



COSTA FORTUNA

engenharia de fundações

miniJET® / UWA

Under Water Anchor
TIRANTE SUBMERSO



Costa Fortuna Fundações e Construções

A **Costa Fortuna Fundações e Construções Ltda** opera no mercado de fundações e contenções e tem por filosofia o desenvolvimento empresarial baseado em parcerias sólidas, fundadas no bom atendimento, na seriedade e, sobretudo, no respeito pelos seus clientes.

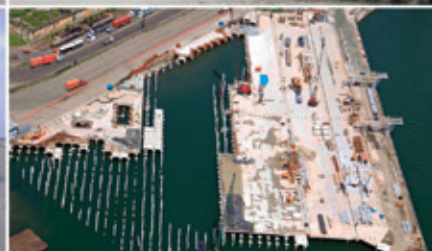
Com quadro técnico composto por engenheiros e geólogos especializados, a **Costa Fortuna** vai além da simples prestação de serviços de fundações e age como real parceira de seus clientes, buscando as melhores soluções técnicas para a execução dos projetos de fundações.

Utilizando técnicas avançadas de engenharia de fundações a **Costa Fortuna** está apta a executar serviços de estacas escavadas de grande diâmetro, estacas barrete, estacas raiz, estacas hélice contínua, cravação de estacas metálicas, parede diafragma, tirantes, geodrenos, jet grouting, colunas de brita, solo grampeado e rebaixamento com poços profundos, bem como serviços para obras fluviais e marítimas como estacas escavadas em lâmina d'água com camisa metálica perdida, cravação de estacas de concreto pré-moldado e mistas e estacas escavadas engastadas em rocha com o uso de circulação reversa.

A **Costa Fortuna** atua no mercado internacional com a sua associada **Costa Fortuna del Uruguay** e busca continuamente sua expansão no mercado no setor de fundações e contenções especiais.



PAREDE DIAFRAGMA EM ROCHA COM USO DE HIDROFRESA



FUNDAÇÕES ESPECIAIS EM OBRAS MARÍTIMAS E FLUVIAIS



FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento de investimentos público e privados brasileiros no ramo da infraestrutura, hoje se encontram novas técnicas construtivas aplicadas por tecnologias de ponta e recém-desenvolvidas no mundo.

O setor da construção civil desta vez beneficiado é o geotécnico, que por estar sujeito a uma imensa variabilidade de meios e aplicações, demanda técnicas cada vez mais versáteis, produtivas e seguras para um bom desempenho do projeto à utilização a que se destina.

Nesta explanação será abordada a nova tecnologia desenvolvida para a confecção de tirantes submersos permanentes com uso de perfuratrizes robotizadas capazes de submergir em águas doces, salgadas ou salobras.

O Under Water Anchor ou simplesmente UWA, como é conhecido no exterior, aproxima técnicas e práticas geotécnicas de dois setores distintos, o de tratamento de maciços terrosos e rochosos e o estrutural, para uso permanente em obras.

As técnicas de Jet Grouting e Tirantes Auto-Perfurantes se fundem neste novo sistema criando diversos novos campos de aplicação para um único serviço e/ou produto.

No campo de obras terrestres a técnica é conhecida como MiniJET® ou Jet Grouting Armado, já para o campo "offshore" ou além de fronteiras terrestres, a técnica é conhecida como UWA – Under Water Anchor ou tirantes submersos.

2. JET GROUTING ARMADO OU MINIJET®

• Concepção:

Concebida pela empresa Tecnigest s.r.l e tornada realidade pela fabricante e idealizadora de equipamentos e ferramentas geotécnicas Tecniwell, esta nova técnica envolve a confecção de colunas de solo cimento tipo Jet Grouting reforçadas com barras de aço carbono, que promovem à esta técnica a possibilidade de uso como elementos geotécnicos de cunho estrutural capaz de resistir a esfor-

ços de tração e flexão, além da compressão.

Tal ganho de desempenho aliado à aplicabilidade a qualquer tipo de solo até rochas abre frente a uma técnica com talvez a maior flexibilidade de utilização de serviços do setor geotécnico. Dentre eles destacam-se:

1. Fundações rotineiras e especiais;
2. Reforços de Fundações;

3. Contensões e elementos de ancoragem;

4. Tratamento de solos.

O Jet Grouting Armado promove o necessário melhoramento ao maciço natural para que haja o melhor ganho de desempenho possível, na transferência de cargas advindas das estruturas ao meio que está inserida.

Abaixo ilustram-se algumas aplicações da técnica:

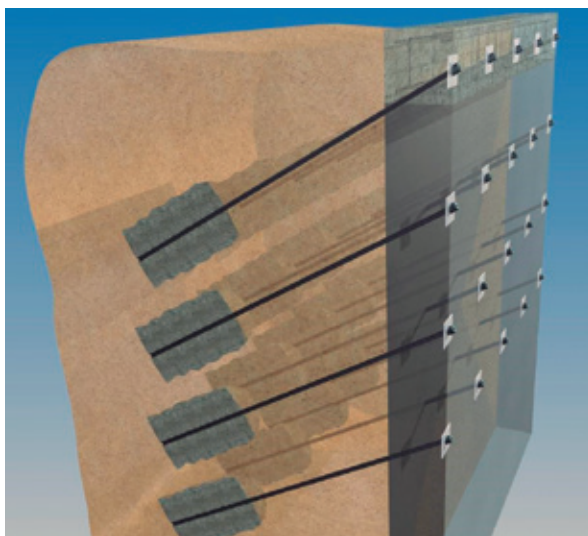


Fig. 1 - Tirantes Protendidos sub-horizontais para muros de contenção.

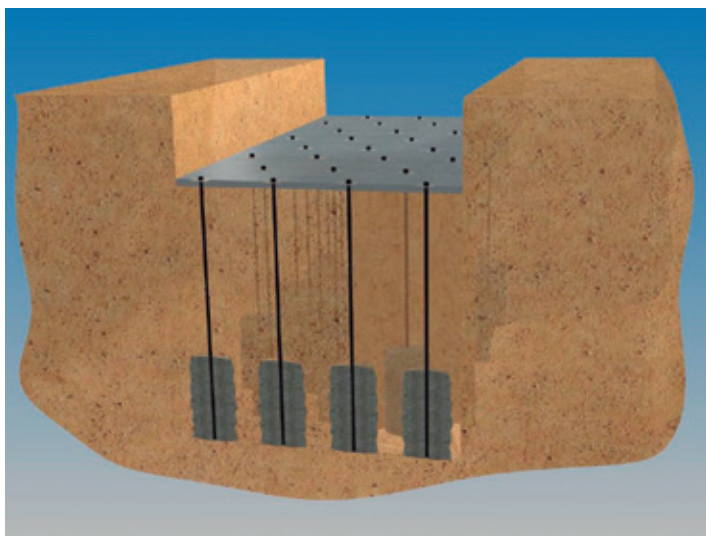


Fig. 2 - Ancoragens Verticais para lajes de subpressão.

