



CIDADE LACUSTRE DE VILAMOURA. SISTEMA DE TRANSFERÊNCIA DE EMBARCAÇÕES ENTRE A MARINA E A CIDADE LACUSTRE

António Sanches do Valle

WW – Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A.
Rotunda Nuno Rodrigues dos Santos, 1B – 10º, 2685-223 Portela LRS
sanchesvalle@wwsa.pt

RESUMO

No plano de expansão e desenvolvimento de Vilamoura (VILAMOURA XXI) está prevista a construção de uma Cidade Lacustre, constituída por diversos lagos e canais navegáveis, na continuidade da actual Marina de Vilamoura.

Enquanto que o plano de água da Marina de Vilamoura está sujeito à maré, na Cidade Lacustre o nível dos respectivos planos de água será constante. A cota de exploração fixada para os lagos e canais da Cidade Lacustre é superior à do nível máximo de repouso expectável na Marina num prazo da ordem de 50 anos.

Por questões de gestão da água dos lagos e dos canais, foi decidido que não será estabelecida uma ligação navegável entre estes e a marina, e que a transferência de embarcações através da Marina será assegurada por um sistema mecânico de alagem.

Foram analisadas diferentes alternativas para este sistema de transferência de embarcações, tendo em atenção as condicionantes de ordem física e topográfica locais, a tipologia e características das embarcações que terão acesso aos lagos da Cidade Lacustre, as características funcionais e as limitações e operacionais dos equipamentos do sistema a implementar e os custos de investimento.

De referir que os aspectos funcionais e operacionais são determinantes para a viabilidade do sistema de transferência dado ser fundamental que tal sistema dê uma resposta adequada, tanto em termos de capacidade como de eficiência (duração da operação de transferência) e de segurança, às solicitações dos utentes, particularmente nos períodos de maior afluxo de embarcações num e noutro sentido, que ocorrem na época alta, respectivamente, no princípio da manhã e ao fim da tarde.

1. INTRODUÇÃO

No plano de expansão e desenvolvimento de Vilamoura (VILAMOURA XXI) está prevista a construção de uma Cidade Lacustre, constituída por diversos lagos e canais navegáveis, na continuidade da actual Marina de Vilamoura – Figuras 1 e 2.

A definição e a concepção do sistema de transferência de embarcações entre a Marina e a Cidade Lacustre, num e noutro sentido, constituiu um aspecto do Projecto Geral dos Lagos e Infra-estruturas da Cidade Lacustre, o qual envolveu, entre outros estudos, estudos geológicos e geotécnicos, estudos hidráulicos e hidrológicos, projectos das obras de regularização de defesa contra o alagamento das ribeiras da Quarteira e do Vale Tisnado, modelação hidrodinâmica da circulação da água nos lagos e canais, estudos de manutenção da qualidade de água, projecto de terraplenagem geral e de modelação do terreno, projectos das obras de arte (pontes) e das protecções verticais nas margens dos lagos e dos canais, projectos das infra-estruturas gerais dos arruamentos principais, etc.



Figura 1 – Localização da Cidade Lacustre



Figura 2 – Antevisão da Cidade Lacustre

Dado que os lagos e canais da Cidade Lacustre serão navegáveis, e não estando prevista nenhuma ligação navegável entre a Marina de Vilamoura e a Cidade Lacustre, a passagem das embarcações entre estas duas zonas terá de ser assegurada por um sistema mecânico de alagem e de transporte das embarcações. Este sistema teve que ter em consideração que o nível da água na Marina varia em função da maré, enquanto que nos lagos o respectivo nível é constante.

Assim, a eficiência de transferência das embarcações é função das características de operacionalidade dos equipamentos a instalar, isto é, dos respectivos rendimentos.



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Por outro lado, a transferência das embarcações também é condicionada pelas condições de acessibilidade no canal de ligação entre a Marina e a Cidade Lacustre, as quais, devido ao “gabarit” vertical da ponte a construir na Avenida do Cerro da Vila sobre este canal, são função do nível da maré.

A concepção técnica e funcional deste sistema dependeu de vários factores, entre os quais se podem referir os seguintes:

- Local de implantação e respectivas condicionantes urbanísticas.
- Dimensão máxima das embarcações.
- Regime de utilização do sistema por parte dos proprietários das embarcações.
- Operacionalidade do sistema.
- Tempo de operação.
- Segurança para as embarcações, e respectiva tripulação.
- Investimento inicial e custos operativos.

2. CONDICIONANTES

Na concepção e implantação do sistema de transferência de embarcações entre a Marina de Vilamoura e a Cidade Lacustre teve-se em consideração um conjunto de condicionantes funcionais e operacionais existentes, ou pré-estabelecidas pelo promotor do empreendimento (LUSOTUR).

• Condicionantes funcionais

a) Nível da água nos lagos da Cidade Lacustre e na Marina de Vilamoura

O nível da água dos lagos ser sempre superior ao nível da água da Marina.

