

AVENIDA DR. CHUCRI Z AidAN

Como parte da Operação Urbana Consorciada Água Espreada – Lote 5, foi desenvolvido o projeto do prolongamento da Avenida Dr. Chucrí Zaidan, o qual possibilita a extensão do sistema viário equipado com corredor de ônibus e ciclovia até a Avenida João Dias em uma extensão aproximada de 3.400 metros, e o projeto da Ponte Itapaiúna, projetada com o objetivo de atender a demanda de maior integração entre os setores urbanos em processo de desenvolvimento em ambas as margens do rio Pinheiros.

O projeto foi desenvolvido buscando atender aos seguintes aspectos:

- Análise Crítica do Projeto Básico do Prolongamento da Avenida Dr. Chucrí Zaidan até a Avenida João Dias;
- Elaboração do Projeto Executivo do Prolongamento da Avenida Dr. Chucrí Zaidan até a Avenida João Dias e Projeto Básico e Executivo de Ponte sobre o Rio Pinheiros;
- Revisão do Projeto Executivo do prolongamento da Av. Dr. Chucrí Zaidan até a Av. João Dias motivada pelos comentários da CET e SPTRANS;
- Adequação do Projeto Executivo do prolongamento da Av. Dr. Chucrí Zaidan até a Av. João Dias em função da nova diretriz acordada entre SPObras, CET e SPTRANS.

O projeto da passagem subterrânea foi dimensionado sob duas alternativas, sendo a primeira como um túnel de célula dupla com duas pistas para cada sentido e a segunda como túnel simples bidirecional.

A Maubertec desenvolveu a modelagem da Passagem Subterrânea – Alternativa II em tecnologia BIM (Building Information Modeling) com a finalidade de aprimorar a interação das diversas disciplinas a partir do modelo desenvolvido no Software Revit da Autodesk. Para os elementos do viário foi utilizado o Software Civil 3D e para a análise e dimensionamentos dos elementos estruturais os Softwares Sofistik e Strap, ambos compatíveis com o Revit. Foi realizada a simulação do processo construtivo através do Software Navisworks Simulate. Para a representação do viário superficial, das edificações e do paisagismo do entorno, foi utilizado o software Infracore.

Através da modelagem em BIM foi realizada a análise das possíveis interferências da estrutura do túnel, salas técnicas e saídas e emergência, visando compatibilização dos projetos.

Foram modelados os seguintes elementos:

- a) Passagem subterrânea: seção típica / seção alargada / emboques / muros.

Túnel - Laje Inferior (Extensão x Largura)

$$\text{Seção Típica} = 675,34\text{m} \times 13\text{m} = 8.779,42\text{m}^2$$

$$\text{Seção Alargada} = 50\text{m} \times (13\text{m} + 18,28\text{m})/2 = 782\text{m}^2$$

$$\text{Seção "Y"} = 74,46\text{m} \times (13\text{m} + 20,74\text{m})/2 = 1.256,14\text{m}^2$$

$$\text{Emboque 1a} = 122,97\text{m} \times 8,9\text{m} = 1.094,43\text{m}^2$$

$$\text{Emboque 1b} = 163,86\text{m} \times 8,9\text{m} = 1.458,35\text{m}^2$$

$$\text{Emboque 2a} = 127,66\text{m} \times 8,9\text{m} = 1.136,17\text{m}^2$$

$$\text{Emboque 2b} = 168,64\text{m} \times 8,9\text{m} = 1.500,90\text{m}^2$$

$$\text{Emboque em Muro} = 241,72\text{m} \times \{8,90\text{m} + 2 \times [(0,25\text{m} + 0,38\text{m})/2]\} = 2.303,59\text{m}^2$$

$$\text{Subtotal} = 18.311,00\text{m}^2$$

Túnel - Laje Superior (Extensão x Largura)

$$\text{Seção Típica} = 675,34\text{m} \times 14,20\text{m} = 9.589,83\text{m}^2$$

$$\text{Seção Alargada} = 50\text{m} \times (14,2\text{m} + 19,48\text{m})/2 = 842\text{m}^2$$

$$\text{Seção "Y"} = 74,46\text{m} \times (14,2\text{m} + 21,94\text{m})/2 = 1.345,49\text{m}^2$$

$$\text{Emboque 1a} = 63,64\text{m} \times 10,1\text{m} = 642,76\text{m}^2$$

$$\text{Emboque 1b} = 135,32\text{m} \times 10,1\text{m} = 1.366,73\text{m}^2$$

$$\text{Emboque 2a} = 64\text{m} \times 10,1\text{m} = 646,10\text{m}^2$$

$$\text{Emboque 2b} = 128,36\text{m} \times 10,1\text{m} = 1.296,44\text{m}^2$$

$$\text{Subtotal} = 15.729,35\text{m}^2$$

$$\text{Total} = 34.040,35\text{m}^2$$

- b) Salas Técnicas:

Área da Sala Técnica nº1

$$\text{Nível 710,96} = 399,10\text{m}^2$$

$$\text{Nível 715,36 e 719,32} = 399,10\text{m}^2 \times 2 = 798,20\text{m}^2$$

$$\text{Nível 723,76 e 725,49} = 399,10\text{m}^2 + 322,25\text{m}^2 = 721,62\text{m}^2$$

$$\text{Nível 728,59 e 730,09} = 263,23\text{m}^2 + 304,05\text{m}^2 = 567,28\text{m}^2$$

$$\text{Subtotal} = 2.486,20\text{m}^2$$

Área da Sala Técnica nº2

Nível 713,94 = 376,72m²

Nível 718,19 e 702,95 = 376,72m² x 2 = 753,44m²

Nível 723,86 e 724,92 = 307,82m² + 299,98m² = 607,80m²

Nível 727,87 a 725,00 = 12,01m² + 29,60m² + 39,09m² + 15,84m² = 96,54m²

Subtotal = 1.834,50m²

Total = 4.320,70 m²

c) Saídas de Emergência:

Saída de emergência nº1:

Nível 715,42 e 721,71 = 113,48m² x 2 = 226,96m²

Nível 724,43 e 727,33 = 113,48m² + 17,63m² = 131,11m²

Subtotal = 358,07m²

Saída de emergência nº2:

Saída de Emergência 2

Nível 716,24 e 721,53 = 75,88m² x 2 = 151,76m²

Nível 725,08 e 727,98 = 43,27m² + 23,78m² = 67,05m²

Subtotal = 218,81m²

Total = 576,88 m²

Total Geral = 38.937,93 m²

CARACTERÍSTICAS GERAIS DO EMPREENDIMENTO

EXTENSÃO VIÁRIA CHUCRI Z AidAN - SUPERFÍCIE	
Área decretada de utilidade pública	129.368,18 m ²
Extensão da ligação viária	Eixo Bairro-Centro: 3.397,79 m Eixo Centro-Bairro: 3.392,79 m Av. João Dias: 419,28 m
Corredor de ônibus	Largura da faixa: 3,30 m Extensão total*: 6.790,58 m
Faixas de Rolamento	Largura da faixa: 3,10 m Extensão total*: 7.209,86 m
Ciclovia	Largura da faixa: 2,50 a 3,00 m Extensão total*: 2.751,73 m
Pavimentação viária	Corredor de ônibus: Rígida Área: 24.712,06 m ² Demais faixas: Flexível Área: 67.006,03 m ² Ciclovia: Flexível Área: 6.276,42 m ²

*Obs.: extensão total: refere-se a somatória dos dois sentidos da avenida.

