
MOTA&ENGIL ENGENHARIA

Soluções prefabricadas em betão

Box-Culvert



MOTA&ENGIL
ENGENHARIA
PREFABRICADOS



A solução

Box-Culvert

Box-Culvert é uma solução tradicional prefabricada para a execução de estruturas tipo quadro enterrado em betão armado. Desde a década de 80 que a Mota-Engil Engenharia Prefabricados as produz.

O campo muito alargado de utilização destas peças e as mais diversas solicitações dos mercados levaram ao desenvolvimento de várias soluções, quer para a estrutura em si, quer para a execução das extremidades destas obras, quer ainda para o sistema de cálculo empregue.

A Mota-Engil Engenharia Prefabricados está presente em todo o processo de desenvolvimento do Box-Culvert, desde o projeto e respetivo dimensionamento, até à comercialização, produção e montagem. A produção é efetuada em conformidade com os requisitos normativos específicos da norma geral de prefabricação (EN 13369) e da norma EN 14844, permitindo esta última a atribuição da Marcação CE do produto.

Cada Box-Culvert é dimensionado em função das solicitações, estáticas e dinâmicas a que vai estar sujeito (exemplos: vias de alta velocidade, zonas de sismicidade importante, etc.), sendo, por isso, adequado para os mais diversos tipos de utilização em termos de cargas. Também é possível executar estas obras com alturas de aterro nulas (execução do pavimento diretamente sobre a laje, desde que com disposições complementares). No caso de grandes alturas de aterro (até algumas dezenas de metros), a altura máxima permitida é em função da largura da secção.

No caso de estruturas enterradas sobre vias com nula ou pequena altura de aterro, as secções de maior largura permitem a execução de cachorros contínuos para apoio de lajes de transição.

A Mota-Engil Engenharia Prefabricados tem vários processos de cálculo desenvolvidos para estas estruturas de acordo com as especificações de cada obra, exigências da fiscalização e dono de obra, o país em que cada obra se insere e as regulamentações a considerar.

É possível o desenvolvimento do projeto ou dar apoio a projectistas na elaboração do mesmo, sendo apenas necessário facultar informações sobre a obra tais como: a caracterização geométrica (secção da estrutura e altura do aterro ou dados para a implantação) e informação relativa aos terrenos da fundação, cargas e aterros específicos pretendidos.



Cada Box-Culvert é dimensionado

em função das solicitações, estáticas e dinâmicas a que vai estar sujeito, sendo, por isso, adequado para os mais diversos tipos de utilização em termos de cargas.

1. PA3 – RD120 – AURILLAC

Aplicação

As estruturas Box-Culvert são direcionadas para materializar, fundamentalmente, obras enterradas do tipo quadro fechado, tendo como utilização passagens hidráulicas, agrícolas, rodoviárias, ecológicas ou de peões, galerias técnicas ou bacias de retenção de água.

A secção destas estruturas é tradicionalmente constituída por duas peças em “U” sobrepostas (um “U” em um “U” invertido) ou, para secções mais pequenas, apenas por uma única peça fechada. Para secções muito pequenas ou no caso de bacias de retenção, a secção será constituída por uma peça em “U” e uma laje sobreposta. Caso, não se sobreponha qualquer laje, materializa-se uma secção em canal a céu aberto.

Tipos de secção

- Em quadro fechado
- De duas peças em “U” sobrepostas
- De uma peça em “U” (em canal ou com uma laje de cobertura)



1



3



2



4

1. QUADRO FECHADO – SECÇÃO EM 37
2. DE DUAS PEÇAS EM “U” SOBREPOSTAS
3. DE UMA PEÇA EM “U” E UMA LAJE DE COBERTURA
4. CANAL EM “U” ABERTO

Secção em quadro fechado

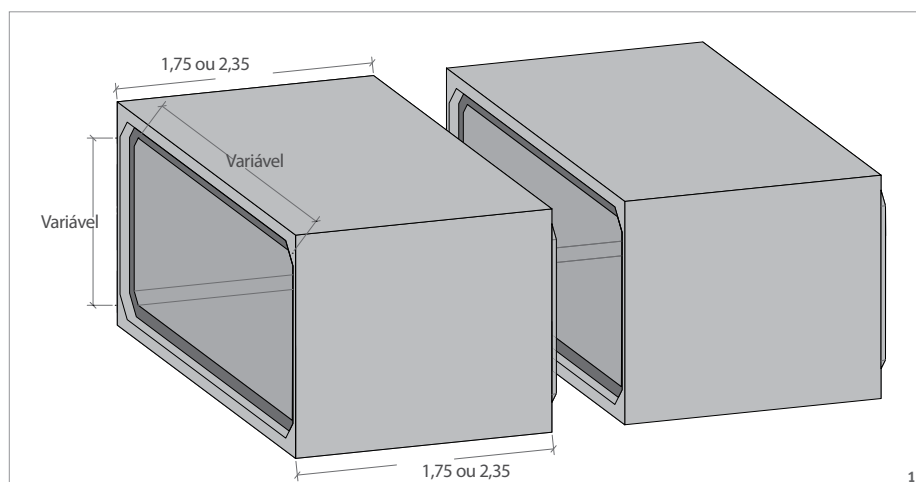
No quadro abaixo apresentam-se as secções disponíveis de Box-Culvert em quadro fechado.

