

"VILLA PARADISIO" EM CANNES - FRANÇA

1 - Características gerais da obra

Ano: 2011

Localização: Cannes, Côte d'Azur, França

Tipo: Contenção CSM escorada

Altura máxima: 12 m – Perímetro: 134 m – Área: 840 m²

Terreno: Argilas, aterros argilosos e dolomito fraturado

Dono de Obra: Cegetec Mediterranee; Projetista: Geo-Rumo, S.A. ; Executante: Geo-Rumo, S.A.

2 - Principais objetivos

O edifício de habitação desenvolve-se em quatro pisos subterrâneos destinados a estacionamento e sete pisos elevados. Este edifício localiza-se numa zona densamente edificada, confrontando diretamente com arruamentos e edifícios vizinhos. Ao longo do alçado norte da obra, verifica-se a existência de um canal enterrado em betão armado, tendo sido necessário garantir a sua integridade durante a execução dos trabalhos. Em contextos urbanos, como é o caso do local onde se insere esta obra, impõe-se que uma das principais preocupações seja, além de garantir as condições de segurança da obra, minimizar as interferências sobre estruturas e infraestruturas vizinhas e garantir o seu funcionamento em condições de segurança e usabilidade durante e após a execução dos trabalhos.

Apesar de se tratar de uma escavação com 12 m de profundidade em contexto urbano, na presença de nível freático a meia altura da escavação, a presença do substrato rochoso dolomítico fraturado detetado acima da profundidade máxima de escavação constituiu um bom apoio da parte inferior da cortina, tendo permitido avançar com segurança para uma solução que contemplou apenas um apoio horizontal materializado por escoras metálicas. A estrutura de contenção consistiu numa cortina contínua realizada com a tecnologia de *Cutter Soil Mixing* (CSM), com apenas um nível de apoio, conforme referido, o que constituiu uma das principais particularidades deste projeto. Esta solução, além de conter a escavação de face vertical, teve um segundo objetivo de limitação de afluência de água ao recinto de escavação.

3 - Condicionamentos de ordem geológica e geotécnica

A caracterização geológica e geotécnica do local da obra foi efetuada através de duas campanhas de prospeção que incluiu a realização de três sondagens, ensaios pressiométricos (PMT – *Pressiometer Ménard Test*), a instalação de dois piezómetros e a recolha de amostras intactas de solo posteriormente submetidas a ensaios laboratoriais. A interpretação dos resultados dos ensaios realizados *in situ* e em laboratório permitiram verificar a presença de argilas e aterros argilosos desde a superfície até profundidades variáveis entre 4,2 m e 9,6 m e o substrato rochoso dolomítico fraturado. O nível freático foi detetado a sensivelmente 6,0 m de profundidade. Verificou-se a circulação de água subterrânea sobretudo na interface entre a camada de argila e o substrato rochoso dolomítico fraturado bem como no próprio substrato rochoso devido ao seu elevado grau de fraturação.

4 - Condicionamentos de vizinhança

A obra, localizada numa zona urbana, apresenta: a norte um edifício com três pisos subterrâneos e sete pisos elevados; a sul um arruamento (*Rua Merle*); a oeste um edifício com três pisos subterrâneos e cinco pisos elevados; e a este um arruamento (*Bv. de la République*). Ao longo do alçado norte da obra encontra-se um canal enterrado em betão armado, tendo sido necessário atender à preservação da sua integridade durante a execução dos trabalhos.

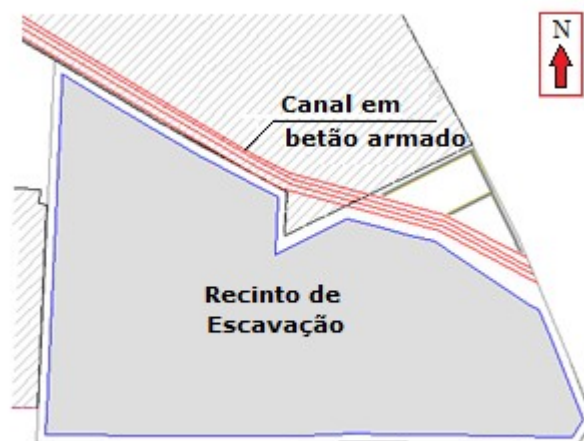


Figura 1 – Canal enterrado em betão armado localizado ao longo de um dos alçados da obra

