

REUTILIZAÇÃO SEGURA DAS ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS TRATADAS PARA IRRIGAÇÃO NA CIDADE DA PRAIA ILHA DE SANTIAGO CABO VERDE

Cofinanciado por:



Chefe de fila:



Parceiros:



Colaboram:



1 | SÍNTESE DA PROBLEMÁTICA

REDE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

- A produção de água potável para a rede é insuficiente para abastecer as necessidades actuais e futuras.
- A rede não abrange a totalidade do território, que deve ser abastecido por cisternas, furos e fontes.
- A rede está subdimensionada, em mau estado e têm umas perdas importantes, que atingem até 50%.
- Existe um grande desequilíbrio entre a disponibilidade da água entre a população. O consumo da população conectada à rede é 10 vezes maior que o consumo da população abastecida por cisternas. Porém, os consumos de água potável são baixos: 70 l/hab.dia água da rede e 6 l/hab-dia água cisternas.
- Falta assegurar o controlo da qualidade da produção de água potável: em quantidade e qualidade.
- Elevado custo de água potável, 2,5 €/m³ para uso doméstico e 5,3 €/m³ para uso turístico.

1 | SÍNTESE DA PROBLEMÁTICA

REDE DE ÁGUAS RESIDUAIS

- Ausência de rede de esgotos em muitos bairros da cidade.
- Baixa percentagem de ligação da população à rede de esgotos, tanto pelo alto custo de conexão à rede de esgotos como pela falta de normativa.
- A rede existente não está dimensionada para futuras conexões de bairros da cidade.
- Estado de conservação deficiente, fugas/perdas de água residual.
- Falta de manutenção e instalações de instrumentação, automatização e controlo.
- Deficiências no desenho da rede (cheias pelas chuvas intensas , rede não separativa).

1 | SÍNTESE DA PROBLEMÁTICA

ETAR

- 1997. Tratamento primário
- 2007. Ampliação
- Capacidade nominal: 8.000 m³/dia e ponta 14.000 m³/dia
- Caudal ETAR: 1.500 m³/dia, pouca ligação da população à rede de saneamento.
- Com a implantação das melhorias propostas no sistema de saneamento pretende-se atingir um valor estimado de 2.500 m³/dia.
- As águas descargam no exutor submarino localizado na praia.



1 | SÍNTESE DA PROBLEMÁTICA

ETAR

Tipologia do influente:

- Possível estacionalidade em caudal e carga poluente, devido ao turismo.
- Possível esvaziamento discontinuo das fossas sépticas com repercussão no influente global.
- Tipologia das afluências das fossas sépticas, com altos conteúdos de sólidos em suspensão e dissolvidos, areias, gorduras, azoto orgânico e amoniacal.

Instalações actuais:

- A ETAR não está desenhada para um aumento da população e nem de ligação à rede de saneamento prevista, tanto no caudal como das cargas poluentes e qualidade da água a obter.
- O estado das instalações existentes não cumpre com os requisitos de eliminação de nutrientes.
- Não se recomenda o ponto de descarga na praia.
- Falta de conhecimento das canalizações enterradas e as suas possíveis obstruções
- Deterioração geral das instalações: obra civil, edificação, urbanização, equipos, instalações elétricas, telecontrol.

1 | SÍNTESE DA PROBLEMÁTICA

ETAR

Instalações actuais:

- O pré-tratamento apresenta anomalias e está em desuso.
- Um dos decantadores primários encontra-se fora de serviço e em mau estado de conservação.
- O decantador primário em serviço tem acumulação de sobrenadantes e gordura na superfície.
- O tratamento biológico necessita um sistema de controlo operacional automático, pois actualmente é feito manualmente.
- O estado de conservação das lamelas dos decantadores secundários é deficiente.

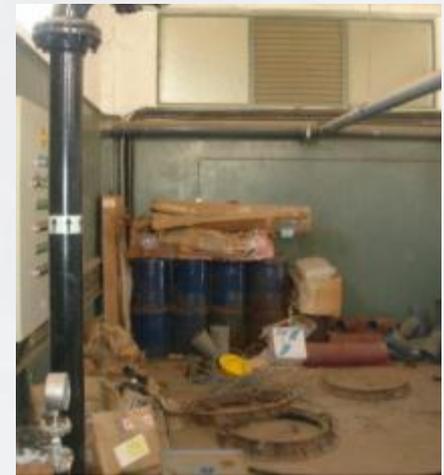


1 | SÍNTESE DA PROBLEMÁTICA

ETAR

Instalações actuais:

- A linha de lamas está fora de serviço.
- Deshidratação nunca foi utilizada.
- Patologia no betão, mau estado da obra civil e urbanização.
- Instrumentação e sistema de controlo deficiente, não funcionam. Portanto, a operação é realizada manualmente.
- Sala de operação, oficina e armazem em mau estado.
- Não é realizada nenhuma análise durante o processo.