PASSAGEM SUBTERRÂNEA - TÚNEL PELO MÉTODO INVERTIDO - ALTERNATIVA I	
Método construtivo	"cover and cut" com paredes diafragmas e muros de contenção
Característica	Túnel Urbano
Tipo de seção	Dupla (2 células)
Extensão total (incluindo rampas)	1.225 m
Extensão em túnel	980 m
Gabarito interno	6,50 m
Reaterro sobre a laje superior	≥ 1,75 m

PASSAGEM SUBTERRÂNEA - TÚNEL PELO MÉTODO INVERTIDO - ALTERNATIVA I	
Seção Típica	Extensão: 752,87 m / Largura interna: 8,80 m/célula Área interna da seção do túnel: 56,78 m ² /célula (Total: 113,56 m ²) Paredes Diafragmas: espessura 0,80 m Laje Inferior em concreto armado: 1,15 m Laje Superior em concreto armado: 1,50 m
Seção Alargada para baia de emergência	Extensão: 50,31 m / Largura interna: 8,80 a 12,80 m/célula Área interna da seção: 56,78 a 98,08 m ² / célula (Total: 113,56 a 196,16 m ²) Paredes Diafragmas: espessura 0,80 m Laje Inferior em concreto armado: 1,15 m Laje Superior em concreto armado: 1,50 m Laje intermediária (pleno): 0,50 m
Seção dos Emboques em Paredes Diafragmas (Rampas Cobertas)	Extensão: 106,17 m / Largura interna: 7,80 m e 8,80 m Área interna da seção: 45,79 e 51,69 m ² / célula Paredes Diafragmas: espessura 0,80 m Laje Inferior em concreto armado: 0,60 m Laje Superior em concreto armado: 0,50 a 1,50 m
Seção dos Emboques em Paredes Diafragmas (Rampas Descobertas)	Extensão: 64,08 m / Largura interna: 7,80 m e 8,80 m Paredes Diafragmas: espessura 0,80 m Laje Inferior em concreto armado: 0,60 m
Seção dos Emboques em Muros de Concreto Armado	Extensão: 89,06 m / Largura interna: 7,80 m e 8,80 m Altura máxima: 3,96 m Espessura - Muros: 0,45 m Espessura - Laje inferior: 0,60 m
Faixas de Rolamento	Pista sentido Centro-Bairro: 2 faixas de 3,20 m de largura Pista sentido Bairro-Centro: 2 faixas de 3,20 m de largura
Passeios	1 passeio/ célula com 1,20 m de largura
Pavimentação	Rígido / Espessura: 34 cm Área: 14.382,02 m ²

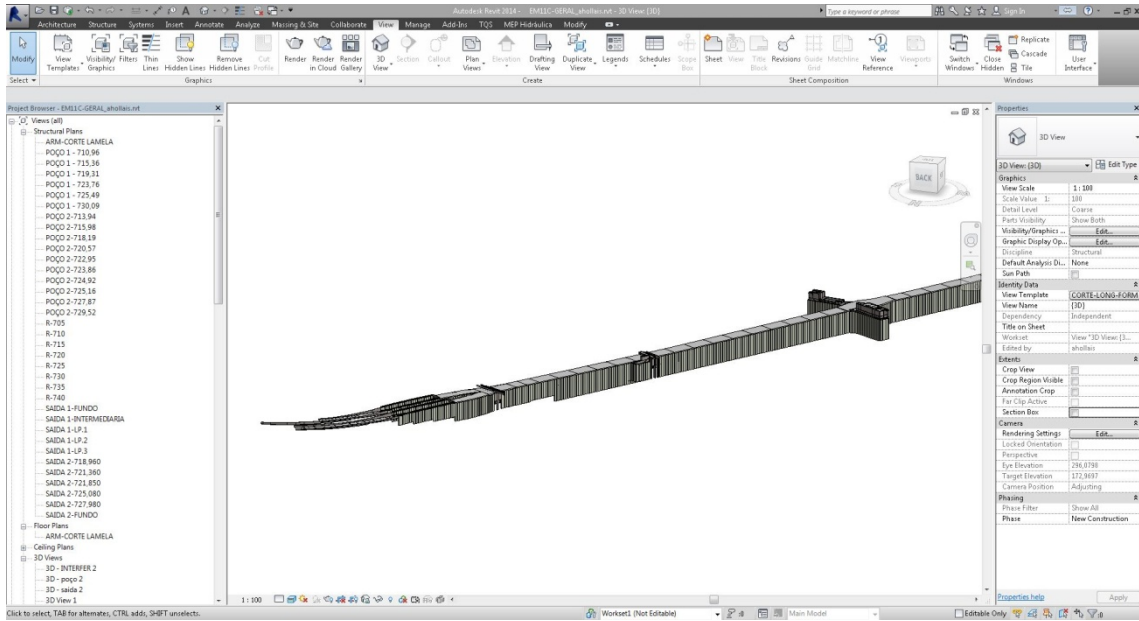
PASSAGEM SUBTERRÂNEA - TÚNEL PELO MÉTODO INVERTIDO - ALTERNATIVA I	
Salas Técnicas: 2 edificações semi-enterradas	Paredes diafragmas: espessura 0,60 m Parede Secundária: espessura 0,20 m método executivo: "cover and cut" Sala Técnica 1 nº de níveis: 4 / Área construída: 2.193,32 m ² Sala Técnica 2 nº de níveis: 3 / Área construída: 1.936,04 m ²
Saídas de Emergência:	Portas corta-fogo entre as células a cada 250 m

PASSAGEM SUBTERRÂNEA - TÚNEL PELO MÉTODO INVERTIDO - ALTERNATIVA II	
Método construtivo	"cover and cut" com paredes diafragmas e muros de contenção
Característica	Túnel Urbano
Tipo de seção	Singela (1 célula) - Túnel Bidirecional
Extensão total (incluindo rampas)	910 m
Extensão em túnel bidirecional	800 m
Gabarito interno	5,50 m
Reaterro sobre a laje superior	≥ 1,75 m
Seção Típica	Extensão: 675,34 m / Largura interna: 13,00 m Área interna: 78,50 m ² Paredes Diafragmas: espessura 0,60 m Laje Inferior em concreto armado: 0,85 m Laje Superior em concreto armado: 0,80 m
Seção Alargada para baía de emergência	Extensão: 50,03 m / Largura interna: 13,00 a 18,28 m Área interna: 78,50 a 110,42 m ² Paredes Diafragmas: espessura 0,60 m Laje Inferior em concreto armado: 0,85 m Laje Superior em concreto armado: 0,80 m
Seção de encontro com o túnel (Seção "y")	Extensão: 74,46 m / Largura interna: 13,00 a 20,74 m Paredes Diafragmas: espessura 0,60 m Laje Inferior em concreto armado: 1,15 m / 1,30 m Laje Superior em concreto protendido: 1,00 a 1,20 m

