

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

MEMÓRIA DESCRITIVA

Páginas revistas:

DIRECTOR DO PROJECTO: CLÁUDIA PEREIRA
(nome & rúbrica)

Rev	Data DD/MM/AA	DESCRIÇÃO	EMITIDO (nome & rúbrica)	VERIFICADO (nome & rúbrica)	APROVAÇÃO TÉCNICA (nome & rúbrica)
C	21/07/2008	Actualização	F. Brotas Carvalho		F. Brotas Carvalho
B	10/07/2008	Introd. de Comentários de Acordo com a C.M.C.	F. Brotas Carvalho		F. Brotas Carvalho
A	27/06/2008	Emissão Inicial	F. Brotas Carvalho		F. Brotas Carvalho

REVISÕES DO DOCUMENTO

As secções modificadas na última revisão são identificadas por uma linha vertical na margem direita



CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

ÍNDICE

1. NOTA INTRODUTÓRIA	3
2. SINTESE DAS CONCLUSÕES DO RELATÓRIO	4
3. AMBITO DO ESTUDO	6
4. DOCUMENTOS BASE	6
5. VISITA AO LOCAL	8
6. PERFIL LONGITUDINAL DA RIBEIRA.	8
7. DESCRIÇÃO DO LEITO DA RIBEIRA	8
8. METODOLOGIA DE ANÁLISE	9
9. CRITÉRIOS DE PROJECTO	14
10. ESTIMATIVA DE CAUDAL NO AFLUENTE DIREITO.	15
11. CONCLUSÃO	17
12. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS	18

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva**1. NOTA INTRODUTÓRIA**

O presente relatório consiste num estudo sobre o regime de cheias num troço da Ribeira de Sassoeiros em Carcavelos elaborado pela TECHNOEDIF ENGENHARIA para o Departamento de Planeamento Estratégico (DPE) da Câmara Municipal de Cascais.

Apresentam-se resultados gráficos e numéricos relativos ao comportamento “em cheia” do troço de ribeira em causa, que se desenvolve entre a autoestrada A5, a montante e a Avenida Dr.º Francisco Sá Carneiro, a jusante.

Nestas situações é requerido o estudo da “Cheia Centenária” para o local.

Para $T=100$, o máximo caudal de cheia, na entrada de montante do troço em estudo, deverá ser de $30\text{m}^3/\text{Seg}$ (evoluindo para jusante para $33.33\text{ m}^3/\text{seg}$ e o tempo de concentração (T_c) de 2h30min, dados base estes que constam de um relatório anterior, da Hidroprojecto; mais à frente referenciado, e que se situa como base de referência deste projecto no que diz respeito a caudais de projecto para a zona. Como se verá mais à frente esse caudal do leito principal receberá uma contribuição lateral esquerda que o fará elevar para $33.33\text{ m}^3/\text{seg}$.

Verificou-se que o escoamento natural da ribeira, e a correspondente ocupação do Leito de Cheia, são actualmente perturbados pelo posicionamento de um muro delimitador de propriedade (Ponto Referenciado X), atravessando-se perpendicularmente em toda a extensão da faixa natural de alagamento.

Este muro tem uma passagem hidráulica, que funciona normalmente em regime afogado, mas que, mesmo nessa “situação afogada” não tem capacidade para a cheia “centenária”.

Este facto implica que, para as situações de cheia importantes, o nível das águas a montante deste muro aumenta muito expressivamente, implicando, previsivelmente, o seu derrube com causas decorrentes difíceis de configurar.

Como consequência deste facto os caudais de uma cheia importante poderiam ser transferidos em grande parte para a via variante EN 6-7, a poente do leito, e que se implanta paralelamente a uma cota bastante mais baixa. As consequências desta transferência lateral de caudal poderiam ser graves.

Existe no vale da ribeira uma depressão a montante do Muro de propriedade. Tal zona tem um volume de encaixe próximo dos $10\ 000\text{ m}^3$. Para a deficiência hidráulica actual da PH, de cerca de 10

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

m³/seg,(em teoria), este *volume de encaixe* seria preenchido em poucos minutos quando, segundo o hidrograma de cheia que se adopta, a duração da insuficiência da PH é superior a 100 minutos. (Duração do caudal superior a 19 m³/seg).

2. SÍNTESE DAS CONCLUSÕES DO RELATÓRIO

A ribeira de Sassoeiros no troço em estudo foi subdividida nos seguintes sub troços :

- Um troço de montante, mas já a jusante da A5, com forte pendente longitudinal e leito bem encaixado para o qual, mesmo para uma “Cheia Centenária”, não se apresentam problemas de alagamento.

Existe uma transferência de caudais, do leito esquerdo para o lado direito, a montante do casal do Grilo, com algum alagamento à cota 45, **perfis 19 e 19.1** De facto denota-se que o afluente lateral da ribeira de Sassoeiros que provinha originalmente do Loteamento da Brisa, a Norte das Portagens da Autoestrada da brisa, não tenha agora um Leito bem definido e os seus caudais sofram um efeito de espraçamento pela encosta.

O próprio loteamento da Quinta dos Gafanhotos, mais a poente na encosta, drena os seus caudais provenientes dos arruamentos livremente para a encosta, espraçando-se depois estes livremente, sem acederem directamente a esta linha de águas secundária. Esta situação provem do facto de durante as obras da Autoestrada A5, o terreno em causa tenha sido, por alturas do estabelecimento do estaleiro de obras, objecto de terraplanagens e canalizações provisórias do leito da pequena linha de água, que após a desmobilização do próprio do estaleiro se traduziram por uma descaracterização da mesma linha de água, perdendo esta o perfil transversal original.

Assim, mesmo para pequenos caudais, verificam-se alagamentos laterais da encosta, por desvirtuamento passado deste afluente lateral direito da Ribeira de Sassoeiros.

Entre as cotas de Leito principal 31 e 35 observa-se uma inundação do leito de cheia até uma cota de 36-36.5, a qual, em situação de cheia, se projecta para o leito esquerdo.

Observa-se que o leito principal da ribeira não tem um alinhamento original, tendo sido, no passado, artificialmente chegado à direita, ladeando o muro existente.

O leito de cheia esquerdo está em depressão, com cotas visivelmente inferiores ao leito principal. É natural que em situação de cheia, os caudais se desviem para a esquerda do leito principal.

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

O designado “Aldeamento das encostas” integra uma área de lazer totalmente vedada que é limitada a Norte por um Muro de alvenaria, de 4,0 m de altura. Este muro (**ponto X**) faz barreira total ao leito de cheia.

Este muro possui uma passagem hidráulica inferior com uma capacidade máxima de escoamento de cerca de 19m³/Seg (no caso de se encontrar totalmente desobstruída).

Para passe este caudal, é necessária uma elevação do espelho de água a montante para cima da cota 36.

Para o hidrograma de cheias Centenário que foi considerado, esta situação não conduz a uma estabilização, mas antes propicia o derrube de muros laterais e grave transferência de caudais para a Via rápida lateral de se desenvolve a cota inferior.

No mínimo, sem a eliminação do Muro, esta passagem hidráulica deverá ser alargada para um vão de 4.0 m, para escoar um caudal de 30,50m³/Seg.. Nesta situação é necessária uma cota reservatório de montante de 34.5¹. Porém seria preferível a abertura total do muro ao longo de uma extensão de 15.0 m.

O condomínio privado tem a ribeira canalizada através de um canal aberto, rectangular e em betão. O actual canal tem uma capacidade máxima teórica de 19 m³/Seg, para o seu segmento de menor pendente longitudinal.

Por fim a passagem hidráulica sob a Avenida Francisco Sá Carneiro que se situa no limite Sul do condomínio privado tem uma capacidade de vazão controlada por um regime de montante, igualmente de cerca de 19 m³/Seg. ²

Também esta passagem hidráulica rodoviária deve ser reforçada para uma secção de 8 x 1.5 m². Com esta nova secção todo o leito de cheia até ao muro do condomínio será encaixada em situação “centenária” (T=100)

¹ Ver folha de cálculo em anexo

² Ver folha de cálculo em anexo

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

3. AMBITO DO ESTUDO

O âmbito fundamental do Estudo que o DPE encomendou à TECHNOEDIF ENGENHARIA é a demarcação gráfica, a escala apropriada, dos níveis de alagamento para uma cheia Centenária.

Esta Cheia centenária vem descrita na NOTA TÉCNICA, “*Regularização do Troço Superior da Ribeira de Sassoeiros*”, elaborado pela HIDROPROJECTO em Julho de 2003.

O domínio do presente estudo está delimitado pela AE-A5 a Norte e pela Avenida Dr.º Francisco Sá Carneiro a Sul. Integra a poente uma pequena linha de água afluyente proveniente da Quinta dos Gafanhotos, que era originalmente devida a cerca de 5 hectares do loteamento da Brisa, hoje em dia Isolados pelo aterro da AE-A5.

A definição gráfica dos níveis de alagamento da ribeira de Sassoeiros será fundamentada a partir dos seguintes cálculos.

- I- Identificação dos pontos críticos de escoamento e sua curva de vazão.
- II- Cálculo das capacidades acumuladas de armazenamento das zonas de alagamento.
- III- Determinação, para montante, da curva de regolfo em leito natural para o regime de cheias, em situação “Não transformada” e para caudal constante. O caudal a considerar é $33.33\text{m}^3/\text{Seg}$.
- IV- Por fim deverá ser traçada a demarcação de limites de cheia para uma *situação transformada com reforço dos dois pontos críticos*.

4. DOCUMENTOS BASE

A DPE Forneceu à TECHNOEDIF ENGENHARIA os seguintes elementos de base para a elaboração do Estudo.

- a) Cartografia 1:500 do Local em formato digital
- b) Fotografia Aérea do Local
- c) Estudo “*REGULARIZAÇÃO DO TROÇO SUPERIOR DA RIBEIRA DE SASSOEIROS*”. Nota Técnica. HIDROPROJECTO. Julho 2003

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

4.1. Dados de Base. Hidrograma de Cheia

O Estudo Hidráulico que é referido em c), indica os seguintes dados que foram tomados como premissas válidas para o presente estudo (Relativa à secção registada S6-S7 referência do estudo da Hidroprojecto).

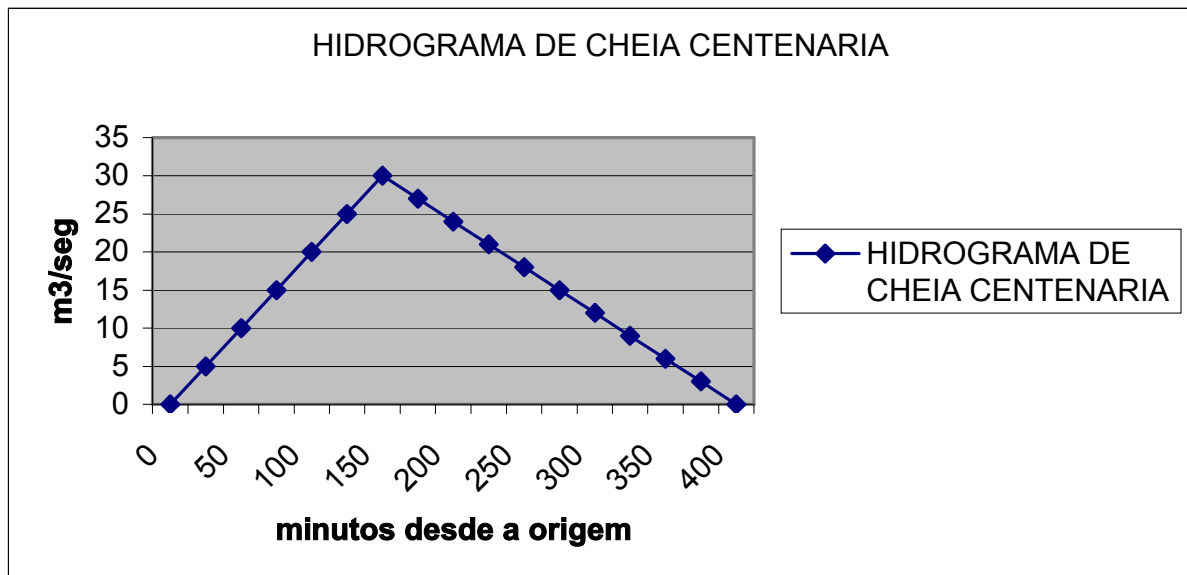
- Bacia Contribuinte de $5,61 \text{ km}^2 = 561$ hectares.
- Caudal de ponta de cheia – $30 \text{ m}^3/\text{Seg}$.
- Tempo de concentração da Bacia após a ponderação dos resultados das fórmulas de Kirpisch, Temez, S.C.S, Ven T. Chow e U.S Army Corps of Engineers. – 2.50 Horas = 150 minutos.

Usando o Hidrograma Sintético “tipo” que é adoptado pelo Soil Conservation Service (S.C.S) o tempo total de duração da Cheia é de $2,67 \times T_c$.

ou seja $150 \text{ minutos} \times 2,67 =$ de 400 minutos.

O diagrama de cheia apresenta-se de seguida;

QUADRO I – HIDROGRAMA DE CHEIA.



CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva**5. VISITA AO LOCAL**

Em Junho de 2008, foi efectuada uma visita ao local em estudo, a qual confirmava as observações de Junho de 2004, não se tendo verificado alterações assinaláveis. Tivemos na ocasião oportunidade de recolher informações “ in situ” sobre os tipos de ocupação do leito, obter os registos fotográficos³ necessários e esclarecer as dimensões de estruturas e passagens fundamentais para a determinação do regime de escoamento.

Nesta ultima visita ao local foi determinado o que de seguida se descreve relativamente ao afluente direito da ribeira de Sassoeiros proveniente do loteamento da Brisa e da Urbanização da Quinta dos Gafanhotos:

Este local foi utilizado para estaleiro durante as obras da Autoestrada A5 para estaleiro. Foi em consequencia disso objecto de fortes movimentações de terra e inclusivamente de construções provisórias em betão armado. Durante essa utilização a linha de água existente foi canalizada numa tubagem DN 300 em betão, hoje em dia assoreada. Dessa forma, e como a ribeira perdeu qualquer expressão geométrica no perfil transversal do leito, a partir de uma determinado ponto (perfil P19.5), os caudais pluviais afluentes espriam-se de forma descontrolada pelas encostas numa larga faixa.

Esta Situação carece de algum tratamento.

6. PERFIL LONGITUDINAL DA RIBEIRA.

O perfil longitudinal da Ribeira, no troço em estudo, a inclinação longitudinal evolui deste um máximo de cerca de 6%, imediatamente a jusante da A-5, até um mínimo, próximo de 1%, no cruzamento com a Avenida Sá Carneiro.

Trata-se, em suma, de um troço de forte inclinação longitudinal ao longo de todo o percurso.

7. DESCRIÇÃO DO LEITO DA RIBEIRA

Como já se referiu, a Ribeira de Sassoeiros é dotada de uma boa inclinação longitudinal que varia, nos troços de jusante de um valor superior a 1%, até a uma parte Norte, a montante, em que se atinge um valor máximo de 6%.

