



# VIA PARQUE RÍMAC – EXPERIÊNCIA BRASILEIRA EM ESCAVAÇÕES, CONTENÇÕES E FUNDAÇÕES DE VIADUTOS E TÚNEL EM LIMA, PERU

**Renato Silva Araujo**

M.Sc., Gerente de Geotecnia  
Geocompany  
(www.geocompany.com.br), Brasil

**Roberto Kochen, Prof. Dr.**

Diretor Técnico  
Geocompany  
(www.geocompany.com.br), Brasil

**Izabel Gomes Bastos**

M.Sc., & **Habib Jarrouge**,  
Gerentes de Projetos Geocompany  
(www.geocompany.com.br), Brasil

## 1 INTRODUÇÃO

Trata-se da execução de um complexo viário com túnel e viadutos na região central da cidade de Lima, no Peru. O principal desafio de engenharia foi a implantação de um túnel, com cerca de 1,6 km, no leito do rio Rímac, pelo processo Cut and Cover, e as fundações de viadutos na região do leito deste rio. A Geocompany foi responsável pelo ATO (Acompanhamento Técnico de Obra), CQP (Controle de Qualidade de Projetos), e complementação e adequação dos projetos executivos. Um dos maiores desafios da engenharia geotécnica brasileira foi o conhecimento do comportamento físico do conglomerado rochoso areno siltoso local, variável em função de seu grau de saturação, hoje dominado.

## 2 PROJETO DE ENGENHARIA

### 2.1 Geologia local

O rio Rímac, na região de implantação da obra, atravessa a região predominantemente de depósitos quaternários de origem fluvial, com presença de blocos de rocha de tamanhos variáveis, em média entre 0,15 e 0,40 m de origem ígnea/vulcânica, na maioria dos casos, como granitos e andesitos, envoltos em matriz areno siltosa, de cor marrom a marrom-claro. Ocorreram também intercalações de camadas de arenosas ou areno siltosas. A espessura deste conglomerado, na região da obra, foi verificada como da ordem de mais de 100 m (sondagem).

### 2.2 Investigações geológico-geotécnicas

Foram desenvolvidas investigações geológico-geotécnicas ao longo da obra, de campo e laboratório com os seguintes resultados mais relevantes: Como exemplo, apresenta-se análise granulométrica de amostra realizada em laboratório, identificando porcentagem cerca de 73,2%; areias em 24,9% e porcentagem de finos em 1,9%. Estes valores foram obtidos segundo a norma ASTM (*American Society for Testing and Materials*) D422, em profundidade cerca de 1,8 m. Foram realizados ensaios CBR (*California Bearing Ratio*), norma ASTM D1883-91 (c), obtendo 75,0% (para 100% da M.D.S.) e 42,0% (para 95% da M.D.S.). Foram obtidos dados, por exemplo, de

obtenção de máxima densidade seca ( $\text{g/cm}^3$ ) 2,211 e umidade ótima 5,6%.

Foram realizadas extensas campanhas de sondagem, com profundidade da ordem de 20 m a 50 m, onde o horizonte geológico se mantém, alterando-se o grau de adensamento com a profundidade. Verifica-se também que o primeiro metro geralmente apresenta mais material pedregulhoso e lentes de areia de modo menos compacto. Para a obtenção de parâmetros de coesão e ângulo de atrito para a elaboração do projeto, foram realizados ensaios de laboratório, de caracterização física e compressão triaxial, com amostras retiradas da região do leito do rio Rímac, de acordo com os parâmetros de campo. Estes ensaios foram realizados no laboratório de Geotecnia da Universidade Nacional de Engenharia de Lima-Peru, obtendo-se entre outros, os valores de ângulo de atrito interno de  $44^\circ$  e coesão de  $0 \text{ Kgf/cm}^2$ , em amostra específica. Foram também realizados ensaios de campo, de permeabilidade, com média dos dados da ordem de  $K=8 \times 10^{-3} \text{ cm/seg}$ . Também foram realizados ensaios de campo, com amostras não deformadas. As dimensões das amostras foram de  $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$  de profundidade, de tal modo a proporcionar o melhor efeito de escala possível, em função da dimensão máxima dos blocos de rocha locais. Foram realizados também ensaios de

permeabilidade, com média dos dados da ordem de  $K = 8 \times 10^{-3}$  cm/seg. Foram ainda realizados ensaios de arrancamento de tirantes, entre outros.

