

# Remodelação da Rede de Colectores do Sistema de Saneamento de Alcanena

(ARH Tejo, C.M. ALCANENA e AUSTRA)

Lisboa, 09 de Dezembro de 2011



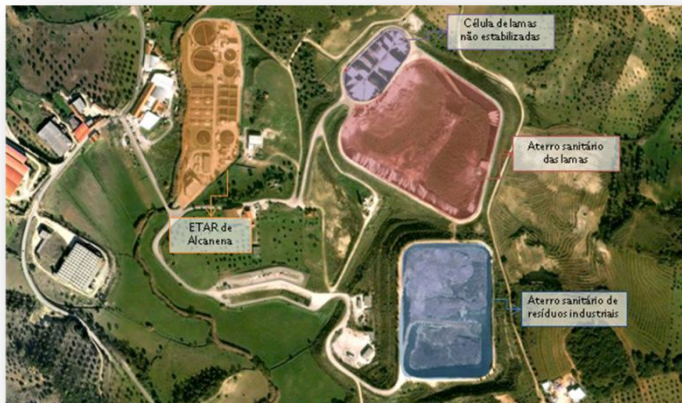
## PROJECTO

**Tomo I – Memória Descritiva e Justificativa e Peças Desenhadas (>130)**

**Tomo II – Mapa de Quantidades e Estimativa Orçamental**

**Tomo III – Mapa de Medições**

**Tomo IV – Processo de Concurso**

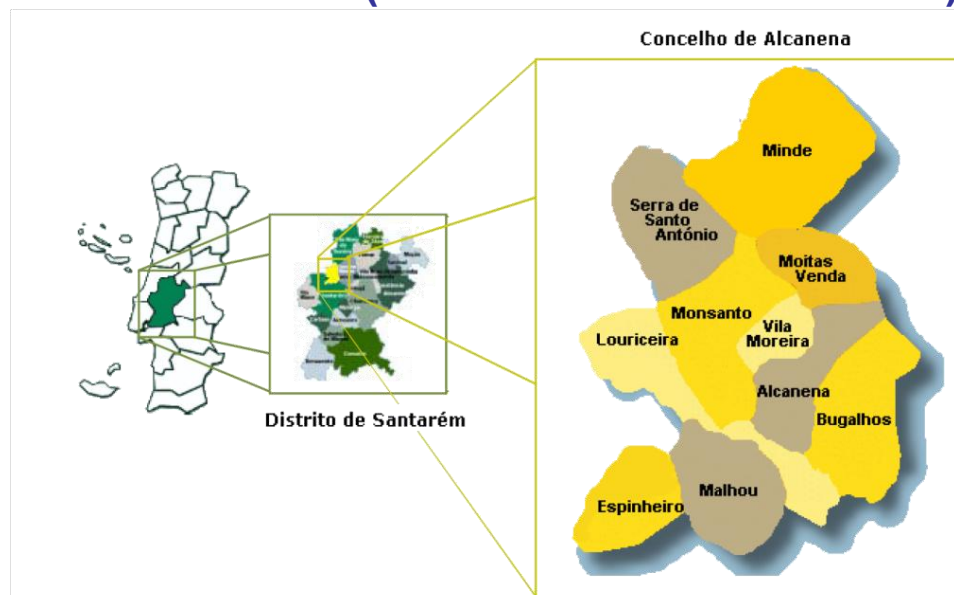


## APRESENTAÇÃO ORAL

1. Apresentação Geral
2. Condição Actual do Sistema
  - 2.1 - Aspectos Gerais. Dados Base
  - 2.2 - Cadastro/CCTV
  - 2.3 - Trabalho de Campo e Laboratório.
3. Soluções e Constrangimentos
  - 3.1 - Princípios de Concepção e Dimensionamento
  - 3.2 - Resultados de Modelação (AEROS)
4. Monitorização, Custos e Recomendações
5. Comentários Gerais à Apreciação

# 1. Apresentação Geral

## UMA REDE DE VEIAS – “LIFE LINE” (CORRENTE HIGIENISTA)

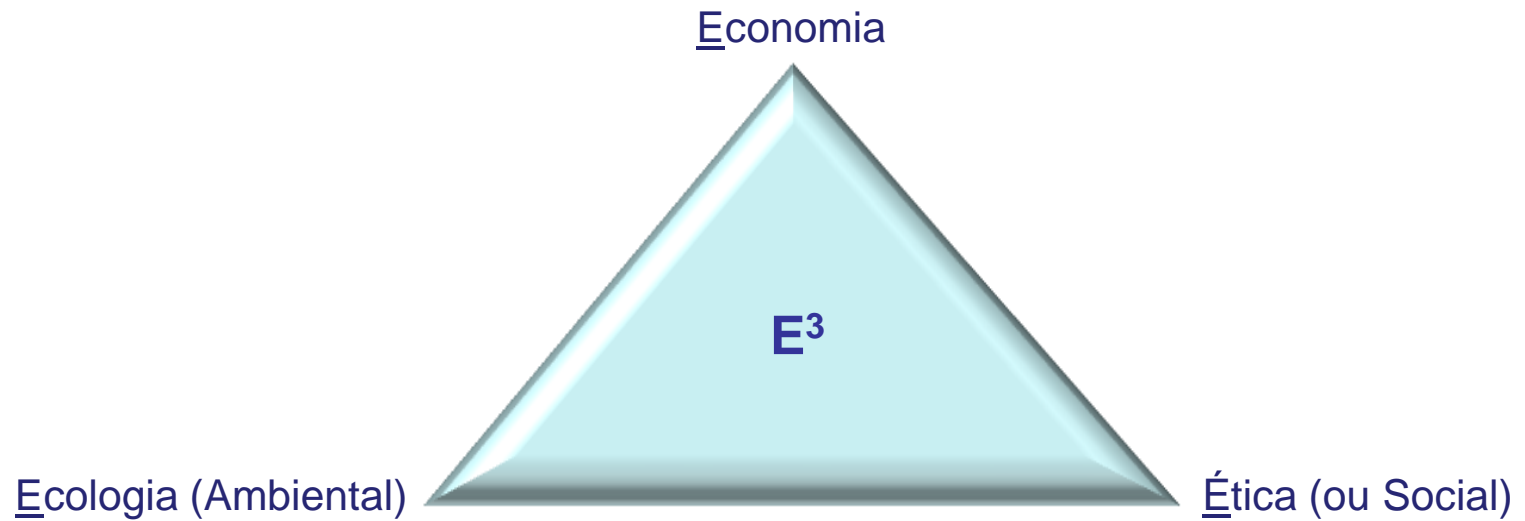


## A COMPLEXIDADE DO SISTEMA ACTUAL

1. CONCENTRAÇÃO DE UNIDADES INDUSTRIAIS DE FORTE IMPACTO.
2. A MISTURA DE ÁGUAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS COM ÁGUAS RESIDUAIS INDUSTRIAIS.
3. A MISTURA DE ÁGUAS RESIDUAIS (DOMÉSTICAS E INDUSTRIAIS) COM ÁGUAS PLUVIAIS.
4. A PROXIMIDADE DE AGLOMERADOS URBANOS.

# 1. Apresentação Geral

## DIMENSÕES DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (E<sup>3</sup>)



# 1. Apresentação Geral

## OS PRINCIPAIS PROBLEMAS

1. RISCOS DE ATMOSFERAS TÓXICAS ( $H_2S$ , ...).
2. A DEGRADAÇÃO ESTRUTURAL DE MATERIAIS (Corrosão,  $H_2SO_4$ ).
3. ODORES OFENSIVOS ( $H_2S$ ).
4. CONTAMINAÇÃO DE MEIOS RECEPTORES (i.e. Tempo de chuva).

## VISÃO ESTRATÉGICA

- RESOLUÇÃO DOS PROBLEMAS. (Descarga de excedentes; corrosão de materiais; potencial de odores; criação de atmosferas tóxicas).
- INVESTIR NO CONHECIMENTO PARA APROVEITAR O PATRIMÓNIO EXISTENTE (REABILITAÇÃO), DE FORMA SUSTENTADA.

## A VISÃO OPERACIONAL

- O CONTROLO DO DESEMPENHO DO SISTEMA PROJECTADO AOS MENORES CUSTOS.