Áreas de actuação que deveriam ser implantadas

- **Pôr em correcto funcionamento** as instalações existentes da **ETAR**
- **Melhorar o processo de tratamento** para assegurar o cumprimento dos requerimentos de qualidade exigidos na saída da ETAR
- **Assegurar o funcionamento eficiente** das instalações existentes do **exutor submarino**
- A solução tem de ser **sustentável por um largo período de tempo**, principalmente durante o período de irrigação.

2 | FASES DE IMPLEMENTAÇÃO

FASE 1. PRIORIDADE ALTA

CIDADE

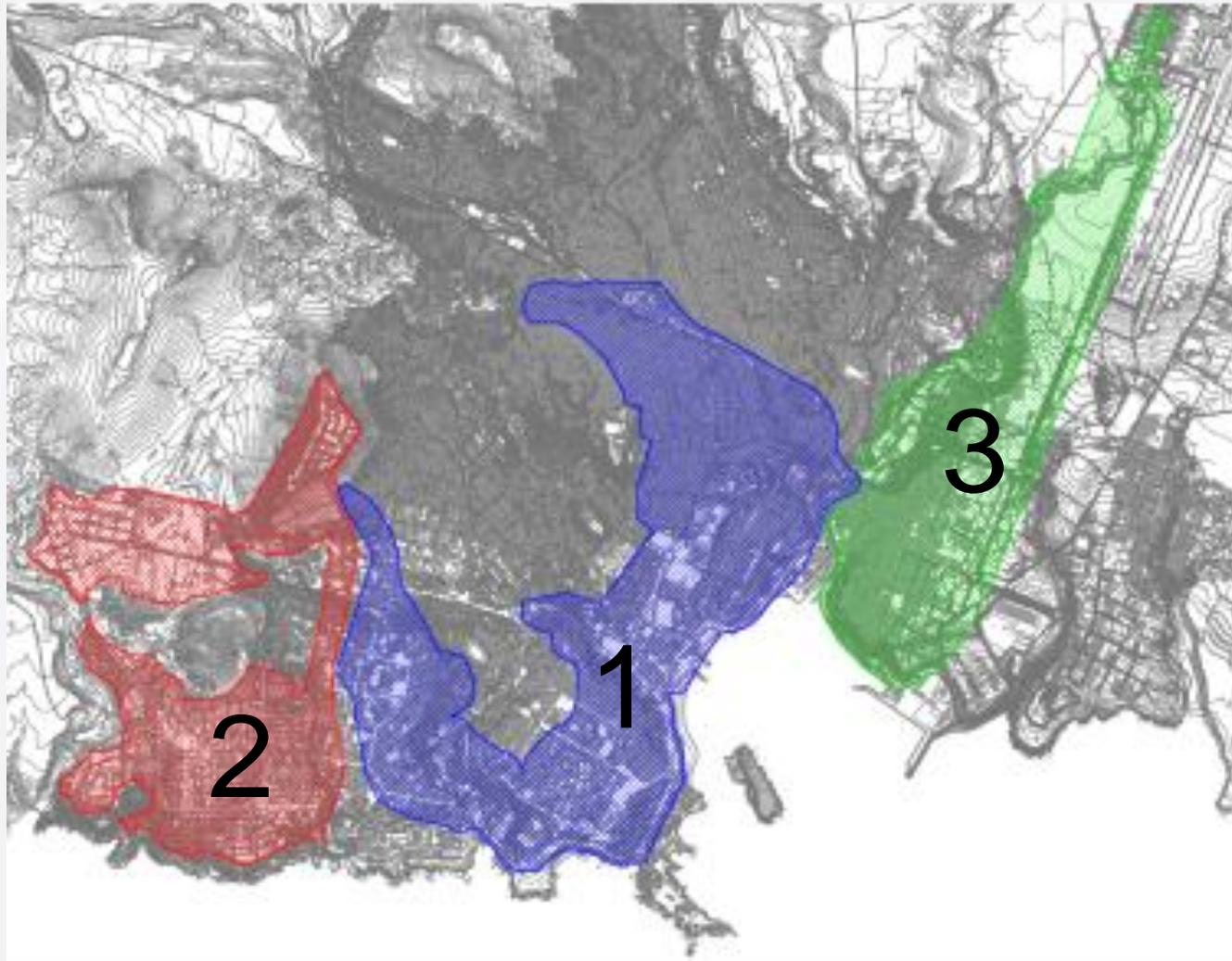
FASE 2. PRIORIDADE MÉIA

OESTE PRAIA (futura urbanização)

