



**PIANC – 2^{as}. JORNADAS PORTUGUESAS DE ENGENHARIA
COSTEIRA E PORTUÁRIA – 17/19 OUTUBRO 2001**

TEMA

**REABILITAÇÃO DE MOLHES
SOLUÇÕES DE PROJECTO E DIFICULDADES CONSTRUTIVAS**

A. Ferreira da Costa
(*Consulmar, Lda.*)

Fernando Oliveira
(*OFM, S.A.*)¹

F. Bandeira de Melo
(*Consulmar, Lda.*)

ÍNDICE DO TEXTO

SUMÁRIO

- 1. Introdução**
- 2. Obras de Protecção Costeira. Características e necessidade de manutenção**
- 3. Controlo de Obras de Protecção Costeira**
- 4. Reabilitação de Obras de Protecção Costeira**
 - 4.1 – Nota introdutória**
 - 4.2 – Reabilitação do Molhe Principal do Porto de Ponta Delgada**
 - 4.2.1 – Breves dados sobre a história do molhe**
 - 4.2.2 – As Obras de Reabilitação realizadas recentemente no Molhe do Porto de Ponta Delgada**
 - 4.3 – Reabilitação do Molhe do Porto da Horta**
 - 4.3.1 – Breves dados sobre a história do molhe**
 - 4.3.2 – As Obras de Reabilitação realizadas recentemente no Molhe do Porto da Horta**
 - 4.4 – Reabilitação do Molhe do Porto da Praia na Ilha Graciosa**
 - 4.4.1 – Breves dados sobre a história do Molhe**
 - 4.4.2 – As Obras de Reabilitação realizadas recentemente no Molhe do Porto da Praia**
 - 4.5 – Outras Obras de Reabilitação de Molhes recentemente realizadas**
 - 4.5.1 – Nota introdutória**
 - 4.5.2 – Tópicos sobre os problemas na fase de Projecto e de Execução**
- FIG. 1 – Reabilitação do Molhe Principal do Porto de Ponta Delgada**
- FIG. 2 – Reabilitação do Molhe do Porto da Horta**
- FIG. 3 – Reabilitação do Molhe do Porto da Praia na Ilha Graciosa**
- FIG. 4 – Reabilitação do Molhe Oeste do Porto de Sines**

¹ À data deste trabalho o Eng.º Fernando Oliveira fazia parte dos quadros da Consulmar, Lda.

SUMÁRIO

As obras de Reabilitação de Molhes têm uma especificidade própria já que é preciso, na fase de concepção, uma pesquisa exaustiva sobre o seu historial e respectivos elementos de projecto, por forma compará-los com as condições em que a estrutura se encontra, tendo em consideração os condicionalismos inerentes à realização das obras de reabilitação, sendo qualquer deles essenciais para o dimensionamento das protecções do intradorso e do extradorso dos Molhes.

Na fase de construção as questões mais frequentemente será preciso resolver têm a ver com a necessidade de “remendar” essa estrutura não homogénea que se encontra danificada, com os consequentes problemas relativos à “costura” de zonas afectadas com e outras ainda em condições de segurança aceitáveis.

Outros problemas que mais frequentemente se levantam dizem respeito aos materiais que é preciso remover e aos que se podem aproveitar, obrigando a que o Empreiteiro e a Fiscalização se apoiem amiudadas vezes no Projectista, que terá de decidir, caso a caso, qual a melhor solução e eventualmente proceder a adaptações do Projecto à realidade existente.

1 – INTRODUÇÃO

O tema que vai ser objecto desta Comunicação aborda a problemática da Reabilitação de Molhes, nas vertentes relativas às questões que se colocam na elaboração dos Projectos e durante a Construção das obras.

Às dificuldades em encontrar as soluções de Projecto mais adequadas, que devem ter em atenção a constituição heterogénea da estrutura que se encontra danificada, em maior ou menor grau, e que é preciso “remendar”, acrescem ainda os problemas de “costura” das zonas danificadas, com as que se encontram ainda em bom estado de funcionamento. As questões que se colocam ao Empreiteiro, Fiscalização e Projectista durante a construção, já que é preciso decidir, caso a caso, tendo em conta o perfil do Projecto inicial, o estado de conservação da estrutura e a nova solução de Projecto, os materiais a remover e a substituir e o que se deve aproveitar da estrutura existente, são os principais aspectos tratados neste trabalho.

De facto, a especificidade própria que caracteriza as Obras de Reabilitação obriga o Projectista a um trabalho de pesquisa sobre o historial da Obra de Protecção Costeira, que se pretende reabilitar, tarefa nem sempre fácil, devido a dificuldades relacionadas normalmente com a falta de elementos de arquivo e que sejam fiáveis, já que as “telas finais” muitas vezes não existem.

O trabalho que a seguir se apresenta pretende dar conta das dificuldades com que a CONSULMAR se deparou, quer na fase de elaboração de Projectos, quer durante a fase de execução das três obras marítimas que acompanhou de perto e que foram executadas recentemente em grande parte em simultâneo, com vista à Reabilitação dos Molhes do Porto de Ponta Delgada, na Ilha de S. Miguel, do Porto da Horta, na Ilha do Faial e do Porto da Praia, na Ilha Graciosa.

A urgência com que foi preciso desenvolver os estudos, com vista à Reabilitação de dois dos três Molhes, dado que a necessidade de executar as obras surgiu em virtude de uma tempestade, que provocou sérios estragos nas respectivas estruturas, associado à tradicional dificuldade em reunir elementos sobre a história dos Molhes, foram alguns dos problemas que se colocaram à CONSULMAR, na elaboração dos Projectos de Reabilitação desses Molhes.

Na fase de construção das obras, nas quais o Projectista participou activamente, já que lhe foram adjudicadas as fiscalizações de duas delas e a assessoria à fiscalização de outra, os

problemas associados à adaptação do projecto à situação real da estrutura, em cada perfil, foram outros dos principais aspectos que orientaram este trabalho.

2 – OBRAS DE PROTECÇÃO COSTEIRA. CARACTERÍSTICA E NECESSIDADE DE MANUTENÇÃO

As estruturas que se destinam à protecção de áreas portuárias, ou de zonas da costa onde vão ser inseridas, são projectadas para reduzir, ou mesmo eliminar, o impacto directo da agitação incidente sobre a orla costeira nuns casos, e no interior das bacias portuárias noutros, denominam-se genericamente por Obras de Protecção Costeira, quer sejam Esporões, Molhes ou outras.

A sua função é bem definida já que, o objectivo da sua construção é previamente estabelecido.

Consoante os objectivos traçados surgem assim, relativamente a sua implantação na linha de costa, as obras nela enraizadas, destacadas da mesma ou a ela aderentes, tendo qualquer destes tipos especificidade própria.

Os Molhes que vamos abordar de forma particular são todos eles obras destinadas à protecção da bacia portuária onde se inserem e estão qualquer deles enraizados na linha da costa.

Em todos os casos aqui tratados, foi sempre preciso ter em atenção, na fase de Projecto, que estas obras necessitam de manutenção regular e, por isso, foram tidas em consideração as mais recentes recomendações das organizações Internacionais, no que respeita à segurança.

Assim sendo, foi imperioso prever que, durante o tempo de vida das estruturas, haverá necessidade de proceder a intervenções em zonas pontuais, ou ao longo do corpo e/ou cabeça das Obras de Protecção Costeira, por forma a manter o grau de operacionalidade para que foram projectadas e que, os trabalhos que se venham a revelar necessários deverão ser executados em condições de segurança, quer dos equipamentos, quer da mão-de-obra a afectar a cada intervenção.

Esta filosofia aponta claramente no sentido de minorar os riscos associados a cada intervenção que for necessário efectuar, quer seja uma simples recarga de manutenção das Obras de Protecção Costeira, quer sejam grandes intervenções ao nível da Reabilitação dessas mesmas estruturas.

