

1. Caracterização das Vigotas

1.1 Betão

O betão é da classe C35/45, sendo o ligante, cimento do tipo I da classe 42,5R, e os inertes que o constituem: areias, britas calcárias; e um aditivo plastificante para a Viga I. A quantidade de água a utilizar depende do teor de humidade dos inertes, sendo por isso variável. Esta deve ser a necessária para a amassadura e cura do betão, não prejudicando o seu endurecimento e garantindo as características geométricas e mecânicas do produto.

1.2 Aço

O aço é da classe A500, apresentando uma tensão mínima de rotura à tracção de 1770 MPa; com tensão limite de proporcionalidade a 0.1 de 1490 MPa; módulo de elasticidade de 205 ± 10 GPa; extensão após rotura de 3.5 % e uma relaxação máxima, (a 1000 H, 20 ° C, 0.7 σ_r) de 2.5 %.

1.3 Acabamento

A superfície das vigotas é rugosa não sendo utilizado qualquer processo artificial para a obter.

2. Fabrico das Vigotas

2.1 Instalações

Central de betão ocupa uma área com $144m^2$. Esta é completamente automatizada sendo o pedido de betão feito por controlo remoto e a partir de uma mesa de comando com sinóptico. A central pesa os inertes, o cimento e a água, conforme a receita previamente definida para a execução do programa, mistura-os e posteriormente envia o betão pronto para o local de fabrico.

Silos de armazenamento de inertes - para o armazenamento de inertes. As britas já vêm calibradas pelos fornecedores e, da mesma forma que os restantes inertes, são armazenadas em área no exterior e por tipo de inerte, devidamente identificadas em lotes separados para evitar misturas.

Área coberta - para o armazenamento do aço de $450m^2$. Este é armazenado em rolos em posição vertical e apoiado nas paredes ao longo das linhas de produção.

Plataforma de Fabrico - área coberta de aproximadamente $7000 m^2$ para o fabrico das vigotas, onde estão implantadas as máquinas de moldar o betão. Esta é composta por duas pistas. A **pista 1** com 170 metros de comprimento, constituída por 7 mesas de fabrico, cada uma com 11 linhas, a **pista 2** com 190 metros, 11 mesas de fabrico cada uma com 11 linhas e a **pista 3** com 160 metros, 10 mesas de fabrico cada uma com 10 ou 8 linhas.

Área de Cura - área coberta de $400m^2$, para o armazenamento temporário e cura dos produtos.

Área de Armazenamento - área descoberta com cerca de $2800m^2$, pavimentada para o armazenamento final das vigotas em lotes segregados e zonas identificadas por tipo de produto.

2.2 Equipamento

3 Macacos marca " PAUL " para a aplicação e transmissão do pré-esforço ao aço.

2 Máquinas de moldar o betão (marca Roth Technik). A moldagem é feita por fricção e por vibração deixando a viga no seu estado final, com o aço já posicionado, após a sua passagem.

2 Máquinas de corte automáticas. Programa-se o comprimento e número de cortes, no início da linha e seguem cortando apenas as vigotas ao longo da linha de fabrico.

Pinças e Gruas Rolantes para o levantamento e transporte das vigotas da linha de fabrico, e sua colocação em lotes.

Empilhadores para o armazenamento e transporte das vigotas para o local de secagem.

2 Máquinas de Puxar o aço ao longo das linhas de fabrico.

2.3 Processo De Fabrico

O betão é feito nas centrais e posteriormente enviado, através de um túnel, para a zona de fabrico. Entretanto, o aço é colocado ao longo das linhas, e seguidamente traccionado. As máquinas de moldar contêm um reservatório que é cheio com o betão, e umas guias onde o aço é colocado (guia fios), para se manter sempre na mesma posição ao longo da linha de fabrico. No início de cada linha a posição dos moldes e do guia fios é verificada para que a vigota saia com as dimensões previstas. As máquinas deslocam-se ao longo da linha deixando para trás as vigotas já prontas.