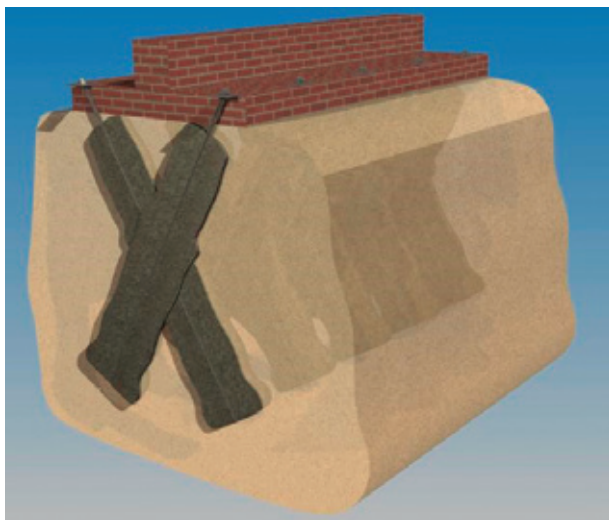


Fig. 3 - Reforços para fundações patológicas.

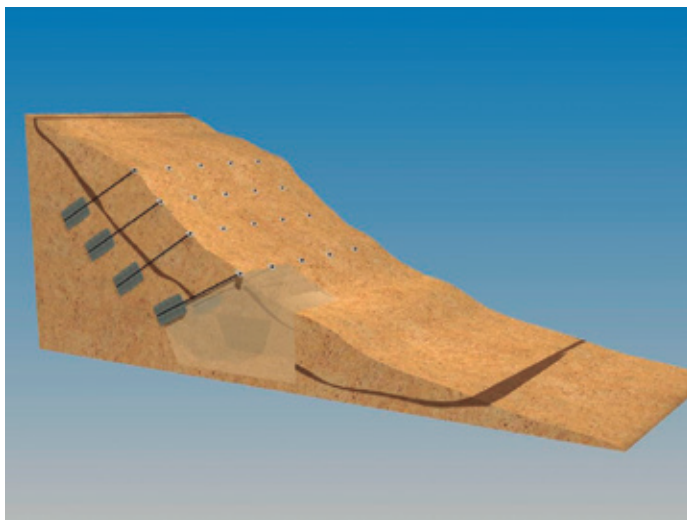


Fig. 4 - Tratamento de encostas e taludes instáveis.

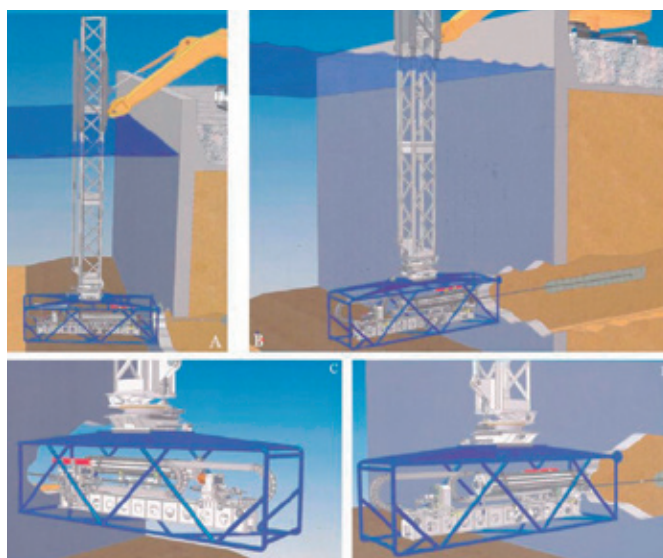


Fig. 5 e 6 - Reforços para estruturas de contenção quaisquer, incluso submersas.

- Metodologia Construtiva:

1. Concepção Geral

O bulbo de solo - cimento é obtido pela erosão e posterior mistura de aglutinantes ao maciço terroso

desagregado pela injeção de calda de cimento a pressões de até 400 kgf/cm², ou seja, colunas tipo Jet Grouting.

As barras ou tubos metálicos de alto desempenho são utilizados

como hastes de perfuração e são deixadas no eixo exato das colunas após o término dos serviços servindo como reforço estrutural das colunas.

A calda de cimento é injetada pelo

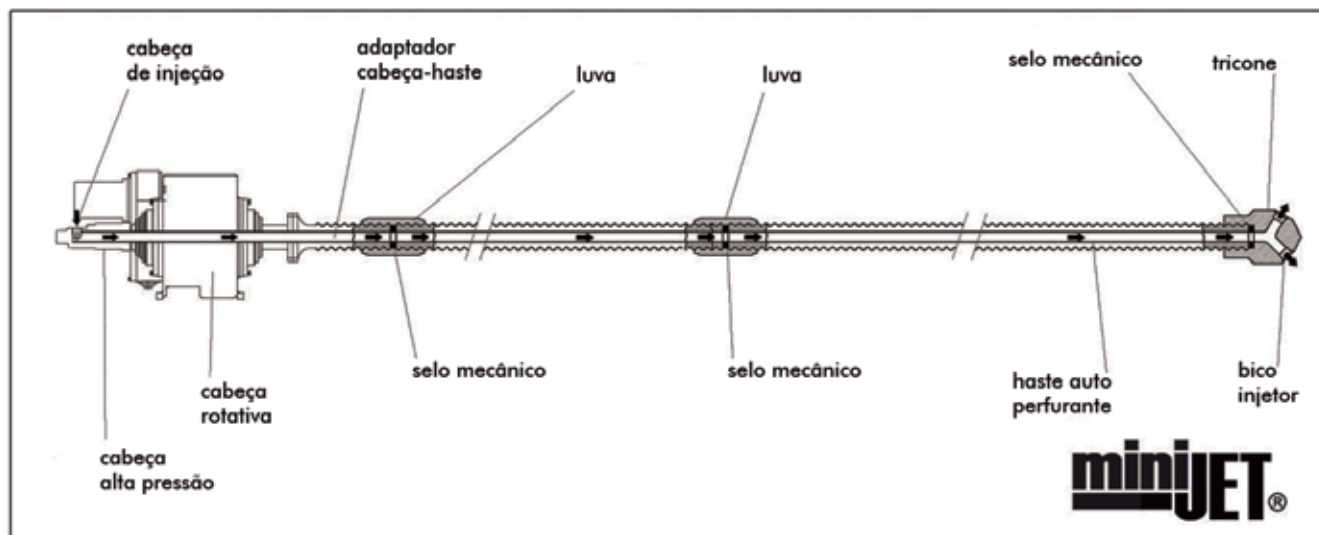


Fig. 7 - Seção longitudinal típica da montagem para execução do jet grouting armado.

orifício central de barras ou tubos metálicos e extravasam por bicos injetores de pequeno diâmetro localizados na ferramenta de corte/hidromonitor especiais de sacrifício.

Diâmetros da ordem de 300mm a 800mm são possíveis de serem atingidos com este sistema e claramente variam, além da necessidade de projeto, com a natureza e resistência do terreno local.

A figura abaixo mostra um corte

transversal do sistema de montagem final da haste de perfuração/injeção/reforço estrutural de uma coluna jet grouting armada, da cabeça rotativa à extremidade de corte. É possível verificar que as barras ou tubos são contínuos e emendados por luvas especiais rosqueáveis dotadas de selo mecânico para altas pressões ou ainda soldadas, no caso do uso de tubos lisos.

A extremidade do conjunto é dotada de ferramenta de corte espe-

cial e variável conforme material a perfurar, onde estão alojados os bicos injetores.