No essencial é preciso equacionar sempre a possibilidade de ocorrerem estragos nas Obras de Protecção Costeira, já que esse facto é considerado á partida nas hipóteses de projecto destas estruturas e, como tal, é de certo modo inevitável que será preciso executar, mais cedo ou mais tarde, trabalhos de manutenção.

Como a ligação entre os elementos que constituem os mantos de protecção dos Molhes é débil, apesar do maior ou menor grau de embricamento com que foram colocados, esse facto facilita os seus movimentos e deslocamentos, que apenas são contrariados pelo seu peso próprio, o qual deveria ser à partida suficiente para se opor às forças geradas pela agitação incidente. No entanto, como não é possível controlar totalmente o embricamento entre os blocos colocados nos mantos de protecção, os movimentos das peças são de certo modo facilitados.

Não se abordam nesta comunicação as estruturas de protecção costeira verticais, dada a sua especificidade própria, e porque não se enquadram em nenhuma das obras de reabilitação, que aqui vão ser tratadas em particular que, como atrás se referiu dizem respeito aos Molhes de Ponta Delgada, Horta e Graciosa, todas elas localizadas na Região Autónoma dos Açores e que recentemente foram alvos de intervenções, com vista à sua reabilitação.

No essencial, os molhes que aqui vão ser abordados, do ponto de vista dos problemas colocados na fase de projecto de reabilitação e durante a execução das obras realizadas, têm em comum o facto de serem estruturas bastante heterogéneas e algumas delas terem sido alvo de pequenas e médias intervenções no passado, já que todas foram construídas há largas dezenas de anos.

Qualquer destas Obras de Protecção Costeira possui mantos de protecção no corpo e na cabeça, constituídos por uma carapaça de blocos artificiais, enquanto que, os seus enraizamentos, se encontram protegidos por blocos naturais extraídos das pedreiras da Região que, como não poderia deixar de ser, são de origem vulcânica.

3 – CONTROLO DE OBRAS DE PROTECÇÃO COSTEIRA

Todas as obras de protecção em talude têm, necessariamente, um desgaste próprio da erosão provocada pela agitação incidente sobre as mesmas, pelo que devem estar sujeitas ao controlo periódico, quer através de uma monitorização sistemática, quer esporádica (nomeadamente após cada Inverno, e de forma particular se essa estação foi muito rigorosa em termos de agitação incidente sobre a estrutura de protecção costeira).

Os resultados dessas inspecções vão permitir avaliar o estado de conservação das estruturas e decidir se há necessidade de realizar qualquer intervenção, quer ela seja uma simples manutenção ou conservação, quer haja que executar uma grande reparação ou reabilitação que, em certos casos, poderá ser mesmo inevitável efectuar previamente uma intervenção de emergência.

O controlo sistemático das obras marítimas, nomeadamente de Protecção Costeira, é uma tarefa cada vez mais importante e necessária já que permite prevenir, na maioria dos casos, agravamentos repentinos e drásticos do estado de conservação da estruturas das Obras de Protecção Costeira, pois poderá detectar pequenos danos, os quais reparados atempadamente são susceptíveis de evitar a realização, quantas vezes urgente, de uma grande reparação.

O controlo topo-hidrográfico, a observação visual e as fotografias bem organizadas são alguns dos procedimentos recomendados para efectuar a monitorização de uma Obra de Protecção Costeira, nomeadamente se forem realizadas de forma sistemática, por técnicos especializados, apoiados em informações tratadas regularmente por pessoas com formação adequada à realização das observações preconizadas no Plano de Monitorização.

4 – REABILITAÇÃO DE OBRAS DE PROTECÇÃO COSTEIRA

4.1 – Nota Introdutória

As obras projectadas para servirem de protecção a zonas costeiras ou a áreas portuárias, são normalmente estruturas muito heterogéneas, constituídas maioritariamente por prismas de enrocamento protegidos por mantos de blocos naturais ou artificiais, colocados com uma determinada arrumação.

É necessário garantir a estabilidade global da estrutura, através do maior ou menor embricamento dos blocos de protecção, em especial no que diz respeito à carapaça, que constitui a sua protecção exterior.

Na fase de projecto admite-se à partida que possam ocorrer, durante o tempo de vida útil das estruturas, uma certa percentagem de estragos, que sejam apesar de tudo compatíveis com a manutenção da sua estabilidade global, motivados pela acção da agitação incidente e, por isso mesmo, é absolutamente natural que, esses estragos venham a ocorrer, ao longo dos anos, com maior ou menor gravidade, afectando a estabilidade das Obras de Protecção Costeira.

Se os estragos são de reduzida dimensão, em termos de áreas afectadas e da quantidade de blocos de protecção deslocados da sua posição inicial, então poderá justificar-se ou não uma pequena intervenção com vista à execução da recargas ou trabalhos de manutenção da estrutura, como medida preventiva de maiores agravamentos futuros.

No entanto, se os estragos são severos e implicam a execução de trabalhos de reparação em maior escala, quer em termos de áreas afectadas, quer quando existe um número significativo de blocos de protecção deslocados, então poderemos estar perante a necessidade de realizar obras de Reabilitação da estrutura afectada.

É exactamente sobre esta última situação que se vai debruçar o trabalho que aqui se apresenta.

4.2 – Reabilitação do Molhe Principal do Porto de Ponta Delgada

4.2.1 – Breves dados sobre a história do Molhe

A estrutura que constitui a principal obra de abrigo do Porto de Ponta Delgada foi construída há largas dezenas de anos e sofreu, ao longo das décadas, estragos que afectaram em maior ou menor grau a estabilidade do seu manto de protecção que, no projecto inicial, não defendia convenientemente o terraplano portuário aderente ao mesmo, dos galgamentos provocados pela agitação incidente.

Este Molhe tem a peculiaridade de ser gerido por duas entidades distintas, o Governo Regional dos Açores, através da Junta Autónoma do Porto de Ponta Delgada (JAPPD) e a NATO.

De facto, a determinada altura da vida útil da estrutura a NATO com o acordo do Governo Português decidiu construir o prolongamento do Molhe para Nascente, construindo uma nova cabeça e um cais aderente ao novo troço, do lado interior do Porto, para servir de apoio à sua frota naval do Atlântico, nomeadamente aos navios que transportam combustível, o qual é armazenado em depósitos implantados numa área recuada a Poente do enraizamento do Molhe.

Essa extensão para Nascente que terminava em cabeça vertical, passou a chamar-se troço NATO.

As intervenções que ao longo dos anos foi preciso realizar nos dois troços do Molhe, ocorreram quase sempre em altura diferentes e nunca foram realizadas em simultâneo, à excepção desta última reabilitação e que vai ser alvo de análise mais pormenorizada.

Assim, enquanto que no troço Nacional (da responsabilidade da JAPPD) foi realizada uma grande intervenção nos fins dos anos setenta, início dos anos oitenta, o troço NATO foi alvo de obras de Reabilitação no corpo com a execução de um manto de protecção em tetrápodes de 400 kN e protecção com blocos Antifer de 670 kN na cabeça e de 150 kN no intradorso, no final dos anos oitenta, início dos anos noventa.

Estas últimas obras resistiram razoavelmente bem à tempestade que assolou o Porto no final do ano de 1996, já que a cabeça praticamente se manteve intacta, com 5 ou 6 blocos Antifer de 670 kN a serem deslocados da sua posição inicial, vários tetrápodes de 400 kN do manto exterior partidos ou removidos, a grande maioria na “costura” com o troço Nacional, sem contudo danificar globalmente a malha que constitui a carapaça de protecção e ainda pequenos deslizamentos dos blocos Antifer da protecção do intradorso.

Portanto a estrutura neste troço teve um comportamento perfeitamente aceitável, tanto mais que a tempestade foi violenta, necessitando apenas de pequenas reparações, para não agravar o seu estado de conservação, quando ocorrerem novas tempestades.