No caso de obras hidráulicas, este tipo de solução tem como principal vantagem a ausência de juntas longitudinais, conseguindo-se uma impermeabilização mais eficaz e rápida, o que permite que a estrutura entre em funcionamento num curto espaço de tempo.

Este tipo de secção é condicionada pela altura disponível de transporte, sendo essa a principal razão para a gama reduzida de secções.

Secções box-culvert fechados

Secções	Largura interior (m)	Altura interior (m)	Espessura (m)	Comprimento peças (m)
E	1,00	0,60	0,20	2,35
		1,00	0,14	1,75
EM	1,25	0,75	0,20	2,35
M	1,50	1,50	0,17	1,75
L	2,00	2,00	0,2	1,75



- 1. SECÇÃO QUADRO FECHADO
- 2. BOX FECHADO DUPLO – LGV BRETAGNE – PAYS DE LA LOIRE



Secção em duas peças em “U” sobrepostas

No quadro abaixo apresentam-se as secções disponíveis dos Box-Culvert materializados por duas peças em “U”, onde cada letra designa uma série com largura interior fixa.

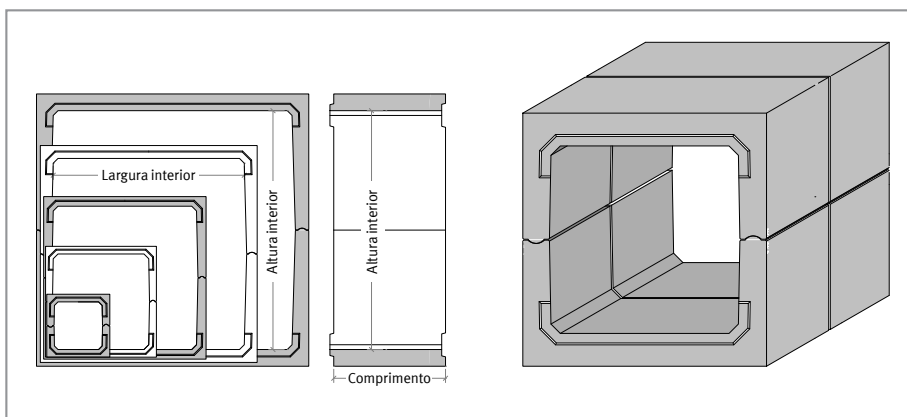
Para além das secções atuais, é sempre possível a execução de outras mediante estudo específico.

Entretanto, também existe a possibilidade de execução de galerias de secção múltipla (duplas, triplas, etc.). Para tal, as estruturas são montadas paralelamente com um pequeno espaçamento entre as mesmas, que é posteriormente preenchido com betão.

Secções	Largura interior (m)	Altura interior (m)	Altura travessa (cm)	Largura montantes (cm)	Comprimento máximo peças (m)
E	1,00	1,00 a 2,00	max.: 25 / min.: 10	max.: 20 / min.: 16	2,50
M	1,50	1,00 a 2,50	max.: 25 / min.: 10	max.: 20 / min.: 16	2,50
L	2,00	1,50 a 2,50	max.: 50 / min.: 20	max.: 30 / min.: 16	2,50
SL	2,50	1,50 a 2,50	max.: 50 / min.: 20	max.: 35 / min.: 20	2,50
XL	3,00	1,50 a 4,00	max.: 45 / min.: 25	max.: 27 / min.: 20	2,50
XXL	3,50	1,50 a 4,00	max.: 45 / min.: 25	max.: 27 / min.: 20	2,50
IV	4,00	2,00 a 4,00	max.: 45 / min.: 25	max.: 27 / min.: 20	2,35
IVM	4,50	3,00 a 5,00	max.: 45 / min.: 30	max.: 35 / min.: 35	2,00
V	5,00	3,00 a 5,00	max.: 45 / min.: 30	max.: 35 / min.: 35	2,00
VM	5,50	1,50 a 6,50	max.: 55 / min.: 30	max.: 45 / min.: 30	2,50
VI	6,00	1,50 a 6,50	max.: 55 / min.: 30	max.: 45 / min.: 30	2,50
VIM	6,50	1,50 a 6,50	max.: 55 / min.: 30	max.: 45 / min.: 30	2,50
VII	7,00	1,50 a 6,50	max.: 55 / min.: 30	max.: 45 / min.: 30	2,50
VIIM	7,50	1,50 a 6,50	max.: 55 / min.: 30	max.: 45 / min.: 30	2,50
VIII	8,00	1,50 a 6,50	max.: 55 / min.: 30	max.: 45 / min.: 30	2,50
VIIIM	8,50	1,50 a 6,50	max.: 55 / min.: 30	max.: 45 / min.: 30	2,50
IX	9,00	1,50 a 6,50	max.: 55 / min.: 30	max.: 45 / min.: 30	2,50
IXM	9,50	1,50 a 5,00	max.: 55 / min.: 30	max.: 45 / min.: 30	2,50

Nota 1: Nas peças com sistema macho-fêmea o comprimento usual é de 2,35 m, exceto no caso das secções IVM e V que mantêm o comprimento de 2,00 m.