### 2.3 Análise técnica dos resultados dos ensaios

Quanto aos ensaios de laboratório, apresentavam dados de coesão e ângulo de atrito muito baixos, incompatíveis com as escavações iniciais ou preliminares que se verificavam em campo.

Após análises técnicas, verificou-se que embora a amostra fosse remoldada em laboratório com as características de campo, não era possível simular a condição do solo local, pois como se trata de um conglomerado de blocos de rocha arredondados de diversos tamanhos, mal graduado e envolto naturalmente em matriz arenosa ou areno siltosa e sobreadensado em algum grau, havia presente no solo local, uma cementação natural que viabilizava praticamente seu corte vertical com estabilidade por certo período.

Por conta disso, embora os dados de laboratório apresentassem valores compatíveis com a literatura, como coesão zero ( $0 \text{ kgf/cm}^2$ ), eram visualmente incompatíveis com o que se verificava em campo, pois a configuração do ensaio separou a matriz arenosa dos blocos de rocha, quebrando sua condição de cementação única.

Por conta disso, foram realizados ensaios de cisalhamento direto em grande escala na obra, com a escavação de 0,5 m de solo e abertura de escavação ao redor da ordem de  $2 \times 3 \text{ m}$ .

Foi moldada no centro da escavação, uma amostra de solo de  $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m}$  e em seguida, ajustada a instalação de uma caixa metálica no centro da escavação, de  $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,4 \text{ m}$  de altura. Instalou-se viga metálica, perfil I, de reação, ancorada em dois tirantes verticais, para reagir contra um macaco na parte superior da caixa, para simular o efeito de carregamento vertical confinante.

Aplicou-se por meio de macaco hidráulico, carregamento horizontal com incremento progressivo de carga, mantendo-se o carregamento vertical constante.

As leituras de deslocamento eram feitas por micrômetros instalados junto à caixa metálica, de modo a verificar o

deslocamento/cisalhamento da caixa e conseqüentemente da amostra em função do incremento de carga.

Foram realizados três ensaios para três amostras em locais diferentes da obra. As cargas verticais foram alteradas em cada um dos três ensaios, em 0,5, 1,0 e  $1,5 \text{ kgf/cm}^2$ .

As leituras dos macacos hidráulicos horizontais eram transferidas para um sistema de aquisição de dados por meio de corda vibrante, de modo a se determinar as curvas tensão x deformação para cada ensaio.

A carga foi incrementada até a ruptura do solo por cisalhamento, verificada pelo decréscimo de carga necessário para efetuar um deslocamento estipulado em relação a dados anteriores.

Para cada amostra, foram também realizados ensaios de densidade *in situ* e análise granulométrica.

Uma das observações técnicas possíveis para o solo desta região de Lima é sua configuração homogeneamente heterogênea, pois os resultados de ensaios analisados em campo apresentaram coesão entre  $16,2$  a  $60,3 \text{ KN/m}^2$  e ângulo de atrito interno entre  $39,4^\circ$  e  $35,0^\circ$ .

Por conta desta heterogeneidade e grau de risco do empreendimento, os valores adotados para o projeto de estabilização de taludes e fundações foram, respectivamente para areias e pedregulhos soltos e conglomerado arenoso denso: peso unitário:  $20 \text{ Kn/m}^3$  e  $21,5 \text{ Kn/m}^3$ , coesão:  $1,73 \text{ Kn/m}^2$  e  $8,69 \text{ Kn/m}^2$ , ângulo de atrito interno:  $28,69^\circ$  e  $32,17^\circ$ , módulo de Young:  $80 \text{ MPa}$  e  $200 \text{ MPa}$ .

### 2.4 Conceito do projeto executivo para a execução do túnel

Para a execução do túnel, com cerca de  $1,6 \text{ Km}$ , foi definido o processo Cut and Cover, sendo necessária a escavação de vala a céu aberto no leito do rio Rímac, com largura cerca de  $40 \text{ m}$ . O túnel prevê três faixas de rolamento para cada sentido, e em módulos de concreto pré-moldado com pequenas partes moldadas no local.