Na altura em que foi elaborado o projecto e executadas as obras de intervenção no troço Nacional a informação disponível sobre o nível de agitação apontava para uma onda de projecto de $H_s=7\text{m}$, enquanto que aquando do projecto e das obras de Reabilitação do troço NATO a onda de projecto considerada foi de $H_s=9\text{m}$, face a actualização da informação sobre a agitação, recolhida através do “hincast” e de bóias ondógrafo colocadas em vários pontos do Arquipélago dos Açores.

A intervenção no troço Nacional do início dos anos oitenta, para além de reabilitar a estrutura do Molhe, teve como objectivo reduzir substancialmente os galgamentos e o impacto directo da agitação sobre o muro cortina. Para isso foram executados prismas de enrocamento revestidos por um manto de tetrápodes de 250 kN, que mais perto do enraizamento eram de 150 kN e no próprio enraizamento era apenas constituído por blocos naturais de enrocamento classificado.

De realçar ainda que o Molhe possui, sensivelmente a meio da sua extensão, uma curva convexa bastante acentuada. Esta zona da estrutura sempre foi muito atacada pela agitação incidente, já que se trata de um ponto de concentração de energia.

Para melhor compreender alguns dos problemas que se levantam, quer na fase de projecto, quer durante a construção das obras de Reabilitação, que são objecto deste trabalho, vale a pena referir que, nas décadas de 60 e 70 sempre houve grandes problemas com galgamentos, que afectaram as operações no terraplano portuário, especialmente na zona da curva. Nessa época a Direcção do Porto liderada pelo Eng.^o Carlos Bordalo, que tinha necessidade obviamente de fazer reparações e não possuía equipamento adequado, nem provavelmente verbas para efectuar as obras, decidiu efectuar recargas através de um processo expedito, que consistia em betonar blocos paralelepípedicos de 890 kN sobre uma base de enrocamento miúdo, no extradorso do Molhe, junto ao muro cortina.

A agitação incidente, que nessa época facilmente atingia o muro cortina, encarregava-se de destruir a cama de enrocamento, onde os blocos haviam sido betonados, provocando o deslizamento desses mesmos blocos pelo talude, onde acabariam por ficar de forma completamente aleatória.

Este procedimento foi frequentemente utilizado ao longo de 20 anos, pelo que, uma quantidade muito apreciável de blocos se encontra desseminalada ao longo do Molhe, com especial incidência na zona da curva, a mais fustigada pela ondulação e onde estas recargas se realizaram em maior número.

4.2.2 – As Obras de Reabilitação realizadas recentemente no Molhe do Porto de Ponta Delgada

A – Fase de Projecto

Quando em Dezembro de 1996 uma forte tempestade assolou o Arquipélago dos Açores, o Molhe Principal do Porto de Ponta Delgada sofreu estragos consideráveis, com destruição quase completa do manto de tetrápodes de 250 kN, em vastas áreas da sua protecção exterior, deixando completamente desprotegidas muitas zonas que ficaram revestidas apenas com os antigos blocos paralelepípedicos de 890 kN e, em certos casos, apenas com enrocamento, já que os tetrápodes foram partidos e/ou removidos.

Houve assim necessidade de estudar um novo projecto, com vista à reabilitação do troço Nacional do Molhe, que foi afectado desde cerca de 100m a poente da curva até ao troço NATO, o qual não sofreu estragos muito significativos.

A NATO decidiu, como lhe competia, participar com a sua cota parte nas Obras de Reabilitação, havendo por conseguinte dois projectos distintos, consoante o troço a intervir.

A CONSULMAR pretendeu, como seria lógico, obter o maior número de elementos possível sobre a história do Molhe, mas infelizmente praticamente nada existia em arquivo, até porque a transmissão dos documentos técnicos, do período em que as obras eram da responsabilidade da antiga Direcção Geral de Portos (antes da Autonomia) para o Governo Regional dos Açores não foi efectuada na forma mais adequada, no que respeita à passagem dos arquivos do Continente para a Região Autónoma.

Assim, face à quase total ausência de informação credível, foi preciso recorrer aos arquivos da CONSULMAR, que afortunadamente tinha sido autor dos projectos das obras de reparação do troço Nacional na década de 70 e do troço NATO na década de 80. Apesar de alguns elementos não serem completamente fidedignos, já que as peças desenhadas nem sempre correspondiam a versão de projecto em “telas finais”, foi com base nesses elementos que se elaborou este novo Projecto.

Como se tratava de uma situação a requerer uma actuação urgente, e o mau estado do mar não permitiu que se efectuasse o levantamento topo-hidrográfico antes de se arrancar com o projecto, a avaliação dos estragos foi realizada apenas com base na inspecção visual, que fora da linha de água foi efectuada pelos próprios autores de Projecto, e aproveitando alguns dias de acalmia realizou-se uma inspecção preliminar subaquática com mergulhadores. Foi assim que se preconizou a intervenção a efectuar, quer no troço Nacional, quer no troço NATO.

Analisados os dados referentes às características da tempestade, que afectou o Molhe e depois de tratados os mesmos, concluiu-se que, a onda de projecto considerada no final da década de 80, com $H_s = 9\text{m}$, na reparação do troço NATO, estava correcta, não havendo outras razões que justificassem uma alteração destes dados de base.

Os cálculos efectuados conduziram a que deveria ser executado um manto de protecção utilizando tetrápodes de 400kN, idênticos aos existentes no troço NATO, onde apenas alguns estavam partidos e, conseqüentemente, com a necessidade de serem substituídos, representando contudo uma percentagem mínima de blocos, relativamente ao total de unidades que se encontravam na protecção desse troço do Molhe.

Por conseguinte, esta foi a solução base do projecto, já que o mesmo foi preparado como se disse em condições adversas, face à extrema urgência do processo, que requeria o início dos trabalhos na Primavera do ano de 1997, para aproveitar todo o Verão desse ano.

No entanto, para que a solução proposta fosse testada de forma credível, por conselho da CONSULMAR, o troço do Molhe Nacional entre o perfil situado 100m a Poente da curva até ao perfil já situado nos primeiros 10m do troço NATO, foi ensaiado em modelo tridimensional em Delft, na Holanda.

A escolha quanto ao laboratório onde se deveriam realizar os ensaios resultou de uma consulta urgente internacional, tendo sido Delft quem apresentou a melhor proposta técnica e económica e com menor prazo de execução.

Os ensaios realizados já com a obra adjudicada, trouxeram uma surpresa, que foi o facto de, na zona da curva, o manto de tetrápodes de 400 kN não ser estável. Aí estávamos perante um problema grave que era preciso resolver rapidamente (já que os ensaios estavam em curso) e da forma menos penalizante possível (uma vez que a obra estava já a decorrer, com a pré-fabricação dos tetrápodes em curso e a grua que os iria colocar já mobilizada).

Assim, houve que avaliar a capacidade e o alcance da grua e tendo em consideração os blocos que estavam disponíveis em Delft, cujo tipo e peso exigido para garantir a estabilidade do manto, na zona da curva, fossem compatíveis com a escala do Modelo Reduzido, uma vez que não havia tempo, nem disponibilidade para fabricar novos blocos, mesmo no laboratório.

A conjugação dos vários vectores levou a considerar duas hipóteses possíveis, a primeira das quais seria a utilização de tetrápodes de 560 kN e a segunda de blocos Antifer de 540 kN.

Os primeiros tinham a vantagem de não alterarem no essencial o processo de pré-fabricação de tetrápodes em curso, já que seria preciso apenas utilizar novas cofragens, sendo esta uma solução que potencialmente provocaria menores galgamentos, para o mesmo nível de agitação, mas tinha como desvantagens o facto dos tetrápodes serem já demasiado grandes, tornando-se portanto mais frágeis e, para este tamanho de blocos, existe pouca ou nenhuma experiência em protótipos, no mundo inteiro, e ainda a zona onde iriam ser colocados (troço em curva) os blocos deste tipo (tetrápodes) se comportarem menos bem, por dificuldades em garantir um bom embricamento entre as várias peças.