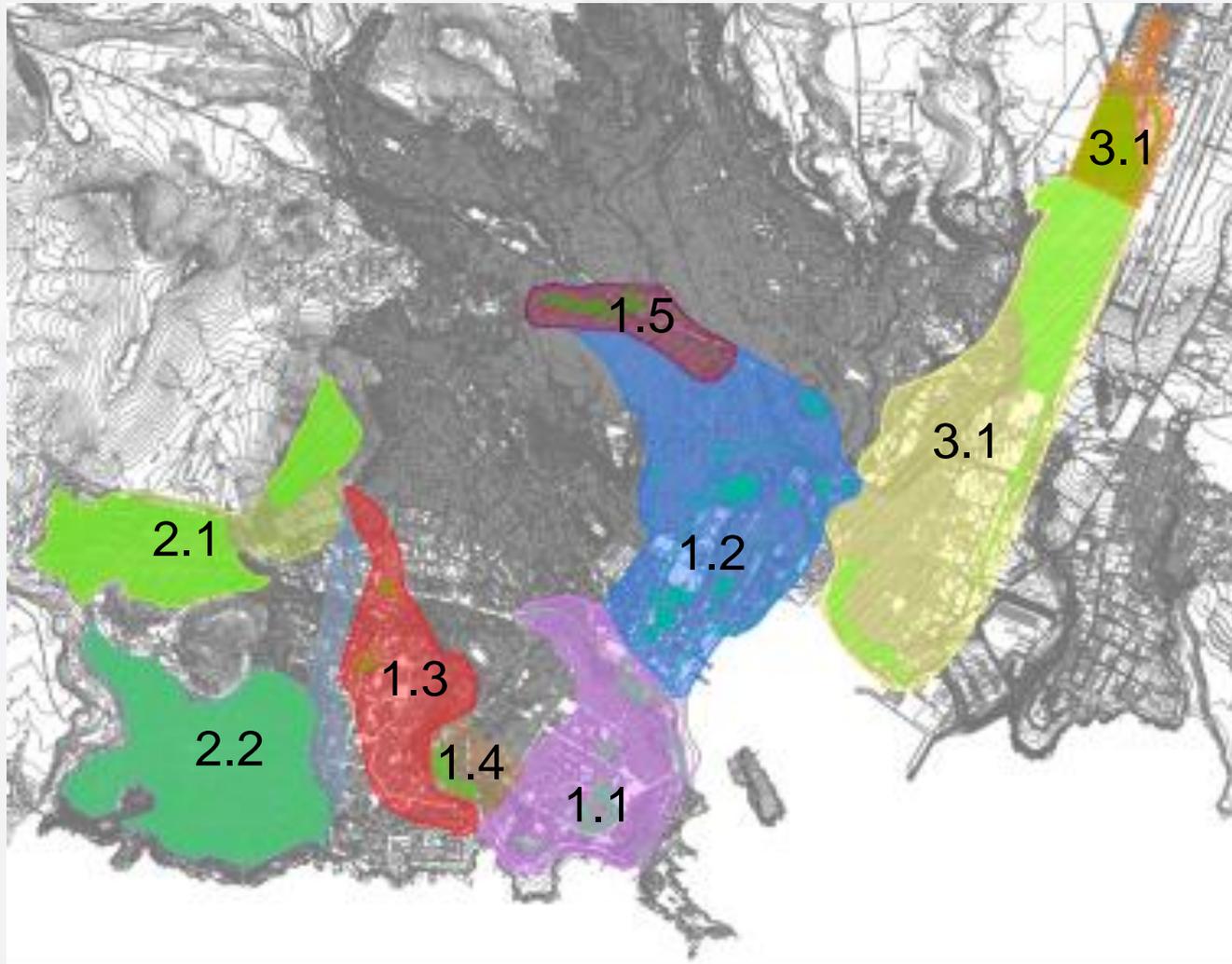
FASE 3. PRIORIDADE BAIXA

PORTO, AEROPORTO E FUTURO PARQUE URBANO

2 | FASES DE IMPLEMENTAÇÃO



2 | FASES DE IMPLEMENTAÇÃO



3 | ZONAS DE IRRIGAÇÃO

O estudo propõe a reutilização dessa água única e exclusivamente para:

-Irrigação de jardins e praças

-Irrigação de hortas urbanas

-Irrigação de plantas ornamentais

-Fabrico de betão



3 | ZONAS DE IRRIGAÇÃO



ESTUDO PARA A REUTILIZAÇÃO SEGURA DE
ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS TRATADAS
PARA REGADIO NA CIDADE DA PRAIA

3 | ZONAS DE IRRIGAÇÃO

Quantificação das necessidades hídricas

Cálculo das necessidades de água das plantas: Método de Blanney Criddle (FAO)

	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Marzo	Abr.	Mayo	Junho	Julio	Agosto	TOTAL
ET (mm/día)	4,48	4,43	4,15	3,19	3,18	3,26	4,20	4,45	4,70	4,86	4,49	4,34	
ET (mm/mes)	134,29	137,44	124,54	99,03	98,47	91,39	130,18	133,61	145,60	145,78	139,08	134,63	
Precipitación (mm/día)	2,17	0,97	0,40	0,19	0,48	0,29	0,19	0,13	0,03	0,03	0,48	1,61	
Precipitación (mm/mes)	65,00	30,00	12,00	6,00	15,00	8,00	6,00	4,00	1,00	1,00	15,00	50,00	
Precipitación eficaz (mm/día)	1,73	0,77	0,32	0,15	0,39	0,23	0,15	0,11	0,03	0,03	0,39	1,29	
Kr	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	
Necesidades Netas = ET*Kr-Precipitación efectiva (mm/día)	1,18	2,11	2,38	1,92	1,68	1,89	2,57	2,79	3,03	3,13	2,53	1,53	
Eficiencia sistema riego Ea	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	