Por tanto, o projeto previu o desvio das águas do rio para um canal provisório em concreto armado de modo a viabilizar os trabalhos de escavação no leito seco do rio.

Como uma das maiores dificuldades, o regime de vazão do rio apresentava cerca de  $20$  a  $38 \text{ m}^3/\text{s}$  de vazão média durante os meses de abril a novembro, entretanto, na época de cheia (causada pelas chuvas de cabeceira das encostas e degelo dos Andes) a vazão histórica atingia picos de mais de  $200 \text{ m}^3/\text{s}$ , inviabilizando trabalhos em seu leito.

Por conta disso, foi desenvolvida técnica de desvio do rio e estratégia de trabalho especial para as obras de construção, respeitando as normas de trabalho das agências/órgãos técnicas reguladores locais peruanos.

Foram construídos então, além do canal provisório, diques ortogonais ao leito do rio, de forma a direcionar as águas do rio para o canal provisório, com capacidade para  $80 \text{ m}^3/\text{s}$  e permitir para os picos de chuva em épocas de cheia, que o restante da água utiliza-se normalmente o leito do rio, com as devidas proteções de obras necessárias.

Posteriormente, são executadas as escavações dos taludes e, paralelamente, após certo avanço, parte-se para a execução dos módulos pré-moldados de concreto armado do túnel.

Após a execução do túnel, é realizado o processo de impermeabilização e conformação do leito do rio, sobre o túnel, e o rio é novamente desviado para seu leito natural, se desenvolvendo por cima do túnel, de modo a não causar impacto visual algum ao meio ambiente local.

O túnel emboca e desemboca na via marginal local, que recebe um novo complexo de viadutos de modo a absorver e ampliar o tráfego local, de modo moderno e eficiente.

### 2.5 Conceito do projeto executivo da escavação de taludes

Para a escavação dos taludes, com cerca de  $14 \text{ m}$  de altura, foram analisadas diferentes técnicas como parede diafragma com escavação por hidrofresa ou *clamshell*, estabilizadas com lama bentonítica, entretanto, foram descartadas pela dificuldade gerada pelos blocos de granito que perfazem o conglomerado. A solução adotada foi a execução de solo grampeado (*Soil Nailing*) com ancoragens ativas de cabo e passivas autoperfurantes. Os cálculos de estabilidade foram desen-



Figura 1 – Vista geral de comportamento estável de taludes e perfurações de ancoragens passivas no leito do rio Rímac

volvidos com a utilização de coeficientes de segurança parciais, segundo recomendado pelos códigos Europeus EC7. Para analisar a estabilidade das escavações dos taludes, utilizou-se o processo de equilíbrio limite, com a adoção do *software* GEOSLOPE, onde se buscou a determinação do fator de segurança por meio dos métodos de Bishop (1955), (ruptura circular) e Janbu (1955) (ruptura plana).

Inicialmente, o método de estabilização dos taludes foi desenvolvido com camada de 17 cm de concreto projetado, armado com duas telas metálicas e reforçado com ancoragens passivas em malha variável em cerca de 1,5 m a 3,0 m horizontal por 2,0 m vertical.

Os taludes mais desfavoráveis foram escavados em inclinações de projeto de 1:5v.

O comprimento das ancoragens passivas é variável, em cerca de 5,7 m a cerca de 18,70 m.

As ancoragens passivas foram dimensionadas como tubos rosqueados de aço, autoperfurantes, com diâmetro de 3", e com utilização de *bits* de Tungstênio.

Como foram previstas ancoragens passivas, onde é necessária a deformação do maciço para o incremento de capacidade resistente até sua estabilização, as edificações e estruturas

lindeiras foram analisadas quanto a sua deformação limite de serviço de modo a evitar danos.

Para esta análise foi realizado um modelo destas no local por meio de malha de elementos finitos, utilizado o *software* PLAXIS 2D.

Para as estruturas onde as deformações verificadas poderiam não ser suportadas sem risco de danos pela estrutura lindeira local, foi projetada a alteração de ancoragens passivas por ativas, onde já entram em carga sem a necessidade de deformação do maciço local.