³ Estas referências fotográficas estão expostas, de uma forma comentada no Anexo I

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

De uma forma geral o leito principal é coberto por pedras de calibre assinalável e tem uma dimensão rectangular aproximada de cerca de 4,0 m de rasto e 1,5 m de altura.

Como se pode ver nas fotografias apresentadas, o corte geológico que está patente aparenta uma fundação rochosa e argilosa impermeável.

Nas zonas de montante o leito é bem encaixado, sem perigo de inundações laterais de gravidade.

Mais a jusante, entre as cotas de leito 40 a 32 o leito principal alinha-se à direita do vale, de uma forma artificial, ou seja, a uma cota superior à do centro do vale.

Na face Norte do chamado “Aldeamento da Encostas” o leito de cheias sofre uma barragem muito importante através de um muro de alvenaria, com altura entre 4.0 e 5.0 metros (Ponto X). O escoamento “atravessa” o muro através de uma passagem inferior rectangular de dimensão 1,90 x 1,80. Para jusante o leito da ribeira percorre um canal rectangular, em betão armado com pendente média de 1,3% e secção transversal (1,9 x 1,8) m².

No limite Sul do recinto privado o canal expande para uma passagem inferior rectangular sob a Av. Dr.º Sá Carneiro, esta com dimensão (4,0 x 1,5) m², inclinação média de fundo 3,3% e comprimento de 15m.

8. METODOLOGIA DE ANÁLISE

A metodologia de abordagem do cálculo do regime de cheia teve início com uma visita detalhada ao local em estudo. Nesta ocasião foi confrontada a informação fornecida pela Câmara Municipal de Cascais com a confirmação local de dimensões.

Com o fim de apoiar o modelo matemático de escoamento identificámos os pontos críticos (**Pontos X e Z, apresentados nas Plantas**) que condicionam o escoamento, as suas secções características, determinando em cada um deles as dimensões de interesse para o cálculo.

8.1. Regime de Escoamento

Quando analisamos o escoamento em cheia (Cheia Centenária) verifica-se que, em virtude das fortes inclinações, o regime é “Rápido”, ou seja, com a cota de regolfo inferior à “ altura crítica de escoamento”. Este regime é condicionado sobretudo pelas condicionantes de montante.

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

Avaliámos o regime de escoamento e a capacidade máxima associada da passagem hidráulica sob a Avenida Dr.º Sá Carneiro, em seguida a máxima capacidade de escoamento do canal rectangular em betão que se implanta num recinto privado e, por fim, o regime de vazão do orifício colocado na parede de alvenaria do Muro Norte do recinto privado (1,9 x 1,8 m²)⁴.

Foi determinado que o orifício rectangular inserido na base de um muro de alvenaria é o ponto “chave” do estrangulamento do escoamento do leito de Cheia que se coloca para montante do vale.

O Muro de alvenaria que limita o acesso à propriedade assume uma barreira perpendicular total ao escoamento do leito de cheia, criando-se localmente um efeito temporário de albufeira, sendo o regime de escoamento por este orifício o de “descarga por orifício”.

8.2. Cálculo da Capacidade de Escoamento dos Pontos Críticos

Em cada ponto crítico o cálculo desenvolveu-se segundo os seguintes critérios:

8.2.1. Passagem sob a Avenida Dr.º Sá Carneiro

Na folha de cálculo que se apresenta no Anexo II expõe-se a sequencia de cálculo na qual se comparam os três tipos distintos de regime de escoamento dos quais se seleccionou o de menor caudal (ou seja a determinação do regime de controle a montante ou a jusante).

a) Regime de escoamento em canal de superfície livre

O caudal deste género é calculado da seguinte forma;

$$Q_{m^3/seg} = K \times S \times R_h^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}}$$

Ou seja, resolvendo a igualdade $\frac{Q}{K \times i^{\frac{1}{2}}} = \frac{S^{\frac{5}{2}}}{P^{\frac{2}{3}}}$ [1]

Com K coeficiente de Manning = 70

S – Secção Hidráulica

R_h = Raio Hidráulico

⁴ Ver folhas de cálculo no Anexo II.

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

I = Pendente do fundo 3.33%

b) Regime de Descarga em Orifício

Para a descarga em orifício (controle de montante) utiliza-se a seguinte formula;

$$Q_{m^3/seg} = C_d \times S \times \sqrt{2 \times g \times H} \quad [2]$$

Com $C_d = 0,62$ coeficiente de contracção

S – Superfície de escoamento

H – Carga sobre o centro de gravidade sobre a superfície de escoamento

c) Regime de secção cheia (sistema de ligação de dois reservatórios)

Para um regime deste tipo a fórmula utilizada é a seguinte;

Perda de carga total ($H_M - H_J$) = Perdas Contínuas + Perdas Locais

$$H_M - H_J = \left(\frac{Q_{m^3/seg}}{K \times S \times R_h^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \times L_{(m)} + 0,5 \times \frac{Q^2}{S^2 \times 2 \times g} + 1 \times \frac{Q^2}{S^2 \times 2 \times g} \quad [3]$$

Com L igual 15 m (comprimento da passagem).

Como se pode consultar no anexo o regime de controlo é o regime de descarga em orifício (controle de montante) e o máximo caudal associado a 19,2 m³/Seg.

8.2.2. Canal Rectangular em Betão atravessando o recinto privado.

Para este regime de escoamento foi utilizada a igualdade [1] para o escoamento em superfície livre da secção rectangular (1,9 x 1,8)m² e para uma inclinação de 1,3 %, a qual resulta numa capacidade máxima teórica,

19,8 m³/Seg. 5

⁵ Note-se como esta capacidade máxima corresponde também à capacidade máxima da PH sob a Av. Dr.º Sá Carneiro.

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva**8.2.3. Passagem Hidráulica em Muro de Alvenaria Transversal ao escoamento.**

O regime de escoamento é claramente um sistema de controlo a montante por descarga em “Orifício”, logo a equação que descreve este regime é [2].

A folha de cálculo em anexo mostra para diversos níveis de inundação a montante, os níveis de descarga associados. Note-se que para um nível de inundação à cota 36, “limite dos limites”, a vazão não ultrapassa os

$$\underline{19 \text{ m}^3/\text{Seg.}}$$

Este valor está próximo a máxima de vazão do aqueduto sob a Avenida Dr.º Sá Carneiro o qual da mesma forma é insuficiente para fazer face ao caudal máximo de cheia Centenária.

Optou-se por ensaiar uma operação em que se procede a uma abertura no Muro Privado com uma largura de 15m de largura, com atenuação associada das alturas de regolfo para montante.

8.3. Cálculo de Regolfo em Situação de Cheia Centenária

Ao longo do vale, para montante da zona inundável anexa ao muro Norte do recinto privado, a propagação da cheia foi calculada perfil a perfil, tendo em conta o caudal de referencia de 33,33 m³/seg, as velocidades secção a secção e o crescimento gradual da linha de energia.

O software utilizado foi o HEC-RAS⁶, River Analysis System, desenvolvido pelo U.S Army Corps of Engineers, programa sofisticado e que é uma evolução do conhecido software HEC-2.

A equação fundamental do HEC-RAS para o cálculo da linha de regolfo é a equação da energia. A equação da continuidade de momento é utilizada em situações de ressalto hidráulico, confluências, etc.

Os métodos de cálculo de perdas de carga em PH's e pontões envolvem as equações energéticas, de momento, equação de Yarnell e FHWA WSPRO.

⁶ Versão 3.1.1 de Maio de 2003

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

O HEC-RAS detecta se o regime é *crítico, rápido ou lento*, detecta automaticamente nas passagens hidráulicas o regime de controlo, a montante, a jusante ou interno, prevê bifurcação de leitos, ocupação dos mais diversos leitos de cheia e simula as consequências de estreitamento de leitos de cheia.

Cada secção transversal do leito principal/ Leito da Ribeira foi caracterizada geometricamente por uma sequencia de valores x,y , sendo x uma abcissa referenciada a uma origem 0, à esquerda da secção, e y a cota topográfica.

Cada secção hidráulica é caracterizada por,

$$A = \frac{1}{2} [(x_1y_2+x_2y_{n-1}+\dots+x_ny_1) - (y_1x_2+y_2x_{n-2}+\dots+y_nx_1)] \quad [4]$$

e o perímetro hidráulico,

$$P = [(x_1-x_2)^2+(y_1-y_2)^2]^{1/2} + [(x_2-x_3)^2+(y_2-y_3)^2]^{1/2} \dots [(x_{n-1}-x_n)^2 + (y_{n-1}-y_n)^2]^{1/2} \quad [5]$$

Sendo em cada secção e nível o Raio Hidráulico definido por,

$$R_h = A/P \quad [6]$$

A largura do Leito de cheia, determinada a cota de cheia, é a Seguinte:

$$B = x_n - x_1 \quad [7]$$

O cálculo da linha de regolfo começa no perfil de jusante com a predefinição da altura de cheia de jusante WS_0 .

Se, eventualmente, houver um pequeno erro nesta estimativa, o mesmo é rapidamente corrigido nas secções de jusante. O caudal é considerado constante em cada momento. A equação $V=Q/A$, possibilita em cada secção a determinação da velocidade de escoamento V e logo a seguir se determina a altura cinética $V^2/2g$ que deverá ser adicionada a WS .

A inclinação da linha de energia S_f é igualmente calculada a partir da Equação de Manning [2] com $K=30$.

Daqui se calcula WS_2 (seguinte nível para montante) = $WS_0 + S_f \Delta x$

[8]



CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

Em que Δx é a distancia ao perfil de montante.

A linha de energia da segunda secção H_{2a} é obtida somando de novo a respectiva altura cinética $v^2/2g$.

Em paralelo, outro cálculo é realizado para o valor H_{2b} , calculando-se primeiro S_{f2} , obtendo-se depois o valor médio entre S_{f0} e S_{f2} e multiplicando este por Δx . Adiciona-se depois o produto resultante a H_0 .

Se $H_{2a} = H_{2b}$ o valor de WS_2 está desde já confirmado. Noutro caso,

$$\Delta H_2 = H_{2a} - H_{2b} \quad [9]$$

A correcção ao nível WS é calculada pela seguinte fórmula,

$$\Delta WS = \frac{\Delta H_2}{1 - Fr_2^2 + \frac{3 \times S_{f2} \Delta x}{2 \times R_2}} \quad [10]$$

O nº de Froude é calculado pela Fórmula,

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \times \frac{A}{B}}} \quad [11]$$

Já que A/B pode ser considerada uma aproximação da altura média de escoamento.

9. CRITÉRIOS DE PROJECTO

Dados os métodos de cálculo que acima foram expostos, descrevem-se de seguida os principais critérios de análise:

O caudal base da Ribeira de Sassoeiros foi considerado de $30 \text{ m}^3/\text{seg}$

O caudal a considerar para o afluente direito é e $3,33 \text{ m}^3/\text{seg}$

Desta forma, após a confluência W (assinalado nas plantas como **Perfil 19** o caudal de cálculo será de $33,33 \text{ m}^3/\text{seg}$, por coerência interna do modelo de cálculo estabelecido.

Calculo de escoamento em canais de superfície livre

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

Inclinação média 4%

EQUAÇÃO DE KERBY – t_c – 44 minutos

Com coeficiente de rugosidade – 0.3

EQUAÇÃO DE KIRPISCH t_c – 13.7 minutos

EQUAÇÃO CINEMÁTICA t_c – 47.7 minutos

Com coeficiente de Manning = 0.08

EQUAÇÃO DE BRANSBY WILLIAMS t_c = 30.8 minutos

Tendo em conta uma bacia contribuinte de 0.35Km²

EQUAÇÃO DE FEDERAL AVIATION AGENCY t_c = 39.2 minutos

Tendo em conta C= 0.5

O tempo de concentração médio adoptado foi de 31 minutos

O que para T=100 e para a Zona A do país:

$$i_{mm/hora} = 365,62 \times 31^{-0.508} = 64mm/hora$$

De facto esta precipitação excede a máxima precipitação verificada para a Zona de Lisboa (estação meteorologica do IGIDL) para um período de retorno de T=1000 (precipitação milenária) que é de cerca de 49 mm em 30 minutos.⁷

Área Impermeabilizada adoptada foi de 40%, tendo em conta a área impermeabilizada da urbanização da Brisa, a urbanização da Quinta dos Gafanhotos e impermeabilizações decorrentes de novas vias de circulação.

Segundo as normas regulamentares pode-se considerar o seguinte coeficiente de escoamento C = 0,75(terreno compacto, inclinação entre (1 e 8%)

Caudal de Ponta a adoptar segundo a Fórmula Racional

$$Q_{m^3/seg} = \frac{0.75 \times 64 \times 250000}{3600 \times 1000} = 3.33m^3/seg$$

Possiveis situações de requalificação da linha de agua da urbanização dos Gafanhotos

⁷ Análises de fenómenos extremos. Precipitações em Portugal Continental. Instituto da Agua. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos. Cláudia Brandão, Rui Rodrigues e Joaquim Pinto da Costa, Lisboa Dezembro de 2001.

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

A solução que preconizamos para a requalificação do afluente direito da ribeira de Sassoeiros é a de uma reconstrução do leito da linha de água “aberta” numa secção rectangular em “pedra aparelhada” com uma base de 1.2 metros e uma altura de 1,5 metros, com uma pendente longitudinal proxima de 2% ao longo de tramos de 10 metros a que se intercalam quedas provocando de arejamento de ½ metro. A altura de escoamento para uma situação de Caudal T=100 será de 1.0 metros (máximo), sendo a cheia totalmente contida nas margens rectangulares e nas cascatas.

Em alternativa poderia ser considerada uma canalização em colector de grande diâmetro.

Se considerarmos uma inclinação média de 2%, este caudal poderia ser transportado por um colector de DN1250 em betão, em alternativa por um colector ovóide com as dimensões padronizadas (L x H) 1000 x 1500.

O grau de enchimento deste colector seria da ordem dos 60% pelo que poderia conter em situações extremas caudais bem superiores.

11. CONCLUSÃO

Os pontos críticos detectados são na situação actual não transformada os seguintes:

Ponto X (perfil 09) – passagem hidráulica em muro de propriedade privada que por ser insuficiente provoca uma subida de nível para montante, a uma cota superior a 36. Esta situação não se pode manter por muito tempo, dando-se o colapso da estrutura com inevitáveis consequências graves.

Ponto Z (Perfis 03 a 04)– Passagem hidráulica rodoviária sob a Avenida Sá Carneiro. Por ser de insuficiente secção (para a cheia centenária), provoca uma subida de nível e galgamento da faixa de rodagem em 30-40cm. Esta subida de nível aproxima-se seriamente do risco de galgamento lateral para a via rápida.

Situação Transformada.

- Entre as **Cotas 50.25 - perfil 21 e 31.40 - Perfil 09** (zona do Muro delimitador da urbanização das Encostas) o canal principal deverá ser alargado para uma secção de 8 m de base e 1.5 metros de altura, de forma que possa conter completamente na sua secção os limites da cheia centenária.

CÂMARA MUNICIPAL DE CASCAIS
Estudo Hidrológico da Ribeira de Sassoeiros
Memória Descritiva

- A passagem hidráulica sob a Montante do recinto do condomínio fechado deve dar lugar a uma abertura do muro de 15 metros.