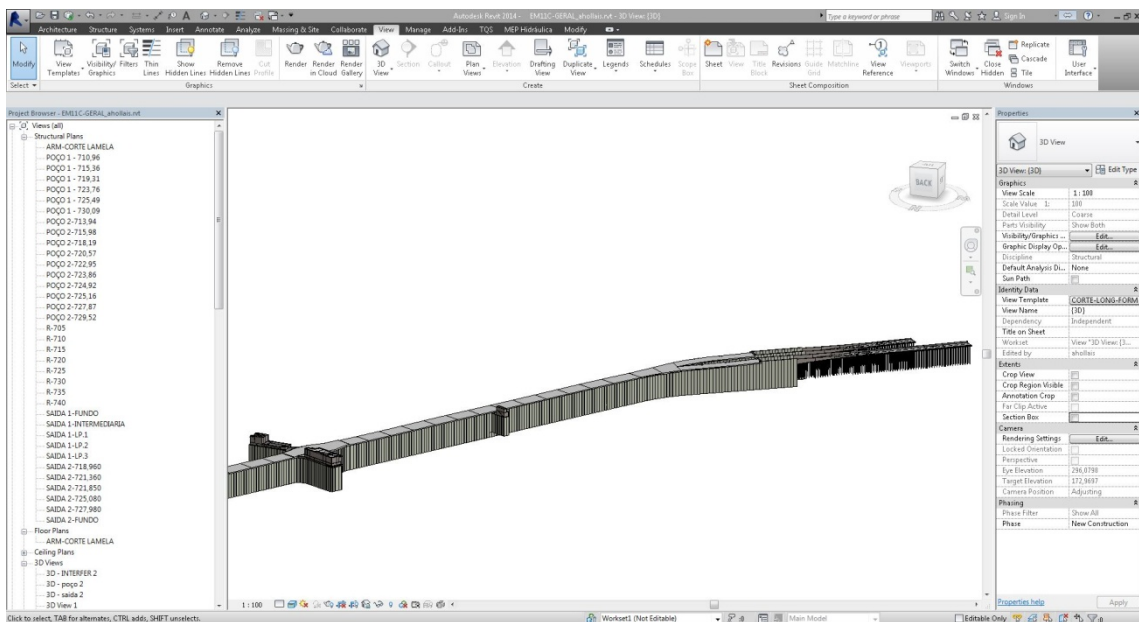
PASSAGEM SUBTERRÂNEA - TÚNEL PELO MÉTODO INVERTIDO - ALTERNATIVA II	
Seção dos Emboques em Paredes Diafragmas (4 emboques)	Extensão emboque 1: 122,97 m / Extensão emboque 2: 163,86 m Extensão emboque 3: 127,66 m / Extensão emboque 4: 168,64 m Largura interna: 8,90 m Paredes Diafragmas: espessura 0,60 m Laje Inferior em concreto armado: 0,60 a 0,70 m Laje Superior em concreto armado: 0 a 0,80 m
Seção dos Emboques em Muros de Concreto Armado	Extensão: 241,72 m / Largura interna: 8,90 m Altura máxima: 4,18 m Muros: 0,25 a 0,38 m Laje inferior: 0,25 a 0,40 m Fundação: estaca raiz 310 mm (Muros 5 a 8)
Faixas de Rolamento (3)	Faixa sentido Centro-Bairro: 3,50 m Faixa central de emergência: 3,20 m Faixa sentido Bairro-Centro: 3,50 m
Passeios	2 passeios - largura 1,40 m
Revestimento	Concreto projetado com polipropileno: espessura 10 cm
Pavimentação	Rígido / Espessura: 34 cm Área: 10.104,11 m ²
Salas Técnicas: 2 edificações semi-enterradas	Paredes diafragmas: espessura 0,60 m Parede Secundária: espessura 0,20 m método executivo: escavação em vala aberta com estroncamento provisório Sala Técnica 1 nº de níveis: 4 / Área construída: 2.486,20 m ² Sala Técnica 2 nº de níveis: 3 / Área construída: 1.834,50 m ²
Saídas de Emergência: 3 edificações semi enterradas	Paredes diafragmas: espessura 0,60 m Parede Secundária: espessura 0,20 m método executivo: escavação em vala aberta com estroncamento provisório Saída de Emergência 1 nº de níveis: 4 / Área construída: 131,11 m ² Saída de Emergência 2 nº de níveis: 4 / Área construída: 218,81 m ² *A Saída de Emergência 3 encontra-se na Sala Técnica 1

PONTE ITAPAIÚNA	
Extensão total da OAE	990,31 m
Área total do tabuleiro	10.284,95 m ²
Área decretada de utilidade pública	5.034,05 m ²
Estrutura	Ponte com 3 Ramos, com traçado curvo, com raio de 100,00m, em Concreto Protendido e encontros em caixas estaqueadas.
Método Executivo	Moldada "in loco" / totalmente cimbrada
Aparelhos de apoio	Tipo Vasoflon fixos - unidirecionais e multidirecionais.
Transversinas	Nos apoios e nas bifurcações decorrentes das junções das seções unicelulares
Seções	Seção Caixão com uma, duas e três células: 2 balanços de 2,00 m Altura: 3,0 m e variando de 3,0 a 6,0 m nos apoios
Gabaritos mínimos	Passagem de veículos: 5,50 m Trecho sobre Ferrovia: 7,00 m Trecho sobre o Rio Pinheiros: 13,00 m
Pilares	9 pilares em forma de cálice convergindo para fuste circular
Encontros	Lajes estaqueadas em forma de caixa com dois balanços de 2,00 m
Fundação	Apoios e Encontros: Tubulões Caixas Estaqueadas: Estaca raiz / Sapata direta
Ramo 100	Extensão: 196,88 m Largura do tabuleiro: 8,96 m Quantidade de faixas: 2 Vãos: 55,00; 55,00m e 79,60m
Ramo 200	Extensão: 186,56 m Largura do tabuleiro: 8,96 m Quantidade de faixas: 2 Vãos: 35,66; 43,00 e 36,00m;
Ramo Ponte	Extensão: 606,87 m Largura do tabuleiro: 12,46 m Quantidade de faixas: 2 e 3 Vãos: 45,00; 55,00; 27,30; 78,91; 112,00; 84,40 e 61,60m

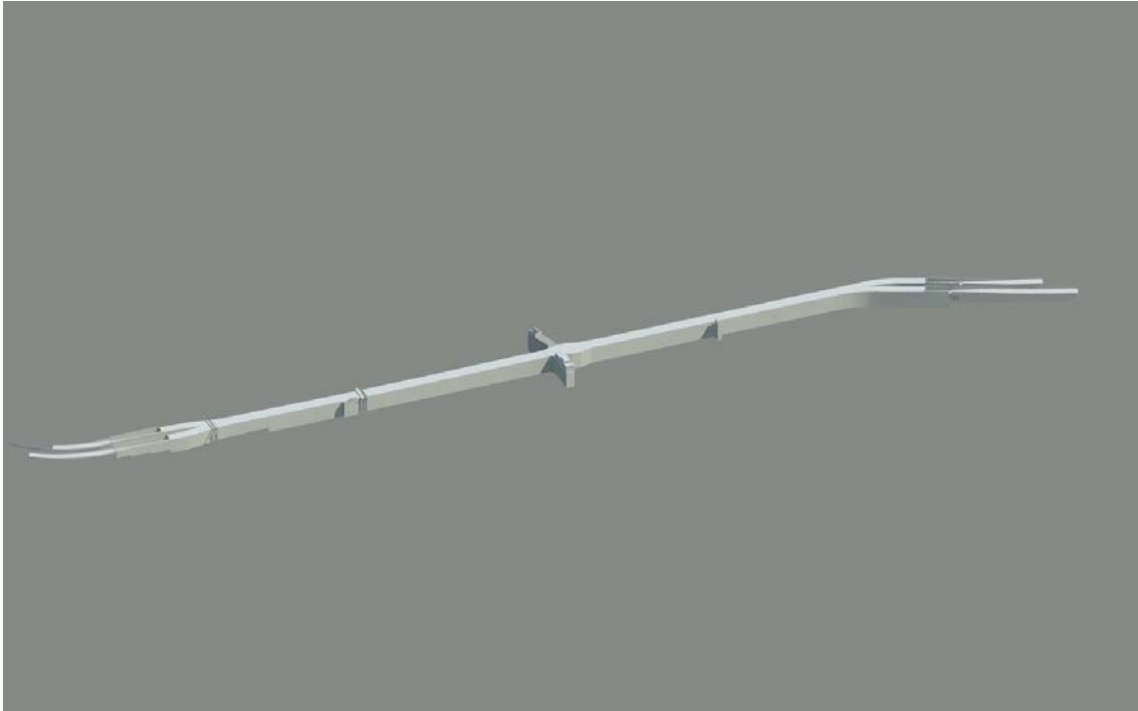
PONTE ITAPAIÚNA	
Pavimentação	Sobre a OAE: Rígido Área: 9.814,00 m ² Viário: Flexível Área: 18.039,00 m ²
Declividade das pistas	3% no sentido radial