5 - Descrição da solução adotada

Na definição da solução, uma das principais preocupações foi a procura de uma tecnologia que permitisse obter uma solução capaz de responder aos objetivos pretendidos, tendo em conta a envolvente densamente edificada da obra e a natureza essencialmente argilosa do terreno nos primeiros metros de profundidade, sobrejacente ao substrato dolomítico rochoso fraturado. Assim, foi concebida e executada uma solução de contenção constituída por uma parede contínua de painéis de solo-cimento de secção transversal retangular com espessura de 0,55 m, executados com a técnica de Cutter Soil Mixing (CSM) até uma profundidade média de 15 m de forma a garantir um comprimento mínimo de encastramento de 3 m abaixo do fundo de escavação. Para responder às solicitações impostas pelo impulso de terras, pelo impulso hidrostático e pelas sobrecargas à superfície foi necessário prever a instalação de dois perfis metálicos IPE 450 em cada painel de CSM da contenção. A solidarização dos painéis e dos perfis metálicos foi garantida através da execução de uma viga de coroamento em betão armado executada no topo dos painéis. Definiu-se um nível de travamento horizontal para os cerca de 12 m de altura de escavação total, materializado por escoras metálicas tubulares, associadas a vigas de distribuição metálicas executadas ao longo do perímetro da obra.

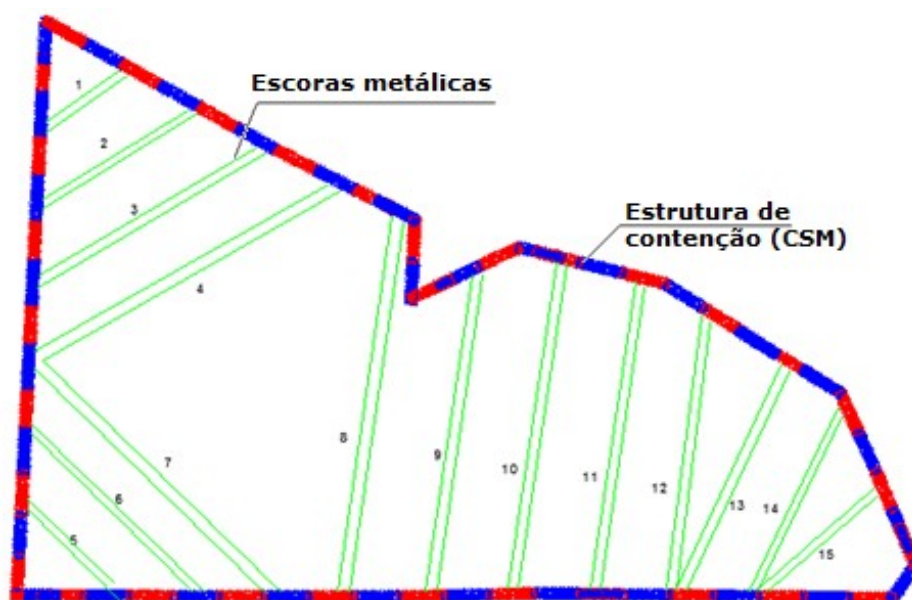


Figura 2 – Representação em planta da solução de contenção adotada

À medida que a escavação foi avançando, executou-se simultaneamente uma parede em betão projetado com 0,15 m de espessura para recobrimento da parede de CSM.

A execução dos painéis de CSM até, no mínimo, 3 m abaixo do fundo de escavação permitiu diminuir a afluência de água ao recinto de escavação. Apesar disso, para garantir as condições necessárias de circulação dos equipamentos devido à afluência de água através do fundo de escavação foi prevista a realização de poços de bombagem.