Os blocos Antifer de 540 kN colocados regularmente tinham a vantagem relativamente aos primeiros (tetrápodes de 560 kN) de se comportarem melhor em zonas de curva e serem mais resistentes aos impactos da agitação incidente e aos movimentos entre blocos, devidos a essa mesma agitação mas, como desvantagens, apresentavam o facto de a sua pré-fabricação e também o seu transporte para a frente de obra, irem alterar completamente o esquema já montado e ainda o facto destes blocos não reduzirem tanto os galgamentos como os outros.

Pesados os prós e os contra e, como ambos os blocos estavam dentro da capacidade da grua, embora já perto dos limites da mesma, decidiu-se ensaiar no modelo os blocos Antifer de 540 kN, que apesar de não serem tão eficientes na redução dos galgamentos, ofereciam à partida mais garantias quanto à estabilidade do manto resistente, já que quando solicitados pela agitação incidente, nos seus movimentos de "rocking", são muito menos susceptíveis de se partirem em grandes peças, como aconteceria com os tetrápodes, que facilmente perdem 25% do seu peso, bastando para tal que partam apenas um dos seus pés.

Os ensaios deram resultados satisfatórios pelo que o manto de protecção foi executado utilizando tetrápodes de 400 kN nos primeiros 100m a Poente da curva e na parte remanescente do troço Nacional, desde o perfil situado 150m a Nascente da curva, até ao troço NATO. Nos perfis da zona da curva, entre os limites acima referidos foram colocados blocos Antifer de 540 kN.

Os perfis de projecto basicamente impunham uma dragagem de materiais incoerentes constituídos por enrocamento, tetrápodes e bocados de tetrápodes.

B – A Fase de Execução das Obras

Como já foi referido anteriormente, os ensaios em modelo reduzido conduziram a alterações inesperadas, que se reflectiram na execução das obras, nomeadamente porque foi necessário adaptar o estaleiro de pré-fabricação de tetrápodes, de modo a nele pré-fabricar também os blocos Antifer, para voltar aos tetrápodes a seguir.

Como as obras se iriam executar de Poente para Nascente, primeiro deveriam ser colocados os tetrápodes de 400 kN para depois interromper o processo e colocar blocos Antifer de 540 kN, na zona da curva do Molhe e, por fim, voltar a colocar tetrápodes até ao troço NATO, onde haveria uma recarga a executar também com tetrápodes de 400 kN.

Esta seria uma dificuldade acrescida, que teve ainda um outro reflexo, como foi atrás referido, já que seria necessário adaptar e reforçar os meios de transporte para os blocos Antifer de 540 kN, acrescido da distância a que o estaleiro de pré-fabricação se situava do local da obra (cerca de 2 Km).

Outra das dificuldades sentidas durante a fase de construção teve a ver com a dragagem, uma vez que, os materiais a remover, não eram exactamente os que se esperavam (enrocamento e tetrápodes inteiros ou partidos), mas existiam também, e em grande quantidade, calhau rolado e

areias (trazidas pela ondulação dos fundos dos existentes à frente do Molhe, para cima do talude durante a tempestade).

Como havia que abrir uma vala, no talude existente do Molhe, para enraizar o novo perfil e a actividade de dragagens era crítica, uma vez que ficava a montante de todas as outras que dela dependiam (colocação de enrocamento no submanto e blocos no manto de protecção), o facto do volume a dragar aumentar muito para além do previsto e haver uma grande quantidade de materiais muito miúdo, trouxe uma quebra sensível aos rendimentos, quer em volume extraído, quer em termos de progressão (comprimento da vala aberta para extensão do Molhe).

Para agravar a situação os ensaios vieram provar que a vala não só era necessária mas ainda que o seu vértice inferior deveria atingir cotas da ordem de (-6,00m)ZH, enquanto que no projecto essa vala que se previa escavar, para encaixar o manto de blocos artificiais no talude, era aberta apenas pela necessidade de garantir esse encaixe, o que acontecia na quase generalidade da sua extensão, a cotas por volta de (-4,00m)ZH. Também esta alteração, resultante dos ensaios em Modelo Reduzido, veio a criar complicações durante a construção.

Finalmente refira-se a situação que mais obrigou o Projectista a intervir, a par e passo, na decisão quanto aos materiais do Molhe existente que deveriam ser removidos e os que poderiam e deveriam ficar.

A dragagem era necessária para criar espaço a fim de encaixar o perfil composto por um submanto de enrocamentos classificados e um manto de blocos artificiais (tetrápodes ou blocos Antifer).

Portanto, o espaço ocupado pelos materiais a remover seria substituído, em parte, pelos enrocamentos classificados e assim, logo que a dragagem na zona do perfil ocupada pelo submanto, apanhasse pedras ou bocados de tetrápodes, que fossem de peso igual ou não muito superior aos enrocamentos classificados desse submanto, seria preferível deixar os materiais existentes do que removê-los e substituí-los.

Se esta decisão nem sempre era muito fácil de tomar, mais complicado se tornava quando os materiais a remover eram blocos paralelepípedicos de betão de 890 kN que apareciam nas mais variadas posições, muitas vezes atravessados nas camadas, quer do submanto de enrocamento, que no próprio manto exterior.

A demolição parcial ou integral desses blocos paralelepípedicos era efectuada com martelos demolidores e a parte dos blocos que deveria ficar ou a que era preciso ser demolida, nem sempre era muito fácil decidir face à malha de colocação de blocos artificiais que estava a ser executada, assim como não era muito fácil partir os blocos exactamente por onde se queria.

Situação idêntica acontecia quando os tetrápodes de 250 kN, da antiga protecção, emergiam já na zona do perfil ocupada pela nova protecção, porque muitas vezes parecia que seria preferível removê-los na totalidade, o que iria criar um grande buraco, e então era preciso avaliar se não seria melhor deixá-los e tentar executar a nova protecção em que esses blocos ficaram integrados (adaptando obviamente o perfil de projecto) ou, numa terceira hipótese, partir apenas uma ou mais pernas dos tetrápodes, tarefa nem sempre fácil de executar.

Todas estas opções obrigavam constantemente à intervenção do Projectista, para adaptar o projecto das Obras de Reabilitação à situação realmente encontrada, em cada perfil.

Finalmente refira-se os já tradicionais problemas de “costura” nos encontros do novo perfil de protecção com a situação existente, a Nascente (no troço NATO) e a Poente (na zona do troço Nacional em que se decidiu manter a protecção inicial em tetrápodes de 25 kN já que essa zona não foi afectada pela tempestade e alguns dos tetrápodes partidos puderam ser facilmente substituídos por outros removidos da zona destruída).

Nestas duas áreas de fronteira o que houve que fazer foi, um rearranjo dos perfis existentes de modo a executar da maneira mais regular possível a transição, a fim de evitar criar fragilidades nestas zonas, o que foi conseguido mexendo nos blocos existentes e adaptando a sua posição à nova malha de colocação que estava a ser executada, neste projecto de Reabilitação.

Nestas Obras de Reabilitação não surgiu qualquer tipo de problema com a pedra, já que existem na Ilha de S. Miguel pedreiras em exploração, que forneceram facilmente os materiais com a qualidade e nos ritmos exigidos, nem houve conflitos com a actividade portuária, que foi necessário garantir sem perturbações, já que o Empreiteiro fabricou uma estrutura metálica, sobre a qual montou a grua, que se movia sobre 2 carris situados um sobre o muro cortina e o outro no terraplano, mas junto à base do muro, sem interferir portanto com a actividade portuária. O transporte dos materiais para a frente da obra era feito à noite, para evitar também a perturbação da normal exploração do Porto.