O nível normal de exploração dos lagos e canais da Cidade Lacustre será constante, à cota +5,20 m (ZH), enquanto que o nível da água na Marina de Vilamoura será variável, função do regime de marés, entre um mínimo da ordem de +0,20/+0,10 m (ZH) e um máximo de cerca de +3,80/3,90 m (ZH), para condições meteorológicas normais

Assim, o desnível entre os dois planos de água variará, em função do tempo, entre 1,30 m e 5,10 m.

b) Ponte sobre o canal de acesso à Cidade Lacustre

Transversalmente ao canal de acesso à Cidade Lacustre existirá uma ponte que assegurará a ligação rodoviária e pedonal entre a zona central de Vilamoura e a Praia da Falésia. Esta ponte terá um vão fixo, definindo uma largura do canal de 40,50 m, e um tramo levadiço, com uma largura útil de 12,00 m, o que permitirá, em condições a estabelecer pela entidade responsável pela gestão e exploração da Cidade Lacustre e da Marina de Vilamoura, a passagem de embarcações de maior altura ou, em determinadas circunstâncias de preia-mar, a passagem de embarcações sem condicionamentos impostos pelo nível da maré.

De acordo com a concepção estrutural do tramo fixo da ponte, a cota inferior do tabuleiro varia entre +5,90 m (ZH), junto aos encontros, e 7,80 m (ZH), na zona central. Admitindo que o canal de navegação sob a ponte será estabelecido na zona central, com uma largura de 60 % da largura do respectivo vão (24,30 m), então a cota mínima inferior do tabuleiro será de +7,10 m (ZH).



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

• Condicionantes operacionais

a) Duração da operação de transferência

A rapidez da operação de transferência das embarcações é um factor determinante da eficiência do sistema de transposição entre a Marina e a Cidade Lacustre.

Efectivamente, tendo em consideração o número de barcos que poderão estar sedeados ou aceder à Cidade Lacustre (300 barcos), os períodos de ponta previsíveis de solicitação de passagem preferencialmente num único sentido (período da manhã, no sentido da Cidade Lacustre para a Marina e período da tarde no sentido inverso) e os condicionamentos impostos pela maré, a capacidade diária de transferência, embora limitada qualquer que seja o sistema a implementar, é um factor determinante para a Cidade Lacustre poder constituir uma complementaridade da Marina de Vilamoura.

A título indicativo, considerando que os horários de ponta (época alta), num e noutro sentido, são, respectivamente, das 8,30 -12,30 h e das 16,30 - 20,30 h, a capacidade unitária máxima (por equipamento) de transferência de embarcações em cada sentido poderá ser da seguinte ordem de grandeza em função do tempo da operação:

TEMPO DE OPERAÇÃO	Nº DE BARCOS	
	HORA	PERÍODO (4 horas)
5'	12	48
6'	10	40
7'	8 / 9	34
8'	7 / 8	30
9'	6 / 7	26
10'	6	24
11'	5 / 6	21
12'	5	20
13'	4 / 5	18
14'	4 / 5	17
15'	4	16
16'	3 / 4	15
17'	3 / 4	14
18'	3 / 4	13
19'	3 / 4	12
20'	3	12

b) Segurança das embarcações e tripulações

Num sistema deste tipo tem que ser dada uma particular atenção à segurança durante a operação de transferência das embarcações.

A situação ideal seria a que as tripulações se mantivessem a bordo durante a operação de transferência. Dado que esta operação não será efectuada com as embarcações em flutuação, como seria o caso de uma eclusa, admitiu-se que, por razões de segurança, as embarcações deverão ser transferidas sem pessoas a bordo

3. TIPOLOGIA DAS EMBARCAÇÕES

O acesso e a navegação nos lagos e canais que integram a Cidade Lacustre são, basicamente, condicionados pelos seguintes aspectos:

- Tirante de água mínimo dos lagos e dos canais.



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

- Altura livre (tirante de ar "gabarit" vertical) sob a ponte da Avenida Cerro da Vila.
- Tipo de sistema de transferência das embarcações entre a Marina e a Cidade Lacustre.

Tanto o tirante de água mínimo como a altura livre na secção da ponte sobre o canal de acesso à Cidade Lacustre são dados fixos.

Em condições normais de exploração a altura de água nos lagos é de 1,80 m podendo, ocasionalmente, em situações de abaixamento excepcional do nível da água (períodos de forte evaporação), baixar até 1,60 m. Assim, considerando uma folga de segurança de 0,30 m, o calado máximo das embarcações que poderão aceder à Cidade Lacustre será da ordem de 1,30 m.

Tendo em conta que a cota mínima inferior do tabuleiro da ponte rodoviária sobre o canal de acesso à Cidade Lacustre será de +7,10 m (ZH) e que, por razões de segurança, se deverá garantir uma folga de 0,90 m entre a face inferior tabuleiro e o topo das obras mortas das embarcações (cabines, mastros e equipamentos fixos), conclui-se que a cota de referência em termos de tirante de ar a adoptar para a exploração do canal de ligação entre a Marina e a Cidade Lacustre será de +6,20 m (ZH).