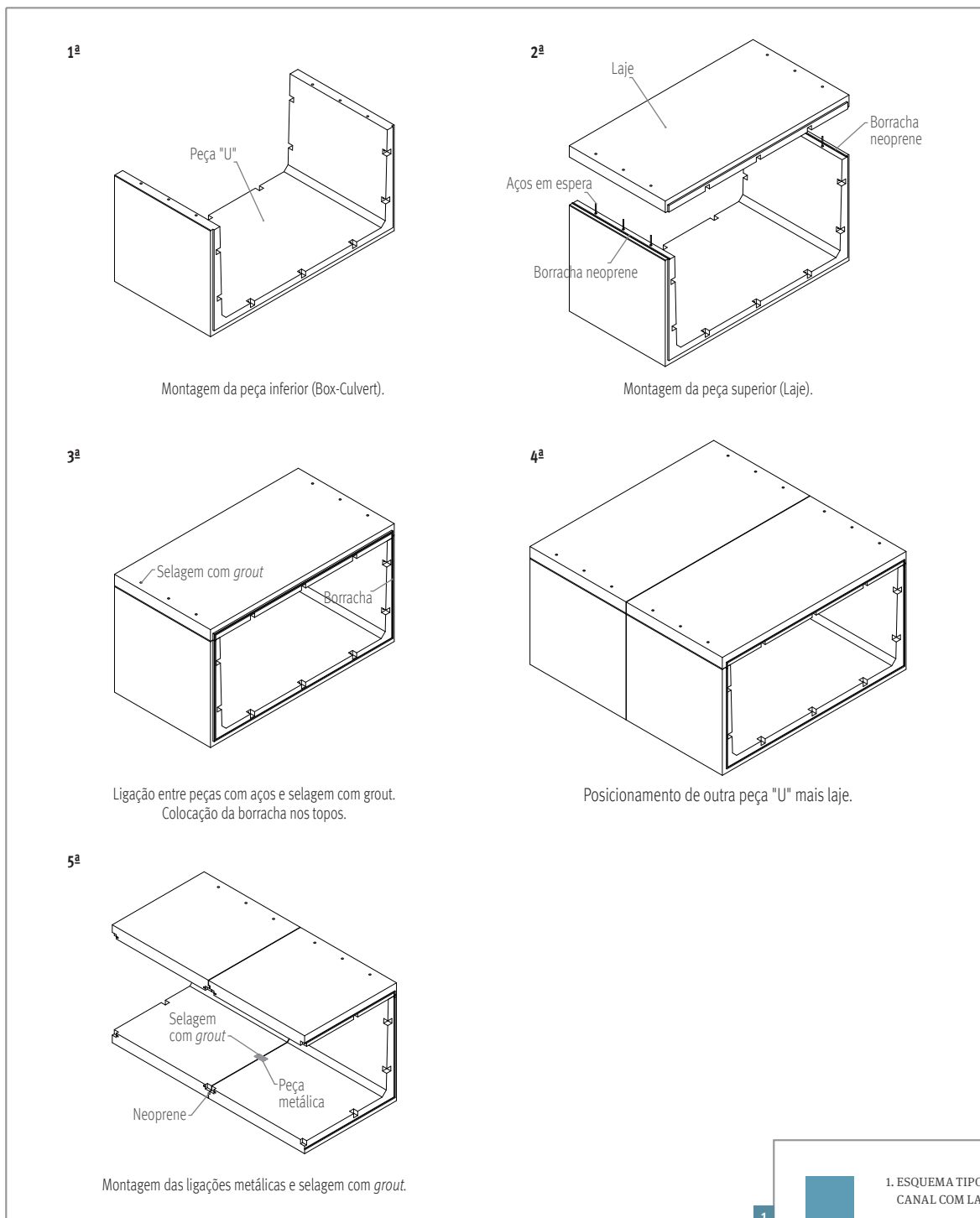
Nota 2: Poderão ser estudadas outras secções e dimensões de travessa/montantes mediante pedido do cliente.