4.3 – Reabilitação do Molhe do Porto da Horta

4.3.1 – Breves dados sobre a história do Molhe

A estrutura que constitui o Molhe de abrigo da bacia portuária, na qual se desenvolveram actividades ligadas aos Sectores Comerciais, Pesca e em parte ao Recreio Náutico, foi construída há mais de 100 anos e encontra-se em grande parte fundada sobre o maciço rochoso.

É uma estrutura monolítica protegida por enrocamentos classificados e blocos de betão que não defendiam eficientemente o muro cortina e o terraplano portuário do ataque da agitação incidente.

Apesar da bacia portuária estar relativamente bem abrigada, em especial da agitação vinda de determinados quadrantes, já que goza da protecção que lhe é conferida pela presença da Ilha do Pico, situada na sua frente, a agitação proveniente nomeadamente de outros quadrantes, atinge o Molhe com alguma violência.

Apesar da sua longevidade o Molhe praticamente nunca tinha sido alvo de qualquer intervenção, no que diz respeito ao seu extradorso, nem mesmo o terraplano aderente e que dá apoio ao sector comercial, tinha sofrido obras de beneficiação, desde que foram instalados os meios de descarga existentes.

Assim, foi realizado pela CONSULMAR, a pedido da Junta Autónoma do Porto da Horta (JAPH), organismo que faz a gestão do Porto, uma inspecção muito completa de toda a estrutura, a fim de preconizar quais as obras de beneficiação do intradorso e protecção do extradorso do Molhe, e respectivo cais comercial aderente, que seriam necessárias executar para fazer a Reabilitação da Estrutura e garantir a continuação da sua operacionalidade em melhores condições.

4.3.2 . As Obras de Reabilitação realizadas recentemente no Molhe do Porto da Horta

A - Fase de Projecto

Como foi atrás referido, o Projecto de Reabilitação do Molhe teve por base uma inspecção completa da estrutura realizada fora da linha de água pelos autores do próprio Projecto e abaixo dessa linha por uma equipa de mergulhadores que, para além do relatório de inspecção ilustrado com fotografias, o qual foi amplamente discutido com a CONSULMAR, produziram um filme vídeo que permitia ter uma noção muito correcta da situação existente, já que as condições de visibilidade no local são excelentes.

Como no passado, a delegação das Obras Públicas do Faial centralizava toda a informação relativa à história da construção das obras portuárias, e os arquivos estavam relativamente bem organizados, foi possível reunir bastante material, de extrema utilidade para o Projectista, na fase de elaboração dos Estudos de Reabilitação do Molhe, que foi recentemente executada.

Assim, decidiu-se quando se arrancou com o Projecto executar uma nova protecção conseguida à custa de um submanto de enrocamentos classificados e um manto de tetrápodes de 250 kN numa extensão de 310 m (cerca de metade da totalidade do Molhe), já que o último troço de 320 m e a cabeça pareciam não necessitar de qualquer intervenção.

No entanto, a meio das obras um forte sismo abalou a Ilha do faial e provocou também danos na estrutura do Molhe, o que levou a JAPH, a conselho da CONSULMAR, a executar as obras de Reabilitação também no troço remanescente e na cabeça do Molhe.

Estes dois projectos são similares, à excepção da cabeça do Molhe, onde em vez de um manto de tetrápodes de 250 kN, se optou por executar um manto de blocos Antifer de 400 kN, colocados regularmente que os cálculos de projecto preconizavam e que os ensaios em Modelo Reduzido confirmaram serem os mais adequados.

Assim, na fase de projecto não existiram complicações de maior, a não ser a necessidade de compatibilizar os perfis tipo adoptados com os processos construtivos, tendo em atenção a necessidade de perturbar o menos possível a actividade portuária. Conseguiu-se uma solução que era exequível com uma grua trabalhando do lado do extradorso, junto ao muro cortina, com espaço suficiente para a circulação de camiões que transportavam os blocos de protecção e os enrocamentos, evitando a utilização de meios marítimos ao Empreiteiro que não o pretendesse fazer, e consequentemente executar os trabalhos em maiores condições de segurança.

B –Fase de Execução das Obras

Os processos construtivos adoptados pelo Construtor que inicialmente era a CPTP e posteriormente foi a SOMAGUE ajustaram-se perfeitamente ao que estava previsto, tendo a obra sido executada na totalidade por via terrestre, já que a grua tinha capacidade suficiente para colocar, quer os enrocamentos classificados, quer os blocos de protecção às distâncias previstas no Projecto e ainda executar as dragagens necessárias à construção dos novos perfis de protecção do Molhe.

Não surgiu assim nenhuma complicação que pudesse afectar a actividade portuária até porque, se aproveitou a zona do enraizamento para abrir passagem para o extradorso, destruindo um troço do muro cortina, uma vez que a nova protecção se prolongava para Sul do mesmo, afastando-se da linha da costa, para criar um novo terrapleno destinado a ser utilizado como Parque de Contentores.

Assim, todo o trânsito de viaturas afectas á construção circulava fora da zona onde se realizava a actividade portuária.

Nesta obra não surgiram os tradicionais problemas de “costura” dos novos perfis de protecção com os antigos, já que a obra foi revestida do enraizamento até à cabeça com um novo perfil de projecto, não havendo portanto que resolver os complicados problemas de fronteira do novo com o velho.

As situações que envolveram mais frequentemente o Projectista e obrigaram à sua intervenção em obra, tiveram a ver com a dragagem dos materiais existentes, para executar, sobre a obra antiga as novas protecções. De facto o aparecimento de enrocamentos, ou mesmo rocha em alguns perfis, quando se executava a dragagem, levava a ter que se optar em deixar os materiais

encontrados, após verificação do seu tipo e possança, ou removê-los e substituí-los por enrocamentos classificados do submanto de protecção. Em certos casos “apetecia” afastar ligeiramente o perfil à custa da suavização da sua inclinação, como seja, passar, por exemplo do talude de 3/2 para 2/1, para reduzir o volume do material a dragar, mas as implicações com a capacidade e alcance da grua, levaram sempre a afastar esta hipótese.

4.4 – As Obras de Reabilitação realizadas recentemente no Molhe do Porto da Praia, na Ilha Graciosa

4.4.1 – Breves dados sobre a história do Molhe

O Molhe do Porto da Praia foi construído na década de sessenta e apesar do abrigo relativo à agitação proveniente de determinados quadrantes, conferido pelo Ilhéu e a própria Ilha de S. Jorge, situadas ambas na sua frente, é ainda assim atingido com certa violência, pela ondulação, nomeadamente a que tem rumos de quadrantes fora da zona de sombra das Ilhas.

De acordo com o Projecto inicial a protecção do extradorso do Molhe foi executada através de um manto de tetrápodes de 250 kN no corpo e blocos Antifer de 275 kN na cabeça, tendo os primeiros sido colocados aparentemente segundo as recomendações da “SOTRAMER” e os segundo colocados regularmente revestindo todos a cabeça tronco-cónica.

A obra foi sofrendo, ao longo dos anos, uma degradação sistemática, nomeadamente na zona do enraizamento e na curva côncava que antecede o segundo troço recto em direcção à cabeça.

De facto o Molhe é constituído por três troços rectos, dos quais o primeiro junto ao enraizamento passa por uma zona de duas goladas que estavam a provocar bastantes galgamentos neste local e se une ao segundo através de uma curva côncava e finalmente no final deste troço recto intermédio o molhe inflecte para terra e a união deste segundo troço com o terceiro é feita através de uma curva convexa, terminando o Molhe em cabeça tronco-cónica.

A – Fase de Projecto

Apesar da degradação visível da protecção exterior, nomeadamente na zona da curva côncava, a seguir ao enraizamento e das inspecções realizadas pela CONSULMAR a pedido da Junta Autónoma do Porto de Angra do Heroísmo (JAPAH), entidade que tem a seu cargo a responsabilidade pela gestão do Porto da Praia, que aconselhavam à realização de obras de Reabilitação do Molhe, só após a tempestade que ocorreu em Dezembro de 1996 e que afectou ainda mais a estrutura, se elaborou um projecto, com vista à realização das obras de reabilitação que se tornaram nessa altura muito urgentes.