Também foram levados em conta para as estruturas em projeto, as ocorrências de terremotos locais, com a adoção de aceleração sísmica para efeito de cálculos da ordem de 0,31 g, estudado um período de retorno de 200 anos.

## 2.6 Projeto especial para interferências

Por conta da passagem por pontes em fundação direta, entre elas uma ponte centenária de pedra, de caráter histórico, foram necessários projetos conceituais distintos, utilizando-se de reforço e sub-fundação em microestacas de concreto armado, sob bloco especial de concreto armado para cada pilar, ou outro tipo de reforço.

## 3 PRINCIPAIS DESAFIOS E CONQUISTAS DE ENGENHARIA

### 3.1 Ciclo de trabalho: escavação e contenção de taludes

Para a atividade de escavação de vala para a execução dos módulos do túnel, se perfazia o seguinte ciclo médio, ajustado pelo ATO ao longo do tempo e análise de dados adicionais de topografia e ensaios/análises de campo:

Inicialmente se escava o conglomerado para a instalação de linha específica de ancoragens, com abertura da ordem de 100 m a 200 m (em função do tipo de solo e capacidade de equipamentos locais).

Executa-se então uma camada de inicial de concreto projetado (*shotcrete*) com cerca de 2 cm a 5 cm de espessura. A topografia define os locais de execução das perfurações para instalação dos drenos e ancoragens (cerca de 100 m em 1 hora de trabalho).

Executam-se as perfurações das ancoragens; instala-se a primeira camada de tela metálica; executa-se a camada com cerca de 6 cm a 10 cm de concreto projetado (rendimento cerca de 7 m<sup>3</sup> em meia hora).

Instalação da segunda malha e cama-



da final de concreto projetado (tempo de cura local cerca de 8h). Execução das “cabeças” de apoio das ancoragens; instalação da placa metálica, porca e aplicação de torque para mobilização total da carga na ancoragem.

### 3.2 Escavação de taludes

Conforme apresentado acima, os valores de coesão apresentados foram muito baixos, entretanto os taludes eram estáveis no momento de sua escavação e sofriam alguma erosão eólica ao longo do tempo. Isto ocorria por conta da cementação específica verificada na matriz arenosa do conglomerado e também por haver parcela de coesão aparente.

Embora a matriz arenosa do conglomerado fosse frágil à ação da água, em Lima não há chuva, reduzindo o risco.

A escavação foi inicialmente prevista em nichos, que foram ampliados conforme se conhecia o comportamento do talude local, por meio de topografia de precisão atuante na obra.

O ATO pôde promover grande aumento de produção com o incremento da velocidade do ciclo de produção, tornando a obra mais eficiente.

### 3.3 Perfuração das ancoragens

O ATO desenvolveu diversas análises e experimentos de campo para incrementar a segurança e produtividade, a medida em que eram recebidos novos dados e ensaios dos materiais, além das análises geológico-geotécnica dos profissionais em campo durante todo o processo.

A perfuração dos chumbadores antes da camada inicial de concreto projetado foi verificada como desfavorável por haver incremento médio do diâmetro inicial de perfuração, por conta de desmoronamentos parciais do conglomerado.

A atuação do ATO também se tornou fundamental para a definição de ações face à ocorrência de lentes ou camadas de areia de menor coesão, ou com perda mais rápida da parcela de coesão aparente.

Para o talude que suportava o canal de desvio, a manutenção de certo nível de umidade favorecia a manutenção da



Figura 2 – Detalhe de ancoragem passiva autopercussora



Figura 3 – Detalhe da sobre escavação ocorrida pela utilização de água sob pressão no processo. A perfuração foi revista para uso de calda de cimento diluída, e sua estabilidade foi visivelmente superior

coesão aparente, entretanto, sua análise geotécnica de risco e estabilidade exigiu monitoramento constante e soluções distintas para cada região do empreendimento.

A Figura 2 apresenta o detalhe da barra autopercussora.

Durante o processo de perfuração verificou-se a ocorrência muito in-

tensa de desvios da ancoragem passiva. Esta prática foi reduzida com o treinamento de operadores e a substituição das ferramentas de corte por *bits* de melhor capacidade de cortar blocos de rocha, de modo a não desviarem (tungstênio/widia de melhor qualidade).