6 - Principais aspetos do projeto

A análise numérica efetuada na fase de dimensionamento da estrutura de suporte foi realizada pelo método dos elementos finitos. Para a modelação do terreno em profundidade foram considerados os parâmetros geomecânicos estimados com base nos estudos geotécnicos realizados, tendo-se recorrido ao modelo de comportamento *Morh-Coulomb*. Para a modelação numérica foram seleccionadas as seis secções mais representativas da obra, tendo-se procedido à modelação das secções mais desfavoráveis e à modelação de secções menos desfavoráveis para evitar o sobredimensionamento.

Na análise das diferentes secções procedeu-se à limitação dos deslocamentos horizontais da estrutura de contenção e dos assentamentos do terreno à superfície a valores compatíveis com as exigências ao nível das implicações na envolvente da obra. Foram definidos os limites para os deslocamentos horizontais máximos aceitáveis de 15 mm no topo da cortina e 25 mm ao longo da altura da cortina. Na modelação numérica das secções estudadas foram previstos valores inferiores aos valores definidos como máximos aceitáveis, tendo-se verificado durante a execução da obra que os valores de deslocamentos horizontais obtidos foram inferiores aos valores previstos na modelação numérica.

7 - Principais aspetos da obra

A execução dos trabalhos na obra em estudo envolveu determinadas etapas características do processo de execução de uma estrutura de contenção em CSM. Antes de se iniciar a execução dos painéis de CSM da estrutura de contenção, procedeu-se à realização de painéis de teste, dos quais foram recolhidas amostras de solo-cimento “em fresco” para submeter a ensaios laboratoriais de resistência à compressão uniaxial, permitindo efetuar a calibração do equipamento e proceder aos ajustes necessários para se atingirem os parâmetros de resistência definidos em projeto.

Após a calibração, realizaram-se os painéis de CSM da estrutura de contenção a partir da plataforma de trabalho. Os painéis foram executados sequencialmente por painéis primários e secundários, com uma sobreposição mínima de 0,20 m entre painéis adjacentes, o que permitiu assegurar que, pequenos desvios do equipamento, não colocassem em risco a ligação eficaz entre painéis. Durante a execução dos painéis de CSM o manobrador do equipamento tem acesso aos valores dos desvios da ferramenta de corte em cada instante através do painel de controlo do equipamento, podendo corrigir em tempo real o posicionamento da ferramenta de corte e inferir acerca da necessidade de repetição de um painel por desvios excessivos. Após a execução de cada painel foram colocados os perfis metálicos verticais IPE 450 que constituem a armadura do próprio painel.



Figura 3 – Ferramenta de corte (à esquerda) e bloco rochoso recolhido durante a escavação (à direita)

Uma vez executados os painéis de CSM foram recolhidas amostras para submeter a ensaios de resistência à compressão uniaxial em laboratório, de forma a validar os pressupostos admitidos em fase de projeto e dos painéis de teste.

Após a execução de todos os painéis da contenção, executou-se uma pequena escavação para execução da viga de coroamento para solidarização dos painéis de CSM e dos respetivos perfis metálicos verticais. Procedeu-se então à escavação até 0,50 m abaixo da cota prevista para o travamento horizontal, seguindo-se a execução do escoramento metálico e das respetivas vigas de distribuição metálicas.

À medida que a escavação foi avançando, realizou-se uma parede em betão projetado com 0,15 m de espessura para revestimento dos painéis de CSM. Uma vez instalado o escoramento metálico, realizou-se a escavação até à profundidade máxima acompanhada de bombagem de água no fundo de escavação.



Figura 4 – Colocação da armadura (à esquerda) e projeção de betão para revestimento da parede de CSM (à direita)



Figura 16 – Pormenor do escoramento metálico de canto (à esquerda) e vista parcial da obra durante a escavação abaixo do escoramento metálico (à direita).

REFERÊNCIAS

- Bringiotti, M., Dossi, M., 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. *16 ICSMGE: International Conference on soil mechanics and geotechnical engineering*, Osaka-Japan.
- Stoetzer, E., Brunner, W., R., Gerressen, F.W. and Schoepf, M. (2006). CSM Cutter Soil Mixing – A New Technique for the Construction of Subterranean Walls Initial Experiences Gained on Completed. *In: Proceedings DFI/EFEC 10th International Conference on Piling and Deep Foundations*, Amsterdam.