1. ESQUEMA TIPO BOX-CULVERT COM PEÇAS “U”
SOBREPOSTAS

Secção de uma peça em “U” em canal aberto ou com uma laje de cobertura

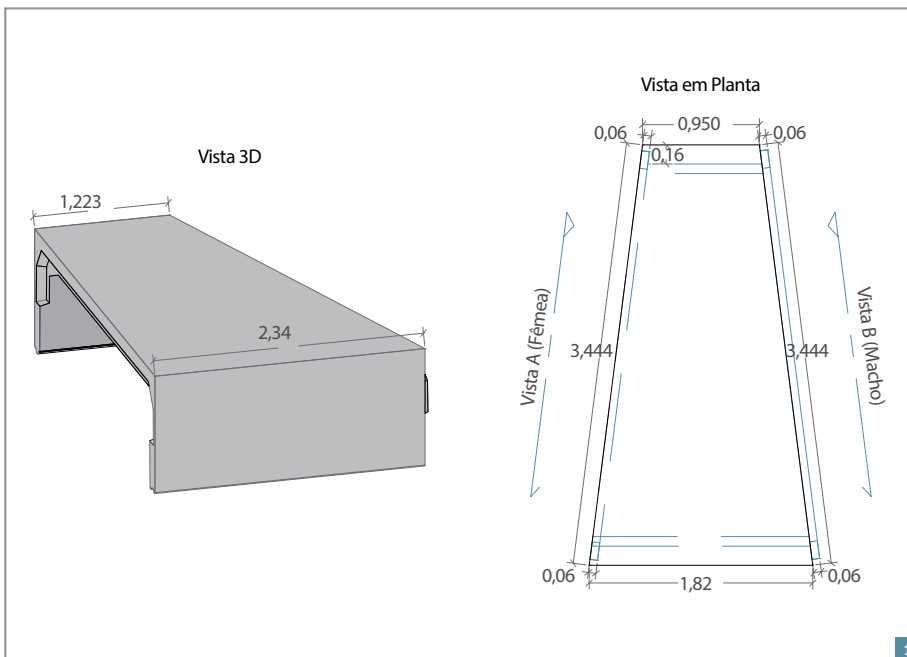
A solução de uma peça em “U” permite a execução de canais de água a céu aberto. Tendo cada “U” uma laje de cobertura, é possível a execução de secções de muito pequena dimensão ou bacias de retenção de águas enterradas. No caso destas últimas, e dada a necessidade de garantir a sua total estanquicidade, utilizam-se sistemas de impermeabilização das juntas transversais com características específicas baseadas na compressão mecânica.



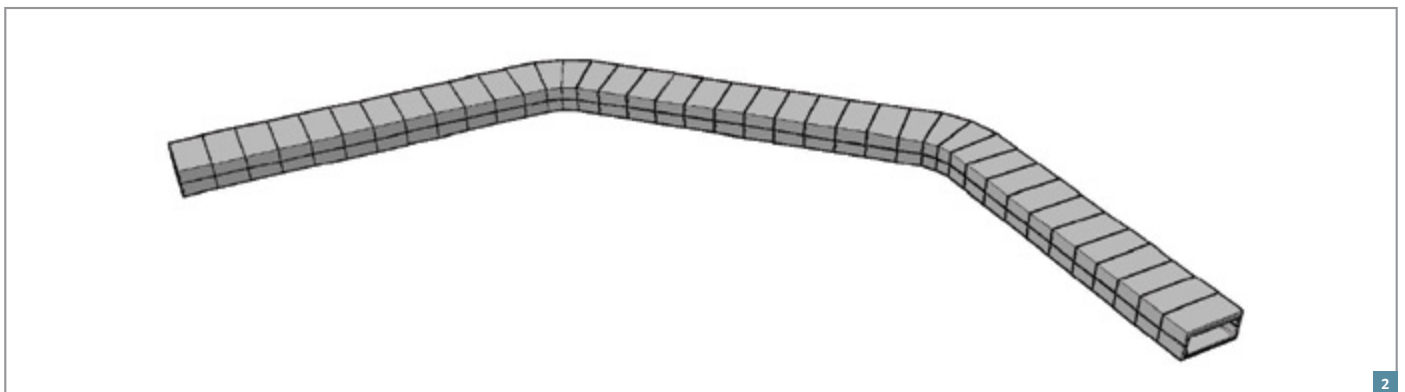
Estruturas em curva

É igualmente possível executar galerias com mudanças de direção em planta, desde que estudadas e executadas peças com topos enviesados (peças de ângulo), de forma a adaptar a solução às condicionantes do projeto.

Abaixo apresenta-se um exemplo deste tipo de peças.



1. e 2. ESQUEMA EM CURVA
3., 4. e 5. PEÇAS EM CURVA



Extremidades e Muros de Ala

As Extremidades das estruturas Box-Culvert podem ser executadas com recurso a Muros de Ala, independentemente do tipo de secção e dimensões. É possível concretizá-las de diferentes formas: a partir de painéis prefabricados, com betonagem de uma soleira no local (solução utilizada, principalmente, em obras hidráulicas); através da execução de muros em “T” concebidos para o efeito; ou a partir de muros com contrafortes.

De forma a reduzir o impacto visual das Extremidades e Muros de Ala no ambiente circundante, as respetivas faces podem integrar diversas texturas em relevo.

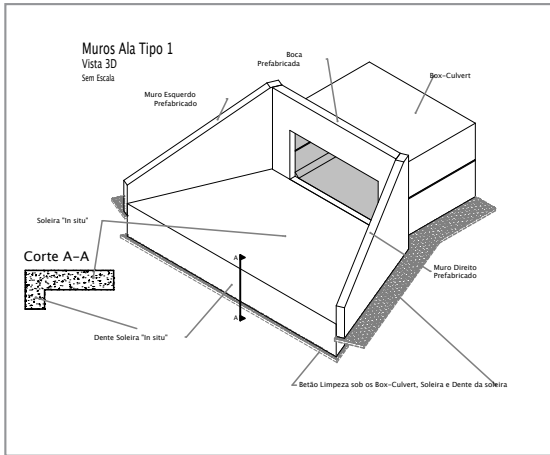
As faces das estruturas

podem integrar texturas em relevo de forma a reduzir o impacto visual no ambiente envolvente.