Assim, com base num levantamento topo-hidrográfico que foi realizado, embora de forma deficiente, e após o tratamento dos dados relativos à característica da tempestade e das informações recolhidas das bóias ondógrafo que haviam estado instaladas no Arquipélago dos Açores, foi elaborado o projecto das Obras de Reabilitação do Molhe.

A CONSULMAR na qualidade de projectista tentou obter junto das entidades oficiais dados sobre a história do Molhe, mas foi uma tarefa inglória, já que à semelhança do que acontecera com o Molhe de Ponta Delgada praticamente nada existia em arquivo, porque a obra fora construída sob a égide da antiga Direcção Geral de Portos e a transferência dos arquivos do Continente para a Região Autónoma não se realizou da forma mais adequada.

Assim, foi necessário recorrer aos arquivos do construtor, a Empresa TECNOVIA, que cedeu o material que, apesar de não ser completamente fidedigno, já que as peças desenhadas não estavam na versão correspondente às telas finais, ainda assim foi o que se arranhou e serviu de base de apoio para o desenvolvimento do projecto.

Os perfis tipo estudados, consoante a zona da obra onde se aplicavam, tiveram em consideração o facto de tornar possível executar todos os trabalhos de Reabilitação por via terrestre, sem a necessidade de utilização de meios marítimos.

O Projectista aconselhou a realização de ensaios em Modelo Reduzido que confirmaram no essencial o projecto mas sugeriram várias adaptações, que foi preciso implementar para garantir as necessárias condições de estabilidade da nova protecção da estrutura.

Assim, foi necessário garantir, nomeadamente, que os blocos da base do manto de protecção ficassem apoiadas num extracto firme, que não fosse susceptível de ser erodido, de molde a provocar o deslocamento desses blocos da base, que conseqüentemente arrastassem e fizessem deslizar os blocos colocados no talude.

Para isso foi criada uma vala, obtida por dragagens e sempre que na base de apoio dos blocos do pé de talude não houvesse rocha, a mesma era cheia com enrocamento classificado com granulometria adequada para evitar a sua erosão.

O acesso ao extradorso do Molhe foi conseguido logo a partir do enraizamento e a criação de uma berma a cotas elevadas permitiria a circulação dos equipamentos, praticamente sem restrições, numa faixa de largura mínima de 12m.

B – A Fase de Execução das Obras

A construção decorreu praticamente sem incidentes dignos de registo e as maiores dificuldades que surgiram durante a execução dos trabalhos tiveram a ver com a necessidade de compatibilizar os ritmos de execução das dragagens, com a colocação dos enrocamento do submanto e posterior colocação dos blocos do manto de protecção.

De facto a OFM, S A que construiu as obras de parceria com a TEIXEIRA DUARTE e SOARES DA COSTA, utilizou apenas equipamentos terrestres mas precisou de mobilizar duas guas de grande capacidade para executar os trabalhos, aos ritmos exigidos, já que havia uma nova actividade (dragagem, que condicionava o avanço dos trabalhos). A presença dessas guas dificultava o abastecimento de pedra à grua posicionada mais à frente, já que a outra interferia com a passagem dos camiões.

Por outro lado, a dificuldade em executar as dragagens, uma vez que os materiais a remover eram em grande parte constituídos por areia e enrocamento miúdo, materiais facilmente erodíveis, tornando portanto difícil manter a vala, associado ao facto de ser necessário dragar, por forma a substituir o material existente em pelo menos um metro de espessura, necessitava de apoio permanente de Projectista com o intuito de avaliar até que ponto os materiais deveriam ser removidos, por não oferecerem condições de fundação ou mantidos por já reunirem essas características.

A execução da protecção das goladas, junto ao enraizamento, foi tarefa também bastante dificultada por condições de agitação nesse local, associado ao problema de abertura de uma vala até ao substrato rochoso, que aí aflora a pequenas profundidades, havendo que decidir, logo após a execução do levantamento hidrográfico, quando essa vala estava em condições de ser aprovada para colocar os tetrápodes do pé do talude.

Inesperadamente, a execução da protecção da cabeça correu muito bem e foi executada com alguma facilidade, tendo sido relativamente simples colocar os blocos Antifer de 300 kN da nova

protecção sobre a cabeça antiga, que era protegida por blocos cúbicos de 275 kN, apesar de se ter aberto uma vala, preenchida com enrocamentos classificados, a cota abaixo da fundação da antiga cabeça, para garantir uma maior estabilidade ao novo perfil.

Como nesta Reabilitação foi executada uma nova protecção, ao longo de todo o Molhe e na cabeça, não surgiram aqui os tradicionais problemas de “costura” com as zonas antigas onde é por vezes necessário mexer na protecção existente e por isso as ligações novo/velho são, nesses casos, difíceis de executar.

4.5 – Outras Obras de Reabilitação de Molhes recentemente realizadas

4.5.1 – Nota Introdutória

As Obras de Reabilitação realizadas no passado recente, em três Molhes dos Portos Açoreanos, tiveram associadas a elas a maioria dos tradicionais problemas de deficiente informação arquivada, da necessidade de decisão quanto ao aproveitamento ou remoção de materiais da obra existente para executar os novos perfis de Projecto e ainda numa delas a dificuldade de garantir boas ligações entre os troços a intervencionar e os outros troços em que se manteve a protecção existente, por esta ainda oferecer boas condições de estabilidade.

No entanto, situações haverá em que estes problemas não se colocam com tanta acuidade e por isso aproveitou-se esta comunicação para citar um caso bastante conhecido e, porque se tratou de uma obra importante estudada com todo o cuidado face à decisão quanto à extensão do troço a Reabilitar que obrigou a complicados estudos de custos/benefícios e com soluções de Projecto, que embora envolvessem grandes dificuldades construtivas, pelas características dos equipamentos que foi preciso mobilizar, foi contudo projectada para ser construída em boas condições de segurança e garantir que, as eventuais futuras manutenções possam ser executadas, também elas, dentro dos necessários parâmetros de segurança exigidos.

Trata-se de Obras de Reabilitação do Molhe Oeste do Porto de Sines.

4.5.2 – Tópicos sobre os problemas de Projecto e de Execução

Os problemas que mais preocuparam o agrupamento projectista CONSULMAR/F. HARRIS, estiveram relacionados com as características da agitação incidente e os custos/benefícios da solução a implementar, assim como a necessidade de construir uma obra não só duradoura, mas cujas manutenções futuras fossem mais fáceis de executar e, de preferência, em grande parte por via terrestre.

De facto, o troço extremo do Molhe Oeste tinha sido destruído a partir do Posto 2 por violentas tempestades e nunca havia sido alvo de obras de reparação, após o acidente que destruiu a quase totalidade da protecção inicial, em dolos de 400 kN, na década de 70.

O Projecto das Obras de Reabilitação preconizava a manutenção dos restos da estrutura existente, aproveitada apenas como núcleo da nova obra, já que os taludes da protecção que foi projectada eram muito mais suaves, pelo que seriam conseguidos à custa de grandes enchimentos dos perfis com TOT, filtros e submantos colocados antes da execução do manto exterior em blocos Antifer de 900kN, colocados irregularmente, à excepção do extremo superior do talude, em que os blocos foram colocados regularmente, exactamente para facilitar as eventuais futuras manutenções.

Os maiores problemas construtivos, estiveram relacionados com a grande capacidade exigida aos equipamentos, incluindo a mobilização de uma extensa frota de embarcações, com capacidade suficiente para executar perfis tão suaves como os que foram projectados e ainda a dragagem que foi preciso efectuar até (-27m)ZH no corpo do Molhe destruído, para aí encaixar

uma nova cabeça tronco-cónica, situada 500m após o Posto 2, deixando que a parte remanescente do Molhe seja destruída pelas tempestades ao longo dos anos vindouros.