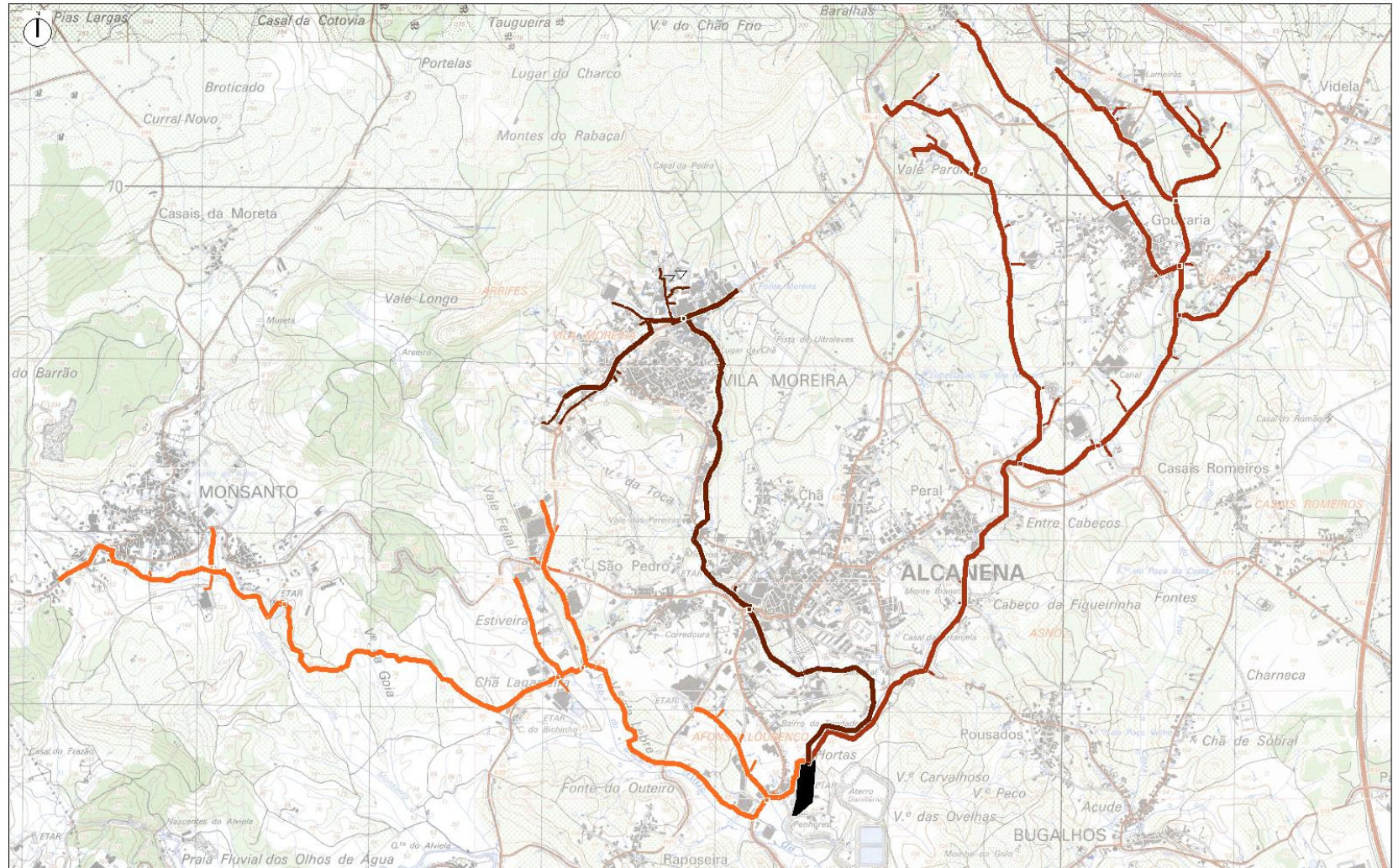
# 1. Apresentação Geral

## FASES DO PROJECTO

- ASSINATURA DO CONTRATO – Dezembro, 2010
- APRESENTAÇÃO GERAL , ALCANENA – Março, 2011
- ENTREGA E APROVAÇÃO DO ESTUDO PRÉVIO (Abril e Junho, 2011)
  - Solução Maximalista – 7.3 Milhões de Euros
  - Solução Base – 6.3 Milhões de Euros
  - Solução Minimalista – 5.8 Milhões de Euros
- CADASTRO TOTAL DO SISTEMA, TOPOGRAFIA E CCTV (Março a Setembro, 2011)
- CAMPANHAS DE CAMPO ESPECÍFICAS (massa líquida e ar, “in situ” e em laboratório) (terminadas em Junho, 2011)
- TRAÇADO EM PLANTA E PERFIL; CÁLCULOS E PEÇAS DESENHADAS (1ª versão - Setembro, 2011)
- PROJECTO TOTAL (Memória/Orçamento/Processo de Concurso), com 1ª revisão (Novembro, 2011)
- PROJECTO REVISTO (Dezembro, 2011)