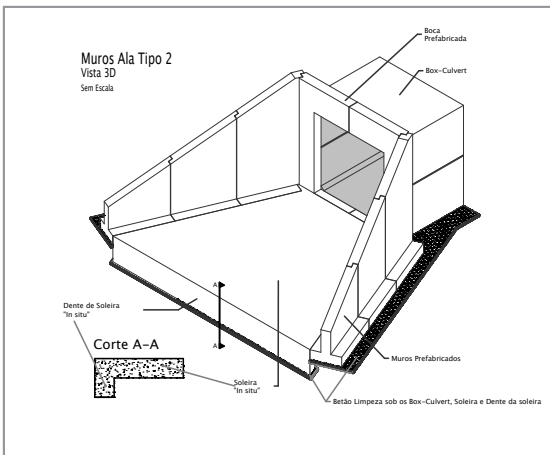


1. PA2 – RD 120 – AURILLAC
2. PORMENOR MURO PA2 – RD 120

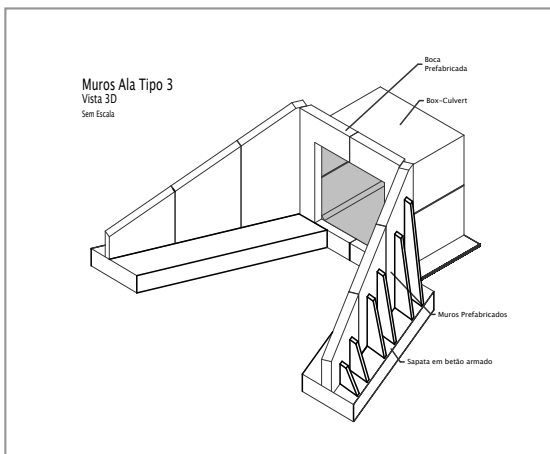
Tipo 1
Muros a aplicar em secções até 3,00 m



Tipo 2
Muros a aplicar em secções entre os 3,00 e os 5,5 m



Tipo 3
Muros a aplicar em secções entre 5,5 m e os 6,5 m



Fabrico

Os materiais correntemente utilizados no fabrico dos Box-Culvert são o betão com classe mínima de resistência C30/37 e o aço A500NRSD. Mediante especificações particulares, mais restritivas, os materiais podem sofrer alterações (por exemplo, para o mercado francês habitualmente o betão utilizado é o C40/50 XC4 XF1).

O betão, produzido nas unidades fabris da Mota-Engil Engenharia Prefabricados de Nelas e Rio Maior, tem como base o cimento Portland da classe 42.5 ou 52.5 ensilado a granel, com agregados de origem calcária ou granítica, comprovadamente não reativos à alcali-silica, com boas características mecânicas e de fratura. O mesmo é aditivado de modo a reduzir a água da amassadura permitindo a obtenção de elevadas resistências iniciais, sem prejuízo das resistências finais ou qualidade da amassadura.

A betonagem é feita de forma contínua para cada peça, tendo os moldes vibração nas gamas de frequência adequadas.

O betão utilizado é concebido para permitir uma desmoldagem às 16-18h com uma resistência mínima de 15 MPa.

O manuseamento das peças é feito com recurso a ancoragens do tipo prego, devidamente certificadas e criteriosamente colocadas. As peças em “U” inferiores são rodadas em fábrica, sendo já armazenadas na posição que irão assumir em obra.

Antes da expedição, as faces exteriores das peças, em contacto com os solos, são protegidas com recurso a pintura com uma emulsão betuminosa.

O processo produtivo descrito é efetuado respeitando o sistema de qualidade implementado na Mota-Engil Engenharia Prefabricados, que abrange desde as propriedades dos materiais até à observância das tolerâncias dimensionais, de acordo com a norma de marcação CE, EN 14844 e a norma referente às regras gerais de produtos prefabricados em betão – EN 13369.

O betão utilizado é produzido

nas fábricas da Mota-Engil Engenharia Prefabricados em Nelas e Rio Maior.