Os tubos metálicos ou as barras de aço são galvanizadas e consequentemente protegidas contra corrosões a longo prazo. O trecho livre em tirantes ou outro sistema de ancoragem é protegido triplamente contra corrosão pela instalação adicional de tubos de polietileno.

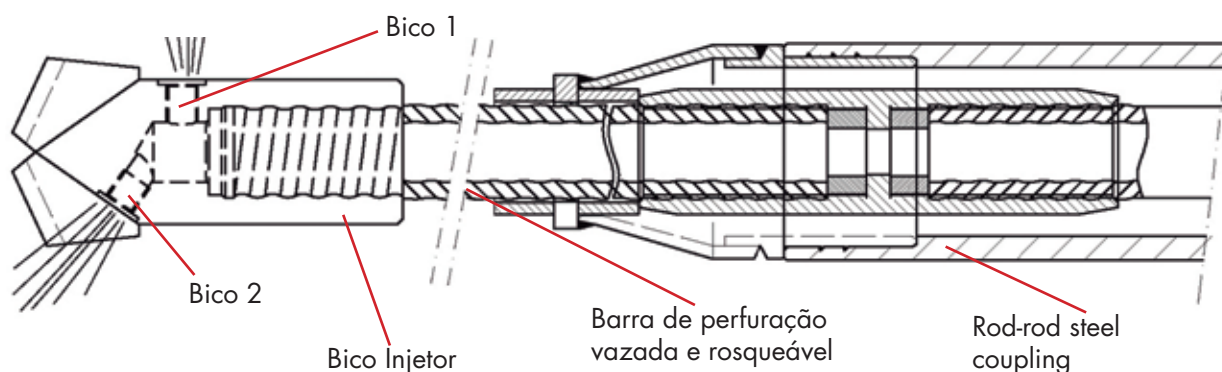


Fig. 8 - Detalhe da ferramenta de corte dotada de bicos injetores e proteção anticorrosiva.

2. Fases de Operação

O primeiro avanço que esta técnica representa frente a confecção de colunas convencionais

de Jet Grouting é o que se conhece como sistema de injeção "Jetting In", ou seja, cuja injeção e formação da coluna de solo - cimento é realizada con-

comitantemente à perfuração do terreno. Abaixo se exemplifica o processo descrito:

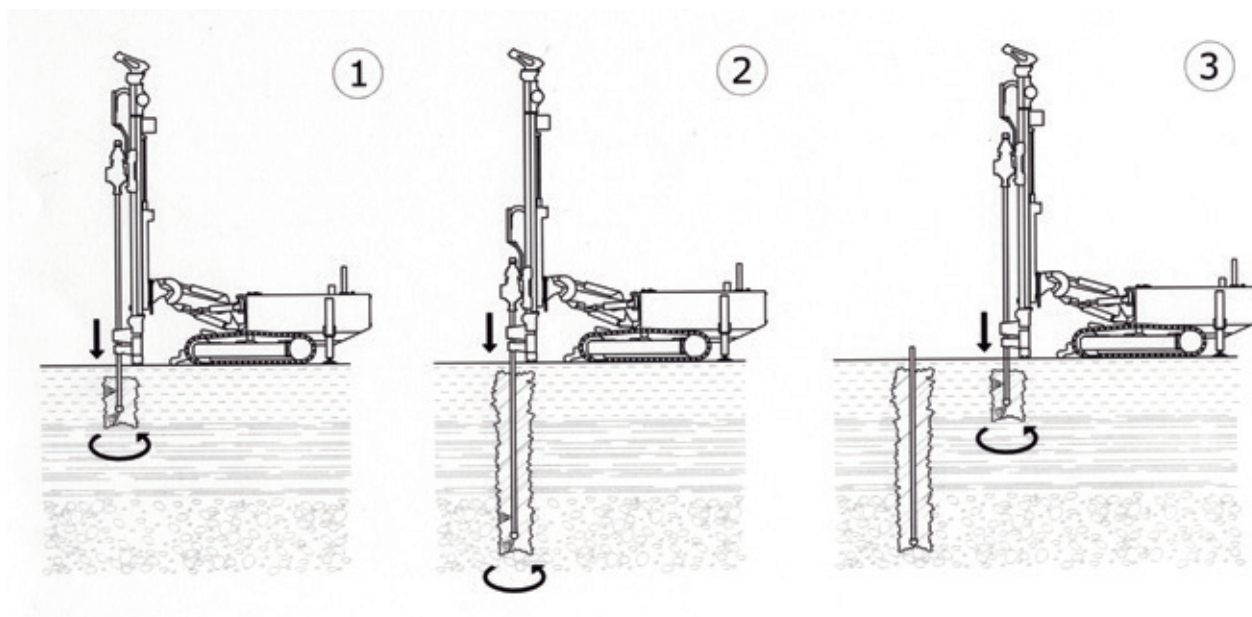


Fig. 9 - Fases de operação - "Jetting In".

Atingida a cota de ponta de projeto, a haste de perfuração é desacoplada da perfuratriz e passa a estruturar a coluna Jet Grouting Armada. É válido ressaltar que, como as injeções são proferidas

pelo eixo das hastes, esta estará sempre locada perfeitamente no eixo das colunas com excelência quanto a recobrimento e proteção anti-corrosiva para situação de ambientes agressivos.



Fig. 10 - Bulbo de solo cimento exumado de um teste.



Fig. 11 - Execução de um tirante tipo MiniJET® em território europeu.



Fig. 12 - Execução de um estaca tipo MiniJET® em território brasileiro.

3. Materiais

Os materiais utilizados para confecção de uma coluna Jet Grouting Armado são:

a) Barras ou Tubos de aço-carbono

São utilizadas como hastes de perfuração e emendadas por luvas especiais.



Fig. 13 - Barras corrugadas vazadas.

Fig. 14 - Luvas de emenda especiais.

Fig. 15 - Tubos lisos tipo API

Tabela 01

Especificações Técnicas de barras de alto desempenho, aço $f_{yk}=835\text{MPa}$ e $f_{tk}=1030\text{MPa}$, tipicamente utilizadas:

Especificação técnica	Unidade	R32S	R38N	R51N	T76N
Diâmetro Externo	mm	32	38	51	76
Diâmetro Interno	mm	15	19	33	51
Carga de Ruptura	kN	360	500	800	1600
Carga de Escoamento	kN	280	400	630	1200
Carga de Trabalho Sugerida	kN	185	265	420	800
Peso	kg/m	4.1	6.5	9.5	15.0
Comprimentos Disponíveis	1.0 m - 1.5 m - 2.0 m - 3.0 m - 4.0 m - 6.0 m				

Hoje já existem barras disponíveis para diâmetros de até 101mm e, no Brasil já são fabricadas barras corrugadas de características semelhantes.

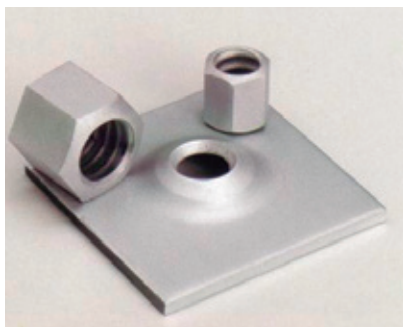


Fig. 16 - Placas e porcas.

