

PARQUE DE ESTACIONAMENTO "SAINT NICOLAS" EM CANNES - FRANÇA

1 - Características gerais da obra

Ano: 2010

Localização: Cannes, Côte d'Azur, França

Tipo: Contenção CSM em top-down

Altura máxima: 15,5 m – Perímetro: 205 m – Área: 2.700 m²

Terreno: Argilas arenosas e margas

Dono de Obra: ABB, S.A. ; Projetista: JetSJ, Lda. ; Executante: Geo-Rumo, S.A.

2 - Principais objetivos

O parque de estacionamento desenvolve-se em quatro pisos subterrâneos, correspondendo a uma altura média de escavação de 14 m. O recinto de escavação dispõe uma geometria em planta aproximadamente retangular com uma área de aproximadamente 2.700 m².

Durante a execução da obra uma das principais preocupações foi a garantia de funcionamento em condições de segurança dos arruamentos e edifícios vizinhos, pelo que toda a periferia da obra foi alvo de uma instrumentação cautelosa.

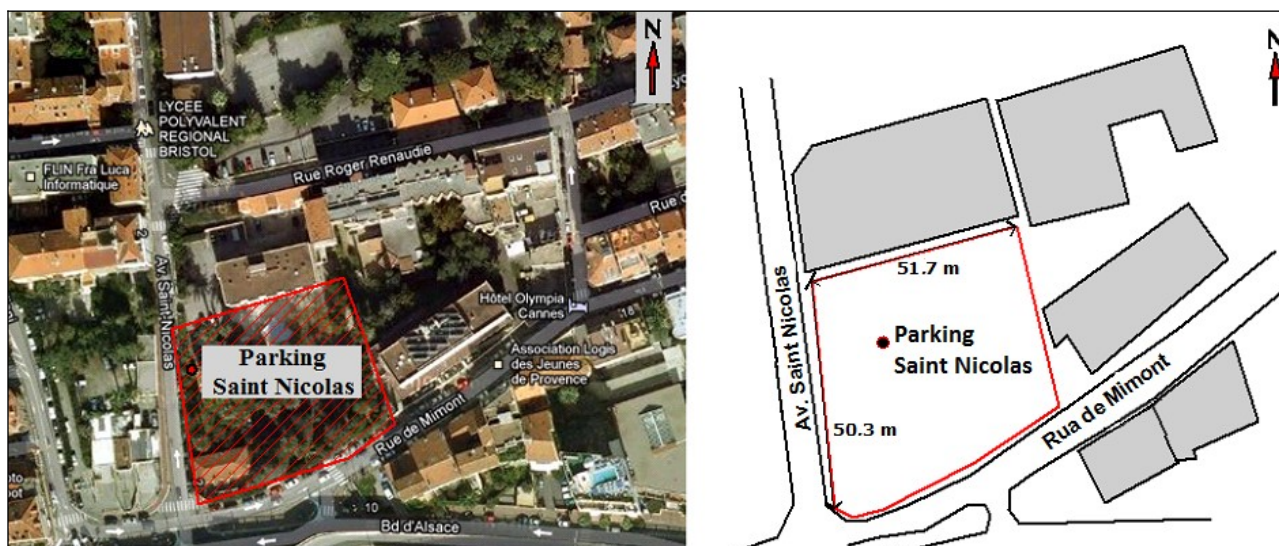


Figura 1 – Vista aérea da localização da obra

3 - Condicionamentos de ordem geológica e geotécnica

A avaliação das características geomecânicas dos terrenos interessados pela obra foi realizada com base em dois estudos geotécnicos que incluíram a realização de nove ensaios pressiométricos (PMT – *Pressiometer Ménard Test*), três ensaios de furação destrutivos e um ensaio de bombagem, bem como a instalação de oito piezómetros e a recolha de amostras para a realização de ensaios laboratoriais.

A análise dos resultados obtidos nos estudos geotécnicos realizados permitiu colocar em evidência um contexto geológico heterogêneo, tendo-se identificado a presença de uma camada de argilas arenosas com passagens margosas até profundidades variáveis entre 5,0 m e 10,0 m, sobrejacentes ao substrato constituído por margas argilosas e calcários competentes com algumas passagens mais alteradas.