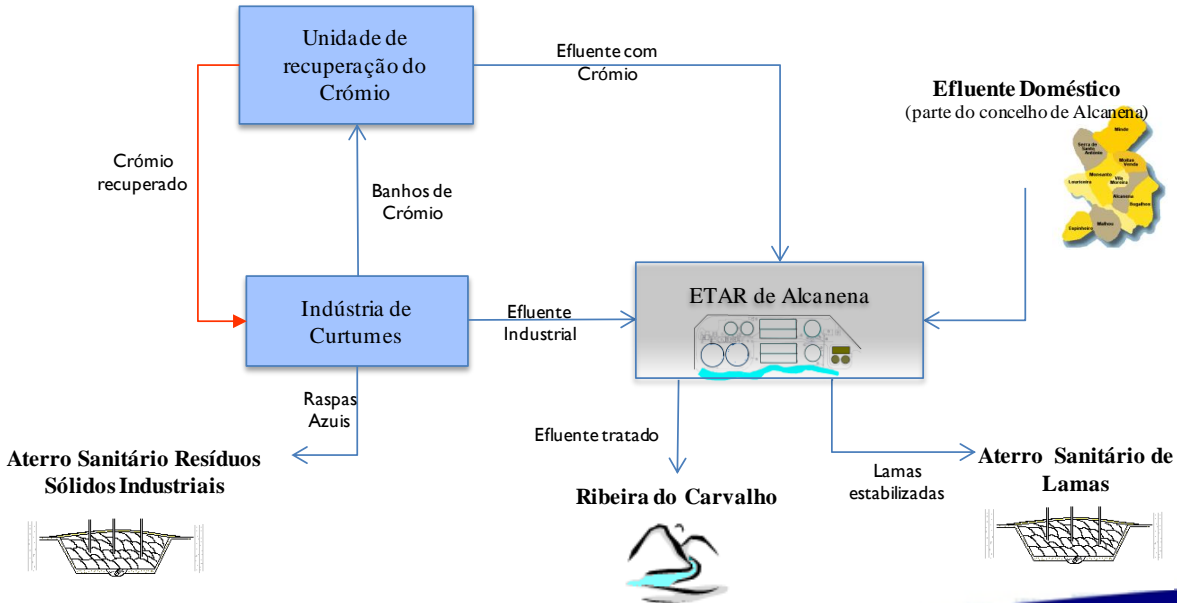
## 2. Condição Actual do Sistema

### 2.1 – Aspectos Gerais. Dados Base:



## 2. Condição Actual do Sistema

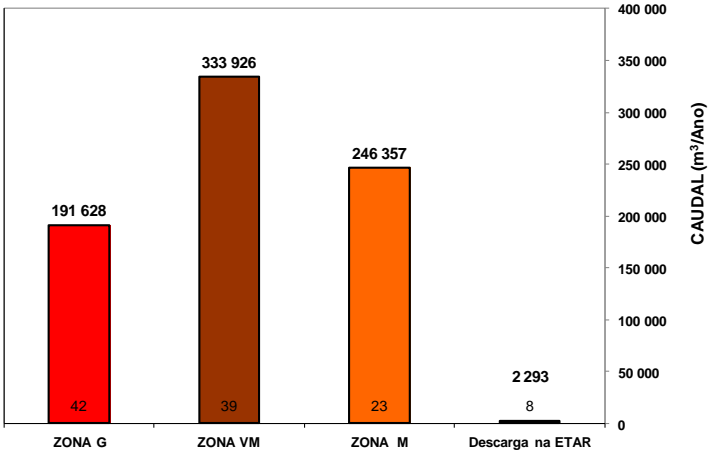
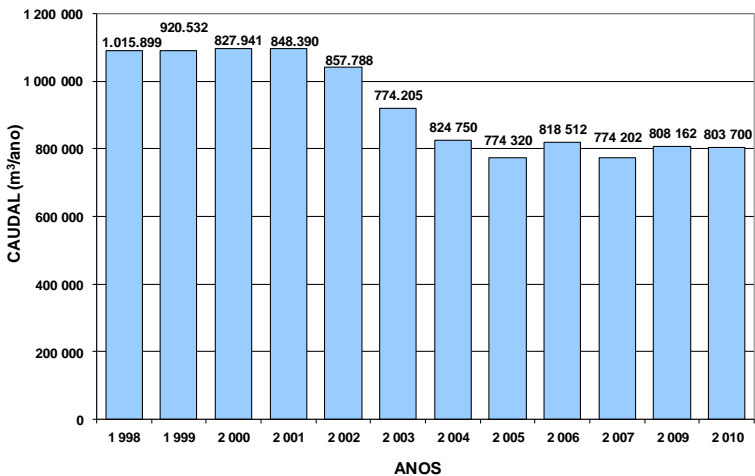
<i>Eixos de drenagem</i>	<i>Emissários</i>	<i>Comprimento aproximado (km)</i>	<i>Material de troços</i>	<i>DN (mm)</i>
Zona A: Gouxaria/ETAR	8	12	PVC, Fibrocimento	200 a 600
Zona B: Vila Moreira/Alcanena/ETAR	4	5.5	Fibrocimento	200 a 800
Zona C: Monsanto/ETAR	6	9	PVC, Fibrocimento	200 a 800



## 2. Condição Actual do Sistema

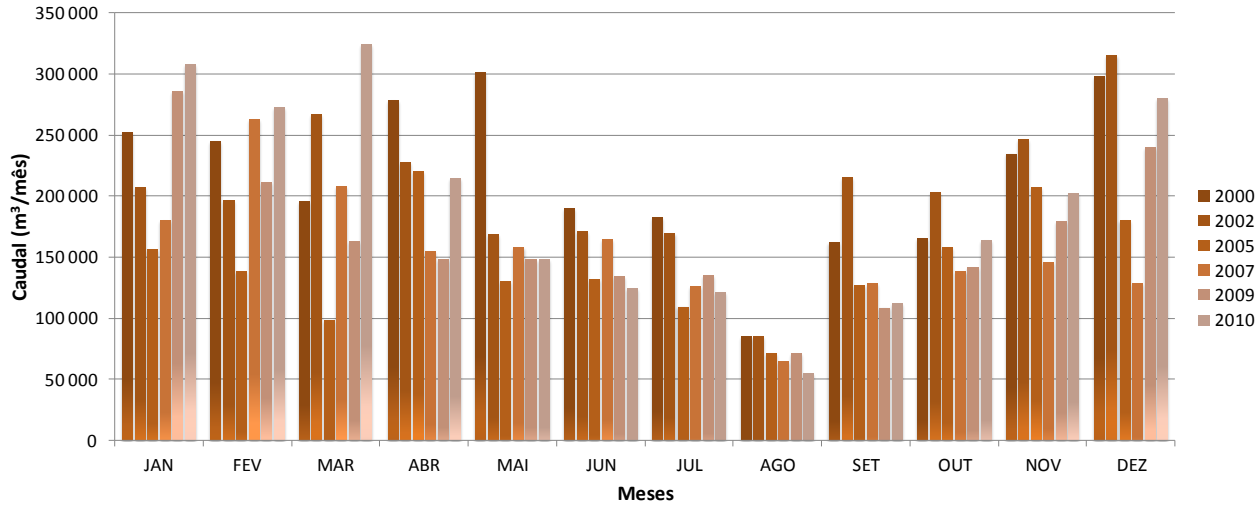


# 2. Condição Actual do Sistema



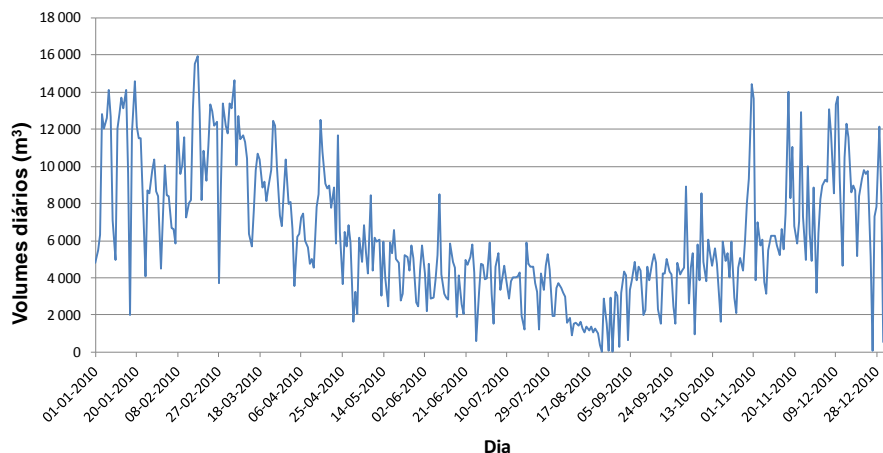
Evolução anual do caudal de águas residuais industriais, de 1998 a 2010.

Distribuição do caudal industrial e número de indústrias por eixo de drenagem, 2007.

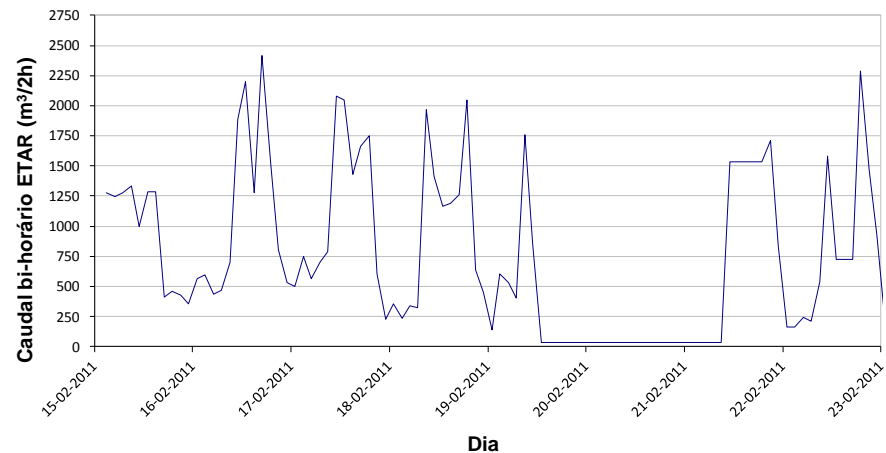


Caudais mensais afluentes à ETAR de Alcanena, 2000-2010.

## 2. Condição Actual do Sistema



Volumes diários afluentes à ETAR de Alcanena, 2010.



Caudais bi-horários afluentes à ETAR de Alcanena (15 a 23/02/2011).

Mês		Médias Mensais												Média Anual
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Afluente Bruto (Elevação Inicial)	pH	7.5	7.7	7.6	7.4	7.3	7.4	7.3	7.3	7.3	7.1	7.5	7.6	7.4
	CQO (mgO <sub>2</sub> /L)	2 059.0	2 285.8	1 885.0	3 647.7	4 588.0	4 309.1	7 216.5	5 493.2	5 804.2	5 139.2	3 425.6	1 877.7	3 977.6
	CBO <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /L)	374.1	416.8	482.4	293.6	370.3	309.7	530.1	410.9	320.0	531.0	376.5	345.6	396.8
	SST (mg/L)	885.9	1 558.9	1 508.0	2 046.0	2 385.6	2 031.3	5 424.1	3 401.2	3 473.8	2 788.5	1 833.3	1 313.6	2 387.5
	Ntotal (mg N/L)	107.1	162.1	183.6	263.5	302.5	282.0	293.5	221.6	299.0	295.8	192.5	115.6	226.6
	Sulfuretos (mg S/L)	13.8	35.6	26.3	31.1	28.2	54.0	33.1	50.1	94.7	123.2	96.4	19.4	50.5
	Crómio (mg Cr/L)	15.3	17.2	15.5	35.5	28.4	27.1	32.7	38.6	35.1	31.1	21.7	11.9	25.8
	NH <sub>4</sub> (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /L)	54.0	76.3	82.7	105.0	155.8	154.6	131.2	176.0	108.8	119.3	112.3	64.5	111.7
	NO <sub>3</sub> (mg NO <sub>3</sub> /L)	2.7	19.0	2.1	1.5	3.3	3.9	5.5	2.6	4.0	2.9	2.9	2.2	4.4
	Ptotal (mg N/L)	3.4	6.0	5.7	8.6	9.3	19.0	15.2	19.9	20.5	14.2	5.8	3.8	11.0
	Cloretos (mg Cl/L)	768.5	1 171.9	1 542.6	2 032.0	2 317.8	2 883.8	3 320.7	2 414.1	3 192.6	2 916.2	1 958.2	896.0	2 117.9
	O&G (mg/L)	71.7	148.5	75.5	153.0	317.0	199.0	209.0	--	--	302.0	--	636.0	234.6

Evolução da qualidade do afluente à ETAR, 2009.

