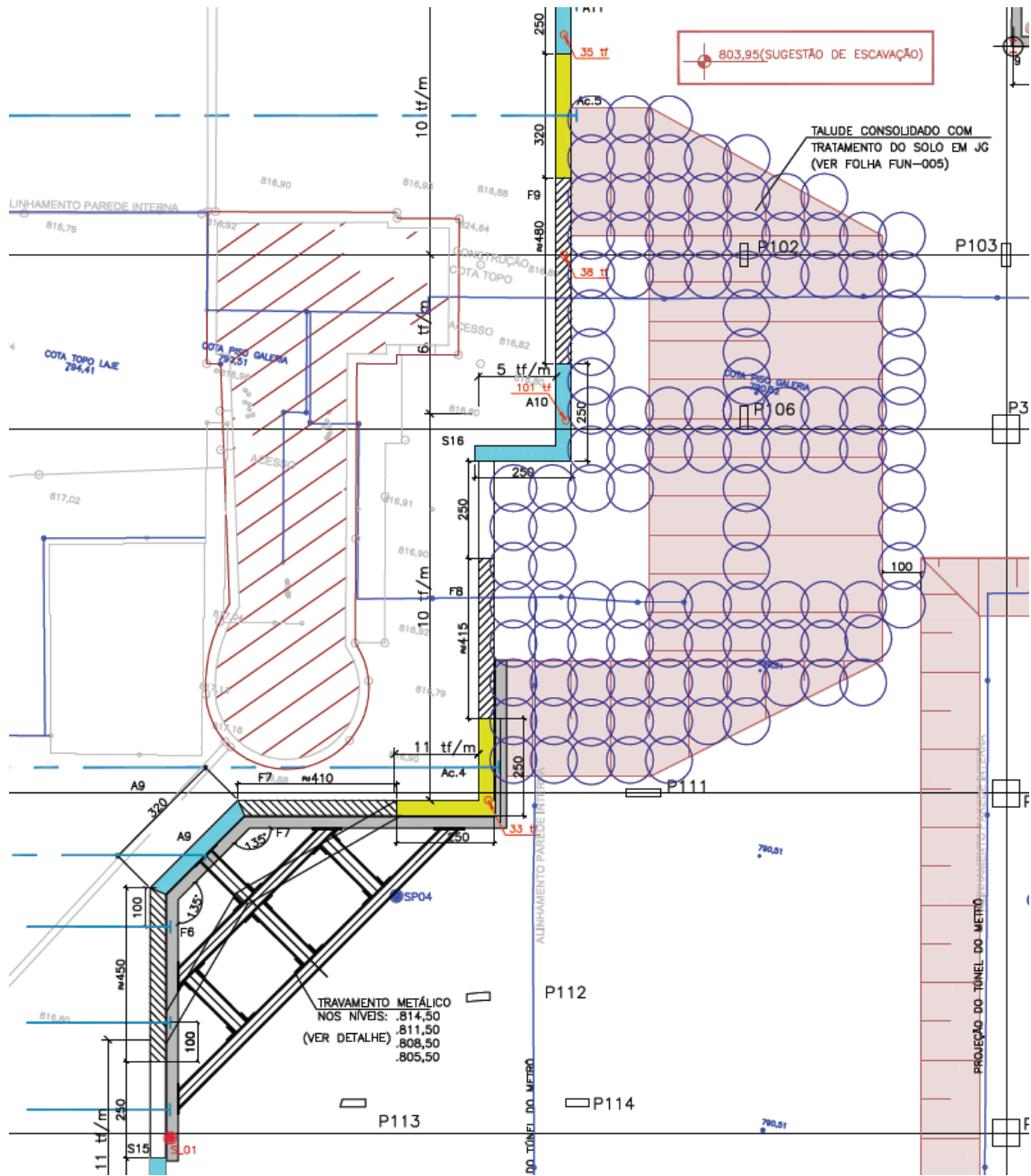


Figura 13 – Planta – Área com tratamento em Jet-Grouting e Travamento Metálico



Foto 4 – Talude Final e Travamentos Metálicos

4.3. Estaca tipo Hélice Contínua

Na região do shaft de alimentação do Túnel de Sala Técnica, a Contenção foi projetada em Estaca tipo Hélice Contínua $\varnothing 50\text{cm}$, para que a deformação do solo no momento da escavação da peça seja pequena, evitando a perturbação da estrutura existente.

As estacas foram armadas integralmente com $6\varnothing 20\text{mm}$.

No momento da escavação, fase a fase dos tirantes, estes foram executados desviando do poço e os vãos entre estacas foram preenchidos com Concreto Projetado.