Necesidades Brutas = Necesidad Neta/Ea (mm/día)	1,31	2,34	2,64	2,14	1,86	2,10	2,86	3,10	3,36	3,48	2,81	1,70	
Necesidades Netas = ET-Precipitación (m3/ha·mes)	352,86	653,37	713,51	595,72	520,07	530,01	798,16	836,49	938,38	939,56	784,04	475,09	8.137,26
Necesidad Bruta= Necesidad Neta/Ea (m3/ha·mes)	392,07	725,97	792,79	661,92	577,85	588,90	886,85	929,43	1042,64	1043,95	871,15	527,88	9.090,41



3 | ZONAS DE IRRIGAÇÃO

Área total para regadío na cidade de Praia: **86,49** hectáreas

	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Marzo	Abr.	Mayo	Junho	Julio	Agosto
ÁREA para regar (ha)	86,49	86,49	86,49	86,49	86,49	86,49	86,49	86,49	86,49	86,49	86,49	86,49
Necesidad Bruta= Necesidad Neta/Ea (m3/mes)	38.147,4 5	62.787,3 7	68.566,4 0	57.247,6 9	49.977,2 4	50.932,3 8	76.701,5 8	80.384,4 7	90.176,0 2	90.289,08	75.344,26	45.655,2 1
Necesidad Bruta= ET-Precipitación (mm/día)	127,16	202,54	228,55	184,67	161,22	181,90	247,42	267,95	290,89	300,96	243,05	147,27
Número de horas al día de riego (h/día)	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Número de días al mes de riego (d/mes)	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00
Qnecesario bruto (l/s)	14,72	23,44	26,45	21,37	18,66	21,05	28,64	31,01	33,67	34,83	28,13	17,05
Qnecesario si riega unas horas determinadas del día (l/s)	44,15	70,33	79,36	64,12	55,98	63,16	85,91	93,04	101,00	104,50	84,39	51,14
Caudal diario teórico										3009,64	m3/día	
Caudal diario de desenho										4514,45	m3/día	