# 2. Condição Actual do Sistema

## 2.2 – Cadastro/CCTV:

Referência/Características do Nó | Caracterização Troço Jusante/Geral

**Emissário/Interceptor:** Emissário 03 de Vila Moreira **CÓDIGO** VM3. 054. 00

**Data:** Dia 06 | Mês 04 | 2011

**Operador:** DSM

**Coordenadas:** M -46472.739 | P -23222.214

**Ref. do Troço e ST do Troço**

<b>Ref. N.º 135</b> VM3. 053. 00 R.in dust ri Seção Tipo circular Dim 0,2 m Material grs ST= 2,99 m	<b>Ref. N.º 180</b> VM3. 053. 00 Seção Tipo circular Dim 0,6 m Material F/C ST= 3,3 m	<b>Ref. N.º 225</b> Seção Tipo Dim m Material ST= m
<b>Ref. N.º 090</b> Seção Tipo Dim m Material ST= m	<b>Ref. N.º 270</b> VM3. 054. 01 Seção Tipo circular Dim 0,4 m Material F/C ST= 3 m	
<b>Ref. N.º 045</b> Seção Tipo Dim m Material ST= m	<b>Ref. N.º 000</b> VM3. 055. 00 Seção Tipo circular Dim 0,7 m Material F/C ST= 3,38 m	<b>Ref. N.º 315</b> Seção Tipo Dim m Material ST= m

**CARACTERIZAÇÃO DO NÓ**

**Tipo de N.º**

- câmara de vista
- câmara de entrada
- câmara de saída
- junção
- mudança de seção
- mudança de inclinação
- câmara de adição de reagentes
- caixa de retenção de areias
- câmara de grades
- descarregador de tempestade
- bacia de retenção
- vale
- fossa séptica
- sarjeta/sumidouro
- boca de lobo
- descarga sem protecção
- ligação de rede municipal
- ligação de ramal industrial
- válvula de retenção/maré
- ligação de emissário/interceptor
- ponto de medição parâmetros qualidade
- ligação de emissário/interceptor
- ponto de colheita de amostras
- nó de recurso
- comporta

**Características**

**Entrada**

- pelo topo
- lateral
- porta
- nenhuma
- desconhecida

**Material**

- anéis pré-fabricados betão
- betão armado in-situ
- alvenaria
- outro
- desconhecido

**Tipo de Corpo**

- circular  $\phi = 1$  m
- não circular = x m

**Material**

- FF dúctil
- FF cinzento
- outro

**Tampa**

**Forma**

- circular  $\phi = 640$  mm
- quadrada = x mm
- rectangular = x mm
- outra
- desconhecida

**Classe**

- A15
- B125
- C250
- D400

**Tipo**

- tipo Pont-a-Mousson
- duplo gancho
- duplo fecho exterior de branca
- outro
- desconhecido

**Material**

- leve
- pesada
- desconhecido

**Câmara**

ST = 3,38 m  
Cota terreno = 60,96 m

**Tipo de Cobertura**

- cônica simétrica : dim sup = m  
dim inf = m
- cônica assimétrica dim sup = 0,44 m  
dim inf = 1 m
- cobertura plana = x m
- outro
- desconhecido

Referência/Características do Nó | Caracterização Troço Jusante/Geral

**CÓDIGO** VM3. 054. 00

**CARACTERIZAÇÃO DO TROÇO A JUSANTE**

Ref. do N.º a jusante: VM3. 055. 00

**Tipo de Troço**

- gravítico
- sifão
- galeria
- coletor de descarga
- coletor municipal
- desconhecido
- enterrada
- a céu aberto
- em aqueduto
- em túnel
- ponte coletor
- outro

**Material**

- Betão  Iso  rugoso  fibrocimento  aço  ferro fundido  fibra de vidro  grés  betão pré-esforçado  anéis pré-fabricados de betão  outro  desconhecido
- PVC  Iso  corrugado  de tijolo  de pedra  Iso  outro  desconhecido
- alvenaria  de pedra  Iso  outro  desconhecido
- PEAD  corrugado  WEHOLITE

**Seção**

- circular  $\phi = 700$  m
- ovóide
- rectangular
- trapezoidal
- quadrada
- oval
- com caldeira
- sem caldeira
- outro
- desconhecido

**Sifão**

N.º de ramos 1 2 3

Obstáculo Transporto  linha de água  via férrea  outro

**CARACTERIZAÇÃO GERAL**

**Estado de Conservação (Bom Regular, Mau)**

**Tampa**  Bom  Regular  Mau

**Cobertura**  Bom  Regular  Mau

**Corpo**  Bom  Regular  Mau

**Acesso**  Bom  Regular  Mau

**Sinais**  entrada em pressão  atmosfera tóxica  inundação  infiltração

**Revestimento**

**Câmara**  sem revestimento  pintura coaltar epoxy  outro  desconhecido

**Troço**  sem revestimento  pintura coaltar epoxy  outro  desconhecido

**Depósitos**

**Câmara**  Sim altura cm  Não

**Troço**  Sim altura cm  Não

**Recolha de Amostras**

- Massa Líquida
- Parede Interior
- Atmosfera
- Outro

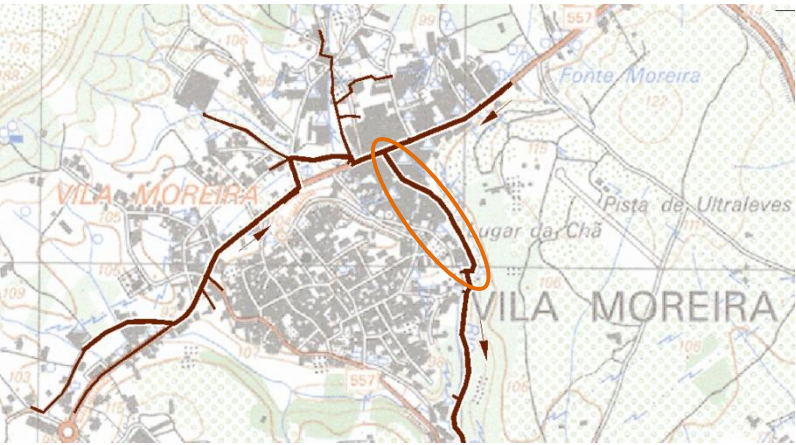
**LOCALIZAÇÃO**

No interior do pavilhão industrial da industria de curtumes "JOAQUIM F. INÁCIDO", em Alcanena.

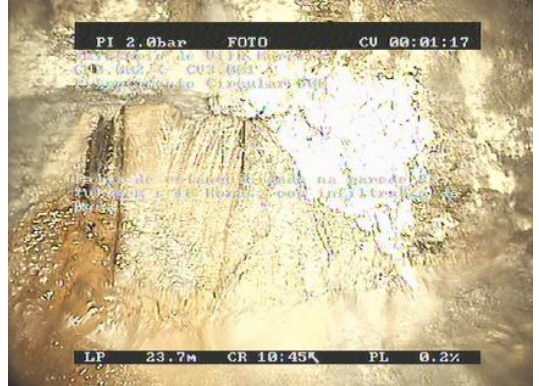
**OBSERVAÇÕES:**

Betão dos anéis do corpo e da cobertura muito corroídos em degradação; Câmara com dois aros de tampa; Os anéis do corpo desta câmara encontram-se com vários orifícios existem infiltrações de caudais do niv freático por estes orifícios.

# 2. Condição Actual do Sistema



Localização de zona de inspecção CCTV:  
VM3.001.00 e VM3.014.



Vista geral da conduta e infiltração detectada: VM3.001.00 e VM3.004.00.



Vista geral da parede do colector e zona assoreada: VM3.039.00 e VM3.043.00.