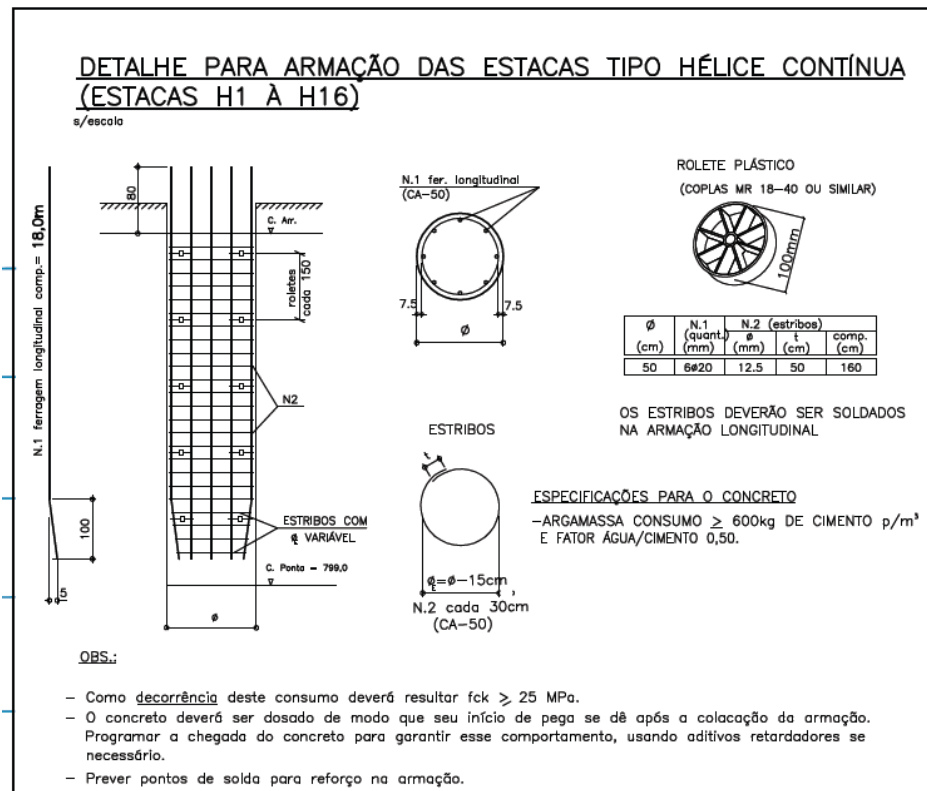


Figura 14 – Detalhe da Armação Integral das estacas tipo Hélice Contínua

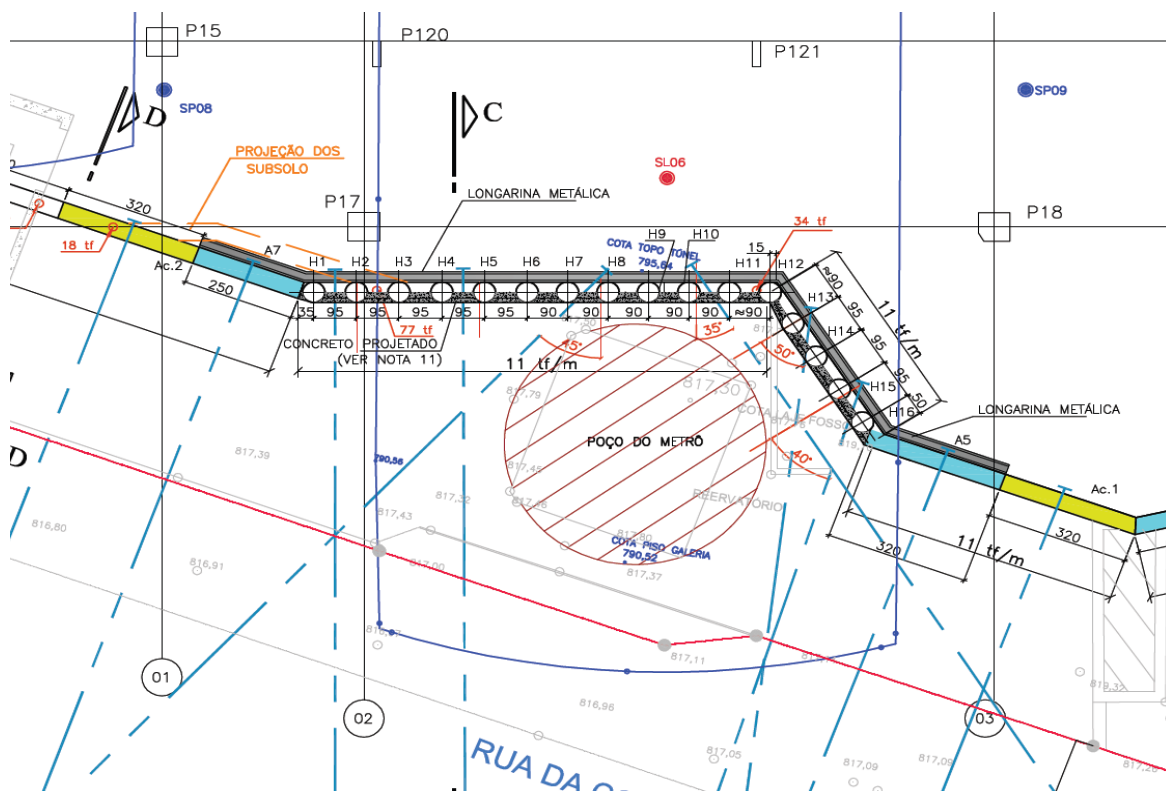


Figura 15 – Trecho de Shaft – Rua da Consolação

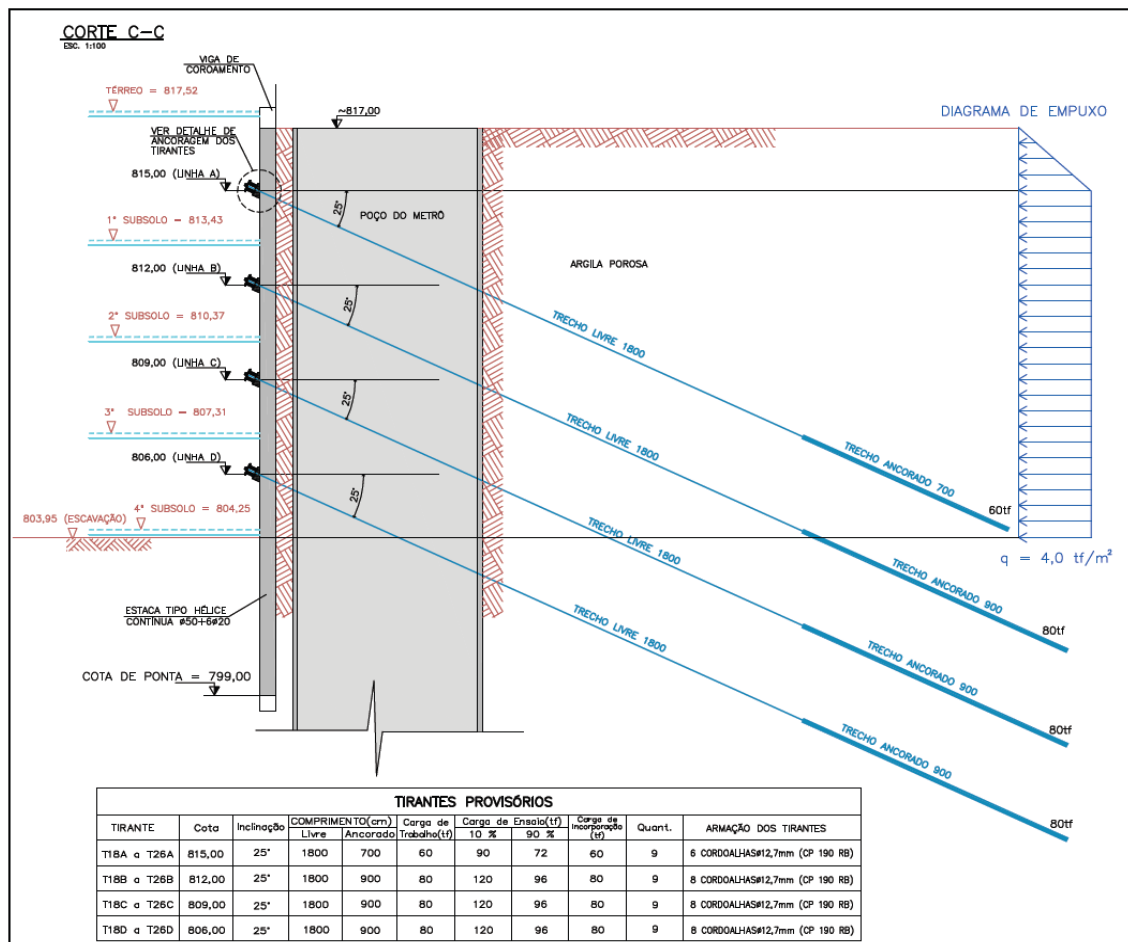


Figura 16 – Corte Região do shaft



Foto 5 – Região da Contenção em Estacas tipo Hélice Contínua