Face à limitação imposta pelo tirante de ar sob a ponte foi, desde logo, estabelecido que apenas terão acesso aos lagos e canais da Cidade Lacustre embarcações a motor, dado que a acessibilidade de barcos à vela é incompatível devido à altura dos respectivos mastros.

No entanto, dado que o tirante de ar disponível sob a ponte será variável em função do nível da maré, tal poderá implicar restrições temporárias à passagem das embarcações em função da altura das respectivas obras mortas, isto é, da altura do barco acima da linha de água, considerando todos os elementos fixos.

Atendendo a que a cota de referência em termos de tirante de ar é de +6,20 m (ZH), com base na variação anual dos níveis da maré, é possível estabelecer uma curva de duração de alturas livres disponíveis no canal de ligação entre a Marina e a Cidade Lacustre (Figura 3.), que permite avaliar o tempo médio em que os barcos com determinada altura poderão passar sob a ponte.

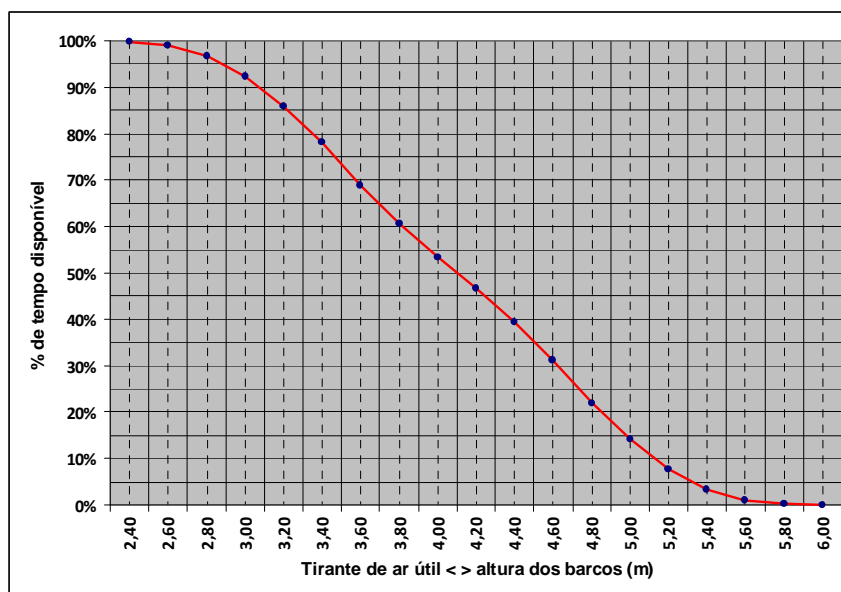


Figura 3 – Tirante de ar útil ("gabarit" vertical) sob a ponte em função da maré

Com base no estudo realizado foi estabelecido, como critério de base, que a tipologia e características das embarcações que poderão aceder à Cidade Lacustre serão as seguintes:

- Tipo de barcos Barcos a motor
- Comprimento
 - Mínimo 5,0 m
 - Máximo 12,0 m
- Boca
 - Mínima 2,0 m
 - Máxima 4,0 m
- Peso máximo..... 10,0 tf
- Altura máxima ideal 4,65 m (acima da linha de água).

4. SOLUÇÃO ADOPTADA

4.1 – Considerações gerais

Em estudos preliminares anteriores¹ foram, esquematicamente, apontadas diversas soluções possíveis para o sistema de transferência de embarcações a implementar entre a Marina e a Cidade Lacustre. Nas Figuras 4 a 6 apresentam-se alguns exemplos das soluções preconizadas.

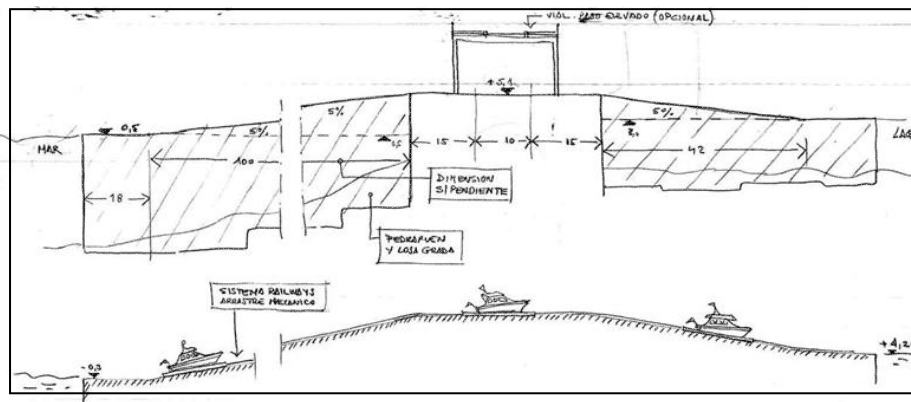


Figura 4

Tendo por base as condicionantes funcionais e operacionais associadas ao sistema de transferência de embarcações a implementar foram, previamente, estudadas as seguintes quatro soluções alternativas, função do tipo de equipamentos a utilizar:

- Pórtico automotor (“travelift”),
- Pórtico fixo,
- Grua de coluna com lança de comprimento fixo,
- Grua fixa de lança extensível (telescópica).