A transmissão do pré-esforço tem um tempo mínimo de 30 horas, consoante a temperatura, podendo as vigotas P4 e P5 necessitar de 54 horas. Nos meses de verão estes tempos podem ser reduzidos para 24 horas no P1, P3 e 30 horas no P4 e P5, desde que a resistência do betão à compressão, seja a mínima exigida pelo Documento de Homologação DH 785, isto é, de 20 MPa para P1 e P2, 21 MPa para P3, 28 MPa para P4 e 30 MPa para P5.

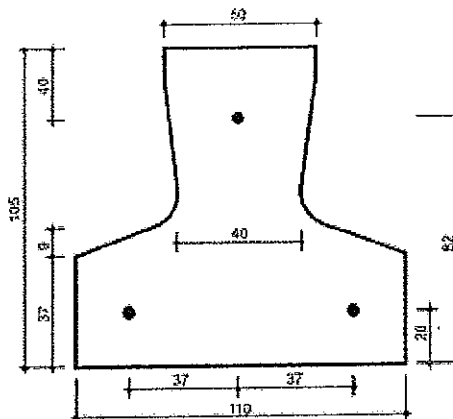
Os fios são traccionados um por um. O macaco aplica a força de tracção progressivamente, que chegando ao valor pretendido dispara automaticamente, cessando a sua aplicação.

Na moldagem e cura do betão das vigotas, não é utilizado qualquer produto descofrante sendo as condições de cura naturais (condições ambientais).

O corte das vigotas é automático, sendo programado no início da linha de fabrico. Após o corte estas são levantadas através de pinças e empilhadas á saída das naves sendo mais tarde conduzidas para o estaleiro por empilhadores, colocando-as segundo o seu tipo e tamanho.

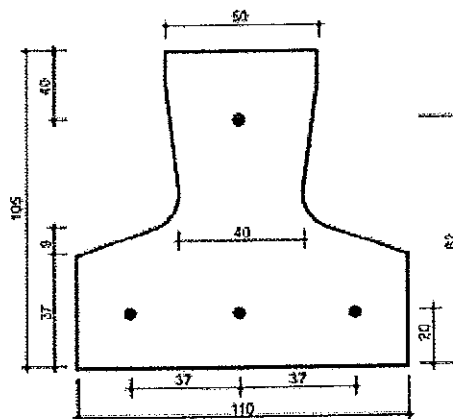
3. Características Dimensionais

3.1 Vigotas Tipo P1



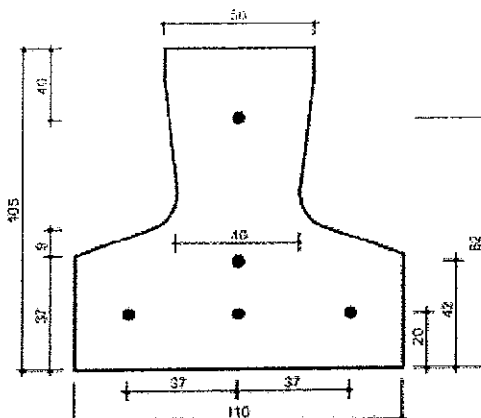
Tipo	DIMENSÕES DA SECÇÃO						ARMADURA		
	Altura Total	Largura Base	Esp. do banzo Ext.	Esp. do banzo Int.	Esp. da alma Topo	Esp. da alma Baixo	Níveis	N.º e dim dos fios	Cota
P1	105	110	37	46	50	40	Inf.	2 Ø4	20
							Int.		
							Sup.	1 Ø4	82

3.2 Vigotas Tipo P2



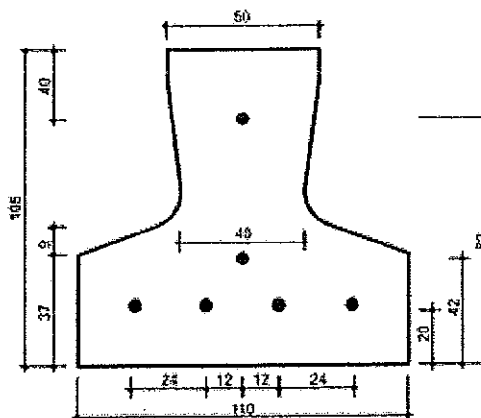
Tipo	DIMENSÕES DA SECÇÃO						ARMADURA		
	Altura Total	Largura Base	Esp. do banzo Ext.	Esp. do banzo Int.	Esp. da alma Topo	Esp. da alma Baixo	Níveis	N.º e dim dos fios	Cota
P2	105	110	37	46	50	40	Inf.	3 Ø4	20
							Int.		
							Sup.	1 Ø4	82