4.4. Perfis Metálicos Implantados em Estacas tipo Raiz

Na divisa dos Fundos os pisos do vizinhos estão aproximadamente na cota 808,70, mais baixo que a cota do terreno atual 817,20, com isso a Parede Diafragma executada da cota do terreno original poderia ocasionar problemas de percolação de fluído estabilizante (Lama Bentonítica) nos subsolos, portanto, foi adotada a solução de Perfis Metálicos W310x52 implantados em estacas tipo raiz $\varnothing 50$ cm.

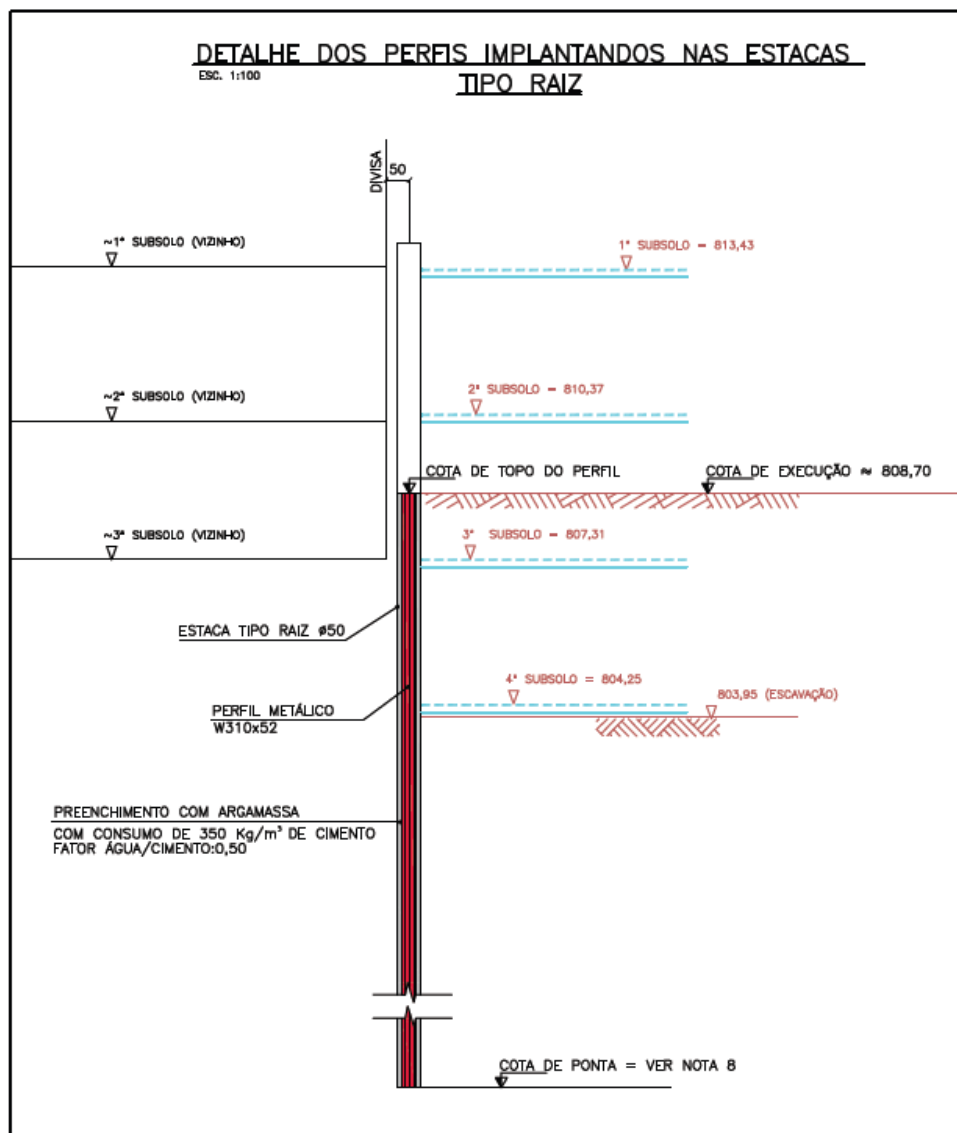


Figura 17 – Corte Região dos Perfis Metálicos implantados



Foto 6 – Região dos Perfis Metálicos Implantados

5. Fundações

Estação

Com a existência dos Túneis Técnicos do Metrô, as Fundações do edifício foram projetadas geometricamente desviando destas estruturas.