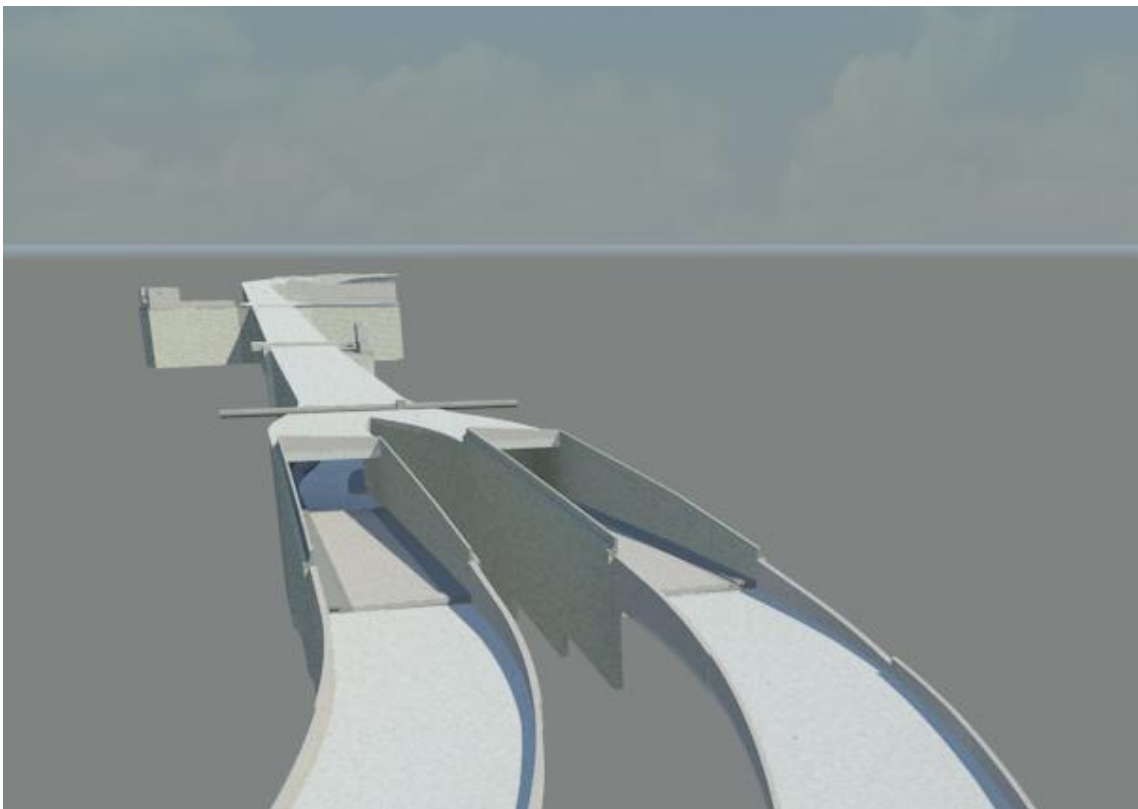
Obra - Parte 1



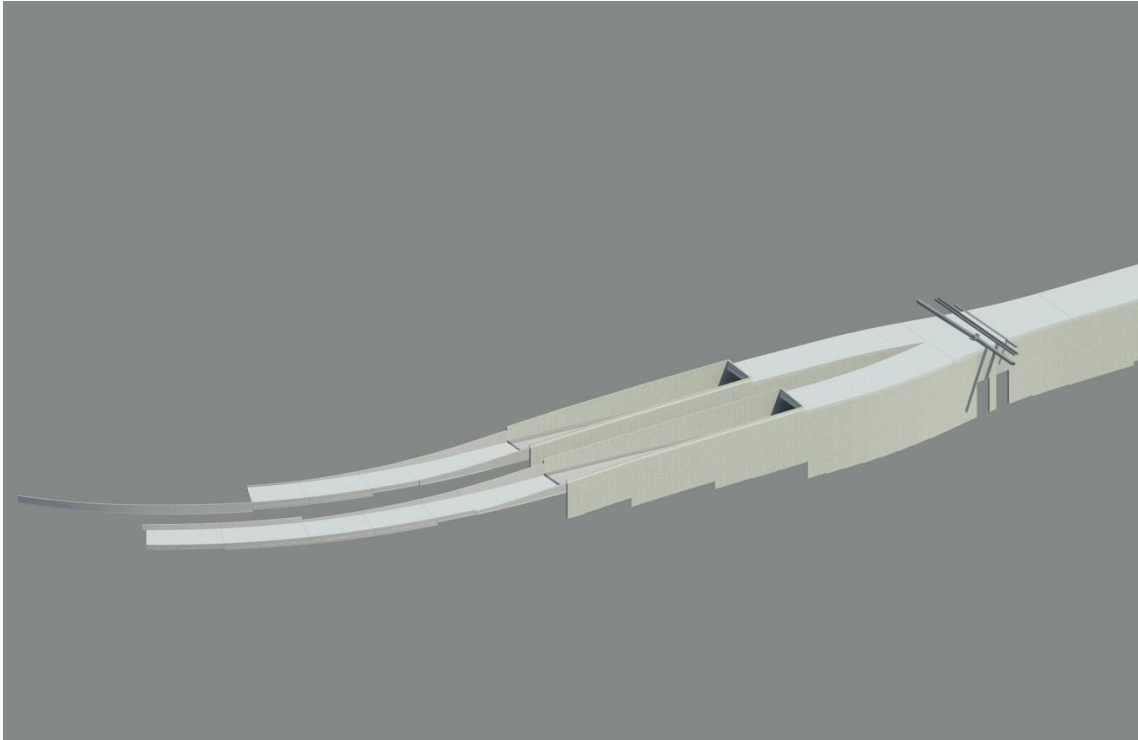
Obra - Parte 2



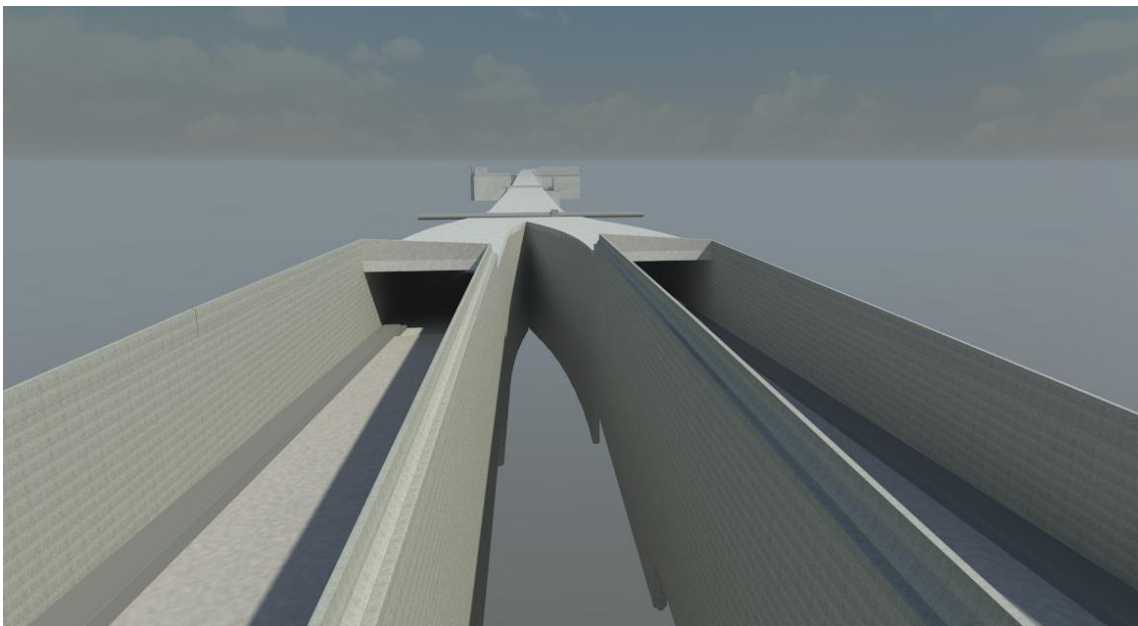
Obra Completa