3.3 Vigotas Tipo P3



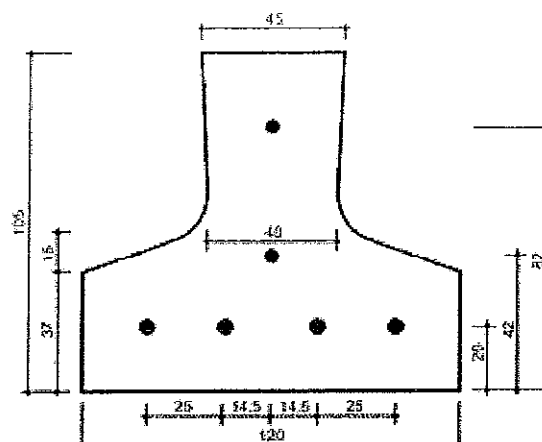
Tipo	DIMENSÕES DA SECÇÃO						ARMADURA		
	Altura Total	Largura Base	Esp. do banzo Ext.	Esp. do banzo Int.	Esp. da alma Topo	Esp. da alma Baixo	Níveis	N.º e dim. dos fios	Cota
P3	105	110	37	46	50	40	Inf.	3 Ø4	20
							Int.	1 Ø4	42
							Sup.	1 Ø4	82

3.4 Vigotas Tipo P4



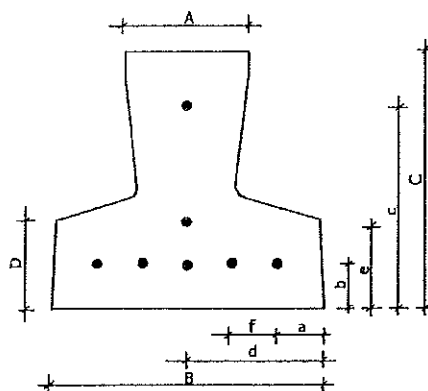
Tipo	DIMENSÕES DA SECÇÃO						ARMADURA		
	Altura Total	Largura Base	Esp. do banzo Ext.	Esp. do banzo Int.	Esp. da alma Topo	Esp. da alma Baixo	Níveis	N.º e dim. dos fios	Cota
P4	105	110	37	46	50	40	Int.	4 Ø4	20
							Int.	1 Ø4	42
							Sup.	1 Ø4	82

3.5 Vigotas Tipo P5



Tipo	DIMENSÕES DA SECÇÃO						ARMADURA		
	Altura Total	Largura Base	Esp. do banzo Ext.	Esp. do banzo Int.	Esp. da alma Topo	Esp. da alma Baixo	Níveis	N.º e dim. dos fios	Cota
P5	105	120	37	52	45	40	Inf.	4 Ø 5	20
							Int.	1 Ø 4	42
							Sup.	1 Ø 4	82

4. Tolerâncias Dimensionais

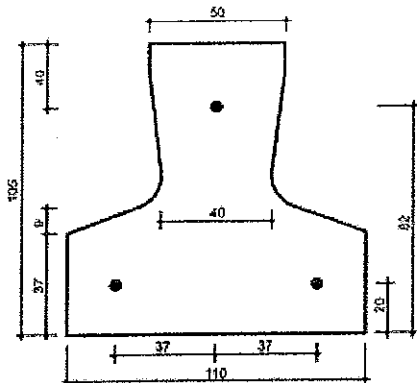
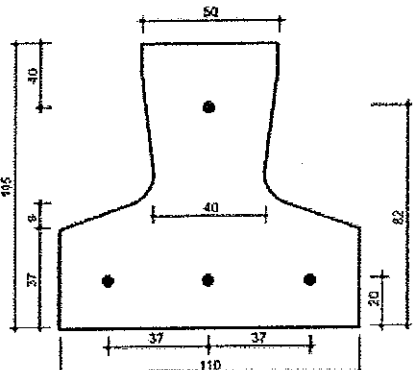
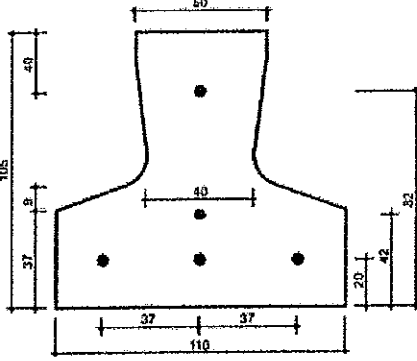
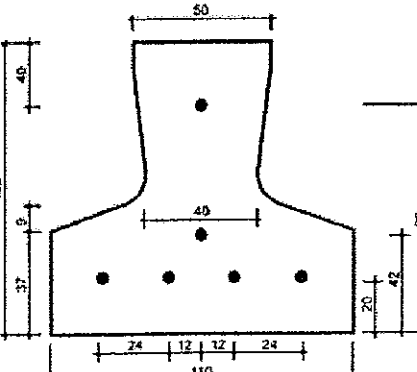