O ATO verificou grande ocorrência de



**Figura 4 – Detalhe do canal provisório, à direita da foto, os taludes com contenção em solo grampeado e a execução de parte do módulo do túnel**

desmoronamentos nas perfurações do talude em conglomerado rochoso durante o processo de perfuração das ancoragens passivas, de modo a incrementar riscos e custos de obra.

Foi verificado que o processo de perfuração com água sob pressão desmontava a matriz arenosa do conglomerado gerando seu desmoronamento parcial.

Esta ocorrência potencialmente incrementa o desvio das perfurações, por poder desagregar a estrutura compacta do conglomerado antes da chegada da ferramenta de corte, onde é mais difícil a perfuração de blocos de rocha arredondados mais soltos.

Observa-se também que pode haver um aumento do índice de vazios do maciço por conta do alívio de tensões (efeito de escala, com diversas perfurações) e consequentemente incrementa o risco de aumento dos des-

locamentos do talude em execução, uma vez que as ancoragens passivas apenas atuam com sua capacidade total a partir de sua ancoragem no maciço, portanto, após a fase de perfuração, injeção, cura, execução do anteparo em concreto armado, cura, aplicação de placa, porca e torque, em ciclo com cerca de três dias para atingir resistência adequada.

Foi definido pelo ATO a alteração do sistema de perfuração com água para calda de cimento diluída, com fator água/cimento de 0,9. Esta prática incrementou sobremaneira a produtividade e também a segurança de obra, além de reduzir o sobre consumo de concreto projetado utilizado para o fechamento de sobre escavações no maciço.

Outra verificação feita pelo ATO para o excesso de sobre escavação observado na obra foi por conta das hastes

e conjunto de perfuração em geral, empenados, onde a haste não girava em torno de seu eixo e sim com um diâmetro maior, alargando o furo e consequentemente sobre escavando o talude e consumindo mais calda de cimento, além de outros aspectos geotécnicos desfavoráveis durante a fase de perfuração.

A figura 3 ilustra a sobre escavação durante perfuração com água, alterada e revisada para perfuração com calda de cimento.

Posteriormente, a etapa de perfuração, é injetada calda de cimento pela barra. Com fator água/cimento de 0,4, de modo a engastar a ancoragem no maciço.

Por conta da inclinação de cerca de 15°, a barra, conforme a Figura 3, não recebia o engastamento/proteção anticorrosão proporcionada pela calda de cimento na região do último metro.



Como opção ao concreto projetado, uma recomendação do ATO era a utilização de um saco de cimento na boca do furo, de modo a possibilitar verter a calda de cimento pela parte superior do furo. Deste modo, se obtém economia de concreto projetado e grande incremento de velocidade de produção, uma vez que as etapas de concreto projetado são em camadas mais delgadas e menores, e sempre há alguma perda da parte final da calda de cimento.

A produtividade das ancoragens passivas média foi cerca de 35 m por turno por perfuratriz e a das ancoragens ativas média foi cerca de 15 m por turno por perfuratriz.

### 3.4 Instalação dos módulos de concreto do túnel

Após a escavação e estabilização dos taludes, o solo escavado recebia a compactação de projeto, laje de concreto armado e a implantação dos módulos pré-moldados do túnel.

A fase final do empreendimento contempla a passagem do rio Rímac já sobre o túnel, fora do canal provisório, à esquerda na foto 4.

### 3.5 Execução das fundações dos viadutos

Dentro do complexo de vias do empreendimento, ficaram também sob a responsabilidade do ATO, a liberação e acompanhamento técnico das fundações diretas e profundas de cerca de 10 viadutos de grande porte.

O ATO verificou que algumas sapatas estariam localizadas dentro do leito do rio Rímac e verificando os estudos de erosão do leito do rio, em função da geologia local e vazão de pico, analisando também os reforços históricos nas pontes existentes, recomendou a verificação quanto a fundações profundas.

Foram então desenvolvidos projetos com grupos de estacas escavadas sob blocos de coroamento, protegidas por tubos de revestimento metálicos de diâmetros variados (a maioria com 1,50 m de diâmetro) e de elevada profundidade, com cerca de 20 m.