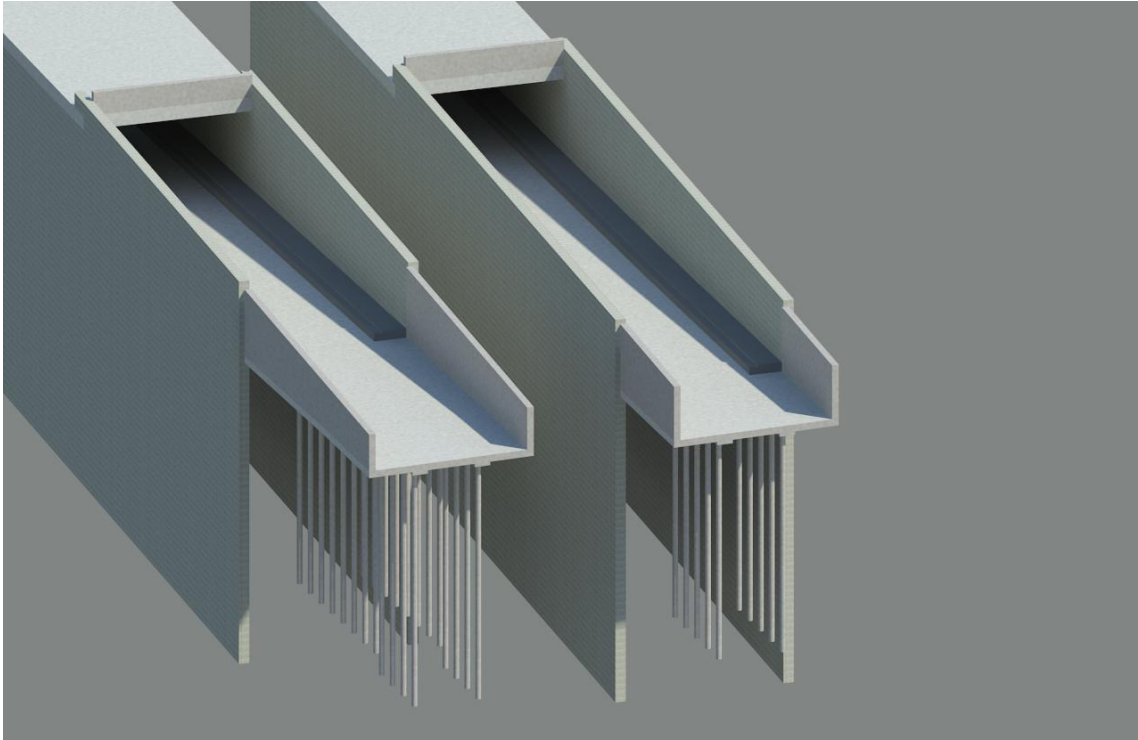
Emboque 1



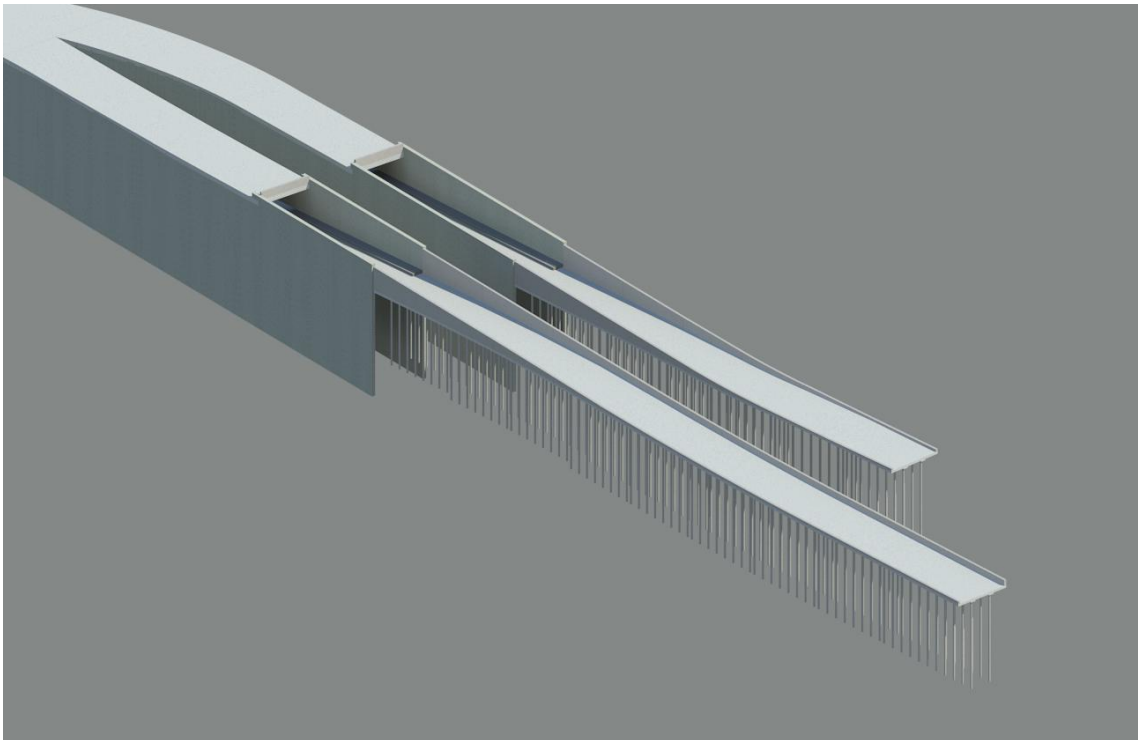
Emboque 1 e Muros - Vista Lateral



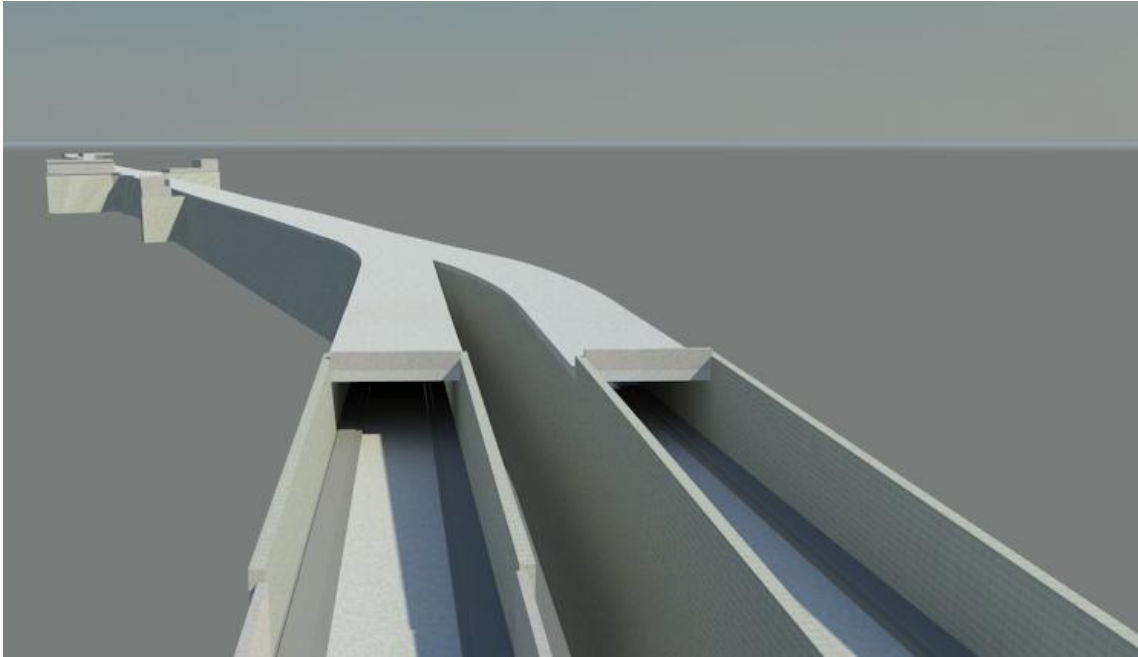
Emboque 1 - Perspectiva