Ponto Z – A passagem hidráulica rodoviária sob a Av. Sá Carneiro deve ser ampliada para as dimensões (8x1.5)m².(LxH).

A nível de comentário final deve ser registado que para montante da cota 34 o regime de escoamento da ribeira, que é “rápido”, não é afectado pelas perturbações dos Pontos X e Z, seja na situação “ não transformada”, como na “situação transformada”.

Nos anexos III e IV são apresentados os quadros resumo dos parâmetros de escoamento da Ribeira, em primeiro lugar numa situação de referência, não transformada, ou seja com as passagens hidráulicas com as deficiências actuais e de seguida numa situação transformada em que as passagens hidráulicas foram revistas.

No fim, em anexo, são apresentados perfis fora de escala com as alturas de escoamento identificando inequivocamente as manchas de alagamento.

12. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- OPEN-CHANNEL HYDRAULICS – Ven Te Chow – McGraw-Hill 1981-Universidade do Illinois
- HYDROLOGY – Water Quantity and Quality Control – Martin Wanielista, Robert Kersten, Ron Eaglin. John Wiley and Sons - University Of Central Florida 1997.
- ANÁLISE DE FENÓMENOS EXTREMOS. PRECIPITAÇÕES INTENSAS EM PORTUGAL CONTINENTAL. Cláudia Brandão. Rui Rodrigues e Joaquim Pinto da Costa. Instituto da Água. Direcção dos Serviços de Recursos Hídricos. Lisboa Dezembro de 2001

Lisboa 20 de Junho de 2008
FREDERICO BROTAS DE CARVALHO
Engenheiro Civil

C. M. CASCAIS
«Denominação do Projecto»
Memória Descritiva

ANEXO I

REGISTOS FOTOGRAFICOS

ANEXO I - REGISTOS FOTOGRAFICOS

Foto 1-PH da Av. Dr.º Sá Carneiro - vista de Jusante



Foto 2 - Idem vista de montante. Largura da passagem B=4.0 m



Foto 3 - Canal rectangular de recinto privado



Foto 4 – idem outra vista



Foto 5 - idem. Base 1,90 m H = 1,80 m

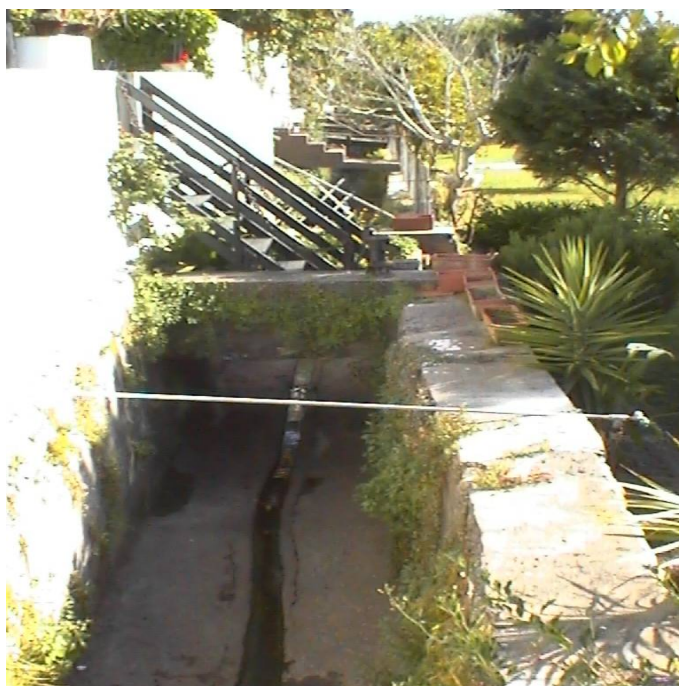


Foto 6 – idem, vista lateral exterior.



Foto 7 – Depressão em recinto privado.



Foto 8 – Variante à EN 67 passando paralela, à esquerda a uma cota inferior. (cerca de - 8,0 metros)

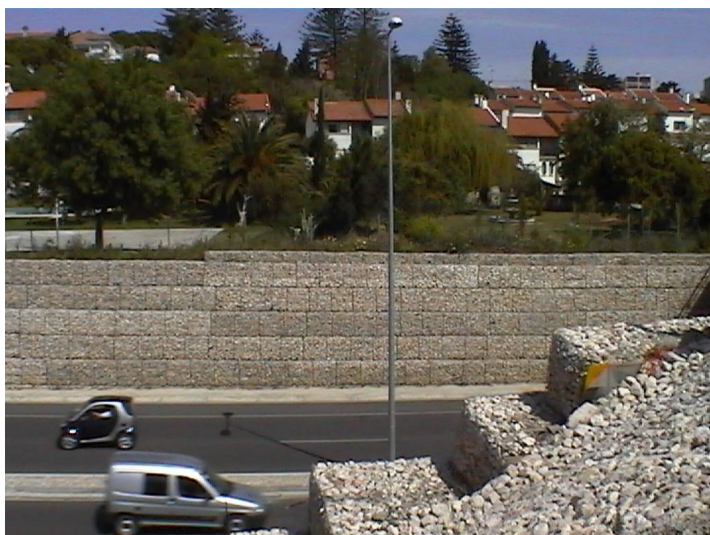


Foto 10- Orifício de entrada no recinto privado, vista de jusante 1,90 x 1,80 (BxH)



Foto 11- idem vista de montante.



Foto 12 – Muro Norte do Recinto fechado. Barragem frontal ao leito de cheia. Vista de Montante.



Foto 13. Muro Norte do recinto fechado. Vista de montante norte. Lavadouro. Pontão Curva a 90° do leito principal da ribeira de Sassoeiros.



Foto 14 – Leito de cheias a montante do Muro do recinto privado. Secção tipo do vale.



Foto 15 – Leito principal e Muro lateral direito



Foto 16 – Leito principal no Casal do Grilo



Foto 17 – Pontão sobre o leito principal no Casal do Grilo.



Foto 18 – Encosta direita. Quinta dos Gafanhotos. Linha de água lateral proveniente do Loteamento Brisa a Norte da Área das Portagens da Brisa.



Foto 19 – A montante. Rua da Oliveira. Zona de curva. Troço de ribeira de forte inclinação.



Foto 20 – Rua a Oliveira. Troço de forte inclinação. Vista para montante.



C. M. CASCAIS
«Denominação do Projecto»
Memória Descritiva

ANEXO II

CÁLCULO DE CAPACIDADE DE VAZÃO DE PONTOS CRITICOS

Situação actual

CALCULO DE DESCARGA EM ORIFICIO NA ENTRADA DO MURO

$$M2$$

$$S = 3,42$$

$$H = 1,8$$

$$B = 1,9$$

cota de enchimento a montante	carga hidraulica sobre o centroide da secção hidraulica	velocidade de escoamento (m/seg)	caudal escoado (m3/seg)
33	1,1	4,6	9,9
33,1	1,2	4,9	10,3
33,2	1,3	5,1	10,7
33,3	1,4	5,2	11,1
33,4	1,5	5,4	11,5
33,5	1,6	5,6	11,9
33,6	1,7	5,8	12,2
33,7	1,8	5,9	12,6
33,8	1,9	6,1	12,9
33,9	2	6,3	13,3
34	2,1	6,4	13,6
34,1	2,2	6,6	13,9
34,2	2,3	6,7	14,2
34,3	2,4	6,9	14,6
34,4	2,5	7,0	14,9
34,5	2,6	7,1	15,1
34,6	2,7	7,3	15,4
34,7	2,8	7,4	15,7
34,8	2,9	7,5	16,0
34,9	3	7,7	16,3
35	3,1	7,8	16,5
35,1	3,2	7,9	16,8
35,2	3,3	8,0	17,1
35,3	3,4	8,2	17,3
35,4	3,5	8,3	17,6
35,5	3,6	8,4	17,8
35,6	3,7	8,5	18,1
35,7	3,8	8,6	18,3
35,8	3,9	8,7	18,5
35,9	4	8,9	18,8
36	4,1	9,0	19,0

Cota de enchimento para o caudal de projecto 33.4



CÁLCULO DE CAPACIDADE DE CANAL RECTANGULAR EM BETÃO INTERIOR DO CONDOMINIO

COM BASE 1.9

COM BASE 4 (proposta)

BASE=	1,9 m	4,0 m
ALTURA HIDRAULICA=	1,8 m	1,6 m
SECÇÃO HIDRAULICA=	3,4 m ²	6,4 m ²
PERIMETRO HIDRAULICO=	5,5 m	7,2 m
RAIO HIDRAULICO=	0,62 m	0,89 m
COEFICIENTE DE MANNING=	70,0 m ^{1/3}	70,0 m ^{1/3}
MINIMA COTA SOLEIRA=	28,8	28,8
MÁXIMA COTA DE SOLEIRA=	31,0	31,0
DESNIVEL DE SOLEIRA=	2,2	2,2 m
COMPRIMENTO (M)=	170 m	170 m
INCLINAÇÃO DE FUNDO(M/M)=	0,0129 m/m	0,0075 m/m
VELOCIDADE DE ESCOAMENTO SUPERFICIE LIVRE=	5,8 m/s	5,6 m/s
ENERGIA CINÉTICA=	1,7 mc.a	1,6 mc.a
CAUDAL MÁXIMO CORRESPONDENTE=	19,8 m ³ /seg	35,9 m ³ /seg



CÁLCULO DA ACTUAL PASSAGEM HIDRAULICA SOB A AVENIDA SÁ CARNEIRO
SITUAÇÃO NÃO TRANSFORMADA

1-REGIME DE DESCARGA EM SECÇÃO CHEIA (LIGAÇÃO ENTRE RESERVATÓRIOS)

SECÇÃO CHEIA

COMPRIMENTO DE CONDUTA=	15 m
ALTURA DA CONDUTA RECTANGULAR=	1,5 m
BASE DA CONDUTA RECTANGULAR=	4 m
DESNIVEL DE FUNDO	0,5
SECÇÃO MOLHADA=	6 m
CARGA A MONTANTE	1 m
K	70
RAIO HIDRAULICO	0,55 m
CAUDAL EM SECÇÃO CHEIA	25,5 (resolução por função implícita/metodo iterativo)

2-VAZÃO EM REGIME CANAL EM SUPERFÍCIE LIVRE

CAPACIDADE EM CANAL ABERTO

BASE	4
ALTURA	1,5
COTA MÁXIMA	28,8
COTA MÍNIMA	28,3
DESNIVEL	0,5
COMPRIMENTO	15
INCLINAÇÃO	0,0333
K	65
SECÇÃO MOLHADA	6,00
PERIMETRO HIDRAULICO	7
RAIO HIDRAULICO	0,8571
VELOCIDADE	10,703
CAUDAL MÁXIMO CORRESPONDENTE	64,217

3-REGIME DE DESCARGA EM ORIFÍCIO

BASE DO ORIFICIO	4
ALTURA DO ORIFICIO	1,5
SECÇÃO DO ORIFICIO	6,00
CARGA MÁXIMA SOBRE O ORIFICIO	1,35
VELOCIDADE MÁXIMA DE DESCARGA	5,1
COEFICIENTE DE CONTRACÇÃO	0,62
MÁXIMA DESCARGA	19,145

NOTA: O REGIME DE DESCARGA DEVE SER TOMADO EM CONTA COMO ORIFÍCIO E IGUAL A 19 M3/SEG DADO QUE É O MENOR VALOR VERIFICADO ENTRE OS TRÊS.

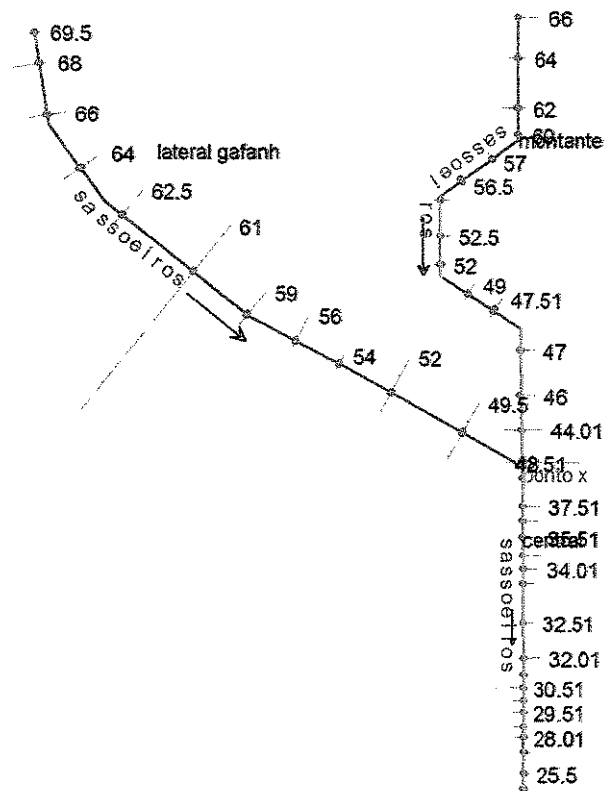


C. M. CASCAIS
«Denominação do Projecto»
Memória Descritiva

ANEXO III

PARÂMETROS DE ESCOAMENTO.
SITUAÇÃO NÃO TRANSFORMADA



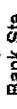
Designação do Perfil	Cota Topográfica de referência
P29	66.00
P26	60.50
P24	56.00
P22	52.50
P21	50.25
P19- (Ponto W confluência)	44.00
P19.1-afluente	48.00
P19.5	55.00
P19.10	67.00
P10	32.25
P09. (Ponto X. Muro propriedade)	31.40
P08	31.00
P04	28.50
Ponto Z (.Passagem Av Sá Carneiro)	28.00
P03	27.00
P01 (montante rotunda Carcavelos)	25.50