No entanto, a longa transição, que foi possível efectuar, entre a protecção já executada atrás do Posto 2, quando na década de 70 este troço do Molhe foi reparado, e novo troço agora reabilitado, permitiu executar a “costura” entre as duas protecções realizadas com o mesmo tipo de bloco (Antifer de 900 kN) embora colocados com taludes diferentes, de maneira bem disfarçada, garantindo a necessária suavidade na transição.

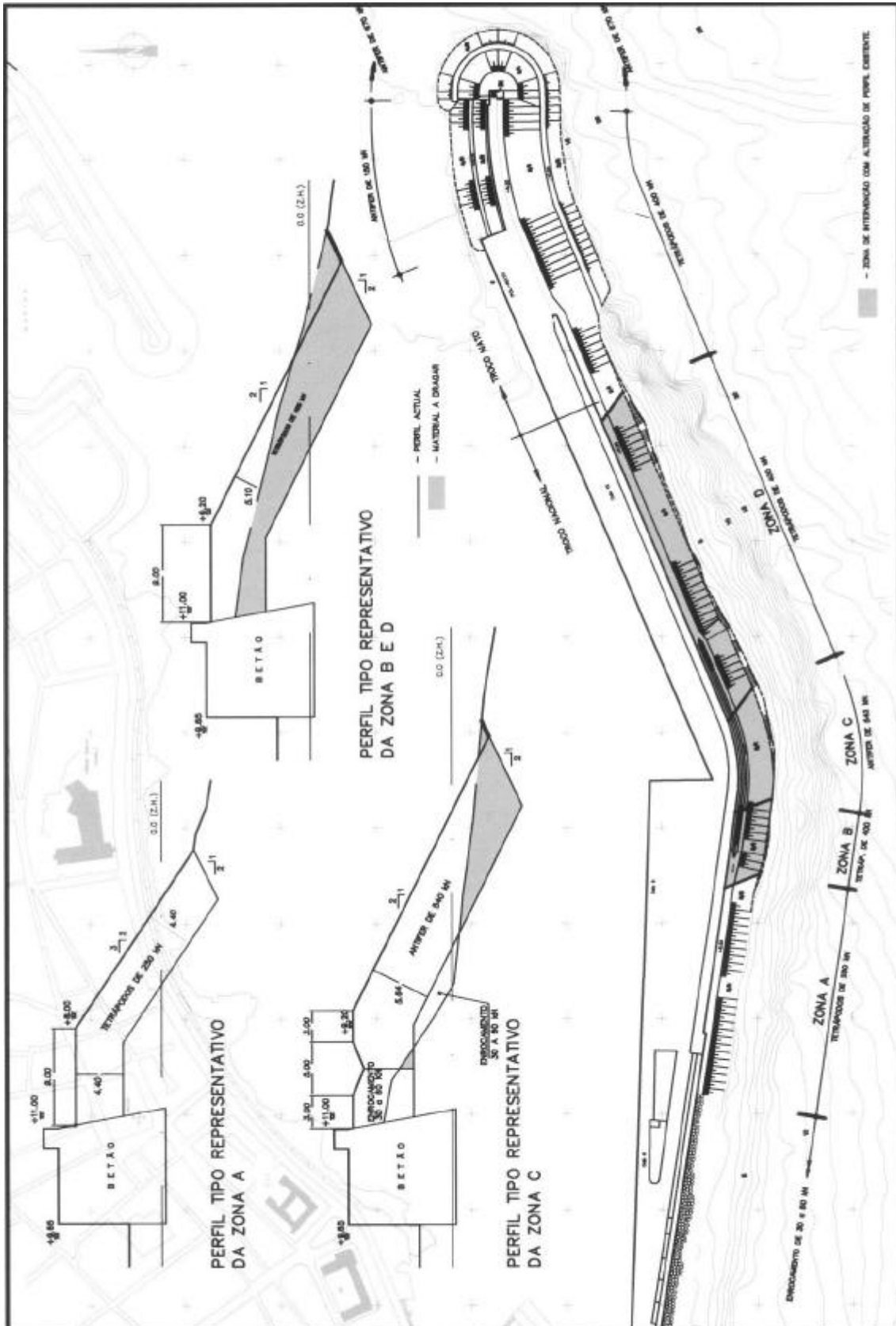
O intradorso foi protegido com blocos Antifer também de 900 kN, mas colocados regularmente sem necessidade de realizar “costuras”, já que não havia ligações com qualquer protecção da estrutura existente.

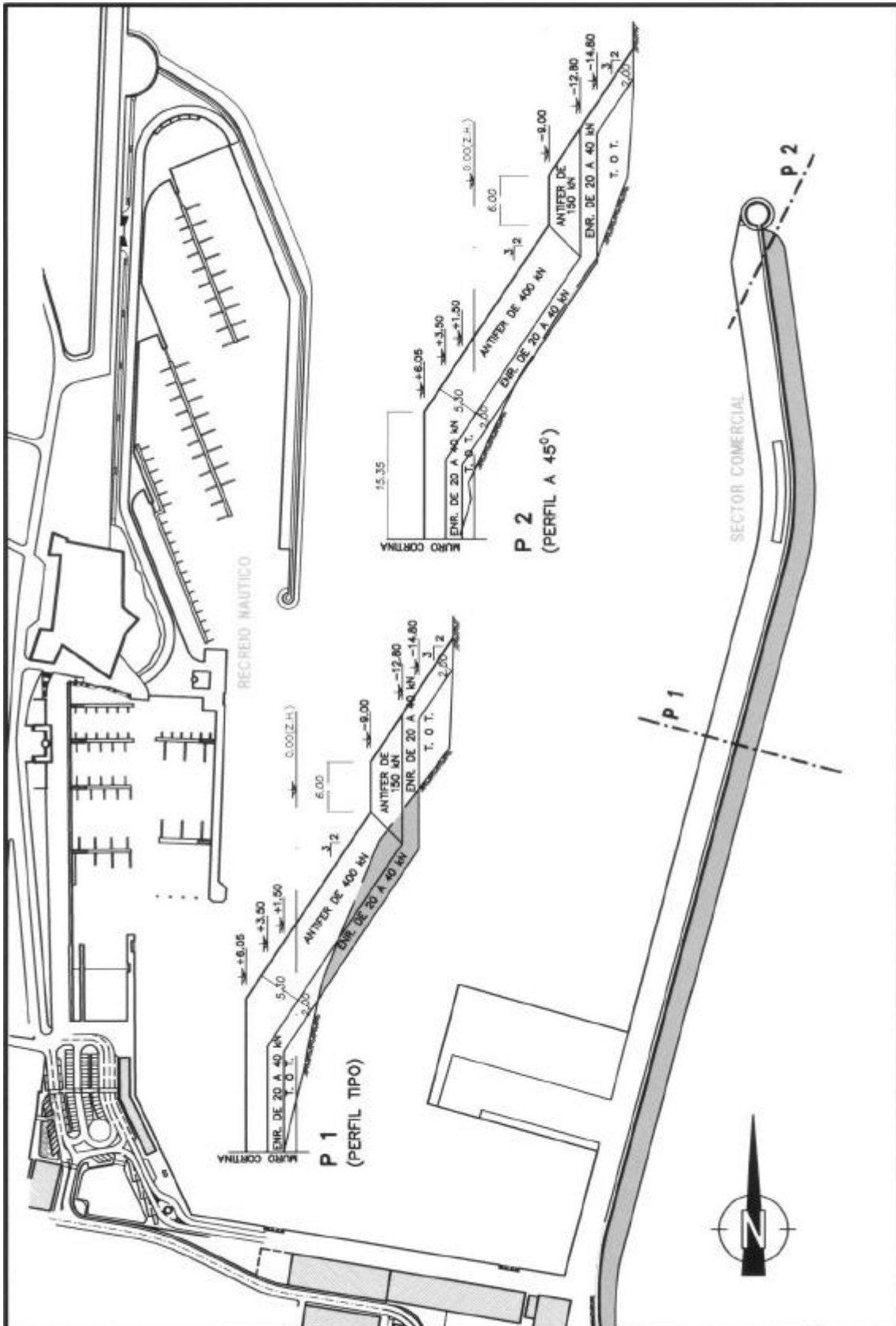
De realçar ainda o cuidado que houve em permitir que grande parte das eventuais obras de manutenção futuras se realizem por via terrestre, uma vez que entre o enraizamento e o Posto 2 é possível criar uma faixa de circulação por fora do muro cortina com pelo menos 15m de largura.