Realizou-se ainda um estudo hidrológico para avaliação da permeabilidade dos terrenos para aferição do comprimento mínimo de encastramento dos painéis da estrutura de contenção que permitiria minimizar a afluência de água ao interior do recinto de escavação. O nível freático foi detetado a sensivelmente 5 m de profundidade.

4 - Descrição da solução adotada

No contexto descrito, a estrutura de contenção das escavações necessárias para a realização dos quatro pisos subterrâneos do parque consistiu numa cortina contínua de painéis de CSM armados com dois

perfis verticais do tipo IPE 450, com secção transversal retangular de dimensões 2,40 m x 0,60 m, executados sequencialmente por painéis primários e secundários, com um comprimento de sobreposição de 0,20 m de modo a assegurar uma boa ligação entre painéis adjacentes em profundidade. Os painéis de CSM e os respectivos perfis verticais foram solidarizados no topo por meio de uma viga de coroamento em betão armado. O travamento da parede de CSM foi materializado por dois níveis de bandas de laje executadas de forma compatibilizada com os trabalhos de escavação e posteriormente incorporadas na estrutura dos pisos, constituindo quadros de travamento rígidos dos quatro alçados. O apoio provisório das bandas de laje foi garantido por meio de 28 microestacas provisórias com secção tubular com uma barra rosca no interior. Preconizou-se ainda a execução de uma parede de revestimento em betão armado com 0,20 m de espessura, realizada à medida que a escavação foi avançando.

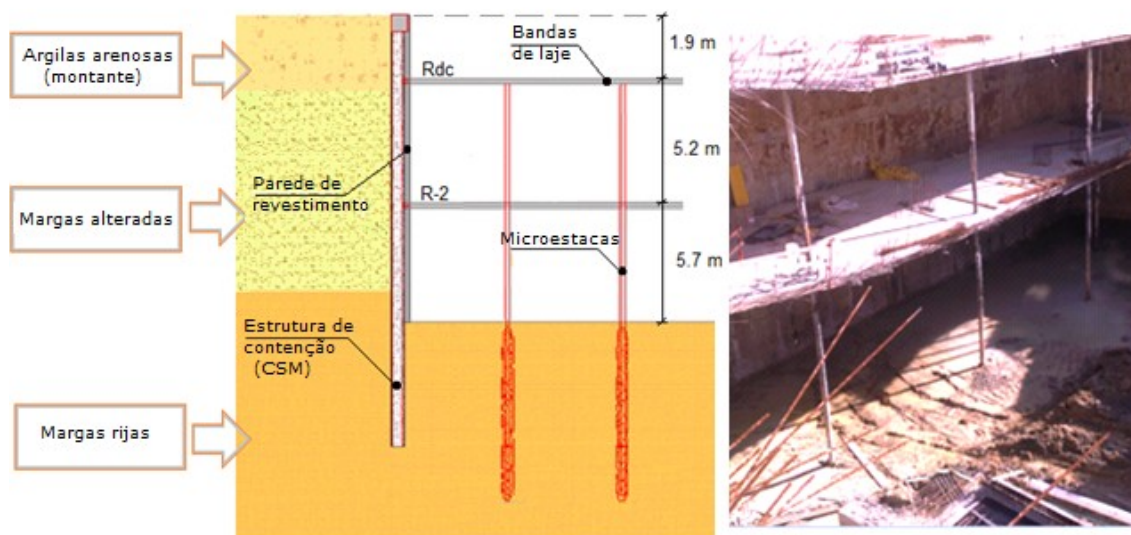


Figura 2 – Corte-tipo da contenção (à esquerda) e vista parcial da obra após a escavação à profundidade máxima (à direita)