A produção média obtida na perfura-



Figura 5 – Detalhe da ferramenta de perfuração, escarificação, corte e trituração do conglomerado local. Entra por dentro do tubo camisa de revestimento do furo



Figura 6 – Detalhe da ferramenta de coleta de detritos no interior do tubo camisa, após escavação, trituração e escarificação da ferramenta anterior. Observa-se ainda na parte inferior da camisa metálica de revestimento do furo, uma morsa, que abraça esta camisa metálica e a crava no solo, por movimentos de rotação e empurre, durante o processo de escavação



Figura 7 – Detalhe do equipamento de abertura da tampa do cilindro coletor de detritos do furo, abrindo a tampa inferior por sistema de encaixe





**Figura 8 – Detalhe da execução de uma falsa sapata, para transpor uma camada de aterro orgânico e atingir a cota de implantação da sapata do viaduto**



**Figura 9 – Detalhe dos diques para retenção de blocos e desvio do rio**

ção vertical, após o vencimento da curva de aprendizado inicial, na região do leito do rio Rímac foi da ordem de 20 m por turno por dia.

A ocorrência dos blocos de rocha dificultava sobremaneira os equipamentos inicialmente implantados de trado encamisado.

Posteriormente, conforme a evolução da curva de aprendizado, equipamentos mais modernos, com ferramenta de corte, escarificação e trituração dos blocos de rocha, somados a posteriores ferramentas em forma de cilindros fechados foram implantados, aumentando a produtividade.

Adicionalmente a este processo, uma morsa implantada na perfuratriz abraça o tubo camisa e o crava no solo, em conjunto com a escavação, incrementando sobremaneira a eficiência do processo. As Figuras 5, 6 e 7 ilustram o procedimento de escavação.

O processo de liberação das sapatas pelo ATO foi em função da capacidade de carga de projeto e sua correspondência com o solo local.

Foram implantadas sapatas nos locais mais diversos, entre regiões de entulhos antigos, lixões etc.

Como dados para a liberação destas sapatas, foram realizadas sondagens com testemunho, sem SPT (*Standard Penetration Test*), pelo problema dos blocos de rocha, e sondagens sísmicas, cuja correlação entre as velocidades de ondas era avaliada pelo ATO e era possível certa correlação com a densidade e capacidade de suporte local.

Eram também realizados ensaios DPL (*Dynamic Probe Light*), uma variação do ensaio SPT, realizado por executores locais, onde deveriam ser levados em conta todos os fatores geotécnicos envolvidos.

Entretanto, estes dados eram orientativos, principalmente para a melhor interpretação da continuidade e aumento da resistência do terreno de implantação da fundação com a profundidade. Este dado é de vital importância para se definir parâmetros de deformabilidade, fundamentais para a liberação de apoios dos viadutos.

Após a análise de todos estes dados, o engenheiro geotécnico experiente do



Figura 10 – Detalhe do dique de desvio do rio projetado pela Geocompany e a adução do canal de desvio do rio

ATO descia até a cota da escavação da futura fundação e solicitava a execução de pequenas escavações pontuais, a fim de confirmar com técnicas empíricas de campo, os dados obtidos nas sondagens e cruzá-los com as solicitações de projeto.

Desta forma, viabilizava-se a liberação da fundação ou solicitava-se adequações.

O ATO também monitorava a escavação, de modo a garantir a maior economia possível na obra, pela verificação, por exemplo, da redução da cota de implantação da fundação de projeto ou a possibilidade de alteração por solução mais econômica, como concreto ciclópico ou aterro em solo compactado controlado, como troca de solo, quando as camadas de suporte adequados eram muito profundas.

A figura 8 ilustra um exemplo de sapata local.

### 3.6 Execução dos diques para desvio do rio

Para a execução das obras do túnel, foi necessário desviar o rio Rímac para um canal provisório durante o período de obras.

Este dique tem a função de permitir a passagem do excedente de água além da capacidade do canal provisório, de modo a propiciar que a vazão da época de cheia do rio, da ordem de mais de 200 m<sup>3</sup>/s, possam passar de modo controlado pelo leito natural do rio, por entre as contenções de taludes e módulos do túnel já executados.