## 2. Condição Actual do Sistema



VM3.005.00-VM3.009.00:  
Terreno entre as indústrias;  
Interior da fábrica Joaquim Pinheiro Santos, Lda.



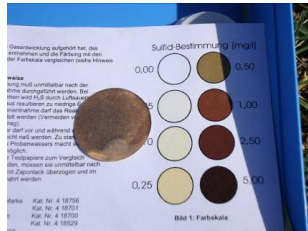
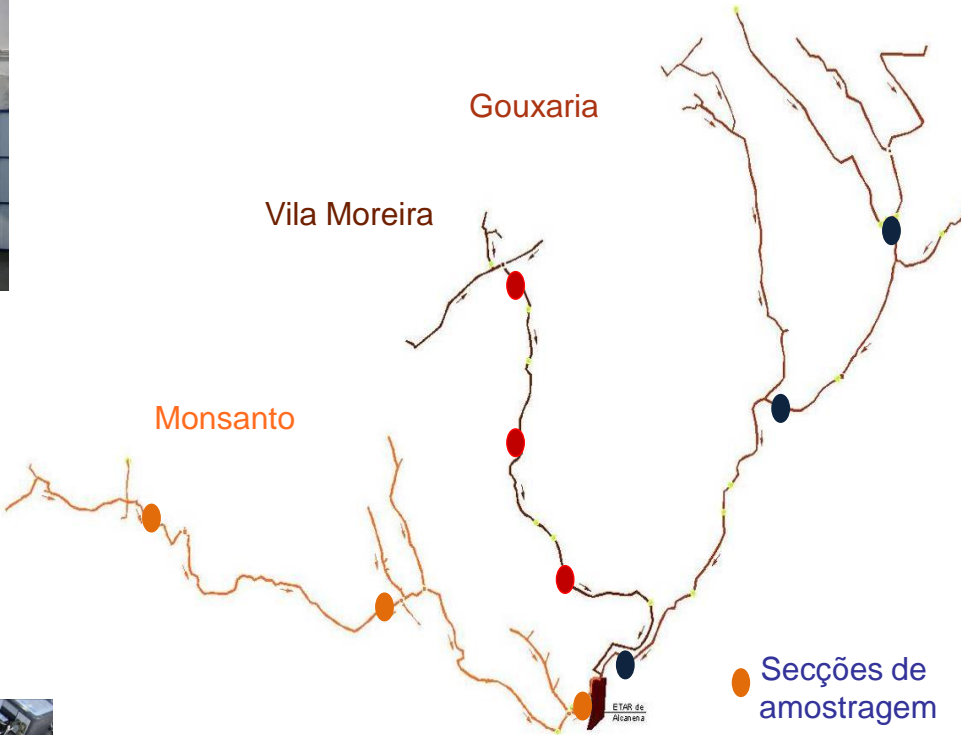
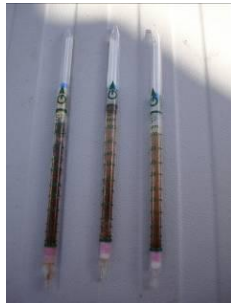
Zonas onde o colector  
existente colapsou.



Zona onde o escoamento se  
processa sobre o terreno.

# 2. Condição Actual do Sistema

## 2.3 – Trabalho de Campo e Laboratório – Massa Líquida e Atmosfera Gasosa (Junho 2011):



Representação esquemática dos emissários do sistema de Alcanena e da localização das secções de amostragem.

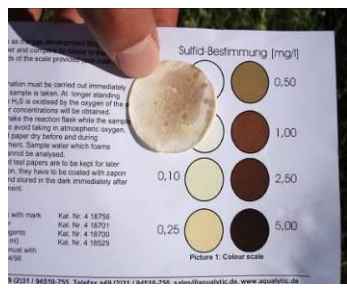
# 2. Condição Actual do Sistema



Local de medições 1, Sistema de Monsanto.



Equipamentos utilizados nas medições efectuadas na atmosfera dos colectores.



Kits e tubos colorimétricos para medição de sulfuretos e sonda multiparamétrica para medições *in situ* da massa líquida.

## 2. Condição Actual do Sistema

Espectro de toxicidade do gás sulfídrico.

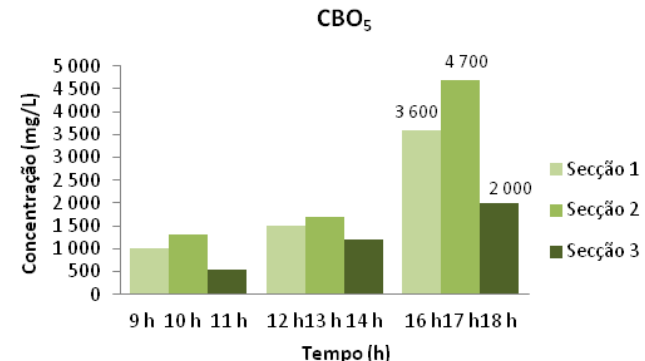
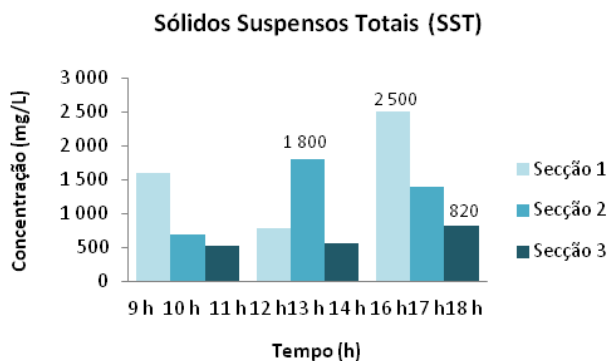
H <sub>2</sub> S [ppm]	Efeito
< 10	Odor mais ou menos ofensivo, desde que a concentração seja superior a 0.5 ppm.
10 a 50	Dores de cabeça, náuseas e irritação da vista, nariz e garganta
50 a 300	Lesão da vista e aparelho respiratório
300 a 500	Ameaça mortal (edema pulmonar)
> 700	Morte imediata

Impacte de odor associado ao gás sulfídrico.

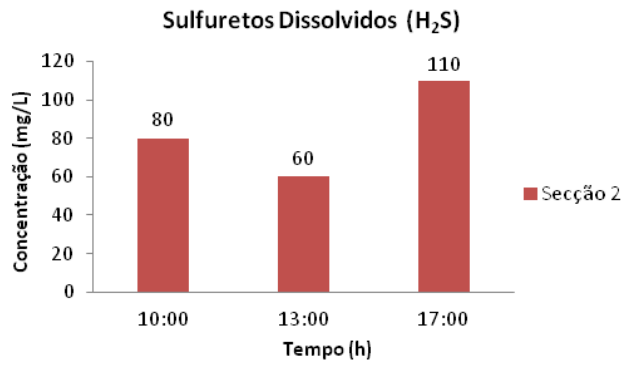
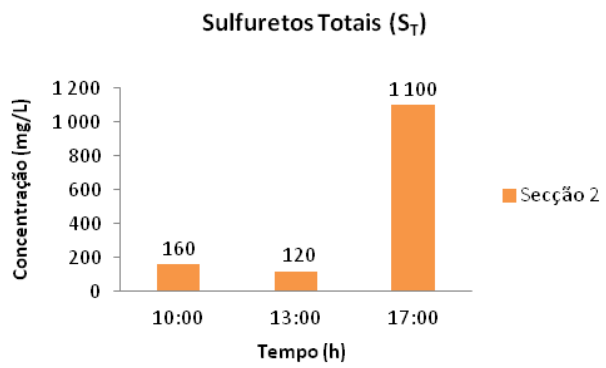
H <sub>2</sub> S [ppm]	Odor
< 0.00021	Limite de percepção
0.00047	Limite de reconhecimento
0.5 a 30	Odor forte e ofensivo
10 a 50	Odor forte. Efeitos tóxicos
50 a 250	Odor forte. Efeitos tóxicos graves
> 250	Perda de sensibilidade ao odor. Odor forte. Efeitos tóxicos graves.