Uma condicionante para o dimensionamento das estacas é que as mesmas não solicitassem o terreno ao lado das paredes dos túneis, com isso consideramos apenas o atrito lateral das peças abaixo da cota do piso dos mesmos.

- COTA DE EXECUÇÃO = 813,00
- COTAS DE PONTAS PREVISTAS:
 - Ø100cm = 770,00
 - Ø130cm = 769,00
 - Ø140cm = 768,00
 - Ø150cm = 765,00
 - Ø160cm = 765,00
 - Ø200cm = 751,00
- PREVER A EXECUÇÃO DE PRÉ-FUROS Ø50cm EXECUTADOS NA COTA 813,00 E COM COMPRIMENTOS PREVISTOS DE 25,0m ESCAVADOS COM TRADO MECÂNICO.

Com os comprimentos variando de 43,00m a 62,00m a solução em Estacas Escavadas de Grande Diâmetro com uso de Fluido Estabilizante foi a adotada e tendo as seguintes características:

- No trecho ao lado dos túneis foram utilizadas camisas metálicas calandradas com espessura de 8mm e com 13,00m de profundidade abaixo da cota de arrasamento;

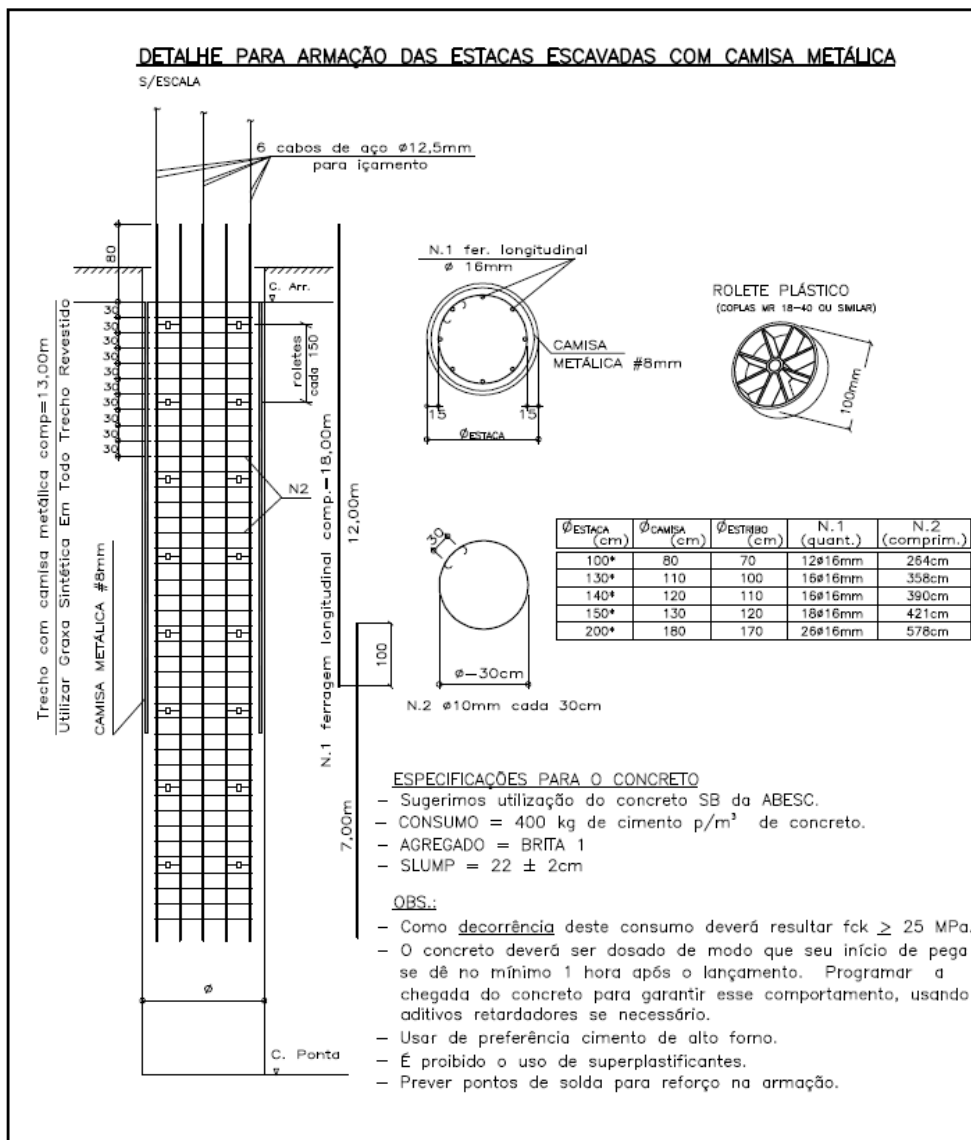


Figura 18 – Detalhe da armação dos Estacões

- Aplicação de Graxa para formação de uma barreira entre o contato solo x concreto da estaca eliminando o atrito lateral. Esta aplicação foi feita interna e externamente em todo comprimento da camisa metálica.
- A especificação da graxa: GRAXA PARA CHASSIS NLGI 2 IPIRANGA CHASSIS 2 com elevada resistência a ação de lavagem da água, elevada aderência em superfícies metálicas e facilidade na sua aplicação por sua facilidade em bombeabilidade;

- Após a aplicação da graxa interna e externamente uma lona plástica com sobreposição de 1,00m foi aplicada no lado externo e fixada com arame recozido espiral em passo de 45cm;
- Foram colocadas alças no topo da camisa para o seu içamento.