As figuras 9 e 10 ilustram os diques. O dique de montante tem a função de reter parte dos blocos de rocha que descem da serra e deve ser limpo ao longo do tempo e na sequência, o dique partidor desvia a água do período de obras para o canal provisório.

## 4 CONCLUSÕES

Como conclusão, pode-se observar que empreendimentos de grande porte, em condições geológico-geotécnicas severas, como a necessidade de escavação de um conglomerado arenoso homogeneamente heterogêneo, como no caso em estudo, devem ser muito bem dominados e receber acompanhamento técnico diário de profissionais experientes, de modo a transpor e superar os diversos obstáculos encontrados diariamente. 🔄

## BIBLIOGRAFIA

E. de la Rosa, 2012. *Estudio para la Estabilidad del Túnel*. Lima: Técnica y Proyectos, S.A. (Typsa). 48 p.

D. Duran, 2012. *Ensaio de Compression triaxial*. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. 5 p.

Geocompany: Dados de projeto e A.T.O. 2012-2013.



Julho / 2015

Junho / 2015

Agenda 2015

Maio / 2015

**fundações**  
& **Obras Geotécnicas**

Seção "Em Foco" Edição 56

**Drenos**

Material: 20/04/2015  
Circulação: 05/05/2015

### Participação na matéria

Manifestações de interesse em participar com conteúdo, entrevistas ou fotos devem ser enviadas para o e-mail: [glessia@rudders.com.br](mailto:glessia@rudders.com.br) - Tel: (11) 3596-8094  
(Os interessados em participar nas matérias de cada edição receberão posteriormente por e-mail as orientações da redação da revista)

### Participação com anúncio especial na edição

Manifestações de interesse em participar com anúncio especial na edição devem ser enviadas para o e-mail: [publicidade@rudders.com.br](mailto:publicidade@rudders.com.br)  
Tel: (11) 2641-0871

## Prepare-se para participar!

### Calendário Anual de Pautas 2015 da revista *Fundações & Obras Geotécnicas*

A revista *Fundações & Obras Geotécnicas* dispõe da seção "Em Foco" – editoria mensal e fixa na publicação – que tem um viés didático, com informações detalhadas sobre alguma técnica utilizada na área, explicadas por dois ou mais profissionais especialistas do setor. Com uma abordagem explicativa e com teor técnico, a matéria explana ao leitor a metodologia executiva da tecnologia, quando ela chegou ao Brasil, como foi sua evolução no mercado nacional, qual é a sua aplicabilidade, qual é a avaliação dela pelo setor, entre outros. A editoria tem o objetivo de orientar empresas e engenheiros que procuram conhecer mais sobre os sistemas em pauta. A matéria também exhibe registros fotográficos que possam ilustrar o tema abordado naquela edição.



**Rudder**  
editora

Tels: (11) 3467-8770 / 2641-0871  
[www.rudders.com.br](http://www.rudders.com.br)

# M&T EXPO 20 ANOS

A FEIRA ONDE OS NEGÓCIOS ACONTECEM

DESDE 1995, A M&T EXPO TEM SUPERADO TODAS AS EXPECTATIVAS DE PÚBLICO E DE VENDAS. JUNTOS, FAREMOS A EDIÇÃO DE 2015 AINDA MELHOR.



A M&T Expo Máquinas e Equipamentos, Feira e Congresso, segundo seus expositores e visitantes, é o evento do setor da construção que mais gera negócios, tecnologia e conhecimento. Em 2015, a M&T EXPO terá mais de: 500 expositores, 1.000 marcas, 110.000 m<sup>2</sup> de área e 54.000 visitantes com alto poder de decisão e influência.

DE 9 A 13 DE JUNHO DE 2015 | SÃO PAULO/SP | BRASIL | GARANTA JÁ A SUA ÁREA [WWW.MTEXPO.COM.BR](http://WWW.MTEXPO.COM.BR)

Realização



GRANDES CONSTRUÇÕES

Local SÃO PAULO EXPO

Exposições & Convenções Centro

M&T EXPO

MAQUINAS E EQUIPAMENTOS

14ª Feira e Congresso Internacional de Equipamentos para Construção e 7ª Feira e Congresso Internacional de Equipamentos para Mineração