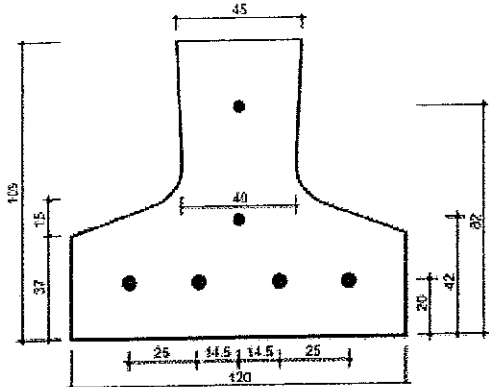
Tipos de Vigotas	Medidas (mm)									
	Características Geométricas				Posicionamento das Armaduras					
	A	B	C	D	a	b	c	d	e	f
P1	45 a 55	105 a 115	100 a 110	35.5 a 38.5	15 a 21	17 a 23	79 a 85	•	•	•
P2	45 a 55	105 a 115	100 a 110	35.5 a 38.5	15 a 21	17 a 23	79 a 85	52 a 58	•	•
P3	45 a 55	105 a 115	100 a 110	35.5 a 38.5	15 a 21	17 a 23	79 a 85	52 a 58	39 a 45	•
P4	45 a 55	105 a 115	100 a 110	35.5 a 38.5	16 a 22	17 a 23	79 a 85	52 a 58	39 a 45	21 a 27
P5	40 a 50	115 a 125	100 a 110	35.5 a 38.5	17.5 a 23.5	17 a 23	79 a 85	57 a 63	39 a 45	22 a 28

[Handwritten signature]

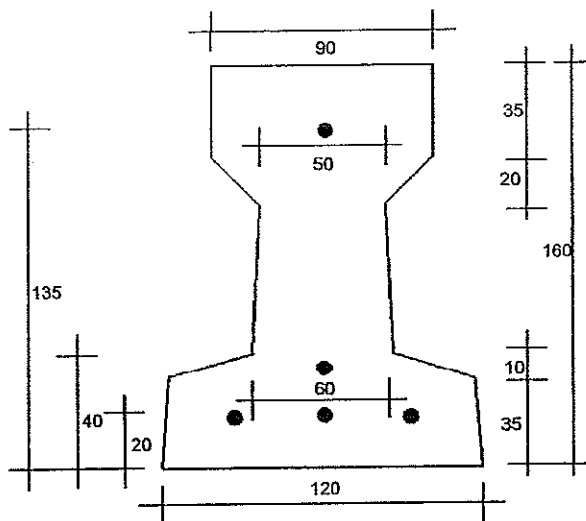
[Handwritten signature]

5. Tensões de Pré-esforço das armaduras das vigotas

ensaios de Pré-esforço das armaduras das Vigotas		ARMADURAS						f_{ckj} MPa (2)
VIGOTA	GEOMETRIA E POSICIONAMENTO DA ARMADURA	Nível	\varnothing mm	PRÉ-ESFORÇO MPa (1)				
				28 dias	2 meses	1 ano	Tempo infinito	
P1		82	1Ø4	1100	1060	1000	950	20
		20	2Ø4	1090	1060	990	940	
P2		82	1Ø4	1090	1060	1000	950	20
		20	2Ø4	1040	1000	920	870	
P3		82	1Ø4	1060	1020	950	900	21
		42	1Ø4	1020	980	900	850	
		20	3Ø4	1000	960	880	820	
P4		82	1Ø4	1060	1020	950	900	28
		42	1Ø4	990	950	860	810	
		20	4Ø4	950	910	810	760	