1

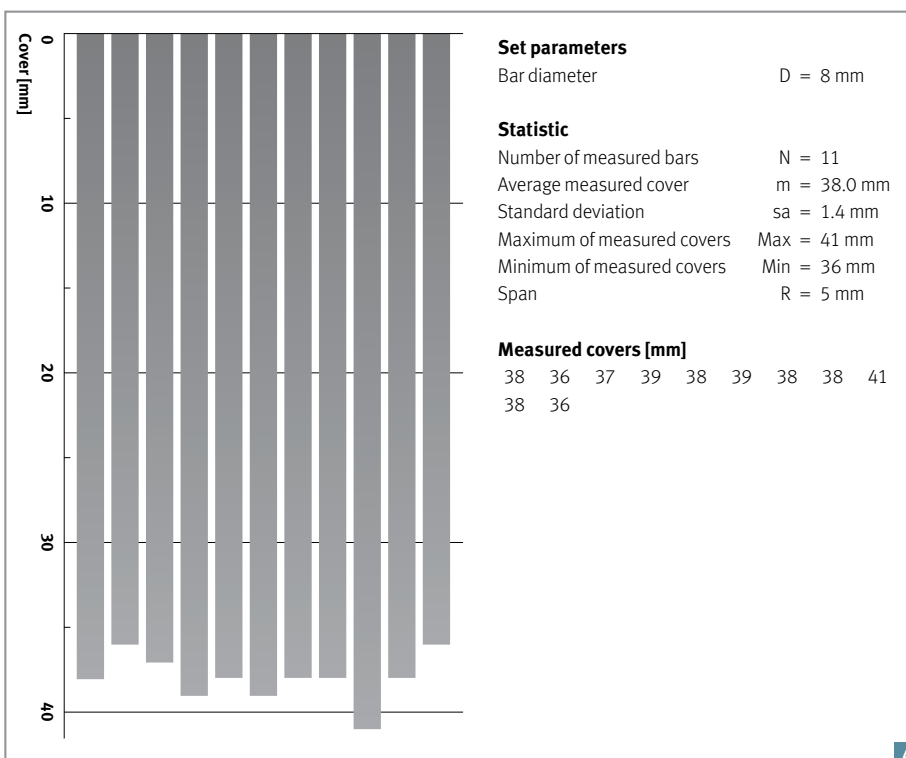


2



3

1. MONTAGEM DA ARMADURA
2. COLOCAÇÃO DE ESPAÇADORES
3. DESMOLDAGEM DA PEÇA
4. MEDIÇÃO DO RECOBRIMENTO



4

Trabalhos em obra

Montagem

A montagem é feita por equipas especializadas da Mota-Engil Engenharia Prefabricados. Para o efeito, são habitualmente utilizados como meios de elevação, gruas automóveis, cuja capacidade é determinada em função da tonelage das peças ou, no caso das peças mais pequenas, meios mais ligeiros de elevação como camiões grua, giratórias ou retroescavadoras.

O ritmo de montagem é habitualmente elevado, podendo-se chegar facilmente à montagem de 15 a 20 módulos por dia para as secções mais pequenas.

Em fase de preparação de montagem, deve ser garantida a acessibilidade até ao local da obra de camiões e meios de elevação. Antes da montagem dos Box-Culvert, é dada especial atenção à respetiva fundação, sendo esta definida em função das tensões descarregadas pela estrutura, dos tipos de solos detetados e de assentamentos admissíveis.

Se os terrenos de fundação não apresentarem capacidade portante suficiente, preconiza-se, habitualmente, uma substituição de solos, sendo igualmente aplicáveis outras soluções em função do tipo de solo e das tensões instaladas (por exemplo, a execução de pré-cargas).

Como fundação mínima destas estruturas define-se uma camada de *tout-venant* bem compactada, cilindrada e desempenada, habitualmente com 30 cm de espessura.

Caso se opte pela execução de uma camada de betão de regularização, ou mesmo uma laje em betão sobre estes elementos e antes da montagem dos Box-Culvert, deve ser aplicada uma areia fina que permite maximizar a superfície de contacto das peças.

Quando aplicadas em escavação, a largura desta deve ser definida em função do tipo de terreno encontrado e das necessidades de espaço para uma conveniente impermeabilização.

No caso das estruturas executadas a partir de duas peças em “U”, a montagem deve ser feita para que exista sobreposição completa entre cada duas peças de um mesmo módulo, fazendo com que as juntas verticais entre peças sejam contínuas ao longo de toda a altura do módulo. Desta forma, evita-se a possível introdução de esforços localizados nas peças.

Após a montagem das peças, as cavidades onde se situam os pregos de elevação são seladas.

O ritmo de montagem é habitualmente elevado,

podendo-se chegar facilmente à montagem de 15 a 20 módulos/dia para as secções mais pequenas.



1. PREPARAÇÃO DO TERRENO ANTES MONTAGEM
2. MONTAGEM DAS PRIMEIRAS PEÇAS BOX
3. CORPO DE OBRA
4. MONTAGEM DA BOCA
5. OBRA PRONTA PARA MONTAGEM MUROS ALA
6. OBRA COMPLETA E PRONTA PARA ATERRO



Impermeabilização

A selagem das juntas pode ou não ser facultativa, dependendo do tipo de utilização da obra.

A Mota-Engil Engenharia Prefabricados preconiza, habitualmente, como selagem mínima a aplicação de uma tela asfáltica a quente com cerca de 30 cm de largura em todas as juntas, pelo extradorso das peças.

Essa tela pode ou não ser protegida com um geotêxtil antes da execução dos aterros laterais.

Em obras hidráulicas tipo quadro fechado de pequena secção, é normalmente aplicada uma borracha vedante compressível à volta do contorno das juntas transversais macho-fêmea.

Exteriormente, é aplicada a tela anteriormente descrita. Quando a secção tem dimensões que assim o permitem, é aplicado pelo interior uma mástique sobre um fundo de junta ao longo das juntas transversais (à exceção das juntas de teto).