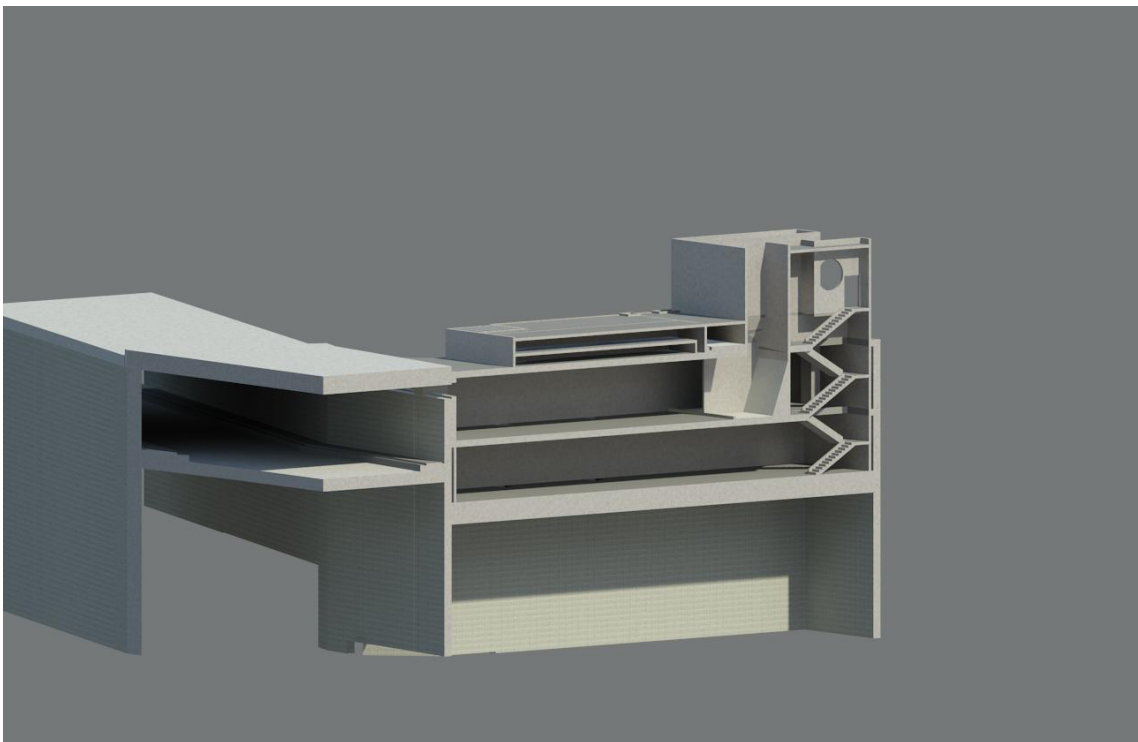
Emboque 2 e Muros - Corte Transversal



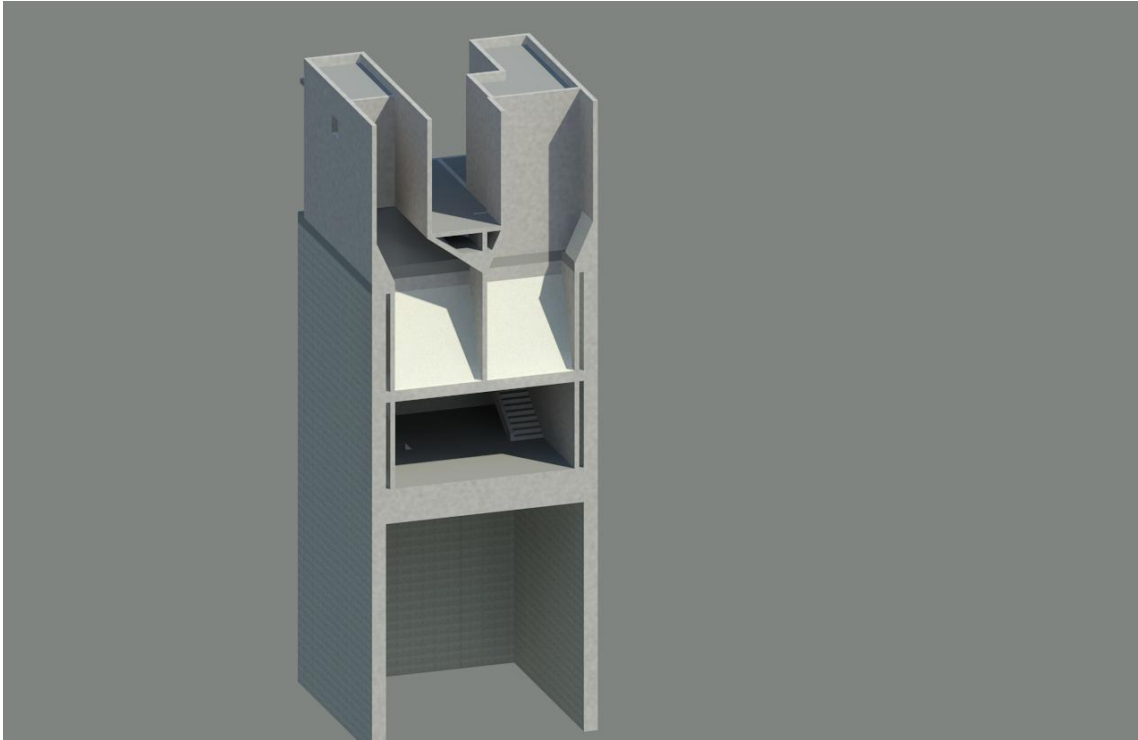
Emboque 2 e Muros - Vista Lateral



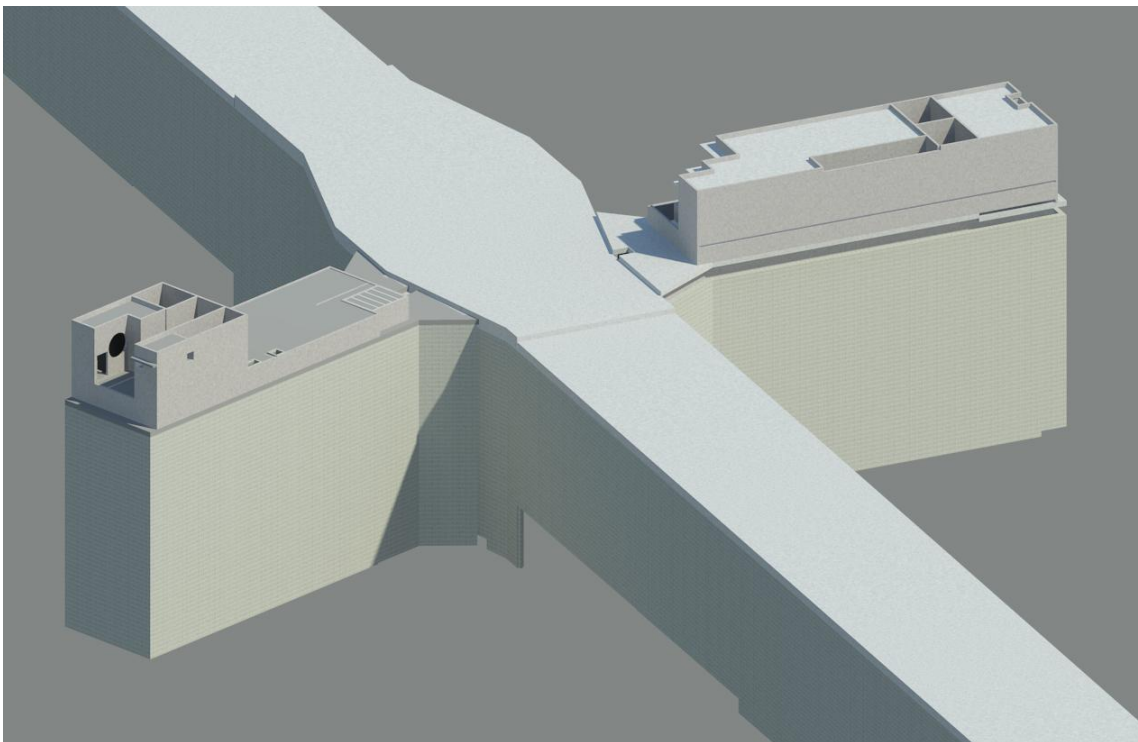