No troço de 500 m reabilitado há poucos anos atrás, para além de uma plataforma horizontal, criada no coroamento do Molhe, já que não existe muro cortina porque este troço o Molhe é galgável, a parte superior do talude exterior tem uma inclinação muito suave (1/5) o que permitirá o seu enchimento, em caso de necessidade, com enrocamento e detritos de pedra, a fim de alargar a plataforma horizontal do coroamento para o exterior e aí circularem todos os equipamentos que vierem a ser mobilizados para os trabalhos que houver necessidade de realizar.

No troço situado atrás dos Postos 2 e 3 existe uma plataforma horizontal, com 40m de largura, na zona que foi reparada na década de 70, enquanto que no troço do enraizamento, que foi alvo desta últimas Obras de Reabilitação, foi deixada uma plataforma de 15m de largura o que permitirá sempre a circulação de guias de grande capacidade.

Como por outro lado foram deixados em stock 164 blocos de 90 e 105 ton poderão sempre iniciar-se Obras de Reparação de Emergência, realizando os trabalhos por via terrestre com alguma facilidade, já que é preciso muito pouco equipamento para arrancar com as obras.





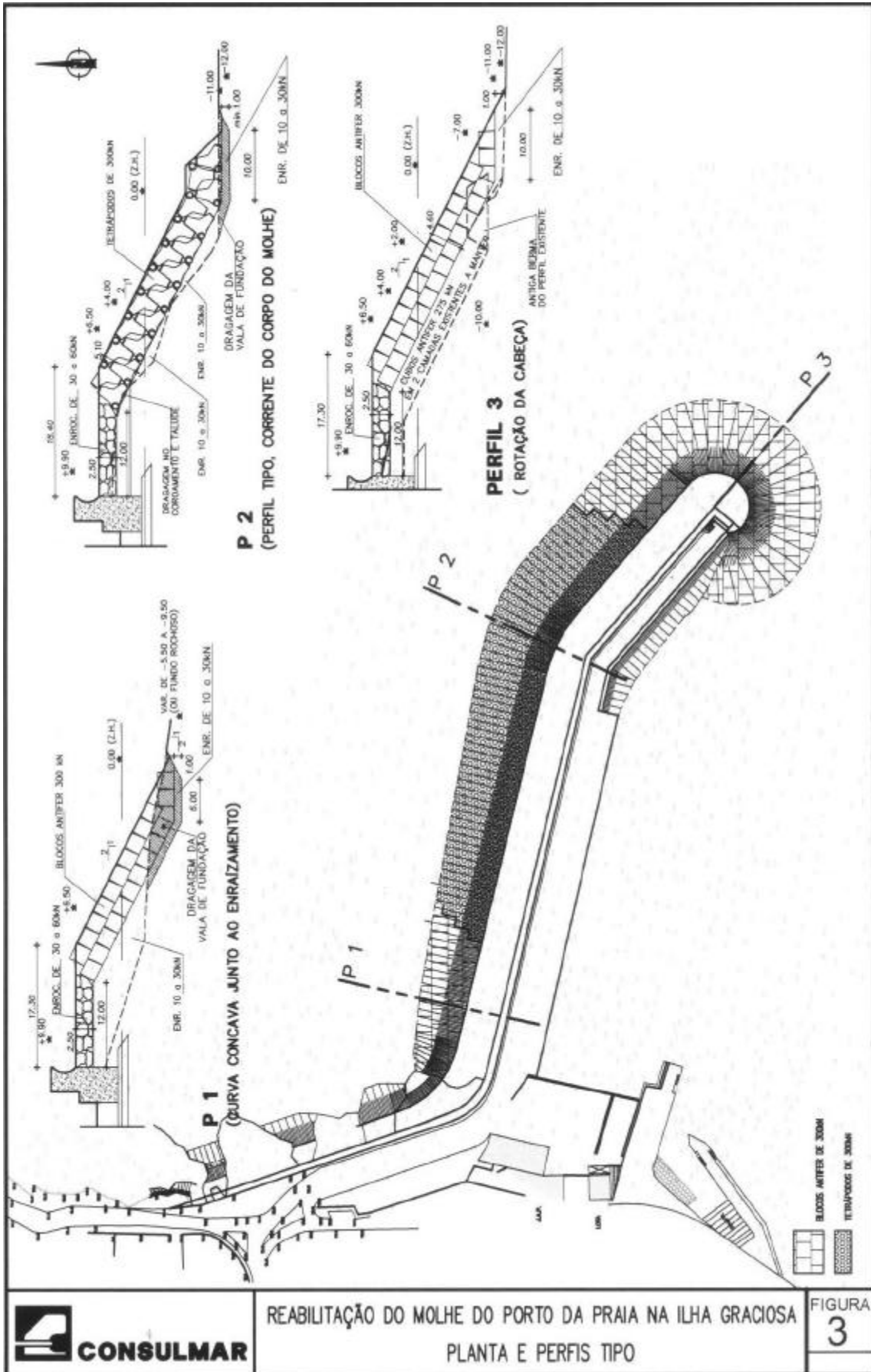
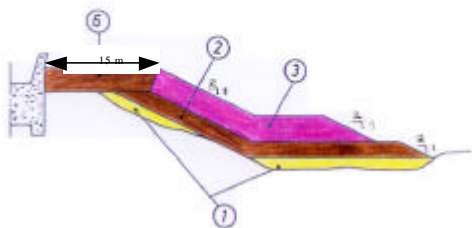
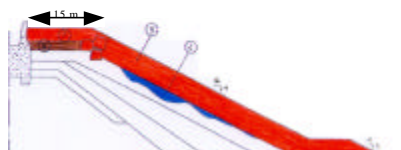


FIG. 4 – REABILITAÇÃO DO MOLHE OESTE DO PORTO DE SINES

PERFIL TIPO 1

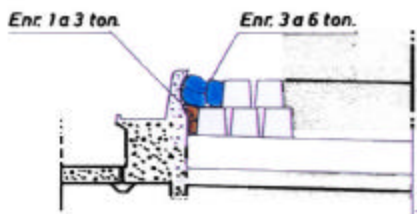


PERFIL TIPO 2

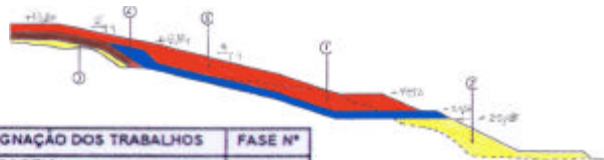


DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	FASE Nº
ENROCAMENTO T.O.T.	1
ENROCAMENTO DE 1 a 3 ton	2
ENROCAMENTO DE 9 a 12 ton	3
ENROCAMENTO DE 3 a 6 ton	4
BLOCOS "ANTIFER" DE 40 ton	5
ENROCAMENTO DE 1 a 3 ton	6
BLOCOS "ANTIFER" DE 40 ton	7

PERFIL TIPO 3



PERFIL TIPO 5



DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	FASE Nº
DRAGAGEM	1
ENROCAMENTO T.O.T.	2
ENROCAMENTO DE 1 a 3 ton	3
ENROCAMENTO DE 3 a 9 ton	4
BLOCOS "ANTIFER" DE 105 ton	5

PERFIL TIPO 4

Blocos Antifer 90 Ton.