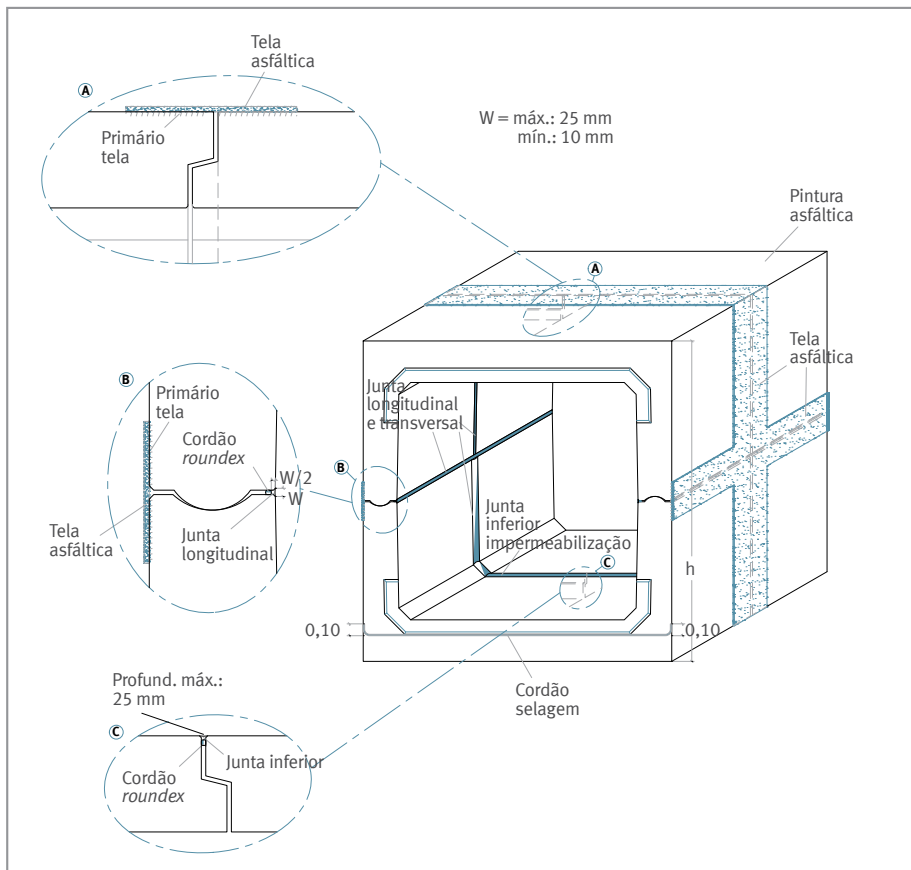
Em obras hidráulicas com a aplicação de duas peças em “U”, as juntas interiores longitudinais e transversais são também tratadas pelo interior com uma mástique sobre um fundo de junta e exteriormente com a referida tela. Tendo em vista suprir a falta de uma tela exterior na zona da laje inferior, é aplicada uma borracha vedante compressível ao longo da laje inferior, subindo ao longo das paredes pelo menos cerca de 20 cm.

Nos Box-Culvert de maior dimensão, ou com grande altura de aterro, é interposto um neoprene na junta longitudinal macho-fêmea para distribuir melhor as cargas.

Nas fotografias e esquemas seguintes apresentam-se as soluções de impermeabilização descritas anteriormente.

Tipos de Impermeabilização

- Interior
- Interior + exterior
- Juntas com compressão mecânica



Solução de impermeabilização

para o caso particular da materialização de bacias enterradas de retenção de águas.

Antes da execução dos aterros, e nos Box-Culvert de maiores dimensões, são aplicados drenos envoltos numa camada de brita e, por sua vez, num geotêxtil, ao nível da laje inferior e pelo exterior da obra.

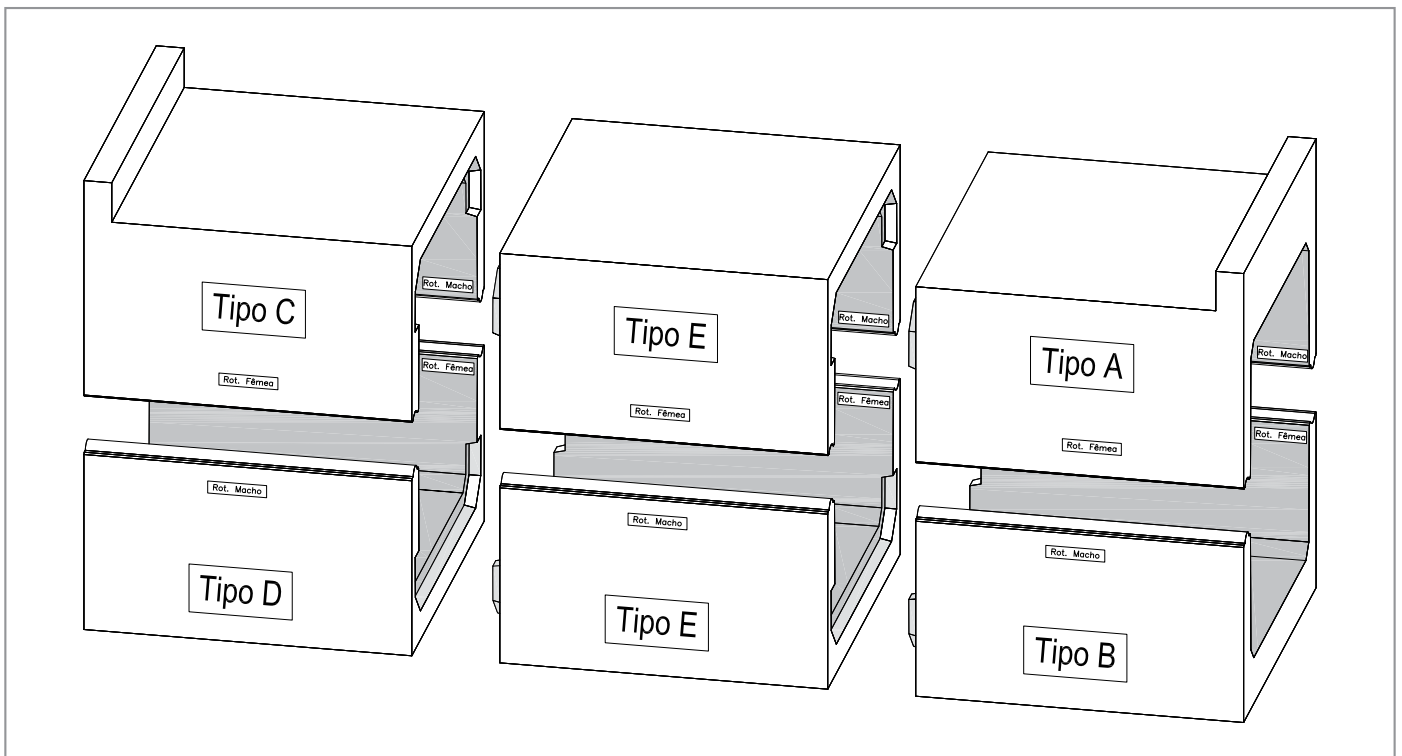
A execução dos aterros é feita de forma simétrica por camadas, não devendo estas ultrapassar um desnível de mais de 50 cm. Junto à estrutura, a compactação dos aterros deve ser cuidada, sem ferir as telas de impermeabilização e não poderá ser conseguida à custa de meios mecânicos pesados. Os materiais de aterro devem ser adequados, não contendo elementos de grandes dimensões (máximo de 20 mm).