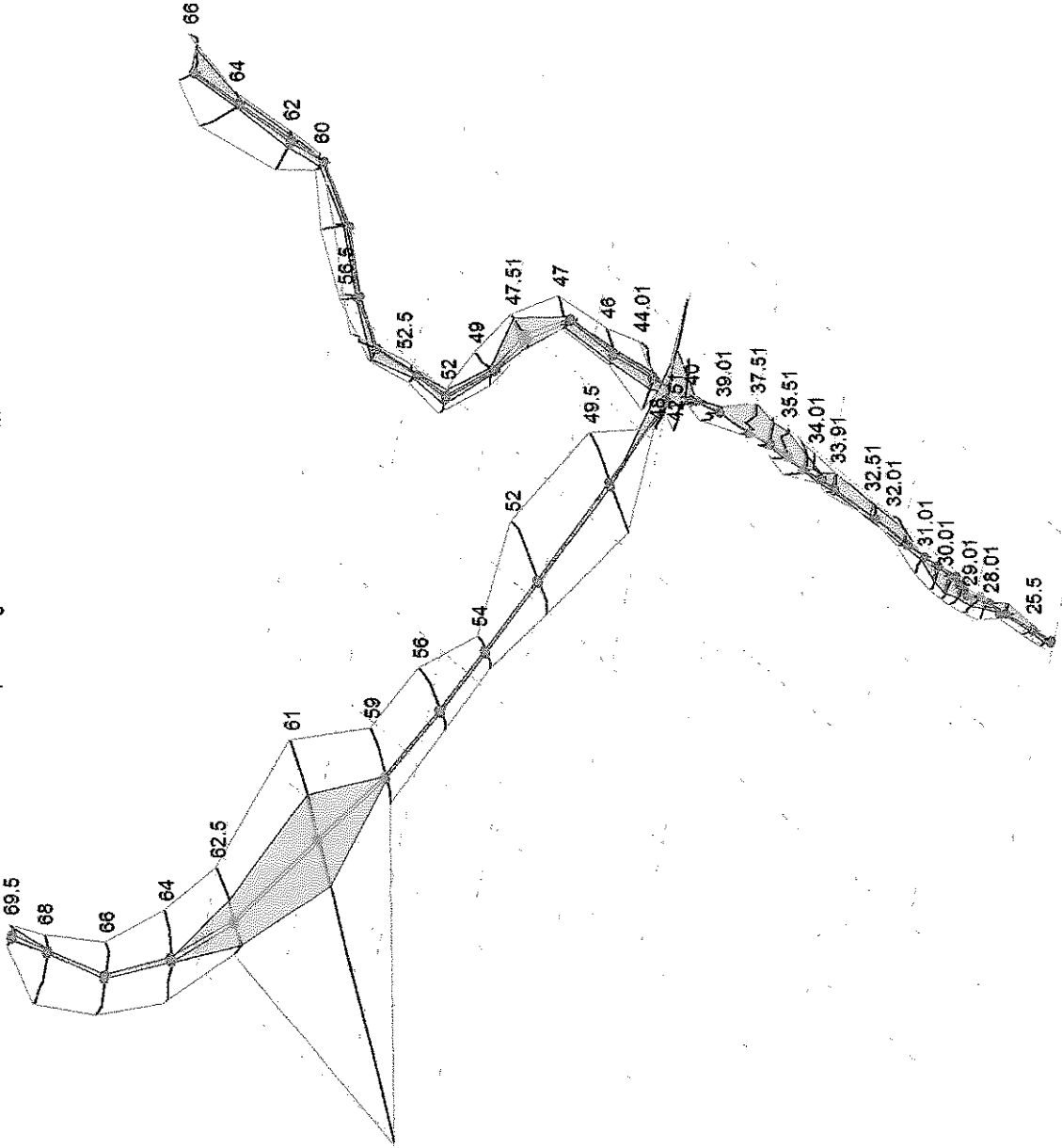


CÂMARA MUNICIPAL
RECEBIM
 20 DEZ. 2010
RECEBIM
 CASCAIS

natural1 Plan: Plan 02 30-06-2008

Geom: natural Flow: natural1 perfil longitudinal do escoamento

Legend	
	WS PF 1
	Ground
	Bank Sta



CÂMARA MUNICIPAL
REVISÃO
20 DEZ. 2010
REVISÃO
CASCAIS

HEC-RAS Plan: Plan 02 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev. (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev. (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
montante	66	PF 1	30.00	66.00	67.69	67.69	67.94	0.012681	2.85	13.92	26.85	0.71
montante	64	PF 1	30.00	64.00	65.45	65.91	66.96	0.050480	6.03	6.10	9.92	1.62
montante	62	PF 1	30.00	62.00	63.45	63.87	64.85	0.040745	5.67	6.67	13.33	1.52
montante	60	PF 1	30.00	60.00	61.86	62.38	63.59	0.060104	6.63	5.55	7.84	1.58
montante	57	PF 1	30.00	57.00	59.07	59.81	61.39	0.062434	7.28	4.75	4.45	1.64
montante	56.5	PF 1	30.00	56.50	57.72	58.21	59.28	0.048855	5.55	5.50	7.72	1.95
montante	54.5	PF 1	30.00	54.50	56.42	56.79	57.86	0.052042	6.30	6.65	13.62	1.48
montante	52.5	PF 1	30.00	52.50	54.35	54.97	56.19	0.047303	6.45	5.39	5.87	1.53
montante	52	PF 1	30.00	52.00	52.92	53.28	54.46	0.080901	6.69	6.15	15.89	2.25
montante	49	PF 1	30.00	49.00	50.72	51.25	52.27	0.037850	5.86	5.96	7.42	1.44
montante	47.51	PF 1	30.00	47.50	49.74	48.80	49.78	0.000444	1.02	38.85	36.16	0.23
montante	47	PF 1	30.00	47.00	49.21	49.21	49.68	0.009366	3.46	10.81	11.17	0.75
montante	46	PF 1	30.00	46.00	47.38	47.78	48.85	0.042808	5.73	6.55	14.76	1.73
montante	44.01	PF 1	30.00	44.00	45.38	45.80	47.15	0.064245	6.58	6.23	16.85	1.81
montante	42.51	PF 1	30.00	42.50	44.20	44.45	45.57	0.030865	5.92	6.29	6.96	1.46
lateral gárfanh	69.5	PF 1	3.33	69.50	70.20	70.20	70.36	0.010691	1.92	2.10	6.32	0.75
lateral gárfanh	68	PF 1	3.33	68.00	68.32	68.74	69.78	0.204420	5.35	0.62	2.03	3.08
lateral gárfanh	66	PF 1	3.33	66.00	66.49	66.61	67.07	0.052138	3.37	0.99	2.10	1.57
lateral gárfanh	64	PF 1	3.33	64.00	64.33	64.61	65.00	0.081476	3.63	0.92	2.83	2.04
lateral gárfanh	62.5	PF 1	3.33	62.50	63.03	63.11	63.37	0.031503	2.75	1.83	27.18	1.23
lateral gárfanh	61	PF 1	3.33	61.00	61.52	61.58	61.87	0.033731	2.80	2.06	54.54	1.27
lateral gárfanh	59	PF 1	3.33	59.00	59.44	59.61	60.17	0.072385	3.77	0.88	2.06	1.85
lateral gárfanh	56	PF 1	3.33	56.00	56.36	56.61	57.46	0.132104	4.63	0.72	2.05	2.49
lateral gárfanh	54	PF 1	3.33	54.00	54.46	54.64	55.12	0.062973	3.60	0.93	2.09	1.72
lateral gárfanh	52	PF 1	3.33	52.00	52.45	52.59	53.15	0.068596	3.70	0.90	2.06	1.80
lateral gárfanh	49.5	PF 1	3.33	49.50	49.86	50.07	50.40	0.060671	3.26	1.02	2.94	1.77
lateral gárfanh	48	PF 1	3.33	48.00	48.40	48.46	48.64	0.034946	2.65	2.37	33.53	1.36
lateral gárfanh	40	PF 1	33.33	40.00	41.75	42.65	45.35	0.127353	8.68	4.22	5.19	2.14
central	39.01	PF 1	33.33	39.00	40.00	40.30	41.07	0.073743	5.50	7.36	17.00	1.80
central	37.51	PF 1	33.33	37.50	38.57	38.60	38.78	0.015750	2.81	17.58	51.48	0.86
central	36.51	PF 1	33.33	36.00	37.16	37.36	38.00	0.027811	4.89	12.38	55.90	1.45
central	35.51	PF 1	33.33	35.50	37.02	37.03	37.32	0.007513	3.02	16.20	27.27	0.78
central	35.01	PF 1	33.33	35.00	35.97	36.13	36.55	0.069848	4.58	10.25	39.37	1.53
central	34.01	PF 1	33.33	34.00	35.41	35.37	35.63	0.008082	2.72	16.75	26.98	0.74
central	33.91	PF 1	33.33	34.00	35.14	35.14	35.31	0.009642	2.67	19.89	49.59	0.81



HEC-RAS Plan: Plan 02 Profile: PF 1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch.El (m)	W.S. Elev. (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev. (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
central	32.51	PF 1	33.33	32.50	34.22	33.96	34.30	0.002306	1.65	29.45	42.69	0.40
central	32.01	PF 1	33.33	32.00	33.70	33.70	33.97	0.006606	2.88	15.79	33.09	0.71
central	31.01	PF 1	33.33	31.00	32.80	32.95	33.49	0.021328	4.19	9.42	11.52	1.01
central	30.51	PF 1	33.33	30.50	31.80	32.01	32.56	0.044460	5.13	11.13	42.51	1.46
central	30.01	PF 1	33.33	30.00	31.84	31.79	31.99	0.006250	2.67	21.99	47.34	0.64
central	29.51	PF 1	33.33	29.50	31.55	31.55	31.76	0.011873	2.56	17.48	36.24	0.58
central	29.01	PF 1	33.33	28.76	31.32	30.60	31.37	0.001265	1.00	32.66	32.28	0.20
central	28.01	PF 1	33.33	28.00	30.80	30.80	31.25	0.017279	3.50	11.77	16.87	0.68
central	27.5	PF 1	33.33	27.25	29.07	29.30	30.14	0.059497	5.64	9.15	31.97	1.36
central	26.5	PF 1	33.33	26.00	27.50	27.71	28.21	0.023061	4.66	10.44	20.51	1.25
central	25	PF 1	33.33	25.00	27.00	26.58	27.27	0.003181	2.47	15.98	12.87	0.56