VIGOTA	GEOMETRIA E POSICIONAMENTO DA ARMADURA	ARMADURAS						f _{ckj} MPa (2)
		Nível	Ø mm	PRÉ-ESFORÇO MPa (1)				
				28 dias	2 meses	1 ano	Tempo infinito	
P5		82	1Ø4	1060	1020	950	890	37
		42	1Ø4	940	890	800	750	
		20	4Ø5	880	830	720	670	

6. Vigas I



DIMENSÕES DA SEÇÃO										ARMADURA		
Tipo	Altura Total	Largura Base	Largura Topo	Esp. do banzo Inf. Ext.	Esp. do banzo Inf. Int.	Esp. do banzo Sup. Ext.	Esp. do banzo Sup. Int.	Esp. da alma Topo	Esp. da alma Baixo	Níveis	N.º e dim dos fios	Cota
I	160	120	90	35	45	35	55	50	60	Inf.	3 Ø 5	20
										Int.	1 Ø 5	40
										Sup.	1 Ø 4	135

7. Características Mecânicas

7.1 Esforços de Flexão

Os esforços de flexão obtidos em ensaio, devem verificar os valores de cálculo correspondentes, desenvolvidos de acordo com os critérios preconizados no **REBAP**, tendo em conta as características e os tipos de vigotas. Os valores de cálculo apresentam-se no documento de homologação dos pavimentos Presdouro, consoante as características das vigota e tipo de piso.

7.2 Conformidade do Betão

O betão para a concepção das vigotas deve apresentar os valores de resistência à compressão mínimos de 20MPa para P1, P2, 21MPa para P3, 28 MPa para P4 e 37MPa para P5 (2), na altura de aplicação do pré-esforço, em função do tipo de vigota, conforme o indicado. Esta verificação é feita pelo ensaio do betão à compressão ao fim de 30 horas

Ao fim dos 28 dias deve-se verificar que o betão é um C35/45, ou seja, a sua resistência à compressão, a determinar em ensaio, deve ser no mínimo de 45 MPa.

Para os ensaios de compressão usam-se provetes cúbicos de 15 cm de aresta.

7.3 Tensão de Pré-esforço

Os valores de pré-esforço obtidos nos ensaios aos 28 dias, devem verificar os expressos na tabela apresentada anteriormente, em (1), em função do tipo de vigota.

8. Ensaaios para Verificação das Características Mecânicas**8.1 Ensaio de Verificação das Características Geométricas e Dimensionais das Vigotas**

Esta verificação realiza-se a cada 5 dias de produção, numa vigota retirada ao acaso, à saída das pistas, após as vigotas terem sido cortadas e colocadas em lotes e antes de serem transferidas para o armazenamento final. De cada vez que se realiza este ensaio, deve ser feito a um tipo diferente de vigota.

Este ensaio realiza-se de acordo com o descrito no PL003 e PL004.

8.2 Ensaio de Flexão

Este ensaio é realizado após as vigotas terem atingido o tempo de cura mínimo (28 dias). Estes ensaios realizam-se sempre que surjam dúvidas quanto à sua conformidade.

8.3 Ensaio do Betão à Compressão

Os ensaios de compressão de cubos de betão são efectuados diariamente, quer para determinação da tensão do betão antes de dar o Pré-esforço às vigotas, quer para a determinação da tensão característica do betão, aos 28 dias de idade. Os provetes são realizados de acordo com a NQ001 e o ensaio de acordo com o PL002 e NQ002.

8.4 Ensaio de Determinação do Pré-esforço

Este ensaio é realizado após as vigotas terem atingido o tempo de cura mínimo (28 dias). A frequência deste ensaio será anual, para a confirmação das características do produto, ou sempre que surjam suspeitas sobre a sua conformidade.