As situações em que o aterro pode não ser simétrico acontecem apenas quando tal é previamente acautelado durante a execução do projeto e quando não existe alternativa.



As juntas longitudinais das secções com duas peças em “U” são sempre do tipo macho-fêmea, enquanto as juntas transversais de todos os tipos de secção podem ser lisas (junta seca) ou também macho-fêmea.

1. APLICAÇÃO DE MÁSTIQUE
2. LIMPEZA E APERFEIÇOAMENTO DA SUPERFÍCIE
3. JUNTA FINALIZADA



Vantagens

As estruturas Box-Culvert apresentam diversas vantagens, quer de ordem económica como técnica:

- A solução por si só apresenta uma excelente relação preço/qualidade;
- A qualidade final das peças é garantida pela observância de um vigoroso sistema de qualidade, com controlo dos betões, das armaduras, da geometria das peças e de todo o processo produtivo;
- O processo construtivo e a utilização de betões de elevado desempenho permitem a utilização de espessuras mais reduzidas resultando em economia de materiais;
- Redução de mobilização de meios humanos e materiais para a obra face à solução de execução da estrutura no local;
- Rapidez de execução, com menor interferência nos locais a que se destinam as estruturas, permitindo uma rápida entrada em funcionamento da obra;
- Sendo uma estrutura prefabricada, o tempo necessário para que a estrutura entre em funções é apenas o estritamente necessário para a execução da obra;
- A utilização de moldes metálicos confere um acabamento muito liso às peças, esteticamente agradável e que, no caso de obras hidráulicas, é favorável à obtenção de boas características de vazão;
- Sendo a estrutura seccionada, constituída por módulos, o aparecimento de fissurações é automaticamente reduzido.



PA 3 – RD 120 – AURILLAC

Portfolio

A Mota-Engil Engenharia Prefabricados conta com uma larga experiência de obras com Box-Culvert. As imagens abaixo são apenas alguns exemplos.



- 1., 3. e 5. LINHA COMBOIO ALTA VELOCIDADE
NÎMES – MONTPELLIER
- 2. LINHA COMBOIO ALTA VELOCIDADE
– BRETAGNE – PAYS DE LA LOIRE
- 4. BOX-CULVERT EM FÁBRICA



Escritórios

Rua do Rego Lameiro, n.º 38
4300-454 Porto – Portugal
tel.: +351 225 190 300
fax: +351 225 191 261

comercialprefabricados@mota-engil.pt
consultation@mota-engil.fr

Fábrica Rio Maior

Zona Industrial de Rio Maior
2040-357 Rio Maior – Portugal
tel.: +351 243 994 133

Fábrica Nelas

Zona Industrial de Nelas
3520-095 Nelas – Portugal
tel.: +351 232 945 095

MOTAENGINL ENGENHARIA

Mota-Engil, Engenharia e Construção, S.A.

Capital Social: 100 000 000,00€

Matriculada na Conservatória do Registo Comercial
de Amarante com o n.º 500 197 814

N.I.P.C.: 500 197 814

Alvará de Construção n.º 10

Sede Social: Casa da Calçada Largo do Paço n.º 6
4600-017 Cepelos, Amarante – Portugal

Soluções prefabricadas em betão

Arcos Abobadados

Box-Culverts

Depósitos

Edifícios

GRC

Muros

Painéis Acústicos

Painéis em Betão

Pontes

www.mota-engil.com



Certificações válidas em Portugal