natural1 Plan: Plan 02 30-06-2008

Geom: natural Flow: natural1 perfil longitudinal do escoamento

80

70

60

50

40

30

20

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

600

800

1000

1200

1400

1400

1200

1000

800

600

400

200

0

0

200

400

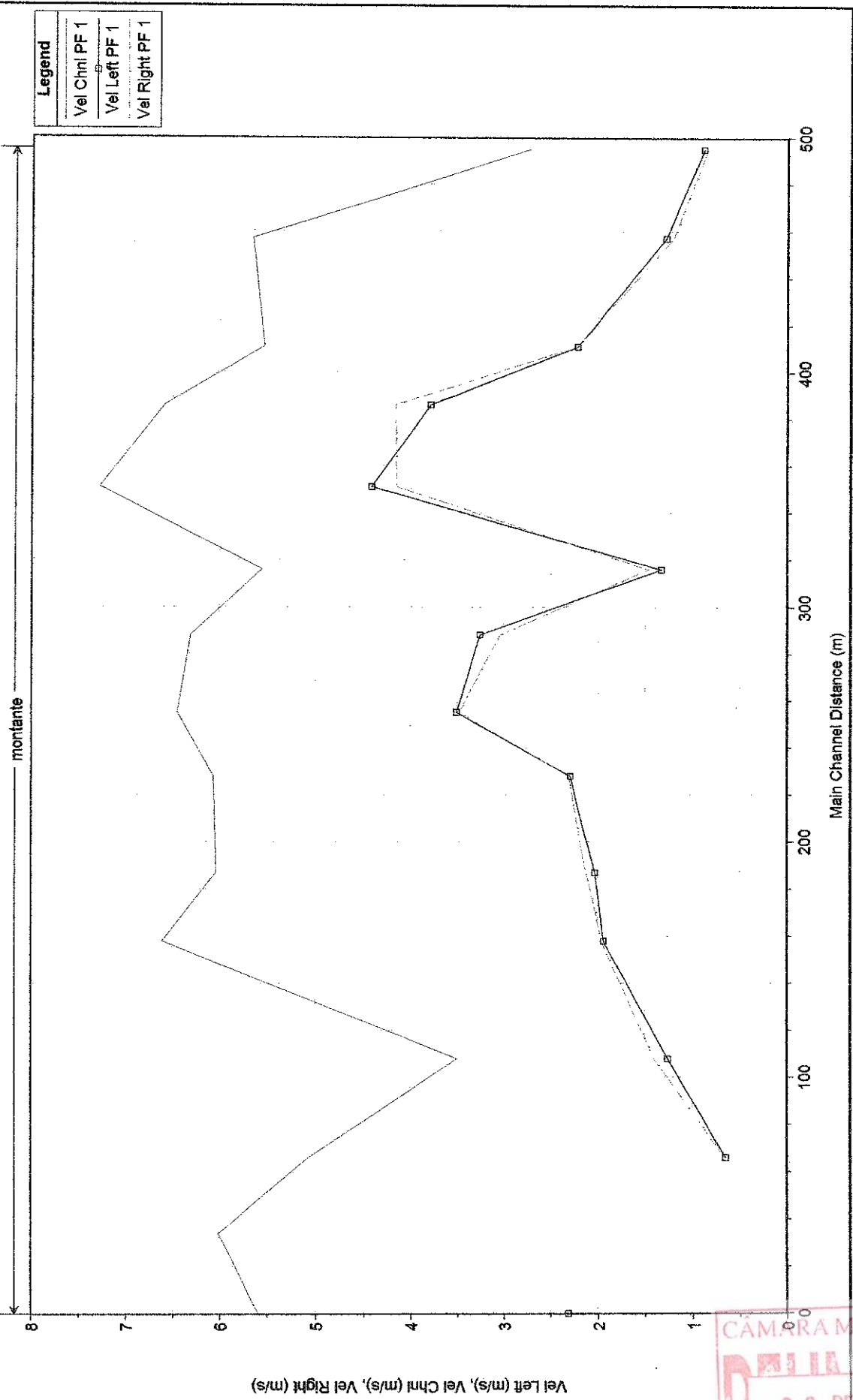
600

800

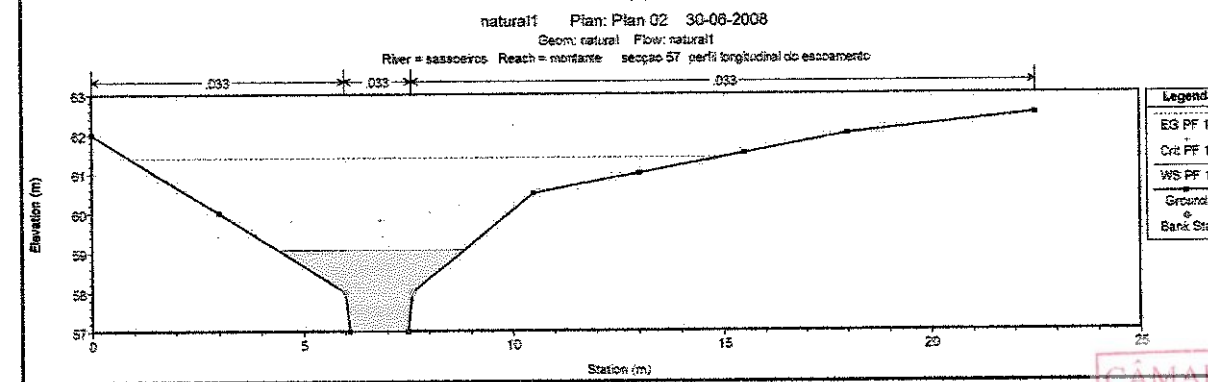
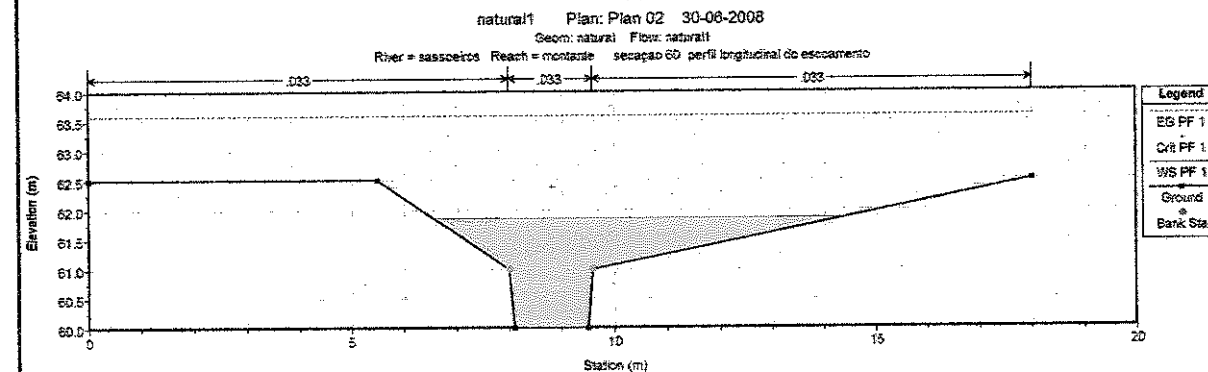
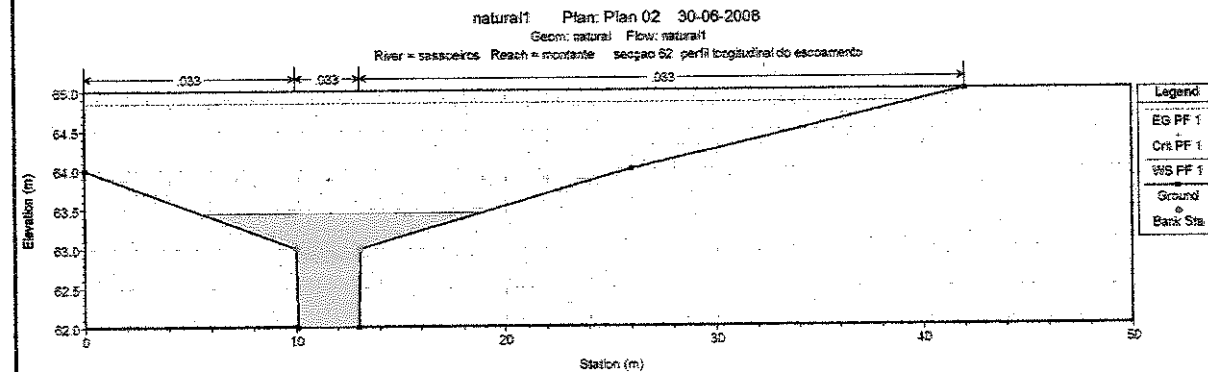
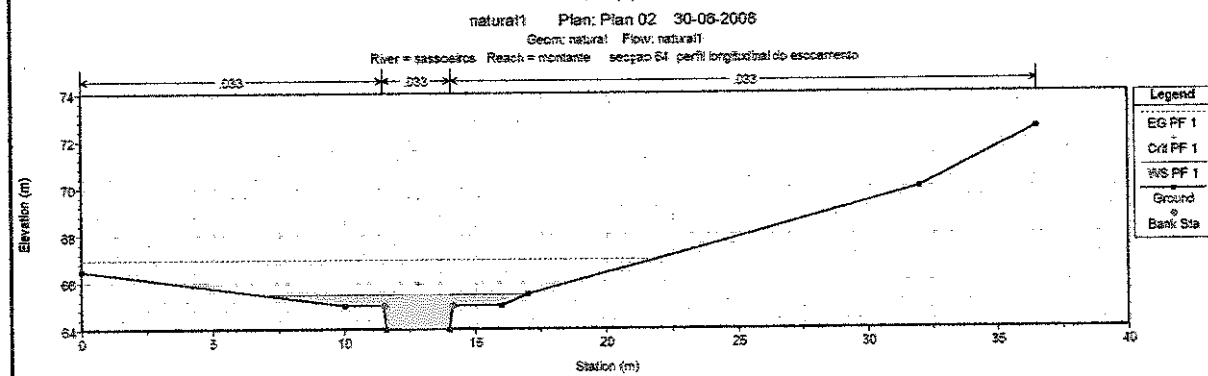
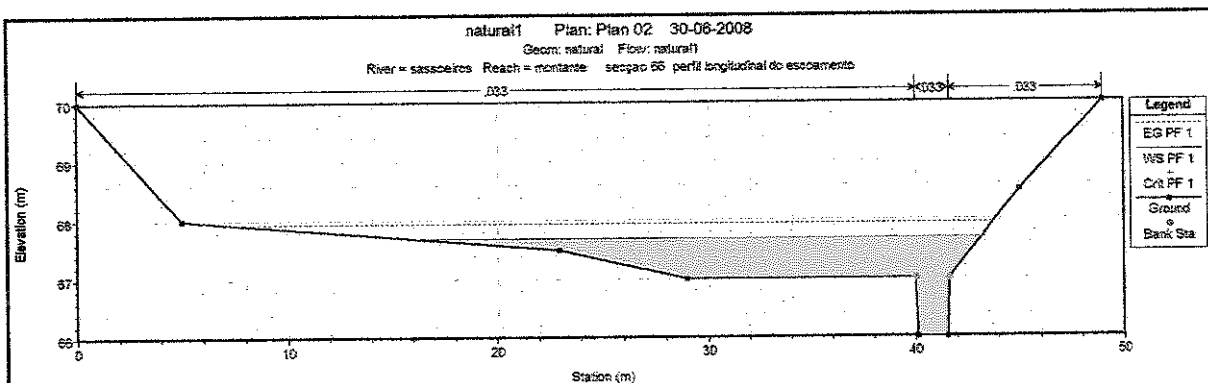
1000

1200

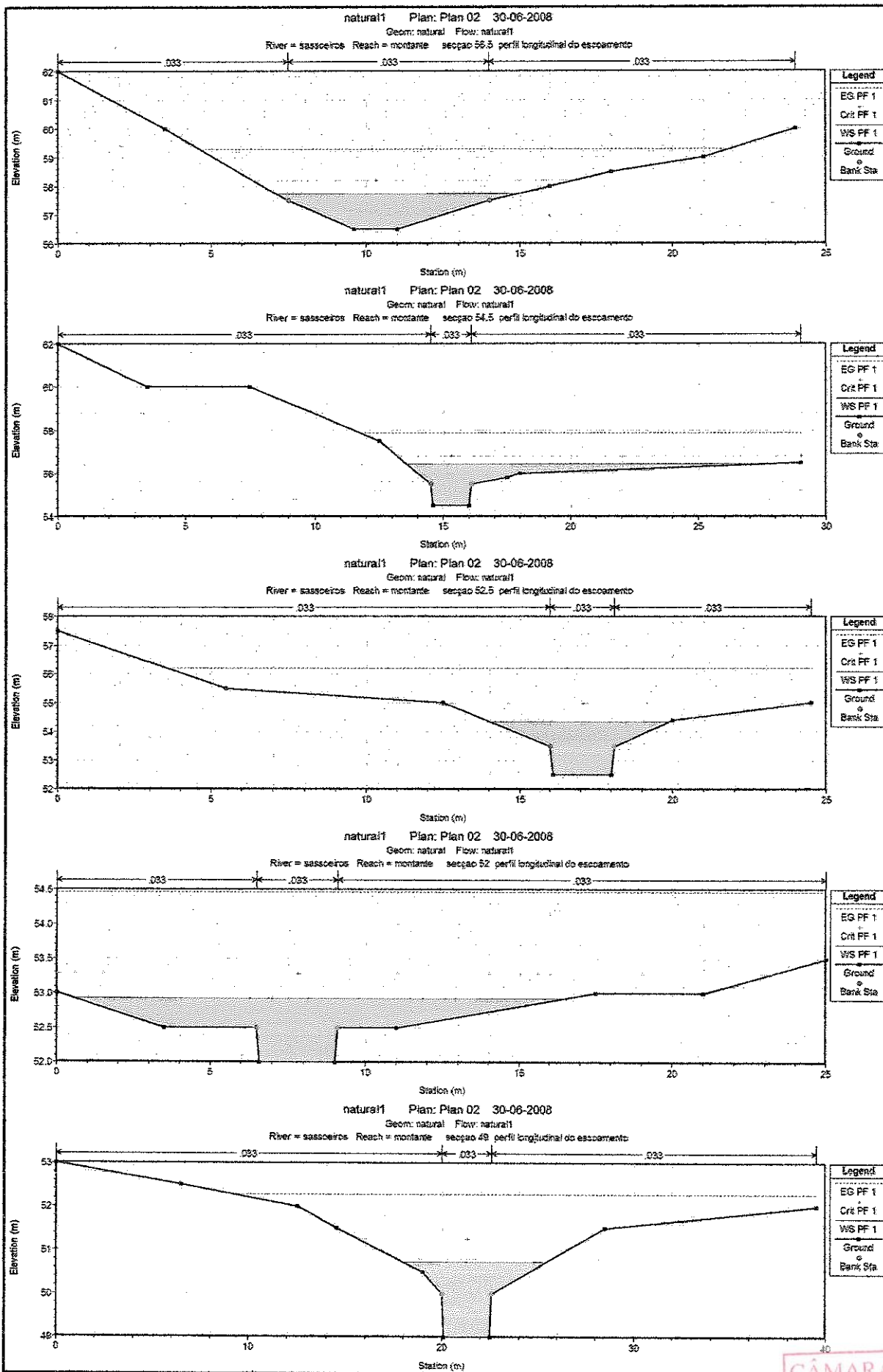
transformado Plan: Plan 03 30-06-2008
 Geom: transformado Flow: natural1 perfil longitudinal do escoamento

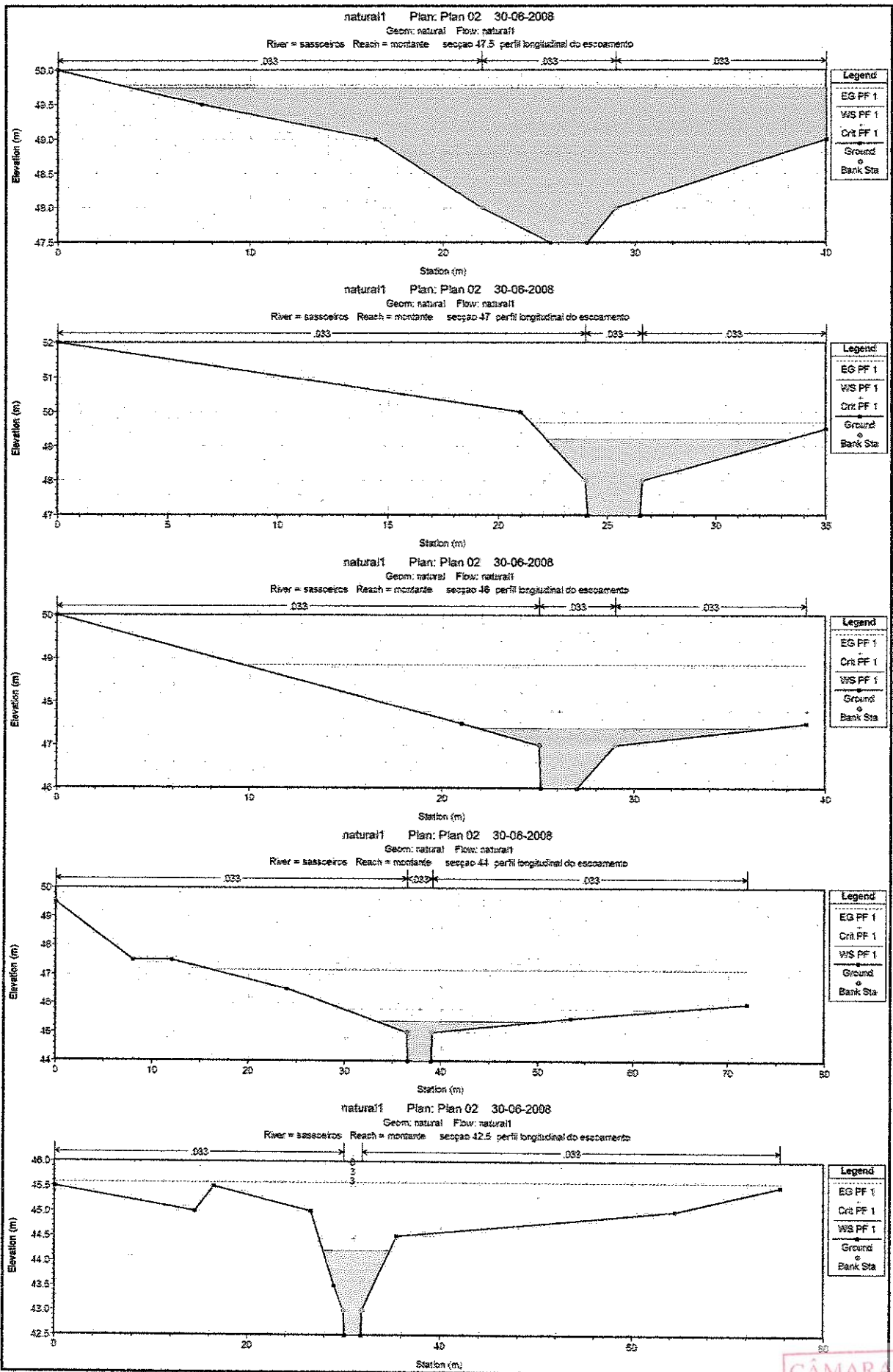


CÂMARA MUNICIPAL
 REVISÃO
 20 DEZ. 2010
 CASCAIS



CÂMARA MUNICIPAL
REVISÃO
20 DEZ. 2010
REVISÃO
CASCAIS





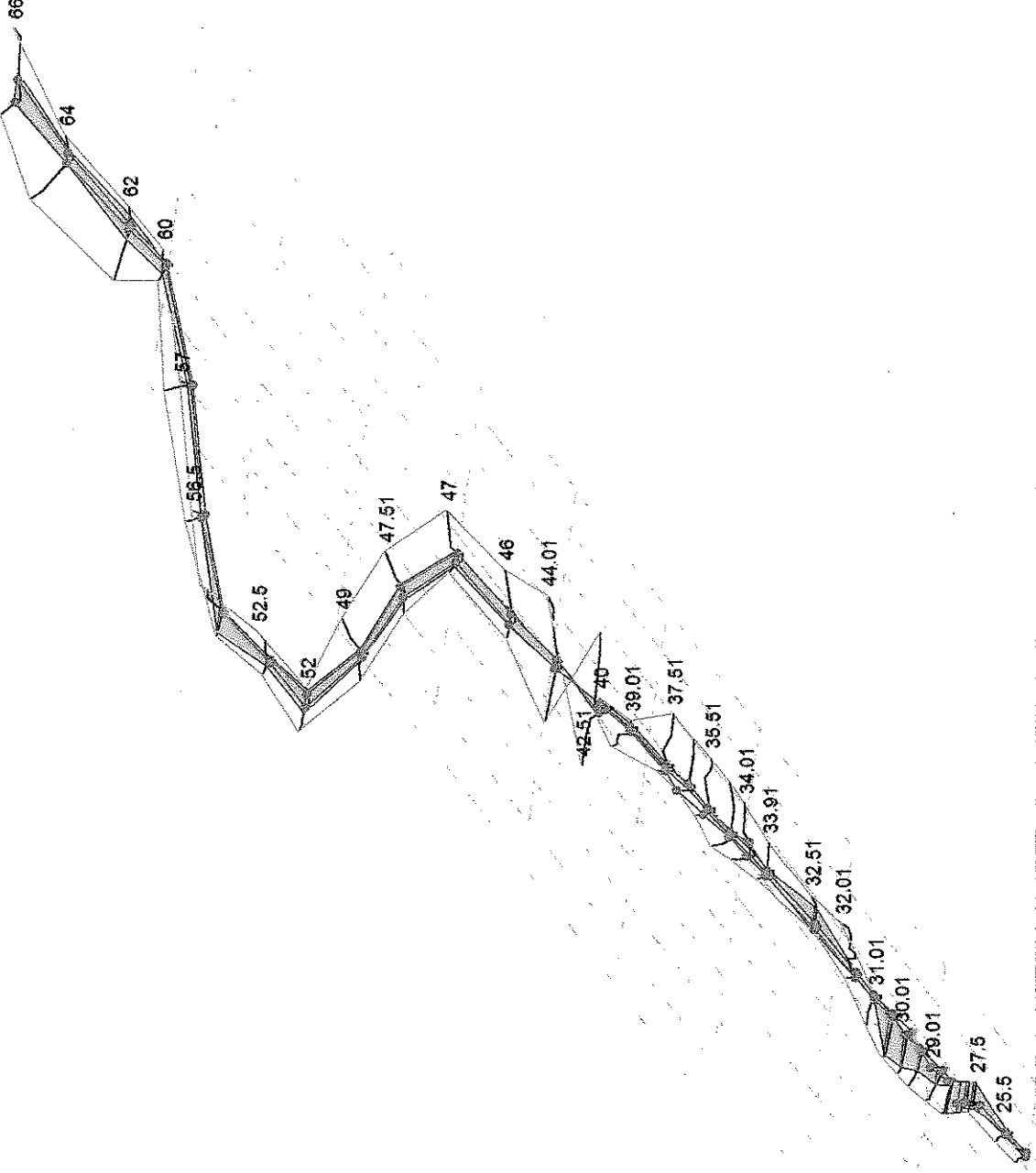
CÂMARA MUNICIPAL
 REVISÃO
 20 DEZ. 2010
 REVISÃO
 CASCAIS