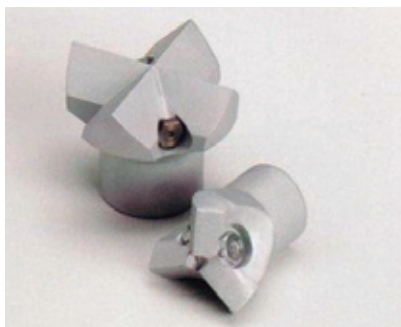


Fig. 17 - Situação para barras rosqueáveis.



Fig. 18 - Situação para tubos lisos.

b) Ferramenta de corte dotada de bicos injetores

O corte do terreno é feito com uso de tricones ou roller bits dotados de bicos de injeção em sua extremidade. Em casos específicos onde adotam-se tubos lisos, a ferramenta de corte e hidromonitor é fabricado em oficinas de tornearia e solda convencionais.

c) Placas e Porcas de ancoragem para o caso de tirantes

Servem para o "aprisionamento" e distribuição de cargas quando trabalham como elementos tracionados.

d) Calda de Cimento

Para a mistura é utilizada água doce, limpa e livre de impurezas. Tipicamente utiliza-se fator $a/c = 1,0$, sendo $0,8$ o fator a/c mínimo.

Utiliza-se cimento tipo CPII de forma convencional, nunca cimento CPV – ARI. Caso necessário, aditivos para ganho de desempenho e trabalhabilidade na calda podem ser utilizados. O consumo de cimento por m^3 de solo tratado é variável com a natureza do terreno e necessidade de projeto. O valor médio de consumo é de aproximadamente $600kg/m^3$, ou seja, para um elemento de $40cm$ de diâmetro seriam

utilizados $75 kg$ de cimento por metro linear executado.

e) Proteção Anticorrosiva dos Tirantes e Montagem Final

Quando utilizados como elementos tracionados, com trechos livres e ancorados no caso de tirantes, é aplicado tratamento anticorrosivo galvanizado ao longo de toda a extensão da barra. No trecho livre, que não possui a proteção gerada pelas injeções de cimento que envolve as barras, ainda pode ser instalada proteção anticorrosiva adicional constituída por tubos de polietileno que envolvem todo o segmento não protegido pelas injeções.



Fig. 19 - Tirante MiniJET® montado para utilização.

3. A EVOLUÇÃO DA TÉCNICA PARA USO SUBMERSO

Através da confiabilidade adquirida com a técnica de MiniJET® obtida por diversos ensaios realizados no mundo, como provas de carga estáticas instrumentadas sobre colunas e protensões diversas em tirantes de cargas permanentes de até $100tf$, originou-se a tecnologia submersa.

A tecnologia UWA – Under Water Anchor ou Tirantes Submersos, é a criação de um novo e promissor campo de atuação da técnica do MiniJET®. Com este conceito, torna-se possível a execução de ancoragens ativas ou passivas, provisórias ou definitivas, abaixo de lâmina d'água.

Seu campo de utilização mais importante é o de obras portuárias marítimas e fluviais que necessitem de reforços de paramentos de cais por conta de deterioração por vida útil ou para demandas de rebaixamento de calados devido a expansões de atividades.

• O Equipamento

Basicamente foi projetada uma perfuratriz robótica à prova d'água conectada a uma torre telescópica, que por sua vez está acoplada a uma escavadeira de 60 toneladas, conforme fig. 20.

O conjunto de perfuração e injeção são constituídos pelos seguintes equipamentos:

1. Perfuração

Abaixo descreve-se os principais componentes do equipamento de perfuração:

1 e 2	Cabines de Comando
3	Torre Telescópica
4	Escavadeira Hidráulica 60 ton
5	Perfuratriz Robótica



Fig. 20 - Equipamento para tirantes submersos pronto para operação.

Apresenta-se na fig. 21, com maiores detalhes a perfuratriz robótica supracitada. A tabela seguinte esclarece o nome do utensílio numerado:

1	Torre de Perfuração
2	Cabeça Rotativa
3	Carrousel de Barras MiniJet®
4	Centralizador de Barras
5	Carregador de Ferramenta de Corte - Martelos e Coroas
6	Carregador de Barras MiniJet®
7	Câmeras Aquáticas e Holofotes
8	Caixa de Distribuição Hidráulica
9	Estrutura de Suporte de Mangueiras Hidráulicas e Elétricas



Fig. 21 - Detalhe esquemático da perfuratriz submersa.

2. Mistura e Injeção

Foram projetados equipamentos compactos para a central de mistura e injeção de aglutinantes, composto por tanques agitadores e tanques misturadores automatizados, bomba de alta pressão e

vazão, painel de controle eletrônico e silos de armazenamento de cimento e água potável.



Fig. 22 - Unidade compacta composta por silo horizontal, bomba e misturador.



Fig. 23 - Painel de controle operacional eletrônico.

• Especificações Técnicas UWA

Hoje no Brasil, estão disponíveis dois tipos de equipamentos para uso corrente em obras, na tabela abaixo, expõem-se seus limites operacionais:

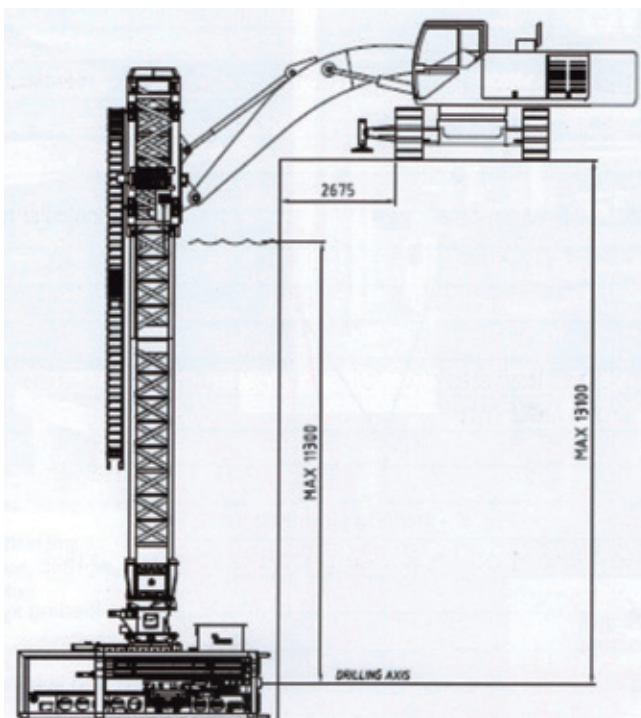


Fig. 24 - Limite Operacional do equipamento TW 2.

Tabela 02 – Limites operacionais do sistema Tirantes Submersos.

Equipamento	Profundidade Máxima Operacional (m)	Composição Carregador de Alimentação Automática			Cargas (tf)		Diâmetro da Perfuração no Paramento (mm)
		Nº de Barras (unid.)	Diâmetros Máximos (mm)	Comprimento Hastes (m)	Ensaio	Trabalho	
TW 1	10,5	10	51	3	73,30	42	120
TW 2	13,1	10	90	3	183,75	105	120

Obs 1: Já está viabilizada a utilização de barras de 101 mm nas composições de hastes. Neste caso as cargas de trabalho podem atingir até 120tf.