# 2. Condição Actual do Sistema

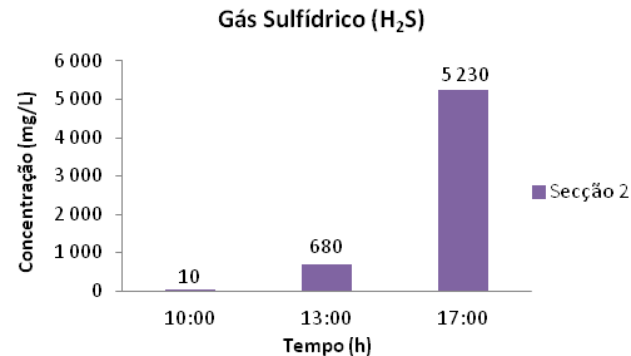
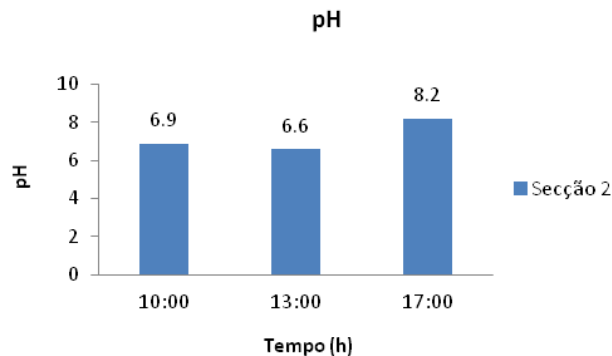


Sólidos Suspensos Totais e CBO<sub>5</sub>, fase líquida (Vila Moreira).

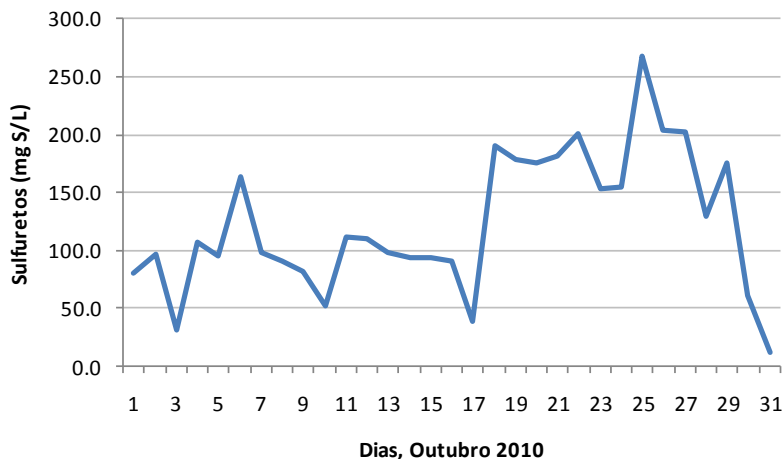


Exemplo: concentrações de sulfuretos totais e sulfuretos dissolvidos (S<sub>2</sub>, Vila Moreira).

## 2. Condição Actual do Sistema



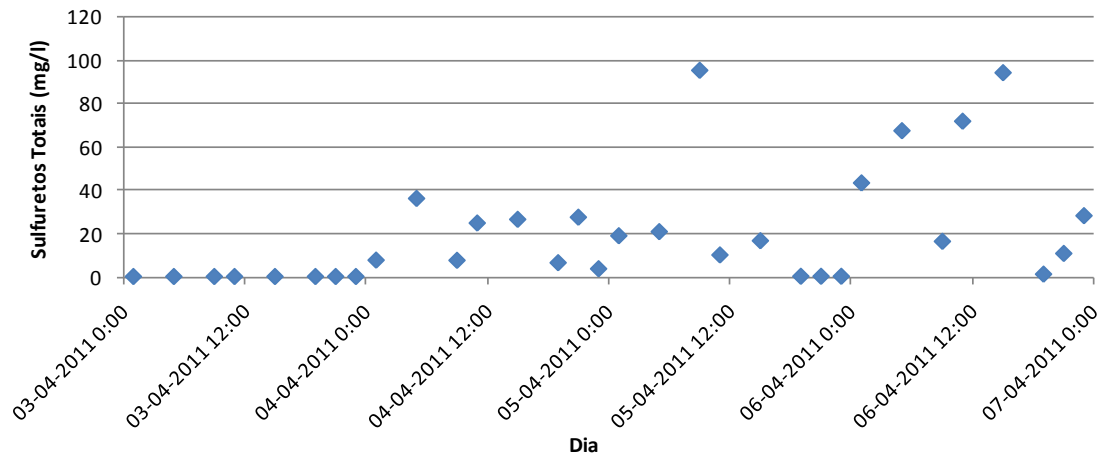
Valores de pH e concentrações de gás sulfídrico (S<sub>2</sub>, Vila Moreira).



- Elevada variabilidade no espaço e no tempo
- Elevado Risco

Sulfuretos Totais à entrada da ETAR de Alcanena, Outubro de 2010 (mês com valor máximo medido no ano).

# 2. Condição Actual do Sistema



Valores bi-horários de Sulfuretos Totais medidos à ETAR de Alcanena (03 e 06/04/2011).

## 3. Soluções e Constrangimentos

### 3.1 – Princípios de Concepção e Dimensionamento. Traçado:

#### SEPARAÇÃO TENDENCIAL

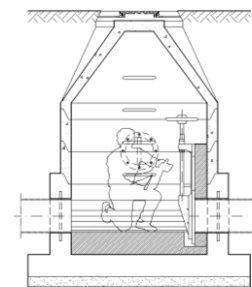
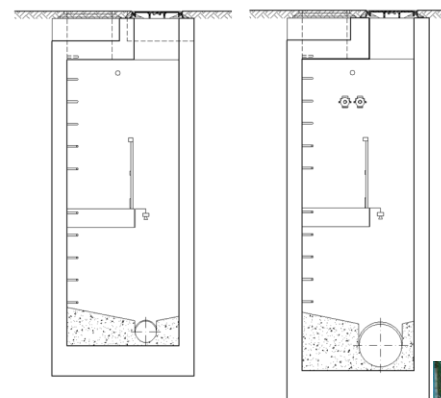
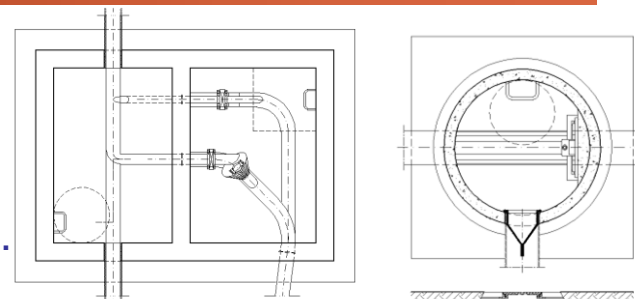
- CONTROLO DE AFLUÊNCIAS PLUVIAIS.
- DUPLICAÇÃO DA REDE (DOMÉSTICO E INDUSTRIAL).

#### CONTROLO DE RISCOS

- USO DE MATERIAIS PLÁSTICOS INERTES.
- CONFINAMENTO DO SISTEMA INDUSTRIAL.
- MONITORIZAÇÃO.

#### CONTROLO DE IMPACTO DAS OBRAS E DE CUSTOS

- UNIDADES INDUSTRIAIS NÃO INTERROMPEREM A LABORAÇÃO.
- ESTIMATIVA DO ESTUDO PRÉVIO (7.3 MILHÕES DE €).



## 3. Soluções e Constrangimentos

### Sistema de Monsanto

- Colectores industriais com 8.8 km, PEAD, DN=200 a 710 mm.
- Colectores domésticos com 5.1 km, DN=200 a 315 mm, dos quais 1.4 km reabilitação (interior do existente), 1.9 km de tubagem de PVC reaproveitados e 1.8 km de tubagens implantados com vala a céu aberto.
- 1 CCC vv ; 3 CCC vs