C. M. CASCAIS
«Denominação do Projecto»
Memória Descritiva**ANEXO IV****PARÂMETROS DE ESCOAMENTO.**
SITUAÇÃO TRANSFORMADA

Designação do Perfil	Cota Topográfica de referência
P29	66.00
P26	60.50
P24	56.00
P22	52.50
P21	50.25
P19- (Ponto W confluência)	44.00
P19.1-afluente	48.00
P19.5	55.00
P19.10	67.00
P10	32.25
P09. (Ponto X. Muro propriedade)	31.40
P08	31.00
P04	28.50
Ponto Z (.Passagem Av Sá Carneiro)	28.00
P03	27.00
P01 (montante rotunda Carcavelos)	25.50

transformado Plan: Plan 03 30-06-2008
Geom: transformado Flow: natural1 perfil longitudinal do escoamento

Legend	
	WS PF 1
	Ground
	Bank Sta



CÂMARA MUNICIPAL
REVISÃO
20 DEZ. 2010
REVISÃO
CASCAIS

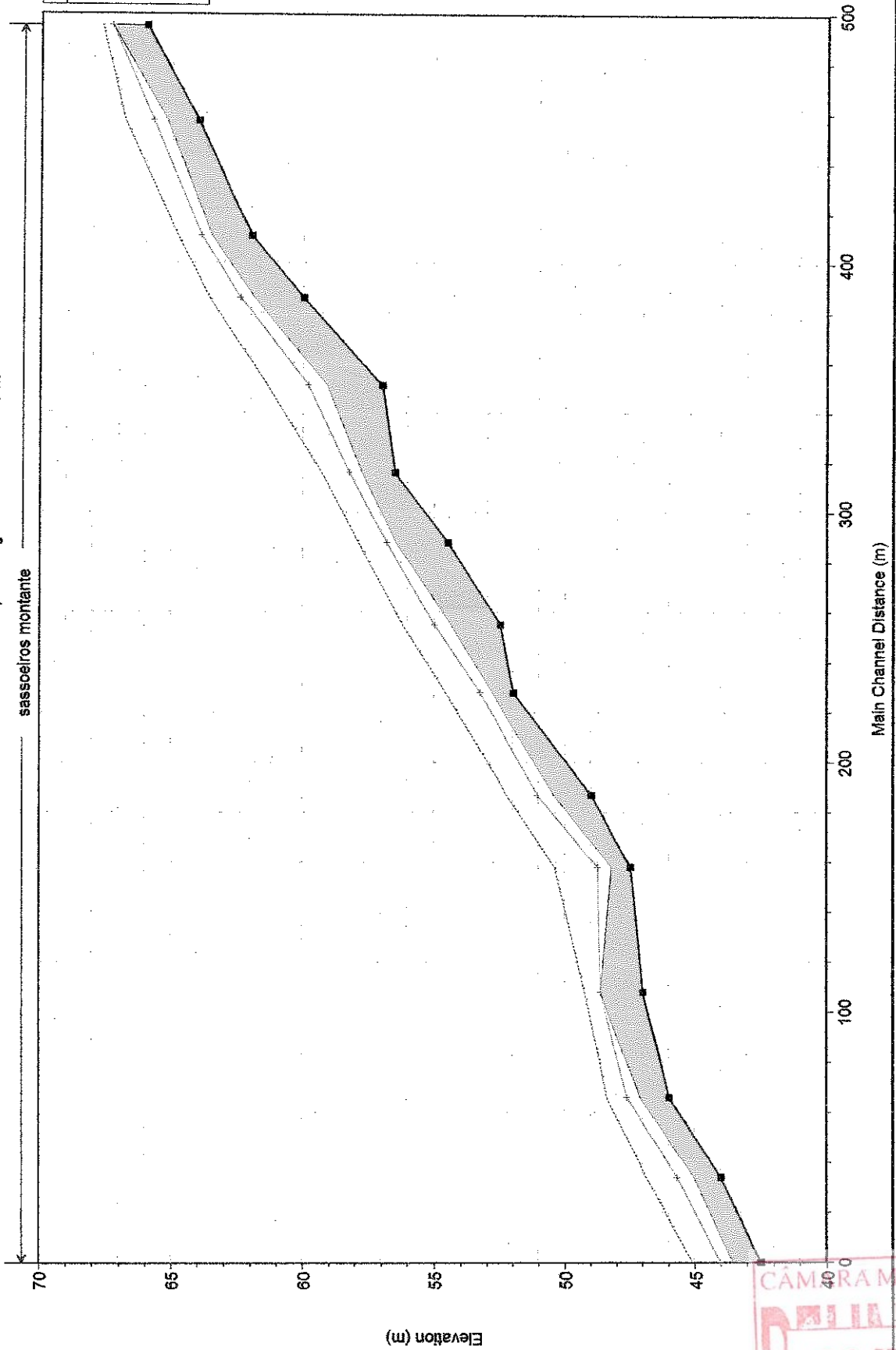
HEC-RAS Plan: Plan 03 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
montante	66	PF 1	30.00	66.00	67.30	67.30	67.67	0.010889	2.72	11.47	16.92	0.94
montante	64	PF 1	30.00	64.00	65.18	65.71	66.80	0.048208	5.65	5.41	7.55	1.92
montante	62	PF 1	30.00	62.00	63.46	63.87	64.78	0.038143	5.53	6.89	13.70	1.48
montante	60	PF 1	30.00	60.00	61.86	62.38	63.57	0.059100	6.58	5.59	7.87	1.57
montante	57	PF 1	30.00	57.00	59.07	59.81	61.39	0.062338	7.28	4.75	4.45	1.64
montante	56.5	PF 1	30.00	56.50	57.72	58.21	59.28	0.048855	5.55	5.50	7.72	1.95
montante	54.5	PF 1	30.00	54.50	56.42	56.79	57.86	0.052055	6.30	6.65	13.62	1.48
montante	52.5	PF 1	30.00	52.50	54.35	54.97	56.19	0.047306	6.45	5.39	5.87	1.53
montante	52	PF 1	30.00	52.00	52.79	53.24	54.56	0.077410	6.06	5.46	13.26	2.46
montante	49	PF 1	30.00	49.00	50.41	51.03	52.21	0.043812	6.03	5.24	6.04	1.75
montante	47.51	PF 1	30.00	47.50	48.19	48.74	50.37	0.095029	6.60	4.76	10.19	2.64
montante	47	PF 1	30.00	47.00	48.62	48.62	49.22	0.010710	3.50	9.20	8.46	0.88
montante	46	PF 1	30.00	46.00	47.08	47.59	48.38	0.037223	5.07	5.98	7.84	1.63
montante	44.01	PF 1	30.00	44.00	45.00	45.64	46.84	0.060469	6.00	5.00	5.10	1.94
montante	42.51	PF 1	30.00	42.50	43.52	44.01	45.08	0.040763	5.59	5.55	6.34	1.77
central	40	PF 1	33.33	40.00	40.94	42.01	44.84	0.149103	8.76	3.81	4.11	2.90
central	39.01	PF 1	33.33	38.25	39.13	39.87	40.87	0.059976	5.84	5.71	6.53	1.99
central	37.51	PF 1	33.33	37.00	38.08	38.11	38.67	0.015173	3.41	9.76	9.07	1.05
central	36.51	PF 1	33.33	35.80	36.81	37.25	37.90	0.030381	4.62	7.23	8.20	1.57
central	35.51	PF 1	33.33	35.00	36.35	36.40	37.04	0.014749	3.70	9.15	7.56	1.02
central	35.01	PF 1	33.33	34.50	35.75	35.81	36.47	0.017161	3.78	8.82	7.17	1.09
central	34.01	PF 1	33.33	33.50	34.34	34.84	35.57	0.042596	4.93	6.77	6.14	1.72
central	33.91	PF 1	33.33	33.00	34.20	34.20	34.80	0.014094	3.43	9.71	8.16	1.01
central	32.51	PF 1	33.33	32.00	33.66	33.19	33.88	0.003116	2.12	19.14	33.62	0.53
central	32.01	PF 1	33.33	31.50	32.78	32.76	33.37	0.012101	3.40	9.87	8.24	0.96
central	31.01	PF 1	33.33	31.00	32.30	32.30	32.88	0.012545	3.39	9.98	9.20	0.97
central	30.51	PF 1	33.33	29.70	32.16	31.94	32.22	0.001706	1.49	35.43	61.34	0.31
central	30.01	PF 1	33.33	30.00	31.92	31.92	32.12	0.004312	2.50	23.03	52.16	0.58
central	29.51	PF 1	33.33	29.50	31.33	31.52	31.89	0.014183	3.64	12.96	34.43	0.87
central	29.01	PF 1	33.33	28.78	30.88	30.47	31.00	0.002623	1.80	23.37	25.64	0.40
central	28.01	PF 1	33.33	28.00	30.09	30.09	30.81	0.013822	3.83	9.21	6.96	0.85
central	27.9	Culvert										
central	27.5	PF 1	33.33	27.25	29.43	29.43	29.67	0.005510	2.67	18.89	31.23	0.58
central	25.5	PF 1	33.33	25.50	27.10	27.70	28.89	0.043576	6.08	6.11	8.55	1.57
central	25	PF 1	33.33	25.00	26.16	26.58	27.47	0.029350	5.16	6.85	7.88	1.55

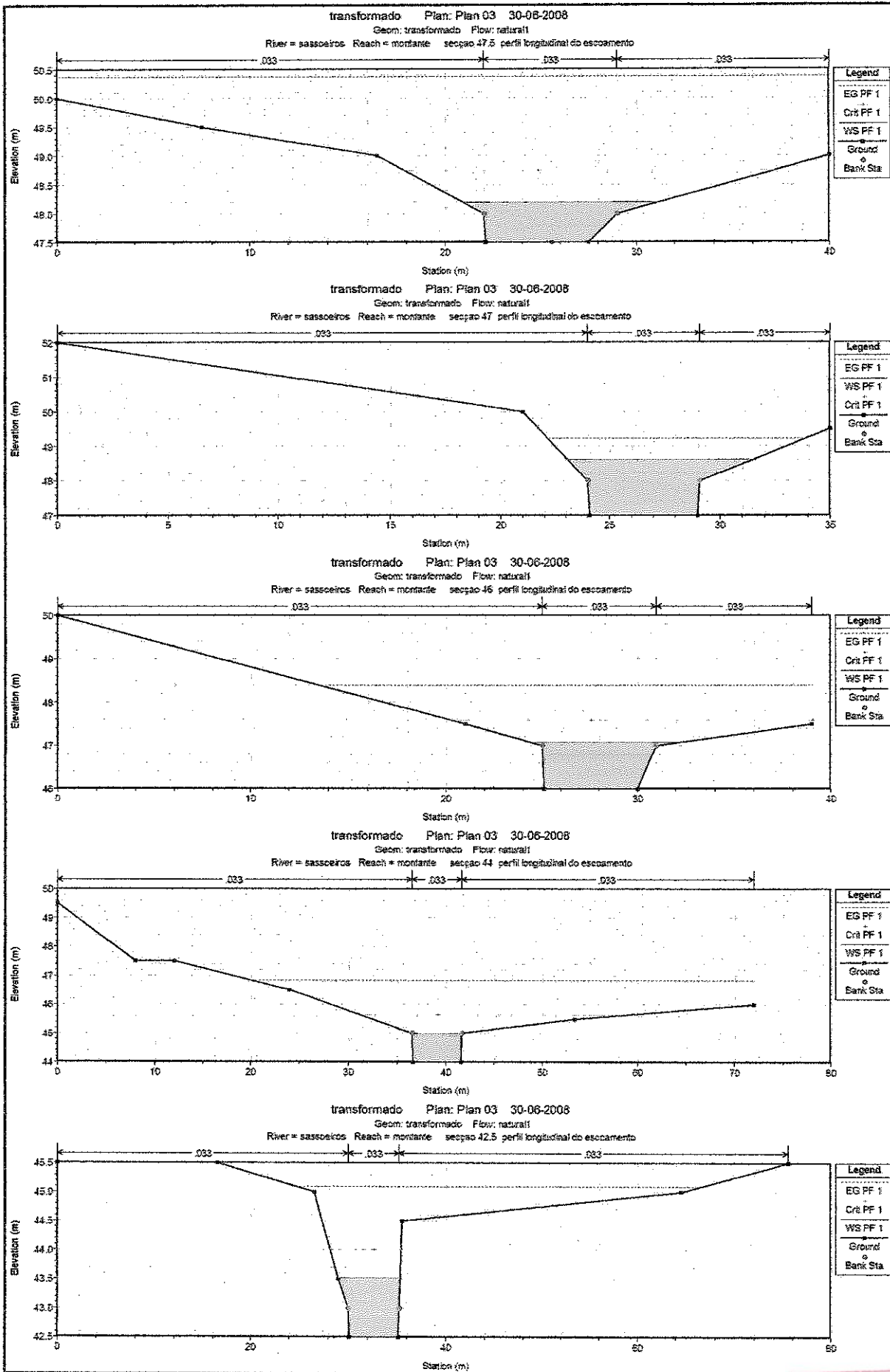


transformado Plan: Plan 03 30-06-2008
 Geom: natural1 Flow: natural1 perfil longitudinal do escoamento
 sassoeiros montante