3 | ZONAS DE IRRIGAÇÃO

Caudal de desenho



FASE	FASE	Distrito Municipal	Elementos a regar	Superfície (m2)	Superfície a regar (m2)	CAUDAL DESENHO (m3/dia)
1	1.1	U3	Parlamento e arredores	2.771,22	2.771,22	14,47
1	1.2	U3	Campo de futebol 2	3.740,76	3.740,76	19,53
1	1.2	U2	Câmara Municipal	431,06	431,06	2,25
1	1.5	U5	Horta Urbana 3	16.948,00	11.863,60	61,93
2	2.2	U5	Jardim 2	89.000,00	26.700,00	139,37



FASE	FASE	Distrito Municipal	Elemento	CAUDAL DESENHO (m3/dia)
1	1.2	U2	Tomada de água para vários usos	334,19

3 | ZONAS DE IRRIGAÇÃO

Caudal de desenho

FASE	FASE	CAUDAL DESENHO (m3/dia)
1	1.1	142,36
	1.2	553,09
	1.3	22,25
	1.4	86,94
	1.5	100,89
	1	1
2	2.1	1.534,61
	2.2	606,01
	2	2.140,62
3	3.1	959,57
	3.2	842,93
	3	1.802,50
TOTAL		4.848,64

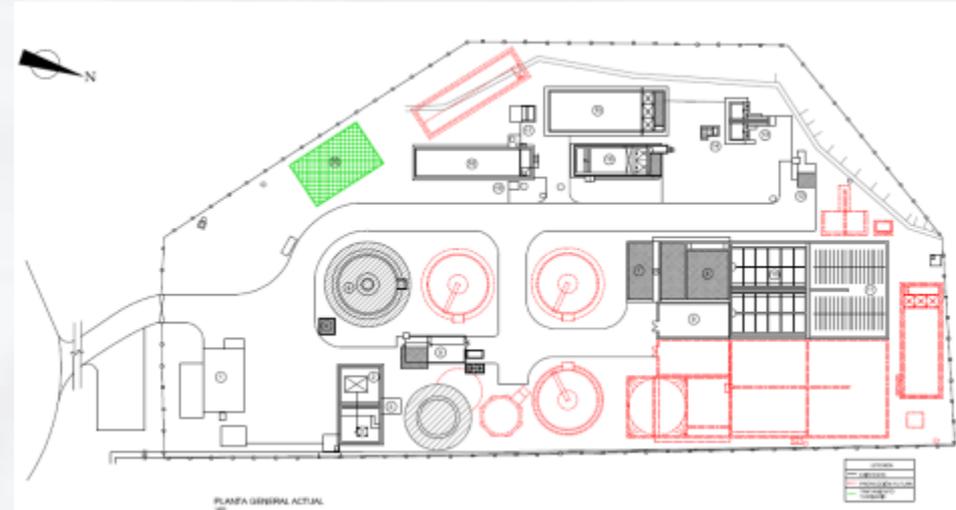
4 | INFRAESTRUTURA À DESENVOLVER

- Implantar um novo tratamento terciário. O tratamento terciário têm de assegurar sempre a qualidade da água regenerada. (4.1. ETAR)
- Realizar um controlo analítico das águas à saída do tratamento terciário, garantizando a sua qualidade.
- Implantar um sistema de regulação e distribuição de água regenerada para a sua reutilização. (4.2. REDE DE TRANSPORTE, 4.2. REDE PRIMÁRIA)
- Implantar um sistema de automatização e controlo do sistema de regeneração e reutilização .