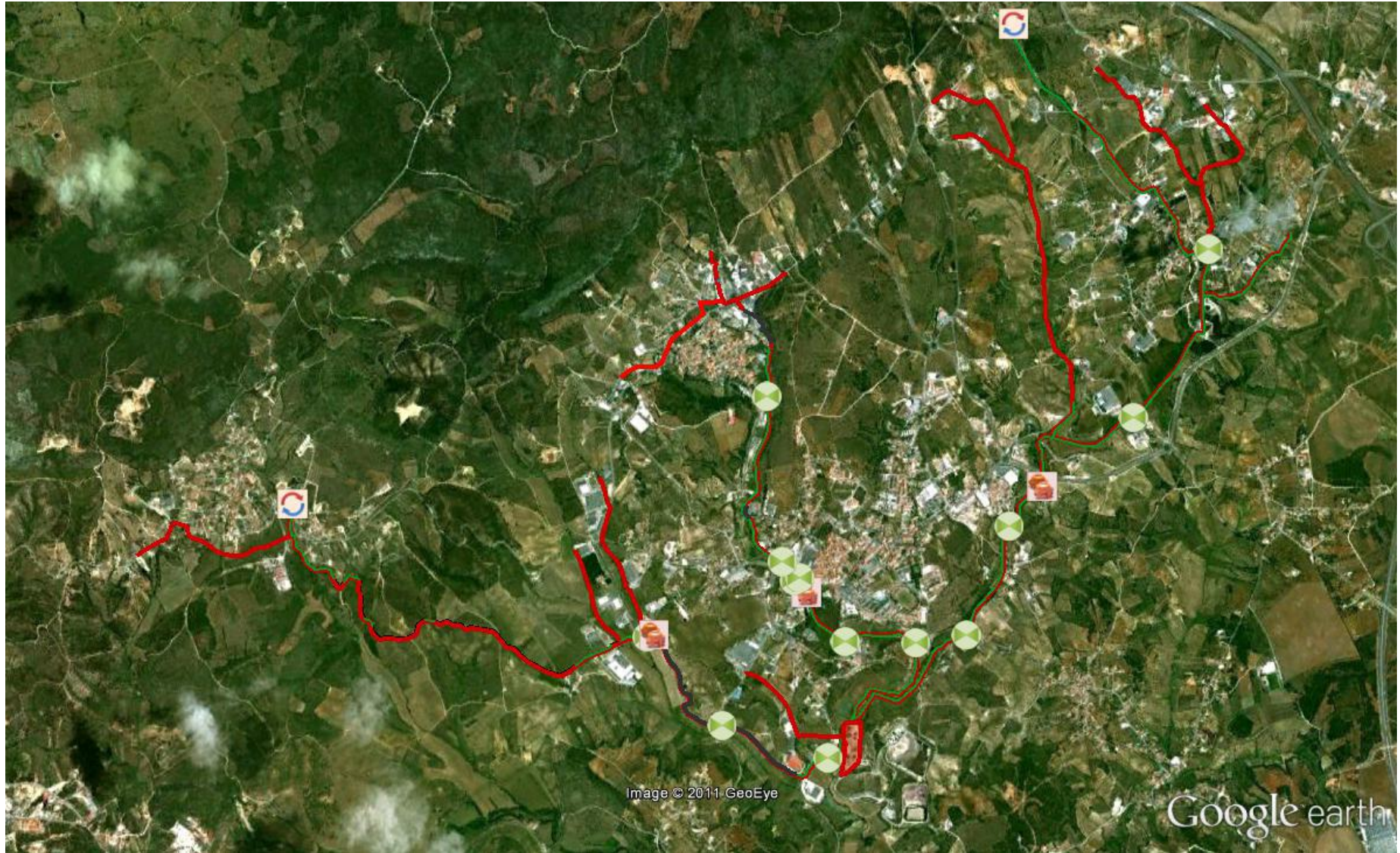
### Sistema de Vila Moreira

- Colectores industriais com 5.5 km, PEAD, DN=315 a 630 mm.
- Colectores domésticos com 3.5 km, PEAD, DN=315 mm.
- 7 CCC vs
- Reabilitação de 380 m de emissário, DN 500 mm (encamisamento contínuo).
- Reabilitação de 170 + 120 m de emissário, DN 600-700 mm (entubamento).

### Sistema de Gouxaria

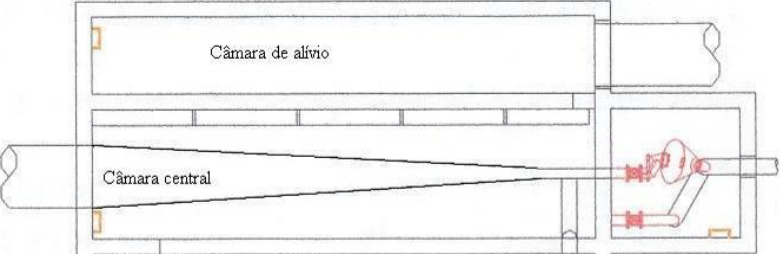
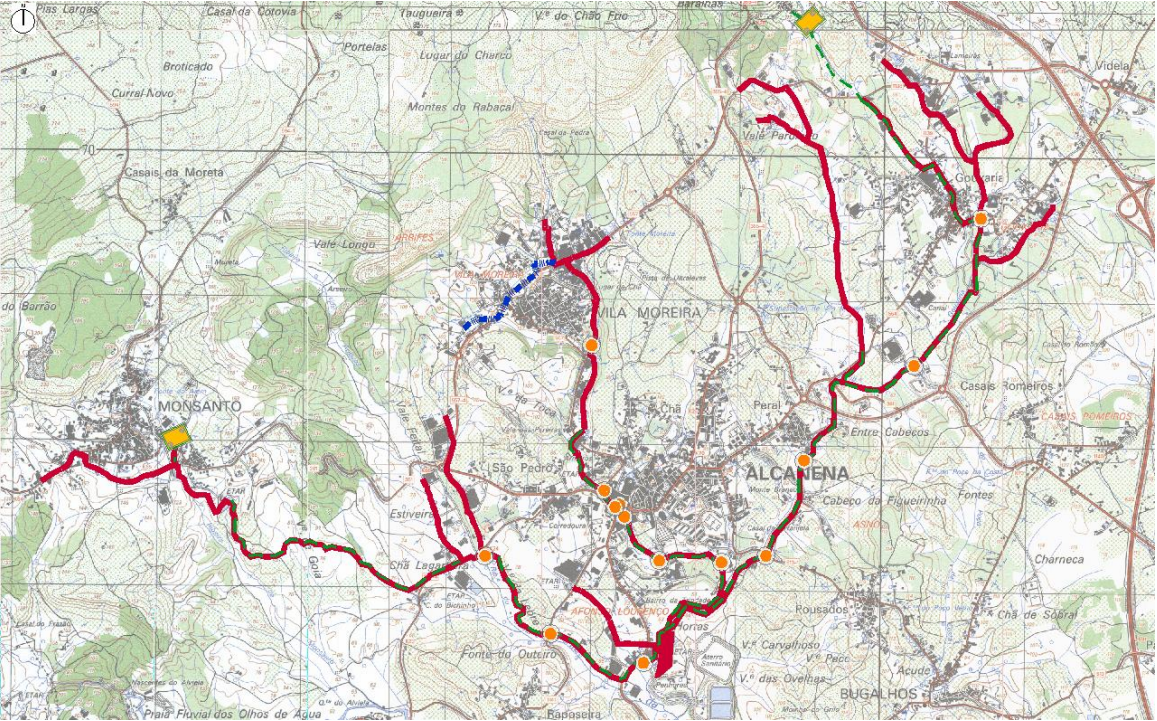
- Colectores industriais com 11.5 km, PEAD, DN=200 a 630 mm.
- Colectores domésticos com 7.2 km, DN=200 a 315 mm, dos quais 0.2 km são troços de PVC reabilitados.
- 1 CCC vv; 4 CCC vs

### 3. Soluções e Constrangimentos



# 3. Soluções e Constrangimentos

## CONTROLO DE AFLUÊNCIAS



Representação esquemática de válvulas do tipo vórtice com câmara de armazenamento.



Vista da câmara de válvula do tipo vórtice: câmara seca e câmara húmida.



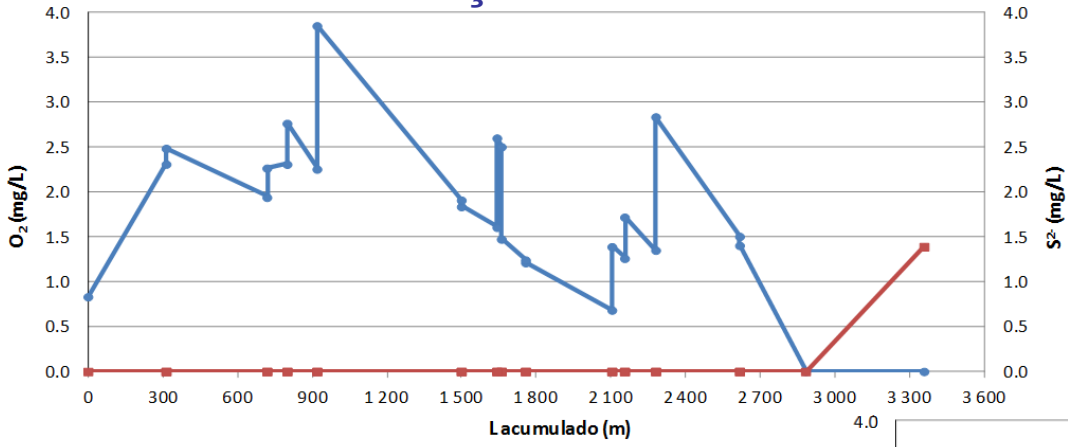
Exemplo de válvula do tipo “vórtice” com “by-pass”.