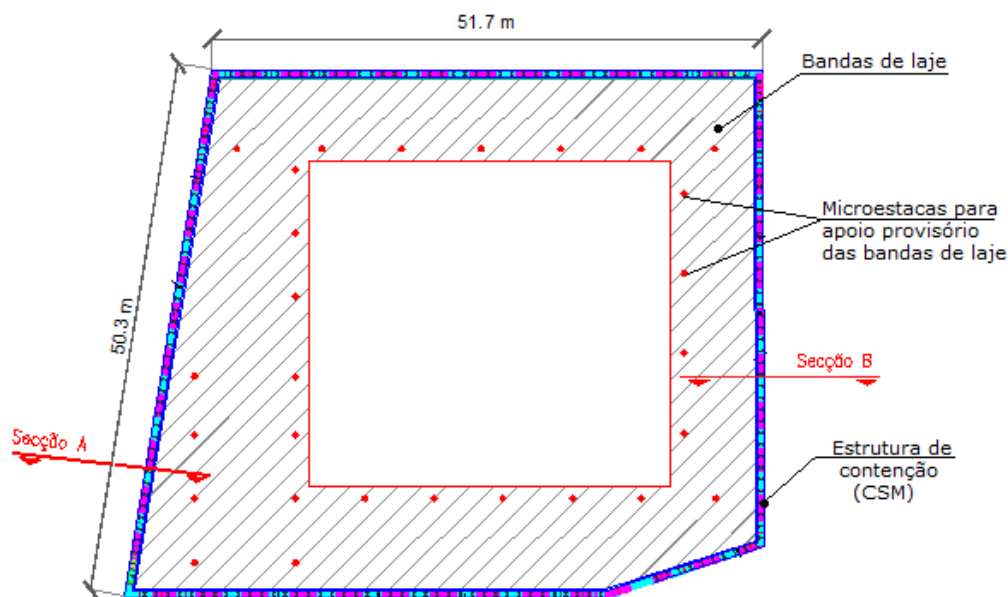


Figura 3 – Planta da obra com a configuração geral da solução

Na situação particular desta obra, caso se optasse pelo travamento da parede de contenção por meio de escoramentos metálicos, as dimensões do recinto de escavação obrigariam à utilização de escoras de elevado comprimento e diâmetro e, dada a existência de confrontações diretas de edifícios, a utilização de ancoragens não seria viável. Assim, a utilização de bandas de laje como travamento da parede de contenção foi a opção considerada técnica e economicamente mais vantajosa, tendo como vantagem principal a incorporação de elementos da estrutura definitiva para o travamento em fase provisória.

5 - Principais aspetos do projeto

Na análise da estrutura de contenção foram definidas quatro secções representativas dos quatro alçados da obra em estudo. O comportamento das secções estudadas foi analisado recorrendo ao programa de elementos finitos, tendo sido modeladas todas as fases do processo construtivo, de forma a maximizar a aproximação entre a modelação numérica e a situação real, tendo-se procedido ao estudo do comportamento do maciço e da própria estrutura de contenção em termos de esforços e de deformações.

No que respeita ao dimensionamento do travamento da estrutura de contenção, foi necessário ter em conta, de forma simplificada, a interação entre a estrutura de contenção em CSM e as bandas de laje que constituiriam o travamento. Para tal, foram introduzidos apoios elásticos no modelo de análise bidimensional da contenção periférica, com a rigidez adequada para simular o efeito de quadro fechado das bandas de laje. As forças obtidas ao nível dos apoios elásticos foram posteriormente utilizadas no modelo de cálculo das bandas de laje, o que permitiu obter os esforços de dimensionamento das mesmas e a definição da armadura adicional necessária para o seu correto funcionamento em fase provisória.

6 - Principais aspetos da obra

A execução dos trabalhos na obra apresentada iniciou-se com a implantação dos painéis de CSM, procedendo-se simultaneamente à execução de um painel CSM de teste, de forma a permitir a calibração dos parâmetros de execução. A partir dos resultados obtidos nesses primeiros ensaios, foi possível calibrar o equipamento e ajustar todos os parâmetros para que nos painéis da estrutura de contenção se garantissem os parâmetros de resistência e de deformabilidade do solo-cimento exigidos em projeto. Após a fase de calibração, procedeu-se à realização dos painéis de CSM da estrutura de contenção com a introdução dos perfis IPE 450. Foram também instalados os inclinómetros para controlo dos movimentos horizontais no tardo da estrutura de contenção. A fase seguinte consistiu na realização das microestacas de fundação para apoio provisório das bandas de laje.