4 | INFRAESTRUTURA À DESENVOLVER

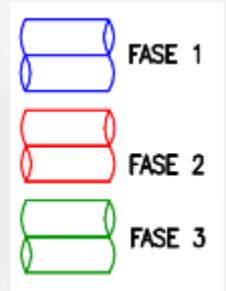
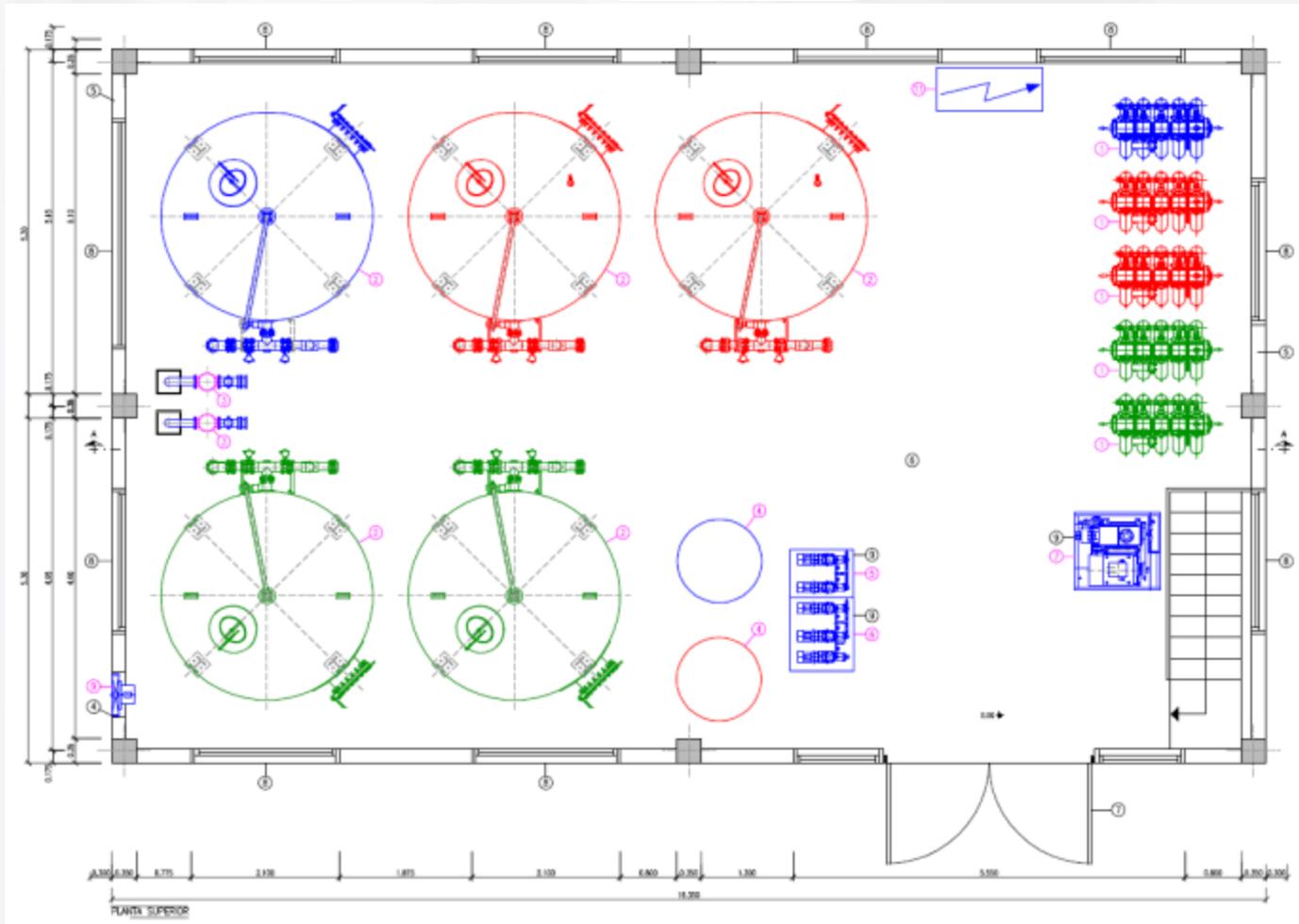
4.1. ETAR

- Novo tratamento terciário:
 - Bombamento de água do tanque de cloração existente ao terciário
 - Filtração com filtro de anel
 - Filtração bicapa com antracita e sílice.
 - Sistema de limpeza dos filtros
 - Controlo de caudal
 - Desinfeção mediante dosificação de hipoclorito sódico
 - Depósito de acumulação
 - Impulsão aos depósitos para rega.