# 3. Soluções e Constrangimentos

## 3.2 – Resultados de modelação (AEROS):

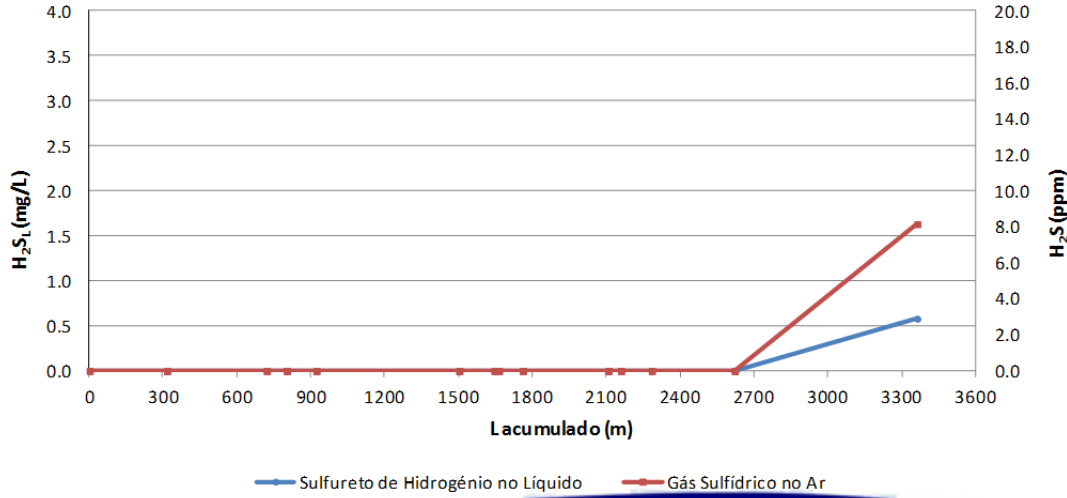
**CENÁRIO 1 – CONDIÇÃO MÉDIA DESFAVORÁVEL**

**CENÁRIO 2 – CONDIÇÃO MUITO DESFAVORÁVEL**



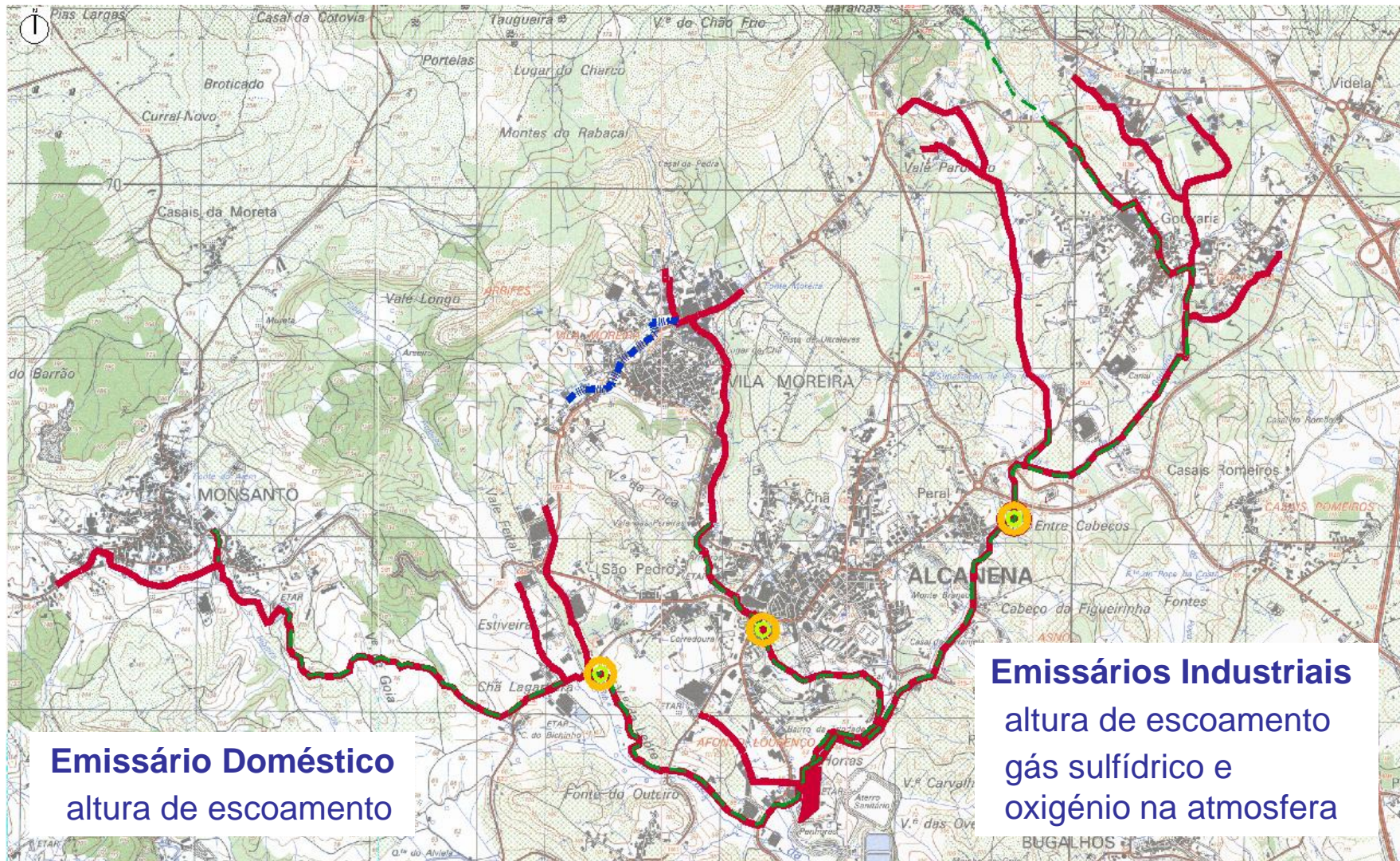
Oxigénio dissolvido e sulfuretos (Vila Moreira, Cenário 2).

Sulfureto de hidrogénio, fase líquida e gás sulfídrico, ar (Vila Moreira, Cenário 2).



# 4. Monitorização, Custos e Recomendações.

## Sistema de Monitorização



**Emissário Doméstico**  
altura de escoamento

**Emissários Industriais**  
altura de escoamento  
gás sulfídrico e  
oxigénio na atmosfera

## 4. Monitorização, Custos e Recomendações.

### Recomendações

- Revisão do projecto em 2011, no que respeita também ao PC (preço, prazos, critérios,...)
- Optimização de período de execução da obra (verão)
- Controlo em obra de elevados riscos de toxicidade (segurança e saúde)
- Controlo, na exploração, do pH das descargas industriais (satisfação do Regulamento)

<i>Eixos de drenagem</i>	<i>Obra Doméstico (m)</i>	<i>Obra Industrial (m)</i>	<i>Custos (€)</i>
Zona A: Gouxaria/ETAR	5 100	8 800	2 320 000
Zona B: Vila Moreira/Alcanena/ ETAR	3 500	5 500	2 010 000
Zona C: Monsanto/ETAR	7 200	11 500	2 830 000
Estaleiro, Sistema de Monitorização e Trabalhos Finais			300 000
<b>TOTAL</b>			<b>7 460 000</b>

**Preço base**  
**7 800 000 €?**

# COMENTÁRIOS GERAIS À APRECIÇÃO.

- Evolução da versão de Setembro, 2011 (Novembro, 2011).
- Razões de, em certos trechos, não haver duplicação do sistema (I + D).
  - Razões Técnicas
  - Razões de Custo (>7.4 M€)

- **Artigo Silubesa**

**Título:** Impacto de sulfuretos e de gás sulfídrico num sistema de águas residuais – O caso especial do sistema de Alcanena, em Portugal.

**Autores:** Matias, Natércia; Saldanha Matos, José; Alves, Joana; Trindade, Inês; Lacerda, Manuel .