Emboque 2 - Perspectiva



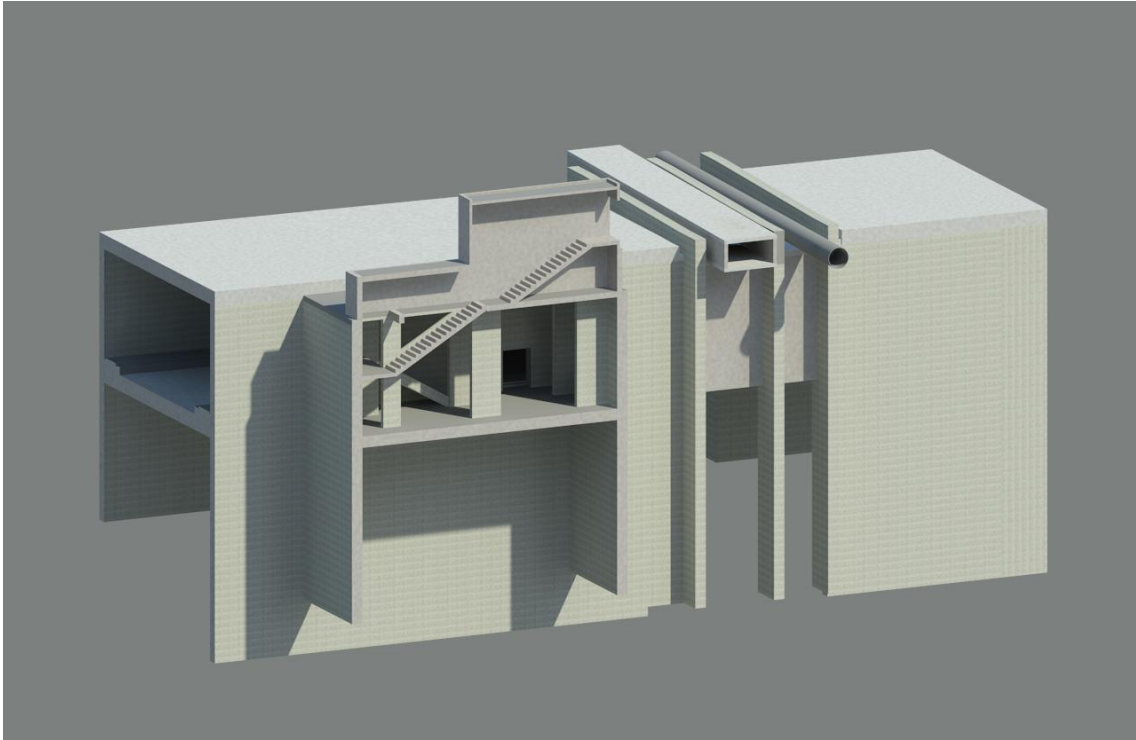
Poço 2 - Seção Longitudinal



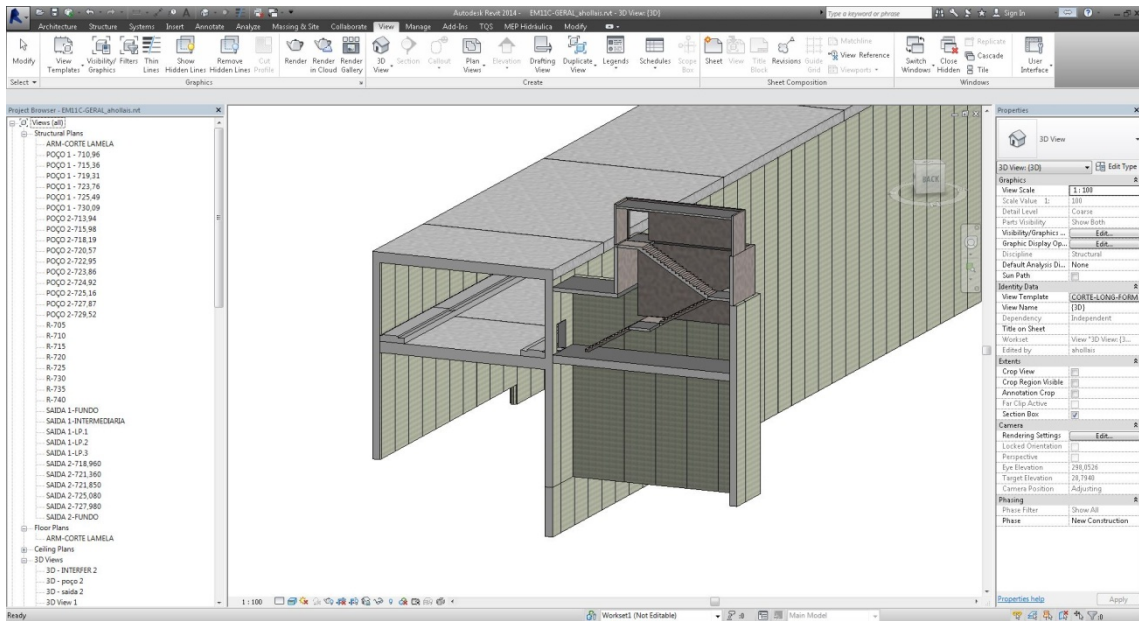
Poço 2 - Seção Transversal