Obs 2: Pode-se angular a torre no sentido vertical ou horizontal em até 5° em ambas direções.

- Metodologia Construtiva

1 . Primeira Fase:

Consiste no carregamento das barras MiniJet® no carrossel alimentador de acordo com as prescrições de projeto. Nesta fase, o modelo e a quantidade de barras inseridas será exatamente a do tirante submerso a executar.

2 . Segunda Fase:

Através da cabine de comando 01 o operador movimenta a esteira do equipamento no ponto de aplicação realizando a locação "terrestre" do tirante. O eixo vertical do tirante na superfície deve coincidir com o eixo das esteiras e braço mecânico, assim acionam-se as patolas hidráulicas, como na imagem ao lado.

3 . Terceira Fase:

À partir da cabine de comando 02 faz-se a submersão da perfuratriz até a profundidade desejada em projeto e executa-se o ajuste final da locação do tirante. Através de sensores posicionados à frente da perfuratriz, é possível garantir o suporte estrutural necessário à perfuratriz contra a contenção existente. Todo este processo é acompanhado através da cabine 02 via câmeras distribuídas pelo equipamento.

4 . Quarta Fase:

Locado o equipamento, procede-se o furo e extração de amostra na estrutura de contenção, esta metálica ou de concreto armado, via coroas diamantadas já incorporadas no equipamento.

5 . Quinta Fase:

Perfuração do terreno com completo acompanhamento eletrônico de cabine, respeitando-se os comprimentos livres e injetados necessários aos tirantes submersos.

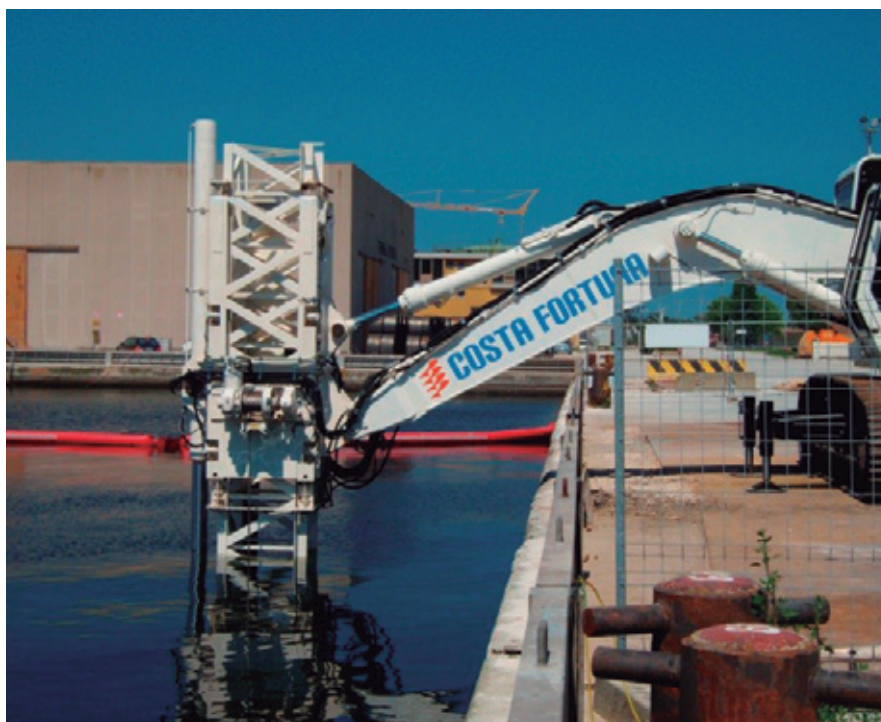


Fig. 25 - Locação e patolamento do equipamento sobre o cais portuário.



Fig. 26 - Displays operacionais da cabine 02.

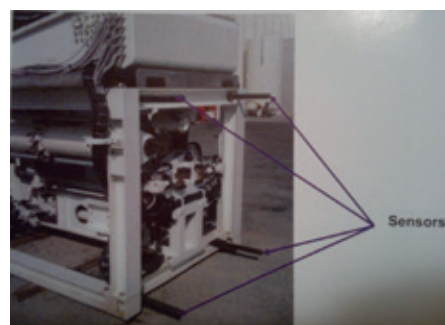


Fig. 27 - Sensores retráteis de frente do equipamento.

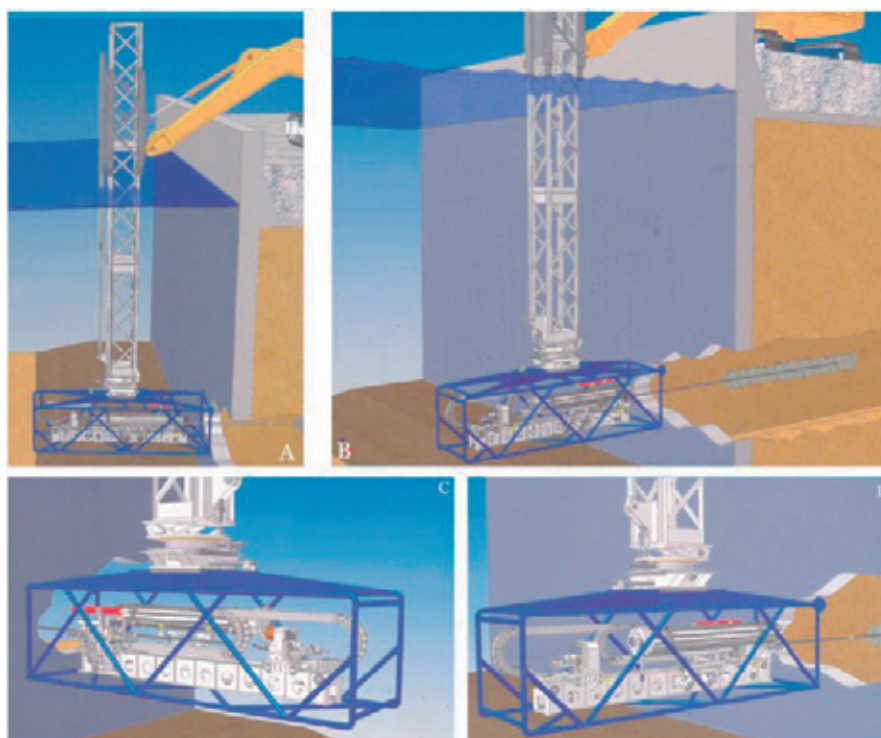


Fig. 28 - Perfuração e Injeção UWA.

6 . Sexta Fase:

Trata-se do controle operacional o qual é realizado durante todo o processo de confecção de um elemento submerso.

Diversos sensores eletrônicos

distribuídos pelos equipamentos controlam e registram todos os dados das atividades praticadas na confecção de um elemento de Jet Grouting Armado, e em tempo real, são facilmente visualizadas da cabine de comando 02.

Assim, todos os dados pertinentes são plotados num relatório específico através de software criado para tal fim, conforme ilustrado abaixo:



Fig. 29 - Destalhes dos dados coletados em tempo real.

Fig. 30 - Displays operacionais da cabine 02.