¹ CPV - *Control Prevención Verificación*. “Estudio de Factibilidad del Proyecto Vilamoura XXI”. 2005.
 Rafael de La Hoz, *Arquitectos*. “Estudo Urbanístico”. 2005

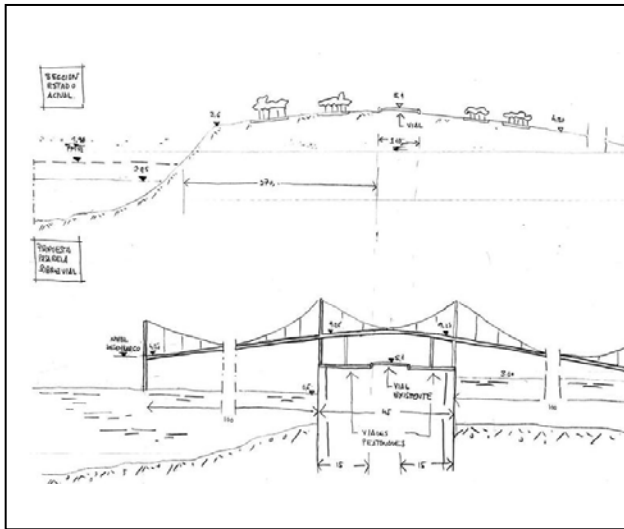


Figura 5

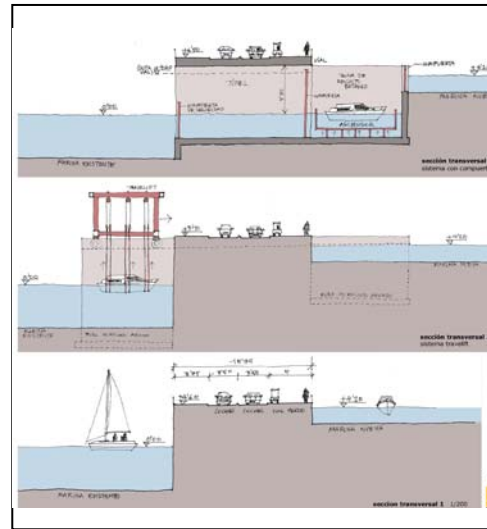


Figura 6

Para cada uma destas soluções foi avaliado o tempo médio de operação de transferência de uma embarcação.

Este tempo de operação depende de diversos factores, entre os quais se podem se referir os seguintes:

- Tipo de equipamento e características dos respectivos aparelhos de elevação e dispositivos de transferência (rotação e/ou translação);
- Dimensões e configuração das embarcações;
- Peso das embarcações e posição do respectivo centro de gravidade;
- Altura de elevação e de descida da embarcação, consoante a transferência é feita da Marina para a Cidade Lacustre ou em sentido inverso, altura essa que é função do nível da maré na Marina;
- Tempo de manobra de posicionamento das embarcações na zona de operação dos equipamentos (doca, no caso do pórtico fixo, e cais, no caso da grua);
- Tempo de colocação/retirada das cintas de suspensão, o qual é função das dimensões e configuração das embarcações e da eficiência/destreza dos operadores.

Dada a variabilidade destes diferentes factores o tempo de operação não é constante, variando caso a caso. No entanto, em termos médios, estimou-se que os tempos de movimentação de uma embarcação serão da seguinte ordem de grandeza, para os dois tipos de equipamentos que irão ser instalados:

OPERAÇÃO	TEMPO (estimativa)	
	PÓRTICO FIXO	GRUA
Posicionamento da embarcação.....	2,5'	0,5'
Colocação das cintas de suspensão.....	5'	3'
Elevação da embarcação.....	1,5'	0,5'
Deslocação da embarcação suspensa.....	1,5'	0,5'
Descida da embarcação.....	1'	0,5'
Retirada das cintas e saída da embarcação.....	1,5'	1'
	13'	6'
Imprevistos (~15%).....	2'	1'
Tempo total.....	15'	7'



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Com base no estudo realizado, tendo em especial consideração a capacidade global de transferência de embarcações obtidos para cada um daqueles equipamentos, concluiu-se que:

- Por razões operacionais, para assegurar uma resposta adequada às necessidades em períodos de ponta (época alta), o sistema de transferência deverá integrar mais do que um equipamento.
- Por razões técnico-funcionais, os equipamentos a instalar serão de dois tipos: pórtico fixo, para a movimentação de embarcações de 7,50 a 12,00 m de comprimento, e grua de coluna, para a transferência de embarcações de comprimento igual ou inferior a 7,50 m.