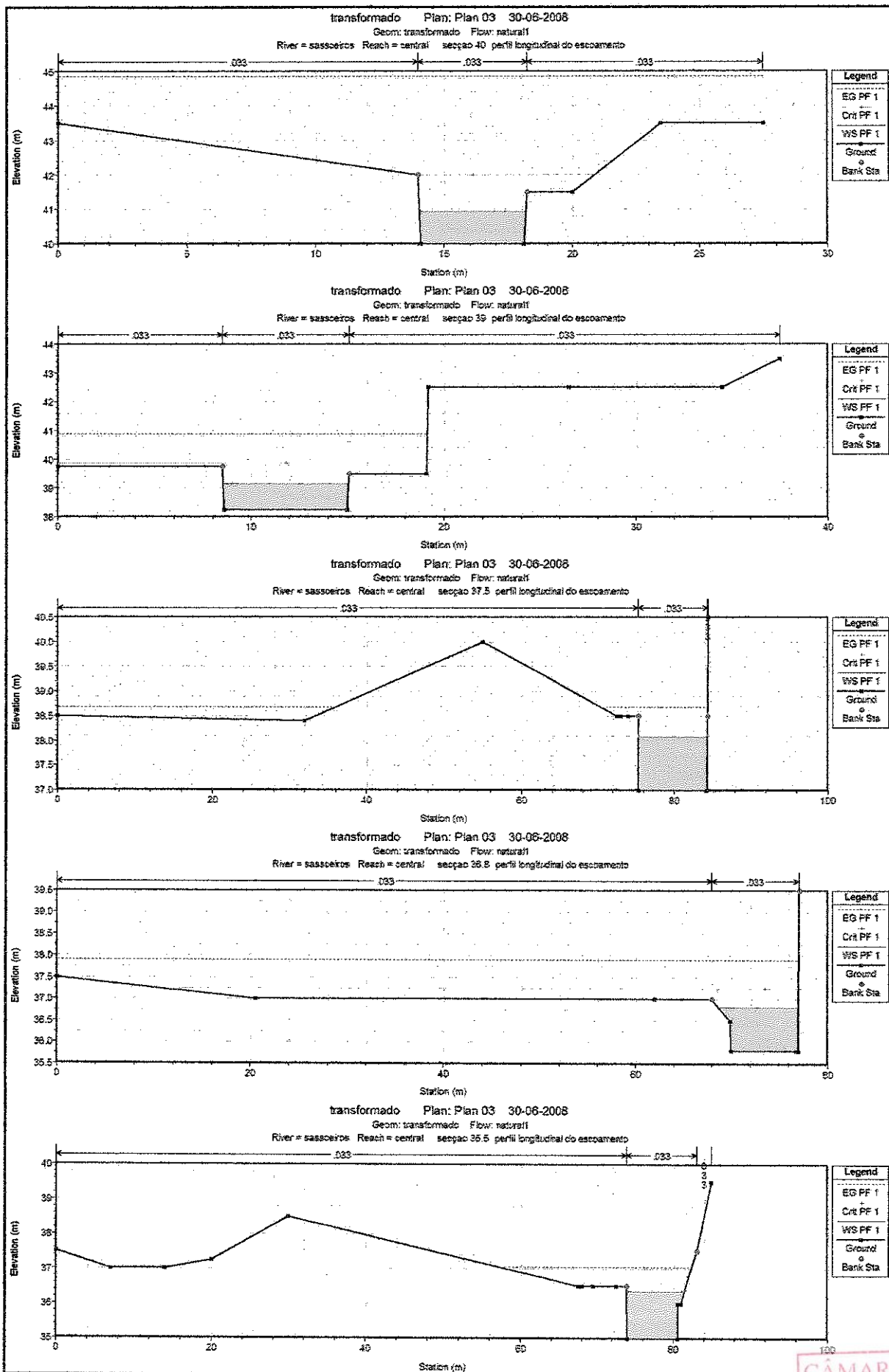
Legend	
EG PF 1	—
Crit PF 1	- - -
WS PF 1	—
Ground	■



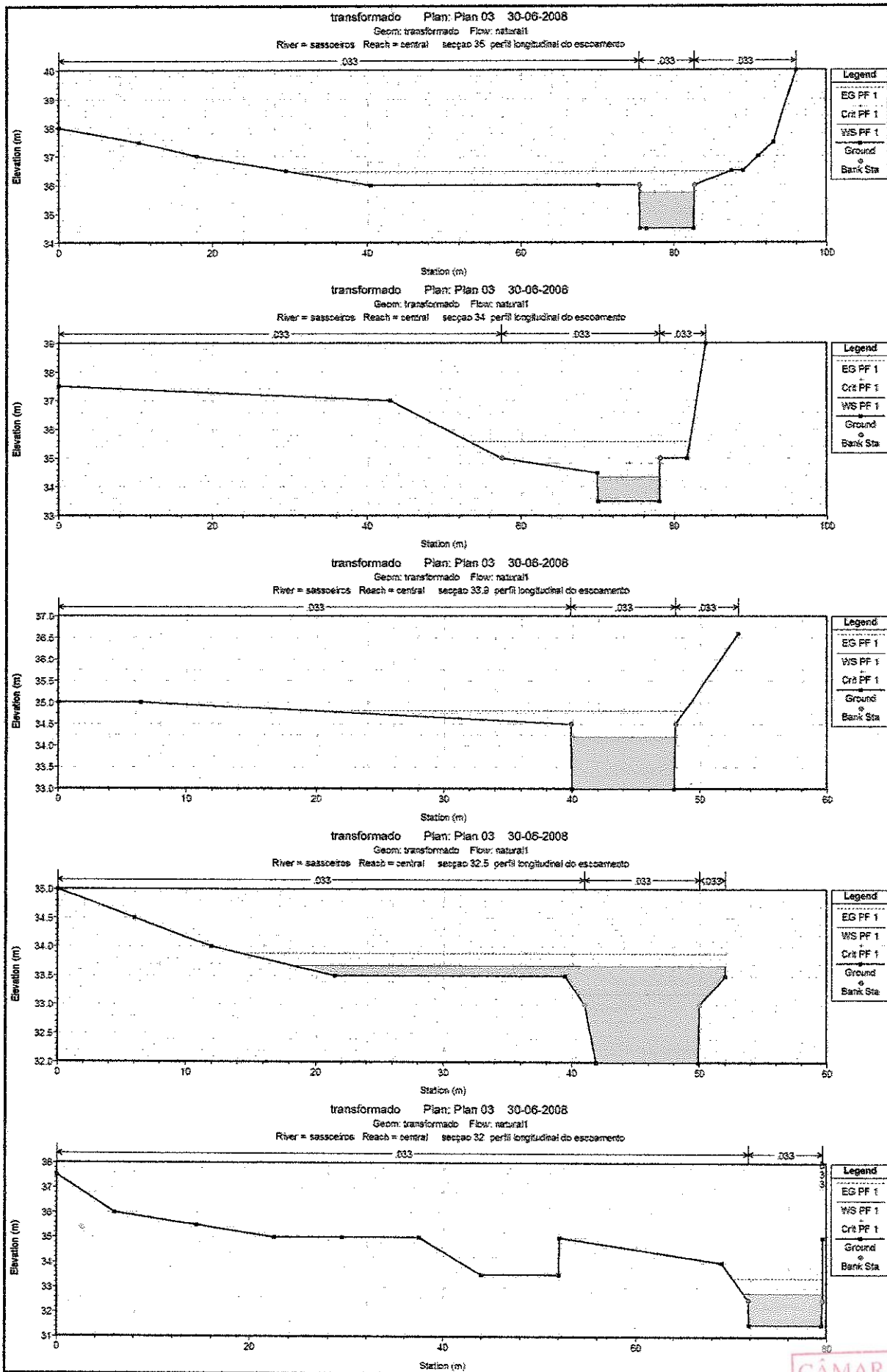
CÂMARA MUNICIPAL
 REVISÃO
 20 DEZ. 2010
 CASCAIS



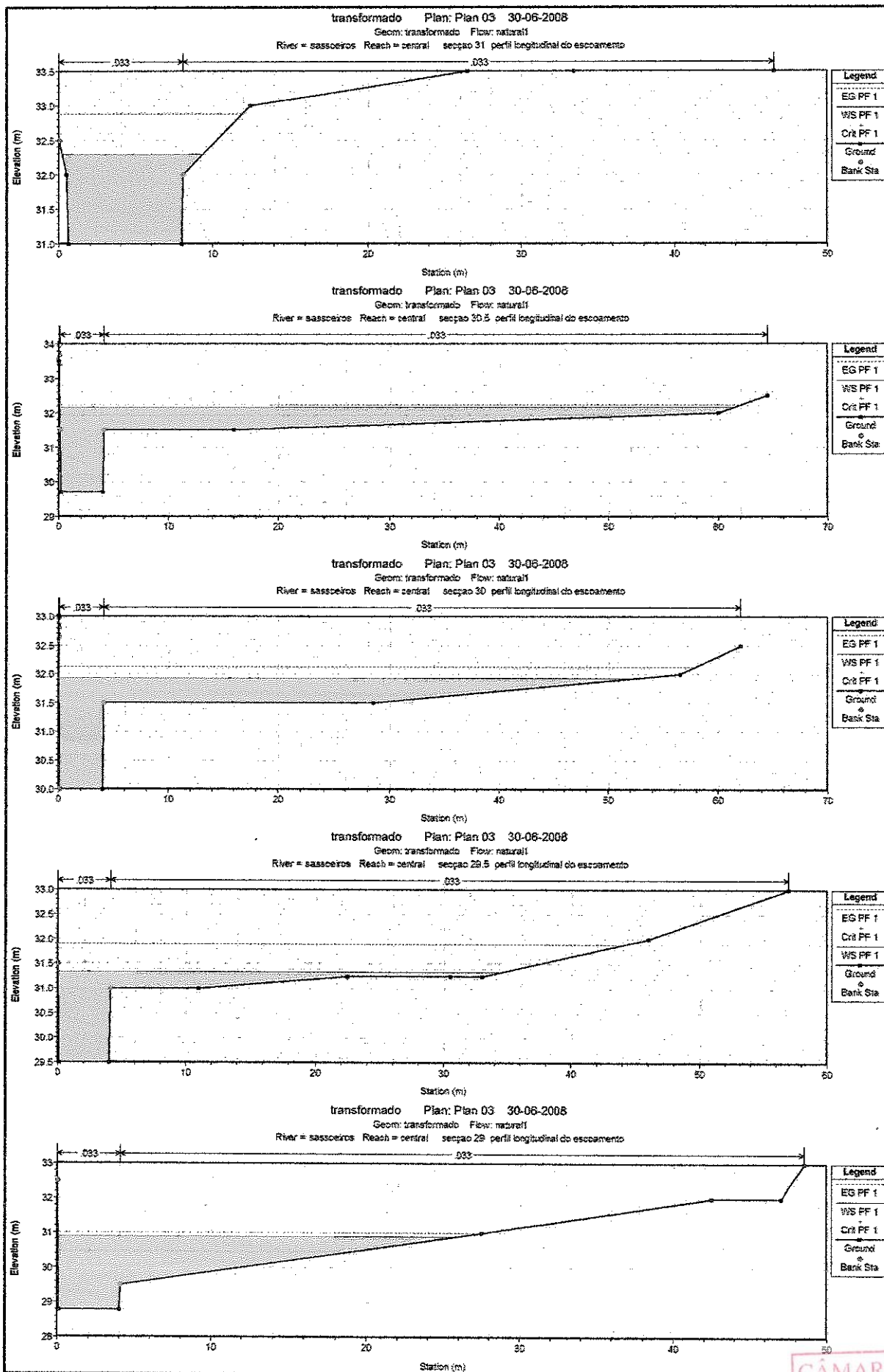
CÂMARA MUNICIPAL
REVISÃO
 20 DEZ. 2010
REVISÃO
 CASCAIS



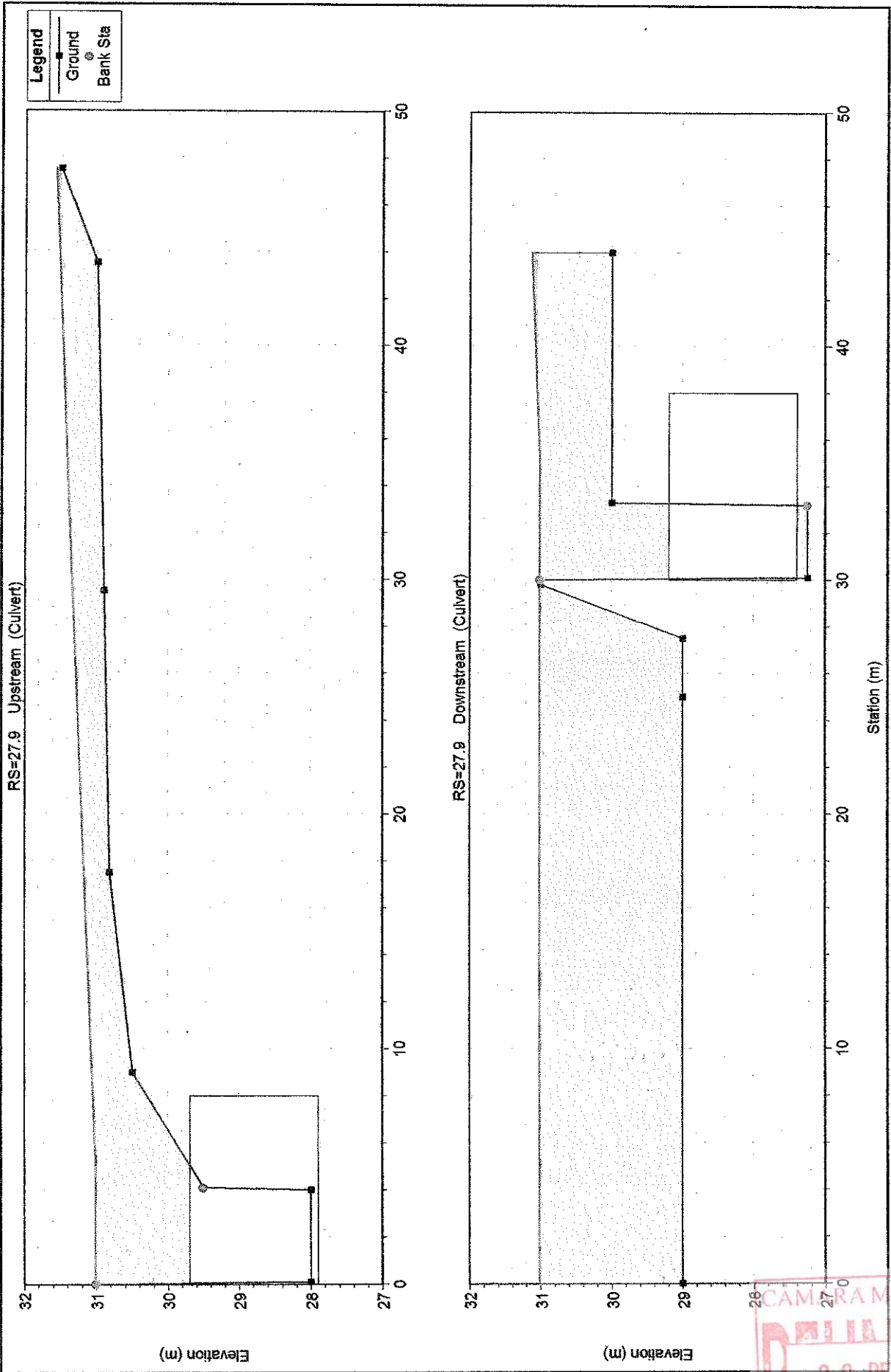
CÂMARA MUNICIPAL
 REVISÃO
 20 DEZ. 2010
 REVISÃO
 CASCAIS