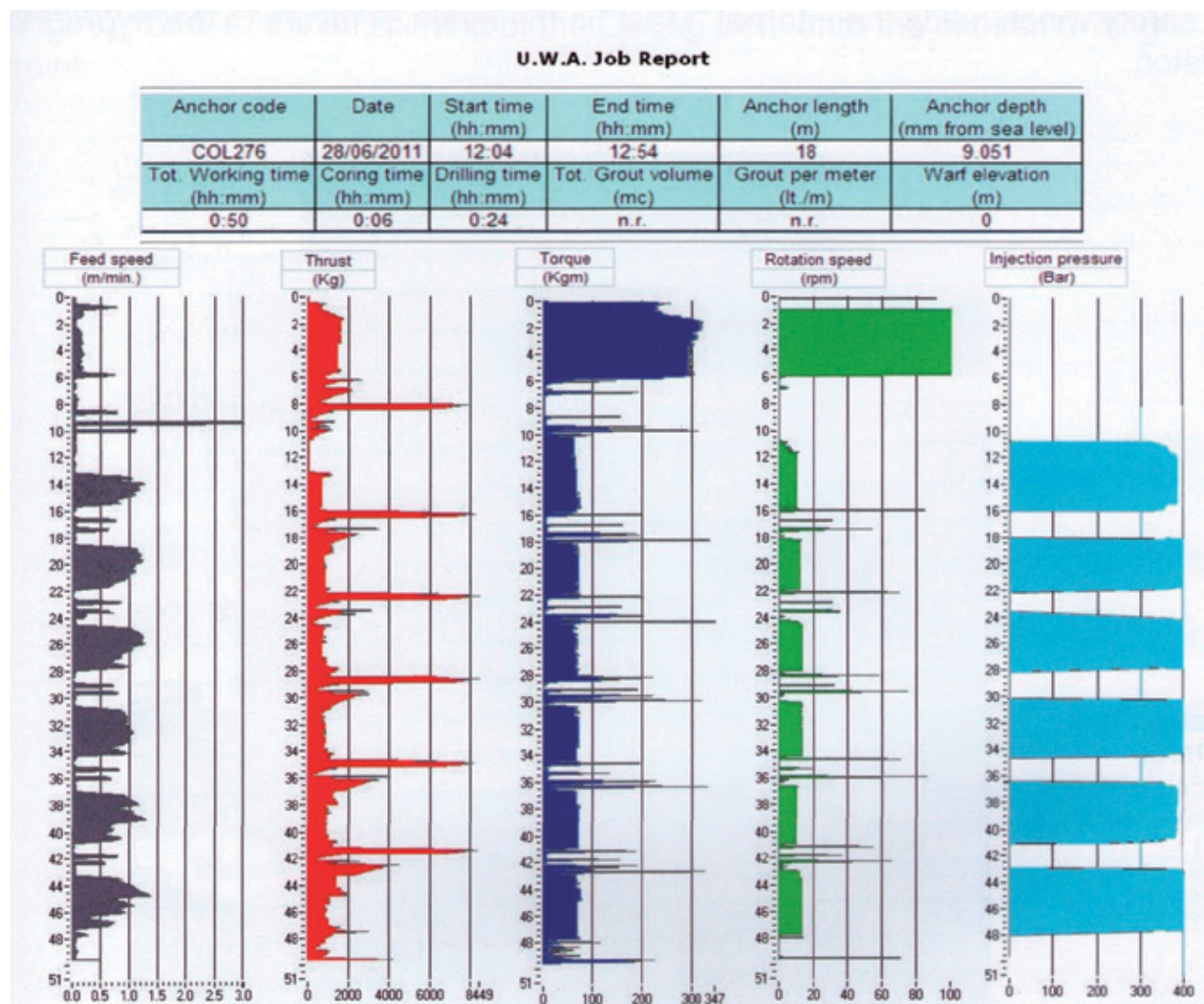


Fig. 31 - Relatório e registro padrão para tirantes submersos.

- Casos Típicos de Projeto

Conforme já explanado, esta tecnologia é aplicada a obras portuárias gerais marítimas ou fluviais e tem por objetivo a criação de um vínculo de apoio intermediário a uma contenção existente para situações de reforço estrutural ou expansão portuária como rebaixamento de calados para operação de navios maiores.

As figuras 32 e 33 exemplificam dois projetos recém realizados no mundo:

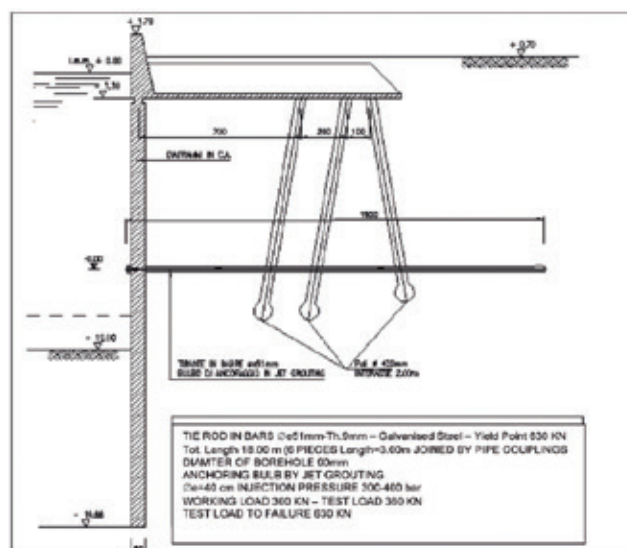
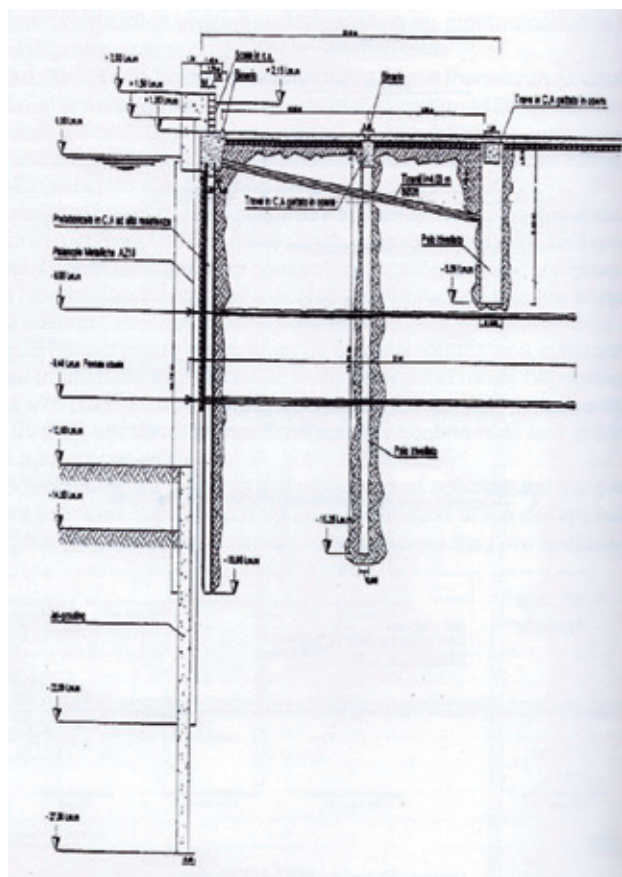


Fig. 33 - Porto de Ravena - Itália. Criação de uma linha de tirante submerso para possibilitar o rebaixamento do calado portuário. 1100 unidades executadas.