Assim, foi decidida a instalação de dois pórticos fixos e duas gruas de coluna (lança de comprimento fixo), que operarão, basicamente, embarcações com as seguintes características:

a) Pórtico fixo com monocarris	b) Grua de coluna
Tipo de embarcações A motor	Tipo de embarcações A motor
Comprimento	Comprimento
Mínimo 7,50 m	Mínimo 5,00 m
Máximo 12,00 m	Máximo 7,50 m
Boca	Boca
Mínima ~2,80 m	Mínima 2,10 m
Máxima 4,00 m	Máxima 2,80 m
Altura máxima ideal 4,65 m	Peso máximo 3,0 tf
Peso máximo 10,0 tf	

Admite-se que embarcações de menor dimensão (comprimento inferior a 5,00 m) não utilizarão este sistema de transferência por duas ordens de razões, a saber:

- Razões económicas – custo da operação.
- Razões operacionais – dado o tempo da operação e os condicionamentos impostos pela maré, deverá ser dada prioridade às embarcações de maiores dimensões.

Com base nos tempos médios de operação destes equipamentos, admitindo que em época alta estarão em funcionamento simultâneo dois pórticos fixos e duas gruas de lança extensível e que nos períodos de ponta da manhã (8,30/12,30 h) e da tarde (16,30/20,30 h) só haverá movimentos num único sentido, Cidade Lacustre/Marina ou Marina/Cidade Lacustre, respectivamente, estima-se que o sistema de transferência de embarcações projectado poderá movimentar por hora, num só sentido, cerca de 8% das embarcações sedeadas na Cidade Lacustre e que, num período de ponta (4 horas), a capacidade total média de movimentação será de cerca de 33% das embarcações.

De referir que nesta estimativa não estão incluídas as embarcações de menor dimensão que poderão ser movimentadas através da rampa de alagem ou de um cais previstos num dos lagos da Cidade Lacustre.

4.2 – Conceção geral

O sistema de transferência das embarcações será implantado na zona de fronteira entre o Lago Central (lago principal) da Cidade Lacustre e o canal de ligação à Marina de Vilamoura, o qual já está, actualmente, parcialmente executado, e que será prolongado até à obra de separação entre os dois planos de água (Figura 7).

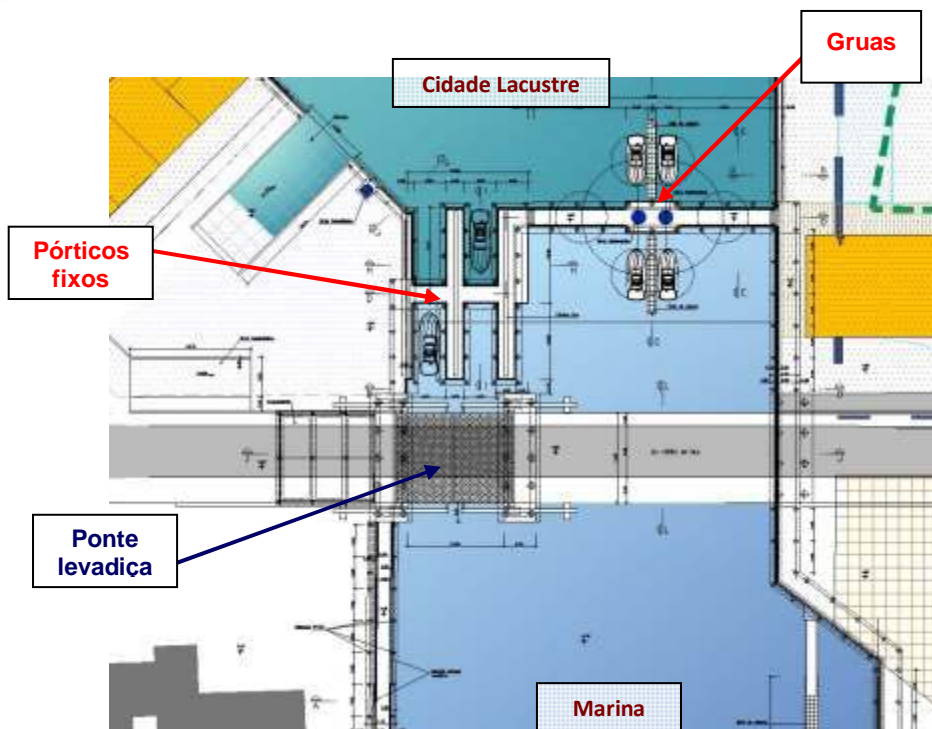


Figura 7 – Sistema de transferência de embarcações. Planta geral

A obra de separação entre o canal de acesso à Marina e o Lago Central da Cidade Lacustre, com um desenvolvimento total de 57,40 m será, basicamente, constituída por duas zonas:

- Zona das docas onde funcionarão os dois pórticos fixos, ocupando uma frente de cerca de 15,0 m.
- Parede vertical de betão armado, com 42,80 m de comprimento e 3,0 m de espessura, com o coroamento à cota +6,00 m (ZH), em cuja zona central existirá uma plataforma, à cota +6,50 m (ZH), onde serão instaladas as duas gruas de coluna.