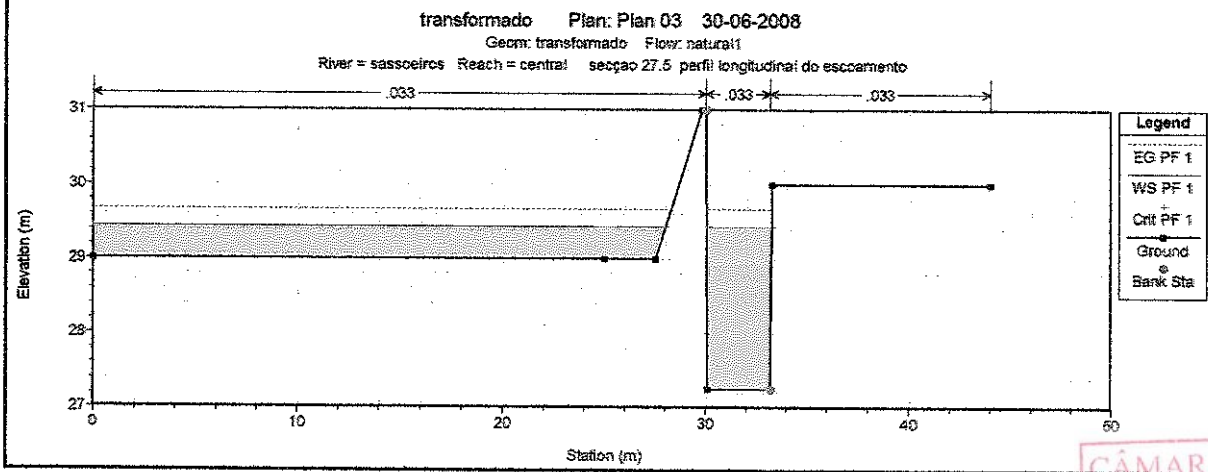
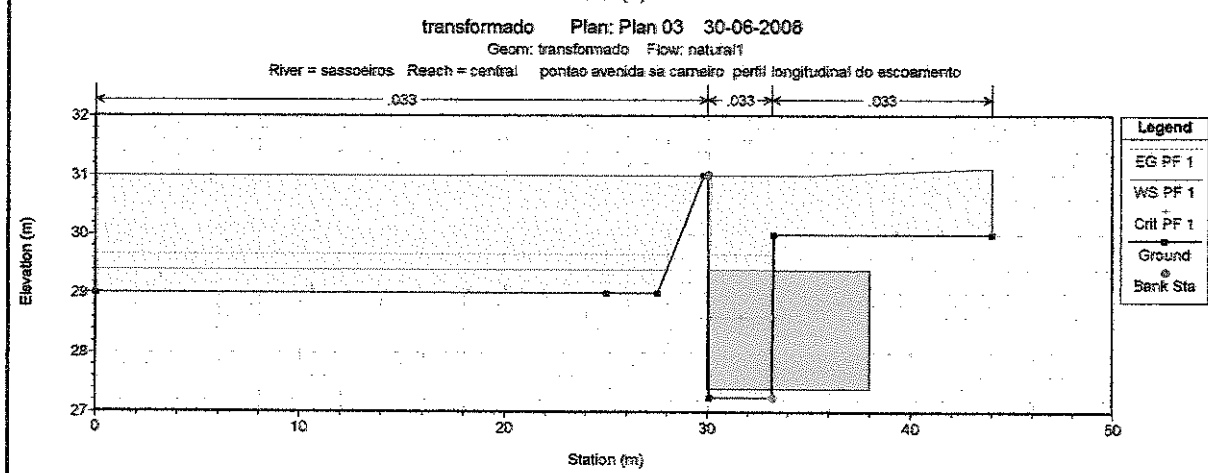
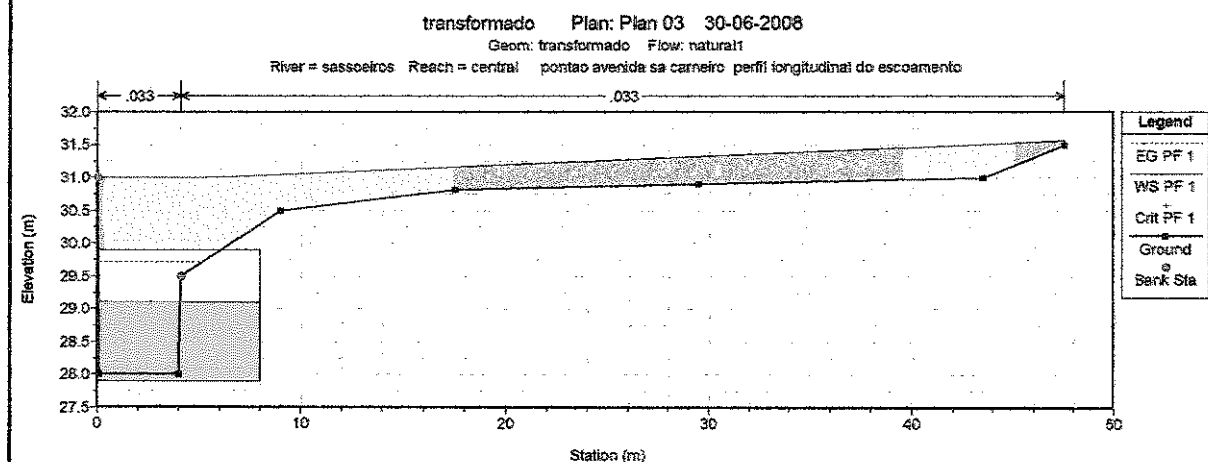
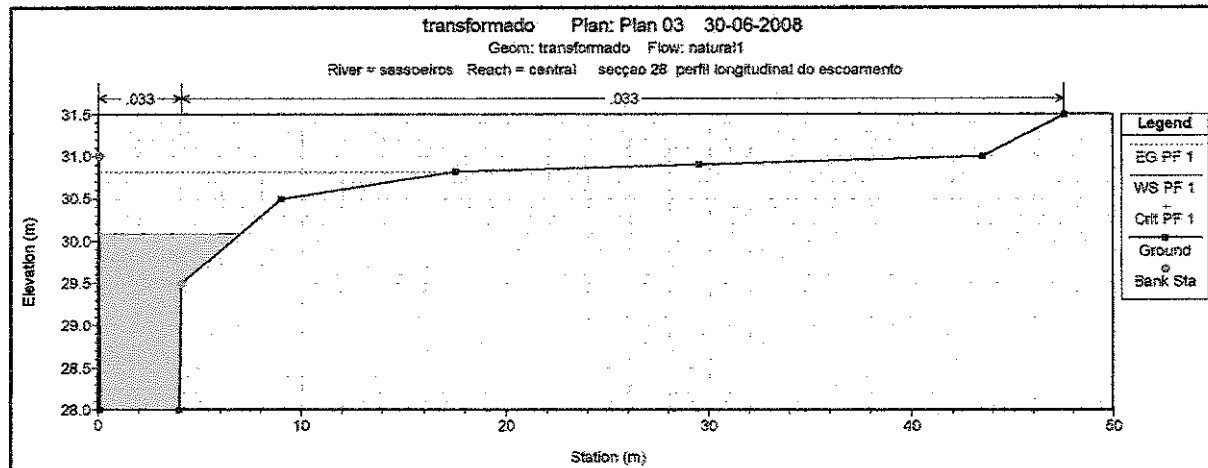
CÂMARA MUNICIPAL
REVISÃO
 20 DEZ. 2010
REVISÃO
 CASCAIS



CÂMARA MUNICIPAL
REVISÃO
 20 DEZ. 2010
REVISÃO
 CASCAIS



CÂMARA MUNICIPAL
REVISÃO
 20 DEZ. 2010
 CASCAIS

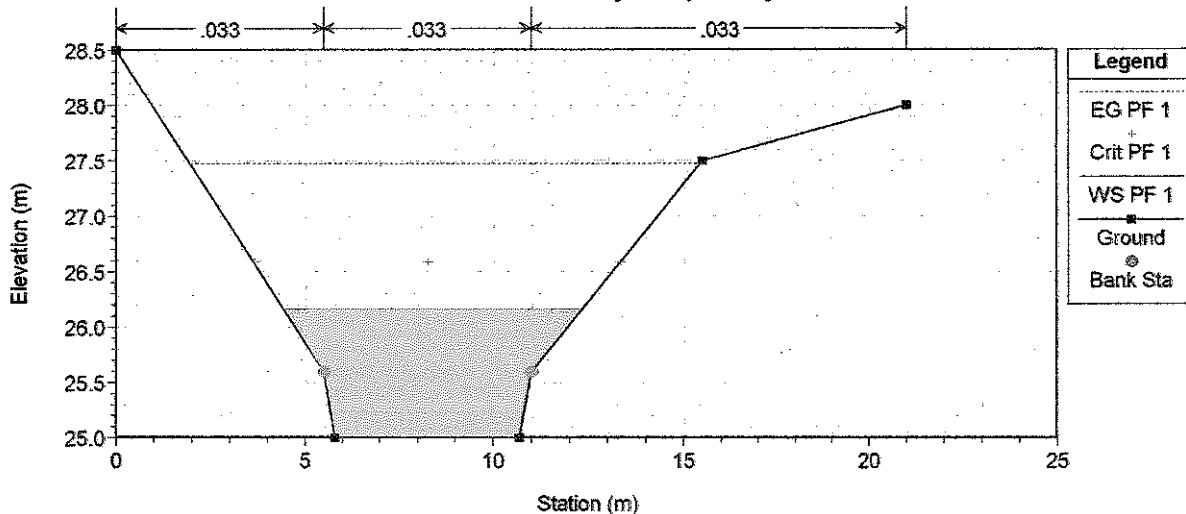


CÂMARA MUNICIPAL
 REVISÃO
 20 DEZ. 2010
 REVISÃO
 CASCAIS

transformado Plan: Plan 03 30-06-2008

Geom: transformado Flow: natural1

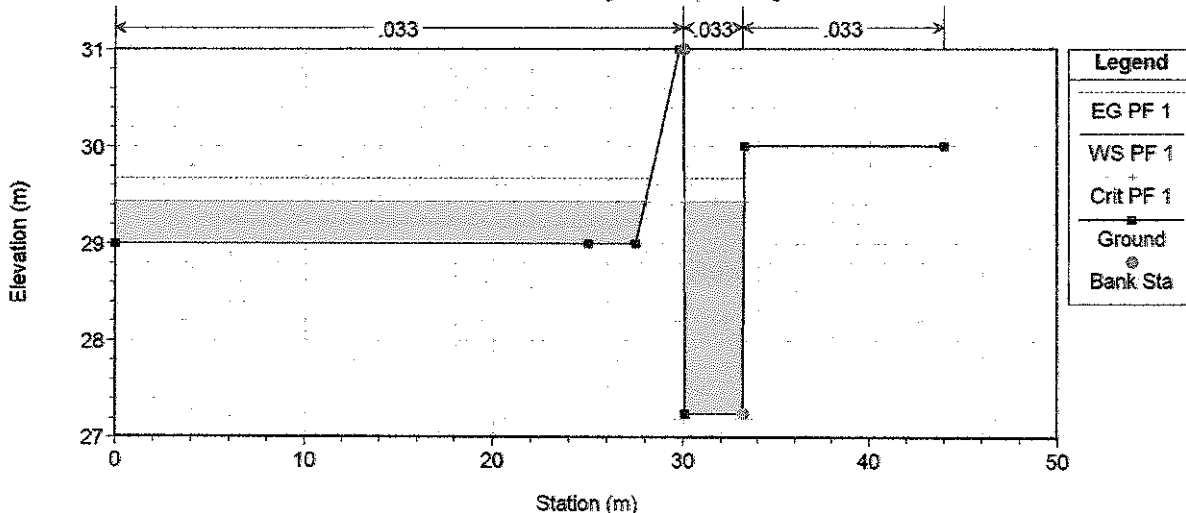
River = sassoeiros Reach = central secção 25 perfil longitudinal do escoamento



transformado Plan: Plan 03 30-06-2008

Geom: transformado Flow: natural1

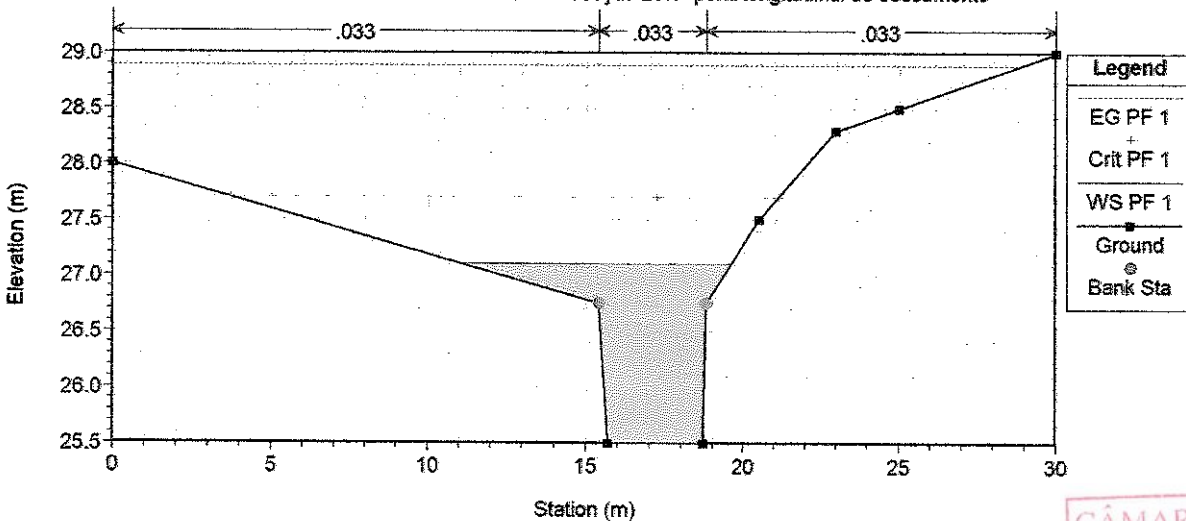
River = sassoeiros Reach = central secção 27.5 perfil longitudinal do escoamento



transformado Plan: Plan 03 30-06-2008

Geom: transformado Flow: natural1

River = sassoeiros Reach = central secção 25.5 perfil longitudinal do escoamento



CÂMARA MUNICIPAL
REVISÃO
20 DEZ. 2010
CASCAIS