Fig. 32 - Criação de duas linhas de tirantes submersos para estruturar e possibilitar o rebaixamento do calado portuário.

4. HISTÓRICO DE CASOS EM TERRITÓRIO BRASILEIRO

- Jet Grouting Armado

Foi executada obra pioneira em território nacional com uso da técnica de Jet Grouting armado utilizando-se tubos metálicos lisos tipo API 5CT. A obra é localizada em porto no estado de Santa Catarina, para as obras reforço estrutural, rebaixamento de calado e expansão de atividade portuária.

A técnica é utilizada como alternativa em substituição a estacas raiz previamente concebidas em projeto, para tanto se trata de uma apli-

cação para fundações profundas.

A concepção de projeto previu a execução de uma linha de estacas verticais e inclinadas na retroárea portuária, ligada por um sistema criativo de vigamento e transferência de esforços à extremidade dos cais de atracação de navios.

O objetivo é criar um travamento de topo na estrutura existente de modo a criar condições à estrutura existente de suportar os novos esforços de flexão à que as contenções estarão sujeitas após o

rebaixamento de 3,0m do calado atual. Além disto, esta linha de estaqueamento fora projetada a absorver os novos esforços horizontais de atracação de navios maiores.

Foram executados mais de 1.300 elementos deste tipo, entre verticais e inclinados. O comprimento das estacas projetado é de 40m.

Abaixo esquema típico de projeto:

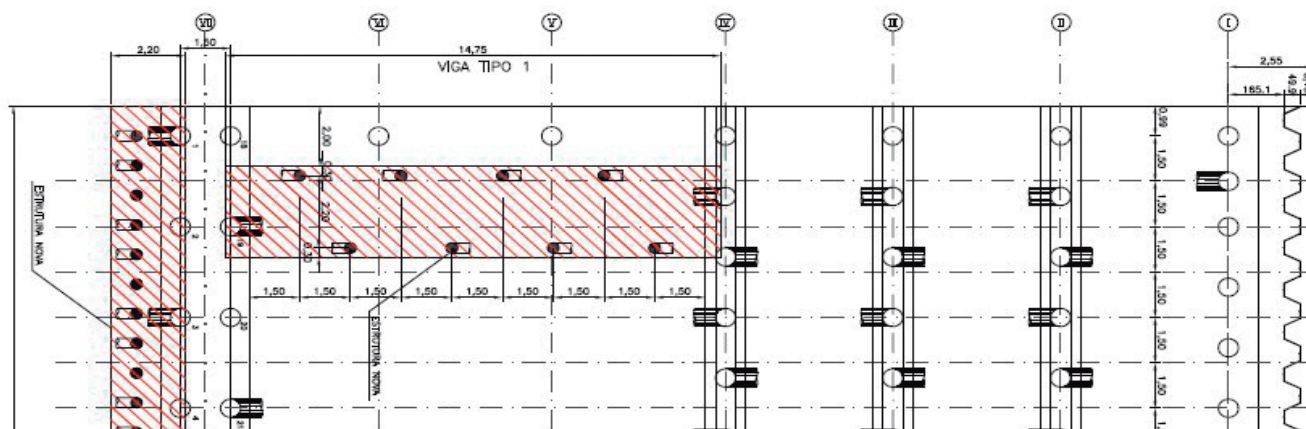


Fig. 34 - Detalhe típico de projeto.

Os esforços de trabalho das esta-
cas são de 80tf à compressão, 70
tf à tração e 5 tf de esforço hori-
zontal.

Por ser uma nova técnica empregada em território nacional uma extensa campanha de testes, incluindo paramétricos para definições de geometria e pro-

priedades geomecânicas de colunas, bem como provas de carga estáticas que foram executadas com 100% de aprovação, comprovando a eficácia da técnica.

Neste caso, houve ainda revisão de projeto contemplando reduções significativas dos comprimentos das estacas.



Fig. 35 - Execução de colunas miniJET® inclinadas com uso de perfuratriz de ponta tecnológica para serviços especiais.

Fig. 36 - Exumação de estacas teste executadas.



Fig. 37 - Vista de duas estacas teste realizadas com parâmetros diferentes de injeção.



Fig. 38 - Execução de uma prova de carga estática à compressão e tração.

Nesta obra, diâmetros médios da ordem de 55cm são obtidos em areias compactadas e argilas médias. As provas de carga estáticas foram levadas a duas vezes a carga de trabalho, ou seja à 160tf.

Ao lado se expõe a curva carga vs deslocamento à compressão e à tração:

- Compressão

- Resultados: Deformação total na carga máxima 160tf = <25,0mm; Deformação total para carga de trabalho 80tf = 6,72mm; Recalque residual ou permanente = 7,97mm.

- Tração

- Resultados: Deformação total para carga máxima 80tf = 15,94mm; Deformação total para carga de trabalho 60tf = 11,00mm.

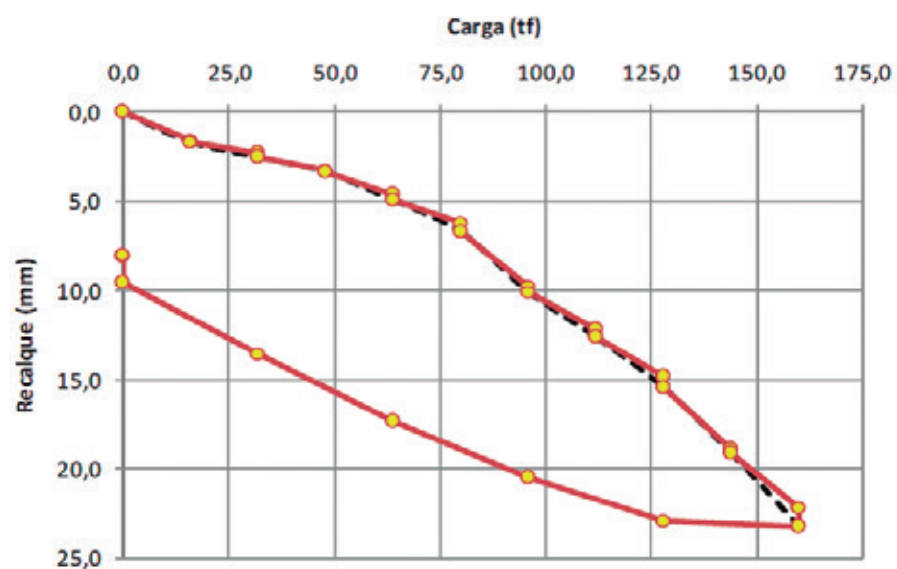


Fig. 39 - Curva carga x deslocamento prova de carga a compressão.