A configuração e as dimensões do canal de acesso e da bacia de manobra imediatamente a jusante desta obra de separação entre os dois planos de água foram definidas de forma a assegurar as condições adequadas para o acesso e a manobra das embarcações a movimentar pelo sistema de transferência, incluindo a necessidade de criação de zonas de acostagem para o estacionamento das embarcações enquanto aguardam a operação de transferência e para o embarque/desembarque das tripulações.

Para a instalação e operação dos dois pórticos fixos serão criadas duas docas contíguas, de um e outro lado da referida obra de separação. Tanto a montante como a jusante, estas docas têm 12,0 m de comprimento e 5,0 m de largura. O fundo das docas de montante será à cota +3,40 m (ZH), que é a cota do fundo dos lagos, enquanto que o das docas de jusante será à cota -2,00 m (ZH), que é cota do rasto do canal de acesso à Marina de Vilamoura. Este conjunto de docas será implantado do lado poente da secção do canal (Figuras 8 e 9).

Por sua vez, as duas gruas serão instaladas num maciço central da parede de separação dos dois planos de água.

De referir que, por razões hidráulicas, nesta estrutura vertical de separação entre os dois planos de água, serão criados dois descarregadores de cheias, à cota +5,30 m (ZH), um de cada lado do maciço central onde serão instaladas as gruas. Estes descarregadores têm, cada um, 16,00 m de comprimento e 1,00 m de vão livre. Sobre os descarregadores existirá uma laje à cota +6,50 m (ZH) funcionando como passadiço de acesso às gruas.