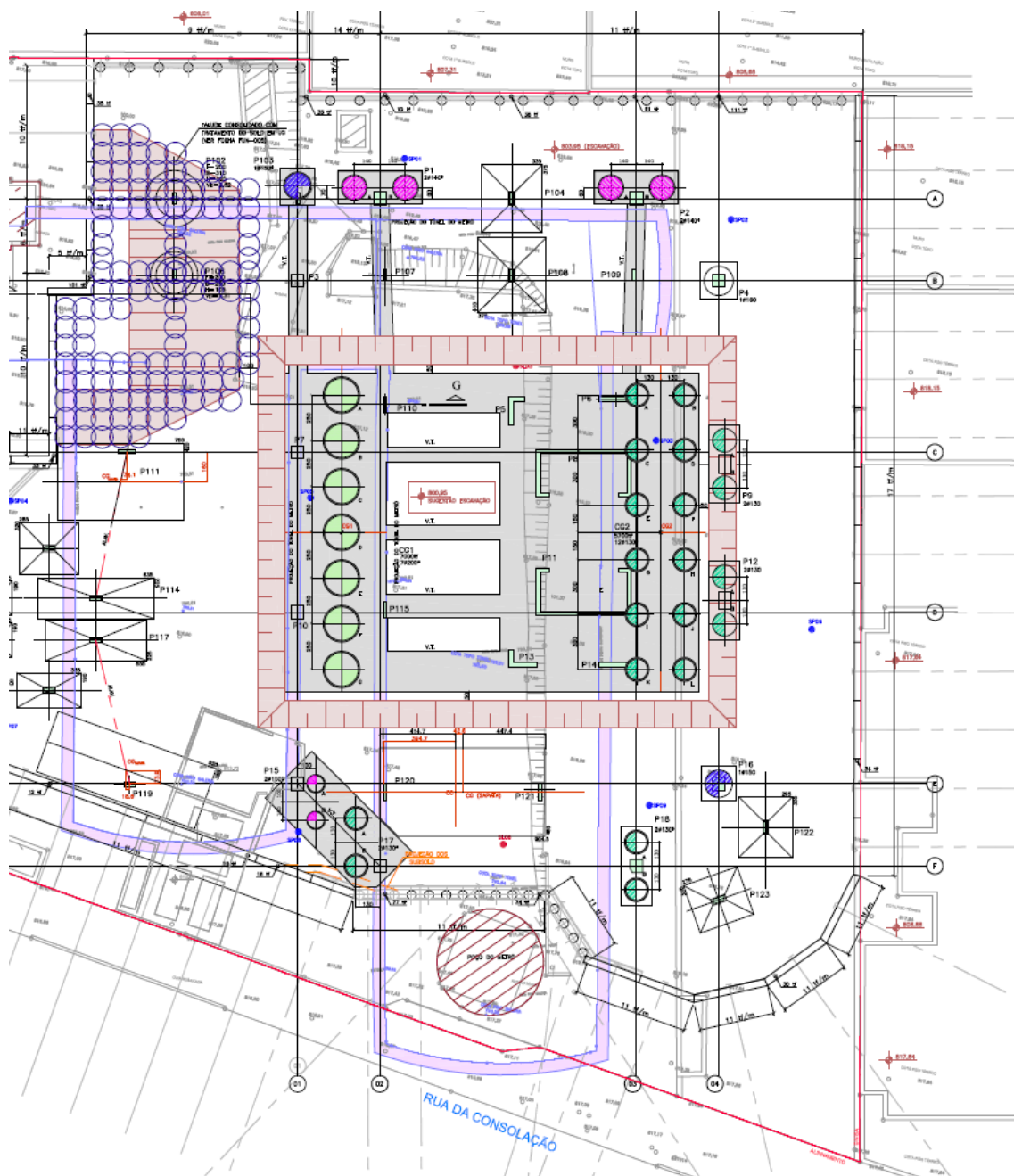


Figura 19 – Projeto das Fundações

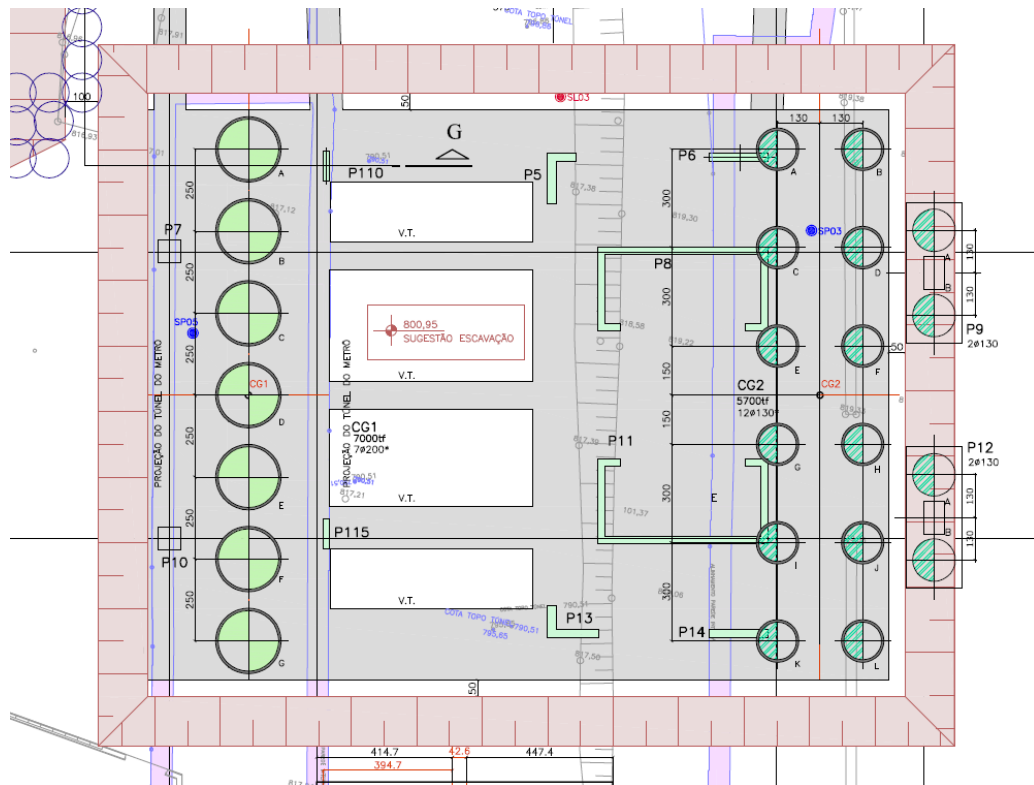


Figura 20 – Bloco Central

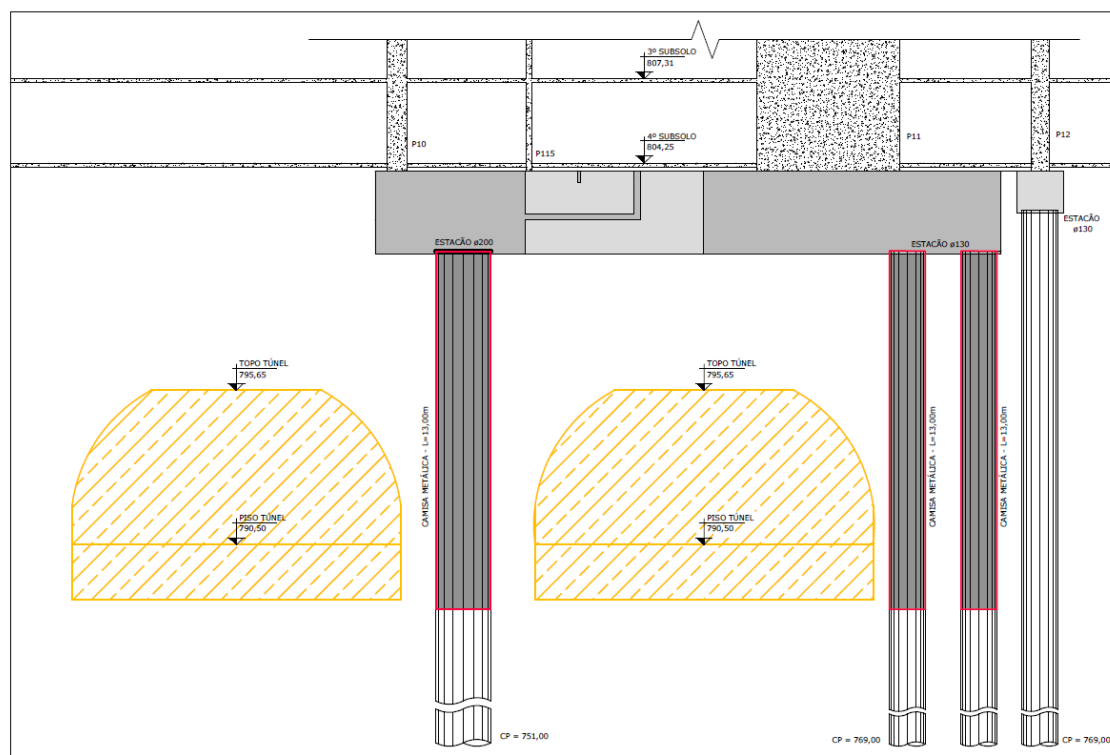


Figura 21 – Corte no Bloco Central com o Túnel



Foto 6 – Aplicação da graxa na camisa metálica



Foto 7 – Içamento da camisa metálica envolta com a lona plástica



Foto 8 – Montagem do bloco central em andamento

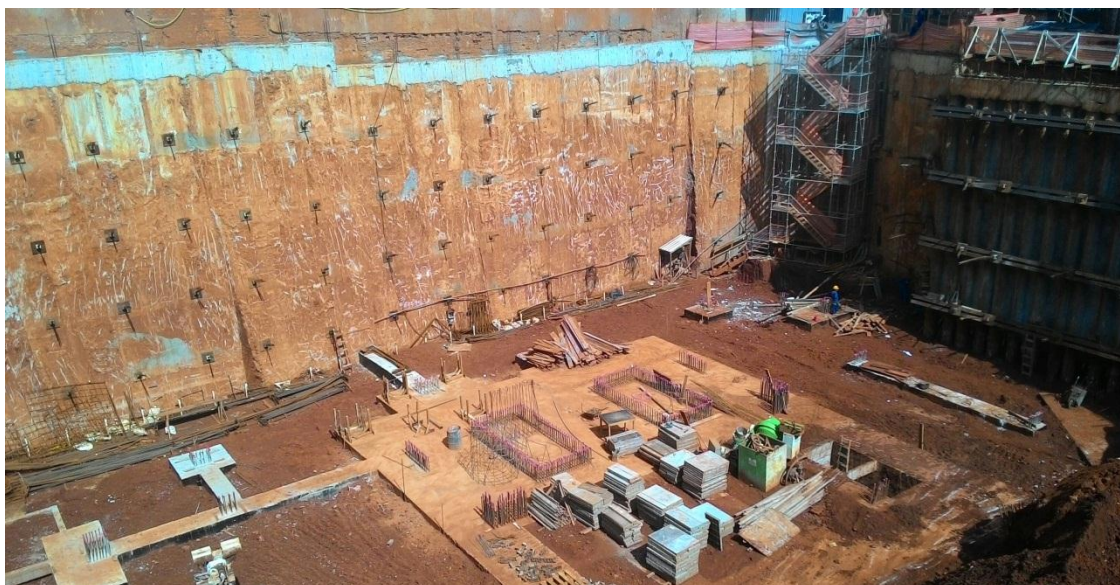


Foto 9 – Fundação Concluída

Fundação Direta

Para os pilares periféricos, com cargas aproximadas de 180tf, dimensionamos as Fundações em Sapatas apoiadas no solo.

A tensão atuante na cota de assentamento das sapatas (802,00) - 15,2m de profundidade x $1,6 \text{ tf/m}^3$ (Peso específico da Argila Porosa da Paulista) = $24,32 \text{ tf/m}^2$.

E tubulões a céu aberto na região do talude provisório.



Foto 10 – Terreno de apoio das Sapatas

6. Desafios

Os Desafios deste Projeto foram:

➤ Contenções

Causar o mínimo possível de deformação às estruturas existentes

➤ Fundações

Transmitir os carregamentos da Edificação ao subsolo sem agredir as estruturas existentes do Metrô de São Paulo, pois o impacto de algum problema nestas instalações podem causar um grande transtorno ao maior meio de transporte público da maior cidade da América Latina.