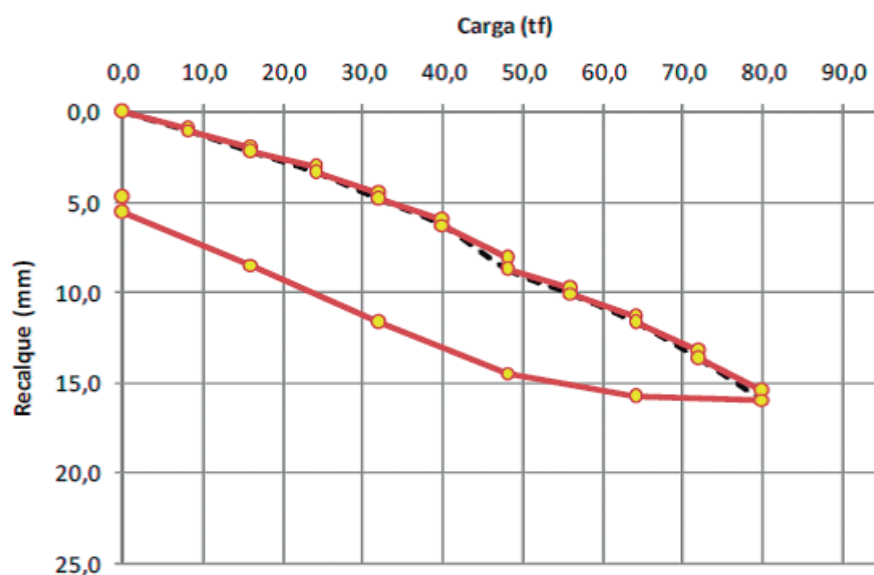


Fig. 40 - Curva carga x deslocamento prova de carga a tração.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido a sua versatilidade de uso e funções, esta tecnologia pode ser solução a qualquer tipo de obra de engenharia, sendo estas novas ou de reforço.

A principal vantagem do sistema está intimamente ligada à alta produtividade e confiabilidade qualitativa do sistema.

A partir do histórico de caso relatado, tem-se tal argumento de alta produtividade e confiabilidade comprovadas. Na obra, são executados em média quatro elementos por turno de serviço com comprimentos de até 40m/elemento. Cada elemento, substitui uma estaca raiz de mesmo comprimento. Para estacas raiz seriam atingidos ao máximo, dois elementos diários, ou seja, 80m/dia. Assim o ganho de produtividade neste caso antecipará o término das obras em metade do prazo, com cronogramas expressivamente adiantados.

A solução de reforço estrutural para posterior rebaixamento de calado com uso de tirantes submersos apresenta ganho ainda maior de produtividade, visto que elimina serviços de reforços adicionais como os de aumento de empuxos passivos de ficha ou mais ainda quando comparado a projetos que contemplem novos paramentos frontais a estruturas portuárias.

Comparando-se individualmente elementos de Jet Grouting armado com técnicas tradicionais tem-se excelente competitividade em custos com alto ganho de produtividade.

Após diversas obras concluídas e muitos testes realizados, a técnica já conta com normatização europeia e norte americana, para o momento utilizadas em território nacional.



Fig. 41 e 42 - Canteiro de obra no porto em Santa Catarina - Brasil.





6. CASOS DE OBRAS

5.1. Modena - Itália

Data: Janeiro a Março de 2005

Tipo de Serviço: Colunas miniJET® para reforço das fundações do Edifício "Geminiano".

Terreno: As condições do subsolo basicamente consistem numa camada de aterro heterogêneo acima do substrato de argila orgânica e argila.

• Total de colunas miniJET® executadas	• 300 unidades
• Comprimento das colunas miniJET®	• 10,0 m
• Tipo de solo tratado pela tecnologia miniJET®	• Materiais de preenchimento (aterro) sobre substrato de argila limosa e argila.
• Lençol Freático	• Aproximadamente à 2,0 m da superfície.
• Diâmetro mínimo das colunas miniJET®	• 300 mm
• Pressão de injeção miniJET®	• 300 Bar
• Material utilizado na obra de miniJET®	• Barras auto-perfurantes tipo R32, L=1,5 m/cada (Carga de Ruptura: 54 tf, Carga de Escoamento: 46 tf, Carga de trabalho sugerida: 30 tf.)
• Carga máxima de trabalho para as colunas miniJET®	• 8,0 tf



5.2. Mogliano V.to (TV) – Itália

Data: Junho de 2005

Tipo de Serviço: Micro-estacas e estacas perfuradas moldadas "in loco"

Terreno: As condições do subsolo (sedimentos fluviais e lacustres) o caracterizam por areias, siltes arenosos e argilas

• Total de colunas miniJET® executadas	• 3 unidades
• Comprimento das colunas miniJET®	• 18,0 m
• Tipo de solo tratado pela tecnologia miniJET®	• Areia, silte arenoso e argila
• Lençol Freático	• Aproximadamente à 1,0 m da superfície.
• Diâmetro mínimo das colunas miniJET®	• 300 mm
• Pressão de injeção miniJET®	• 350 Bar
• Material utilizado na obra de miniJET®	• Barras auto-perfurantes tipo R38, L= 3.000 mm/cada (Carga de Ruptura: 58 tf; Carga de Escoamento: 48 tf; Carga de trabalho sugerida: 32 tf)
• Carga máxima de trabalho para as colunas miniJET®	• 30 tf



5.3. Viareggio (LU) - Itália

Data: Dezembro de 2005

Tipo de Serviço: miniJET® Tirantes provisórios

Terreno: As condições do subsolo consistem em depósitos de areias marinhas.

• Total de colunas miniJET® executadas	• 45 unidades
• Comprimento das colunas miniJET®	• 12,00 m (Trecho Livre: 4,00 m; Trecho ancorado: 8,00 m)
• Tipo de solo tratado pela tecnologia miniJET®	• Areias marinhas
• Lençol Freático	• Aproximadamente à 0,5 m da superfície.
• Diâmetro mínimo das colunas miniJET®	• 400 mm
• Pressão de injeção miniJET®	• 350 Bar
• Material utilizado na obra de miniJET®	• Barras de aço auto-perfurantes tipo R38, L=3,0m/cada (carga de ruptura: 58 tf; carga de escoamento: 48 tf; carga de trabalho sugerida: 32 tf); trecho livre protegido com camisa de PVC.
• Carga máxima de trabalho para as colunas miniJET®	• 20,0 tf



5.4. Genova (GE) - Itália

Data: Fevereiro e Março de 2005

Tipo de Serviço: miniJET® tirantes permanentes

Terreno: O subsolo é constituído basicamente por areias marinhas. Por se tratar de tirante permanente em ambiente agressivo (marinho) as barras de aço, luvas, foram galvanizadas e todo o trecho livre foi protegido com revestimento de polietileno

• Total de colunas miniJET® executadas	• 50 unidades
• Comprimento das colunas miniJET®	• 24,00 m (Trecho Livre: 15,00 m; Trecho ancorado: 9,0 m)
• Tipo de solo tratado pela tecnologia miniJET®	• Areias Marinhas e Silte
• Lençol Freático	• Nível do Mar
• Diâmetro mínimo das colunas miniJET®	• 400 mm
• Pressão de injeção miniJET®	• 400 Bar
• Material utilizado na obra de miniJET®	• Barras auto-perfurantes tipo R51, L= 3.000 mm/cada (Carga de Ruptura: 80 tf; carga de escoamento: 63 tf; máxima carga de trabalho sugerida: 42 tf); proteção do trecho livre com revestimento de polietileno
• Carga máxima de trabalho para as colunas miniJET®	• 8,0 tf