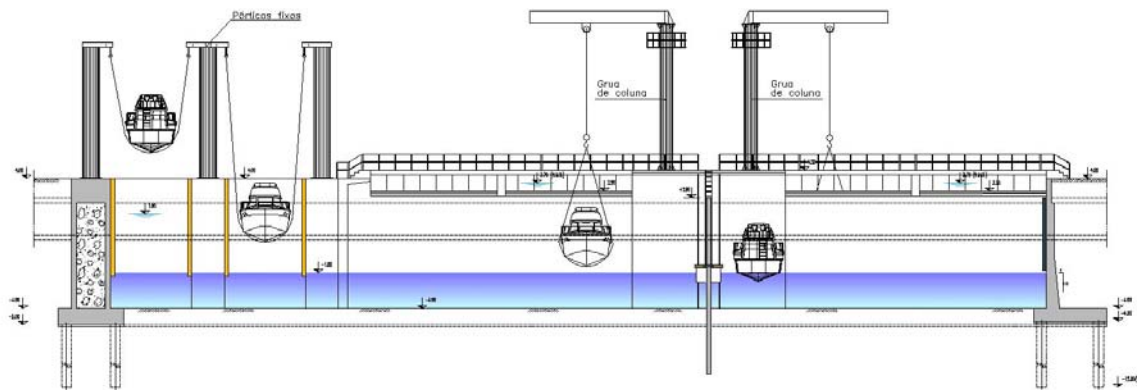


Figura 8 – Sistema de transferência de embarcações. Alçado sul

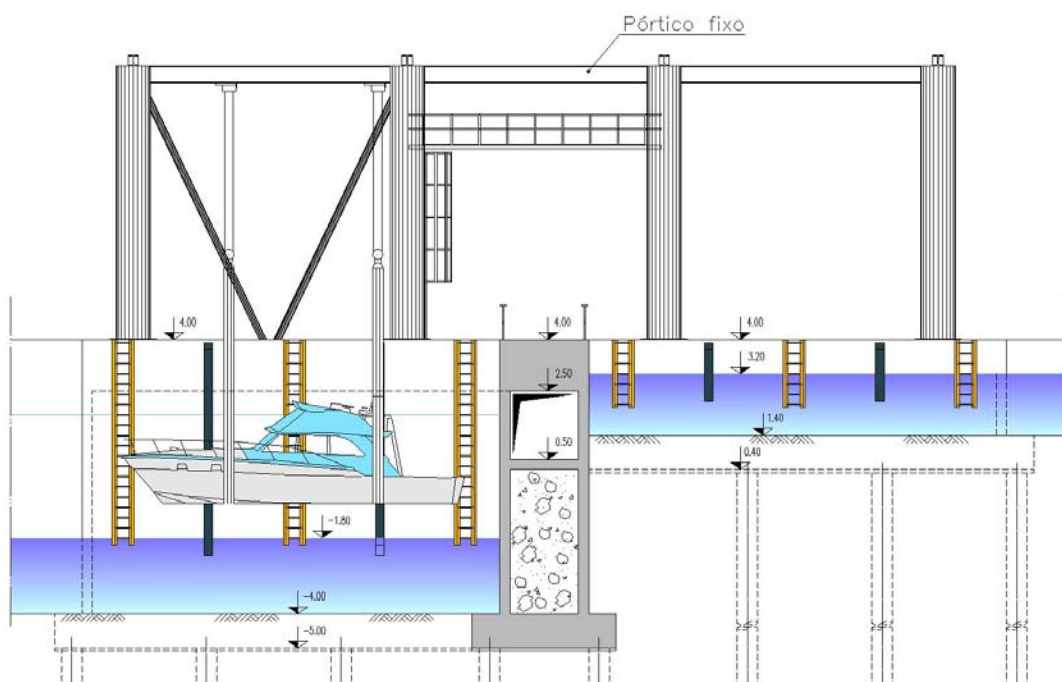


Figura 9 – Sistema de transferência de embarcações. Docas dos pórticos fixos. Corte

Tanto do lado de montante como do lado de jusante, nas zonas adjacente à plataforma onde ficam instaladas as gruas, prevê-se a instalação de um cais flutuante de serviço (L = 10,00 m) destinado, exclusivamente, ao posicionamento da embarcação e à colocação das cintas de suspensão por parte dos operadores do sistema (Figura 10).

Do lado poente da zona de transferência de embarcações existirá um pequeno terraplano destinado não só às instalações e serviços de apoio à exploração do sistema de transferência (armazéns de palamenta, apoio dos marinheiros e operadores, serviços administrativos, etc.) como para apoio e estacionamento das embarcações que utilizarão a rampa de alagem e o cais implantados no seu bordo norte. Esta rampa, com 10,00 m de largura e uma inclinação de 10%, e o cais, com uma extensão útil de 11,00 m, destinam-se à colocação e/ou retirada de pequenas embarcações do Lago Central. Este cais será equipado com uma grua de lança extensível de menor capacidade de elevação.

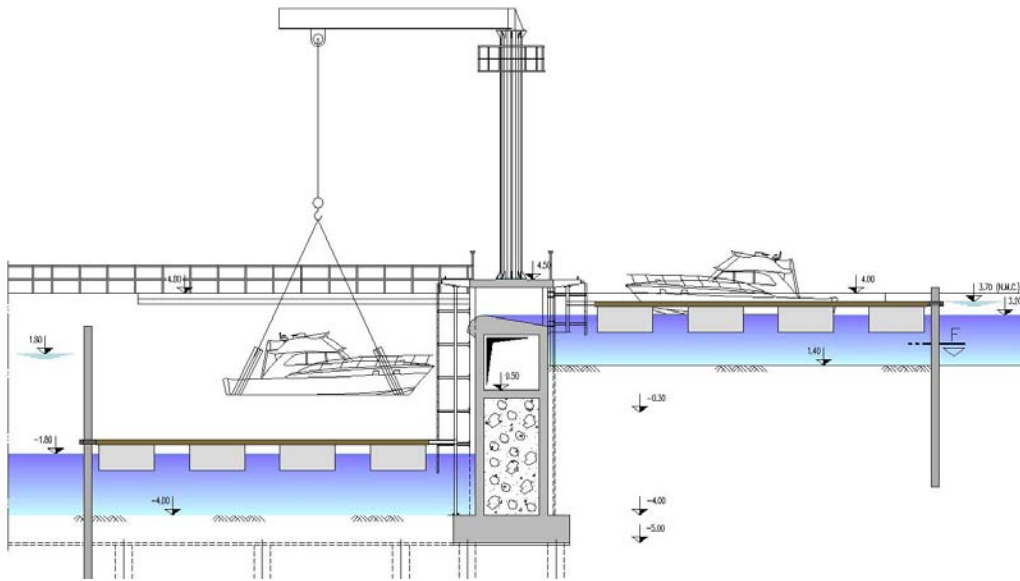


Figura 10 – Sistema de transferência de embarcações. Zona das gruas de coluna. Corte

Para que a ponte rodoviária (Figura 11) situada imediatamente a jusante da zona de transferência de embarcações não constitua um obstáculo intransponível para as embarcações de maior altura, a solução adoptada integra um vão com 12 m de largura útil, no enfiamento das docas onde operam os pórticos fixos, com um tabuleiro levadiço. O restante comprimento da ponte foi concebido de forma a permitir que o canal de acesso ao sistema de transferência tenha uma largura adequada ao cruzamento em segurança das embarcações, sem a existência de obstáculos, bem como possibilitar o estacionamento das mesmas enquanto aguardam a passagem para os lagos da Cidade Lacustre. Deste modo será constituído por um único vão, sem apoios centrais.