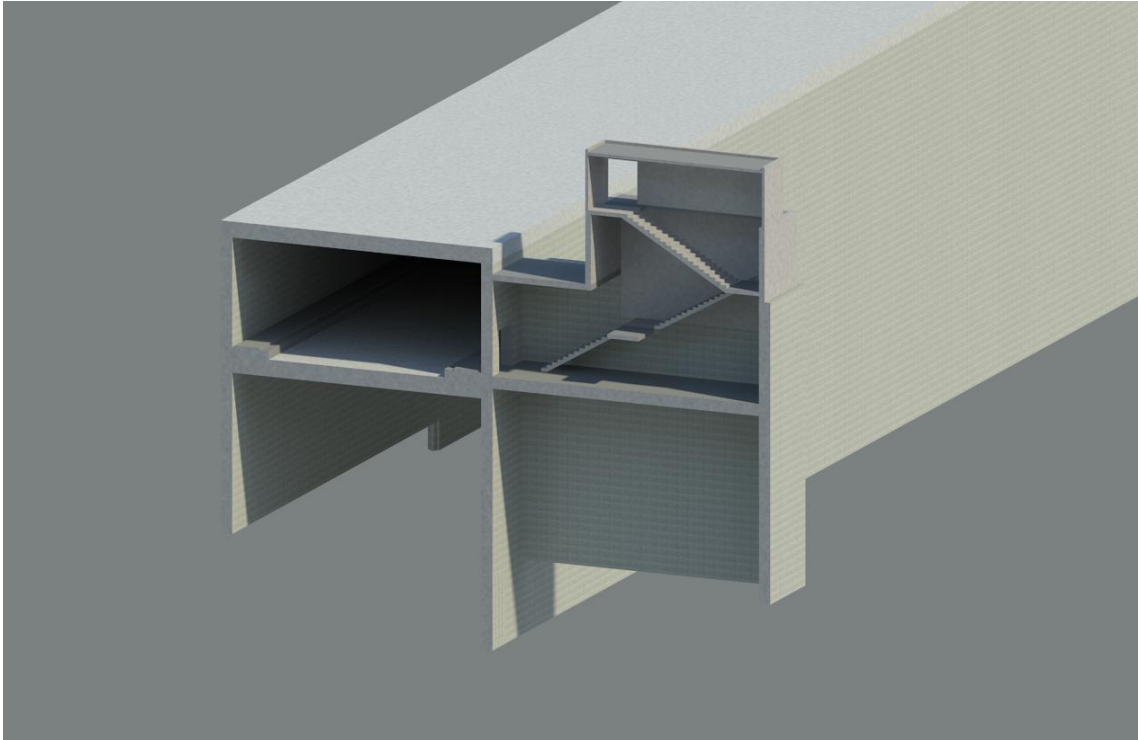
Poços 1 e 2 - Perspectiva



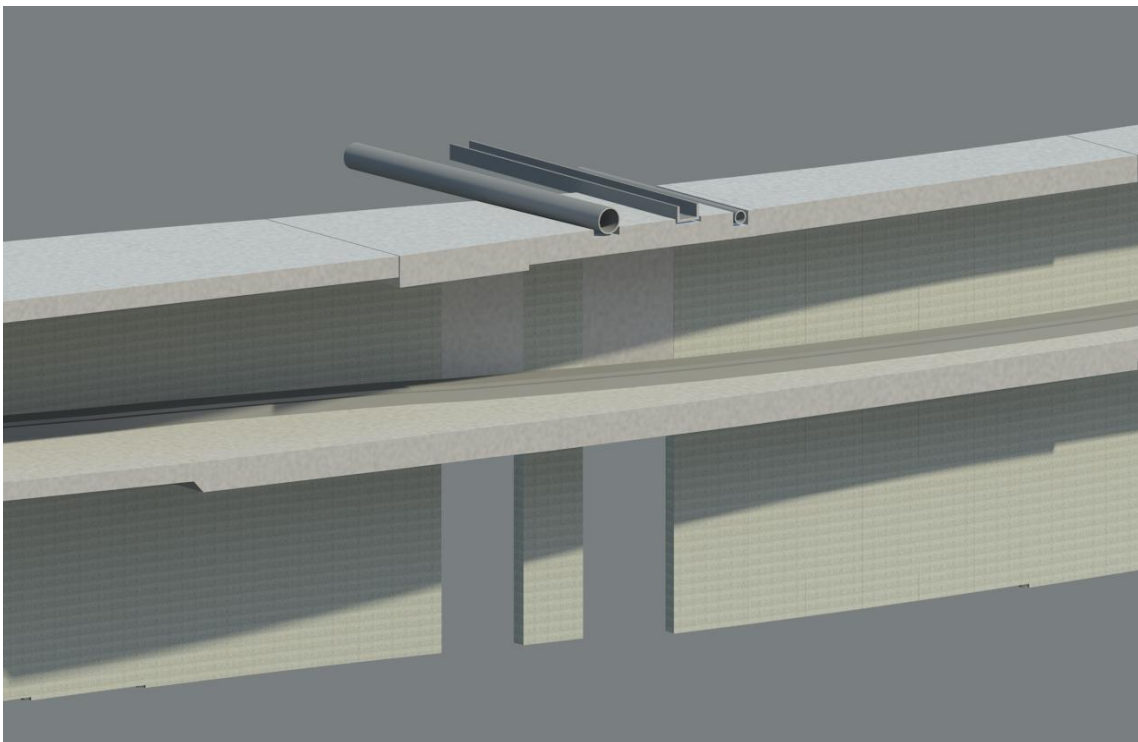
Saída 1 e Interferências



Saída 2



Saída 2



Túnel - Interferências - Seção Longitudinal