Após a execução da viga de coroamento, procedeu-se à escavação até 0,5 m abaixo da cota prevista para o 1º nível de travamento (piso 0). Procedeu-se em seguida à execução do 1º nível de bandas de laje, de forma a obter um quadro rígido de travamento da estrutura de contenção, instalando-se os alvos topográficos previstos. A fase seguinte consistiu na escavação até 0,5 m abaixo da cota prevista para o 2º nível de travamento (laje do piso -2). Após a realização das bandas de laje do 2º nível de travamento, executou-se a escavação não condicionada até à profundidade máxima. Uma vez atingida a profundidade máxima de escavação foi executada a laje de fundo e a estrutura definitiva interior do parque de estacionamento, tendo sido desativadas as microestacas de apoio provisório.



Figura 4 – Fotografias da obra durante a fase de escavação após a execução do 1º nível de travamento



Figura 5 – Aspeto geral na fase final da obra

O controlo de qualidade na obra em estudo foi realizado a vários níveis. Numa primeira fase, durante a execução dos painéis de CSM, através do controlo dos parâmetros de execução efetuado em tempo real pelo manobrador do equipamento e numa segunda fase, através de ensaios laboratoriais de provetes recolhidos dos painéis da estrutura de contenção bem como através de ensaios de arranque das microestacas de fundação provisórias. Paralelamente efetuou-se a observação da obra ao longo da execução da escavação, tendo-se realizado leituras dos aparelhos de monitorização instalados de acordo com o Plano de Observação e Instrumentação previsto. Na generalidade, os resultados obtidos por via da instrumentação corresponderam aos valores previstos através das modelações numéricas efetuadas.

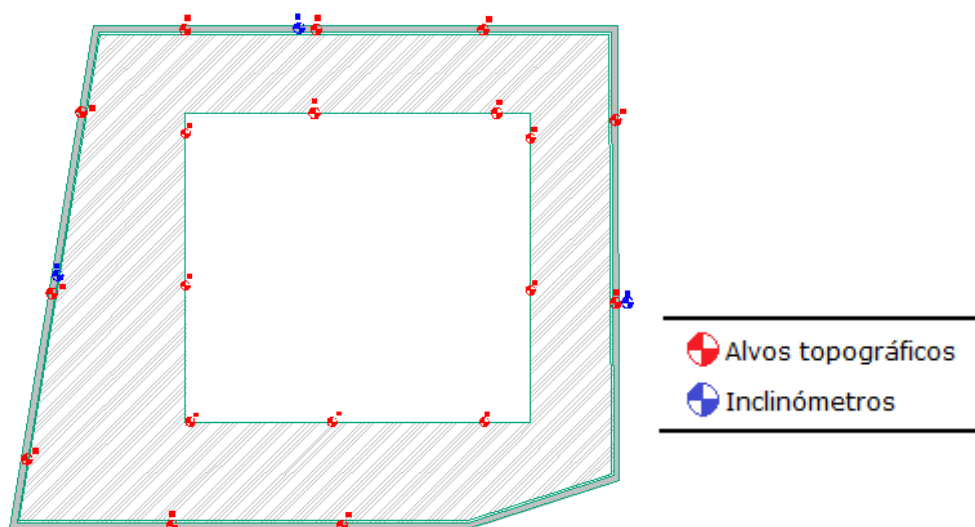


Figura 6 – Distribuição dos alvos topográficos e dos inclinómetros instalados

REFERÊNCIAS

- Arnold, M., Beckhaus, K. and Wiedenmann, U. (2011). Cut-off wall construction using Cutter Soil Mixing: a case study. *Geotechnik*, volume 34: pages 11-21.
- Bringiotti, M., Dossi, M. and Nicastro, D. (2009). Miscelazione profonda dei terreni: metodi classici e tecnologie innovative – CSM by BAUER. *Geofluid 2009*.
- Fiorotto, R., Schöpf, M. and Stötzer, E. (2005). Cutter Soil Mixing (CSM) An innovation in Soil mixing for creating Cut-off and Retaining walls. In: *16 ICSMGE: International Conference on soil mechanics and geotechnical engineering*, Osaka-Japan.
- Matos Fernandes, M., Peixoto, A., Pinto, A., Pita, X., Topa Gomes, A. e Gomes Pedro, A. (2010). Cutter Soil Mixing aplicada a escavações urbanas. *COBRAMSEG 2010: Engenharia Geotécnica para o desenvolvimento, inovação e sustentabilidade. COBRAMSEG 2010 - Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica*, 2010, Gramado, Brasil.