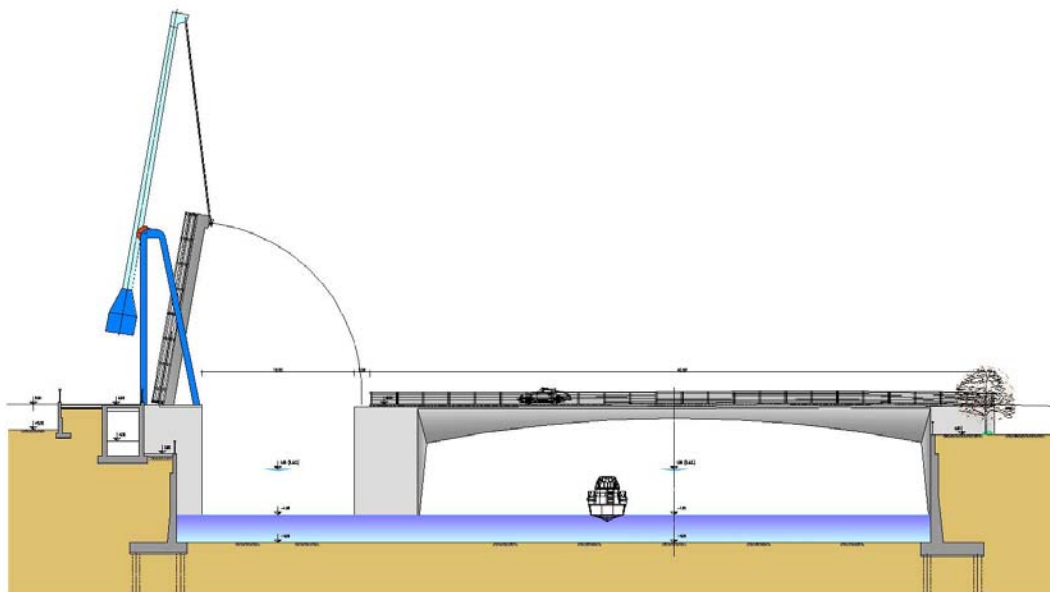


Figura 10 – Ponte sobre o canal de acesso à Marina. Alçado sul



6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

4.3 – Equipamentos de movimentação dos equipamentos

a) *Pórticos fixos com monocarris*

Cada pórtico fixo será constituído por uma estrutura metálica com pilares tubulares fixos e devidamente travados para suporte de dois perfis suspensos que constituem os caminhos de rolamento, nos quais, em cada um, se deslocam dois diferenciais eléctricos de 3,20 t, interligados mecanicamente a fim de garantirem o seu distanciamento. Esta ligação deverá permitir uma regulação de 6,00 a 10,00 m, com espaçamento de 1,00 m.

As características principais destes pórticos são as seguintes:

▪ Capacidade de carga por estrutura monocarril	4 x 3,20 t
▪ Comprimento total do caminho de rolamento	≈ 24,50 m
▪ Distância entre vigas do caminho de rolamento	≈ 4,80 m
▪ Altura dos pilares	≈ 8,30 m
▪ Distância entre pilares	≈ 7,83 m
▪ Curso dos diferenciais	12,00 m
▪ Velocidade de elevação:	
Grande.....	8,00 m/min
Pequena.....	≈ 1,50 m/min
▪ Velocidade de translação:	
Grande.....	20,00 m/min
Pequena.....	0 a 10,00 m/min
▪ Comando de todos os movimentos via rádio e/ou botoneira de comando	

b) *Gruas de coluna*

As características principais das gruas que irão ser instaladas são as seguintes:

▪ Capacidade de carga.....	3,20 t
▪ Alcance dos ganchos	12,00 m
Acima do nível: 4,00 m.....	~7,00 m
Abaixo do nível: 4,00 m.....	~5,00 m
▪ Distância ao eixo da rotação	~10,00 m
▪ Velocidade de elevação:	
Grande.....	8,00 m/min
Pequena.....	≈ 1,20 m/min
▪ Velocidade de translação:	
Grande.....	20,00 m/min
Pequena.....	0 a 10,00 m/min
▪ Velocidade de rotação	0,8 r.p.m
▪ Ângulo de rotação	200°
▪ Comando de todos os movimentos via rádio e/ou botoneira de comando	



**6^{as} Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária
Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009**

5. FICHA TÉCNICA DO PROJECTO

Designação: Projecto dos lagos e Infra-estruturas da Cidade Lacustre – Vilamoura XXI

Dono da Obra: LUSOTUR, S.A.

Gestor do Projecto: IDOM Engenharia, Lda.

Projectistas: **WS ATKINS** (Portugal) – Consultores e Projectistas Internacionais, Lda.

WW, Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, S.A.

CENOR, Projectos de Engenharia, Lda.

Fases do Projecto: Estudo Prévio, Anteprojecto e Projecto de Execução

Data do Projecto: 2007/ 2008