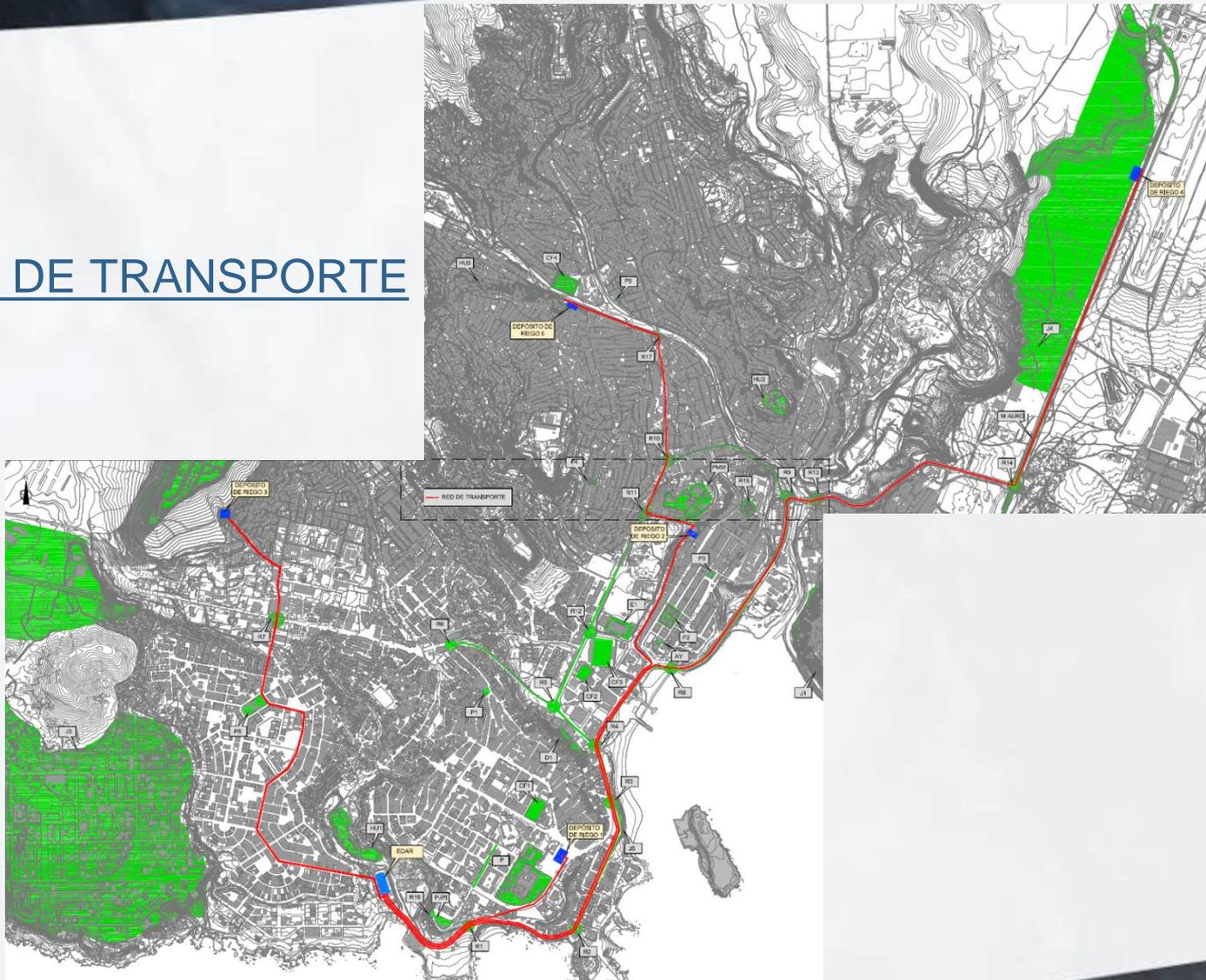
4 | INFRAESTRUTURA À DESENVOLVER

4.1. ETAR



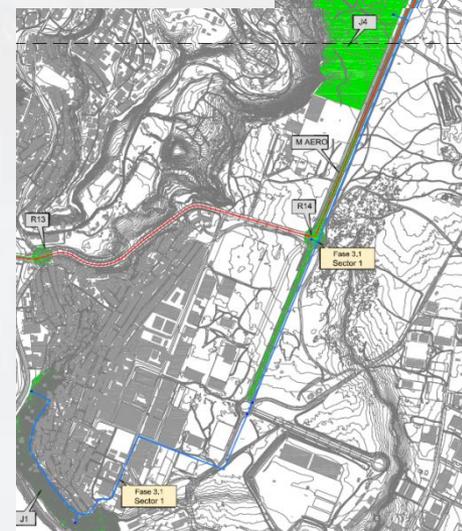
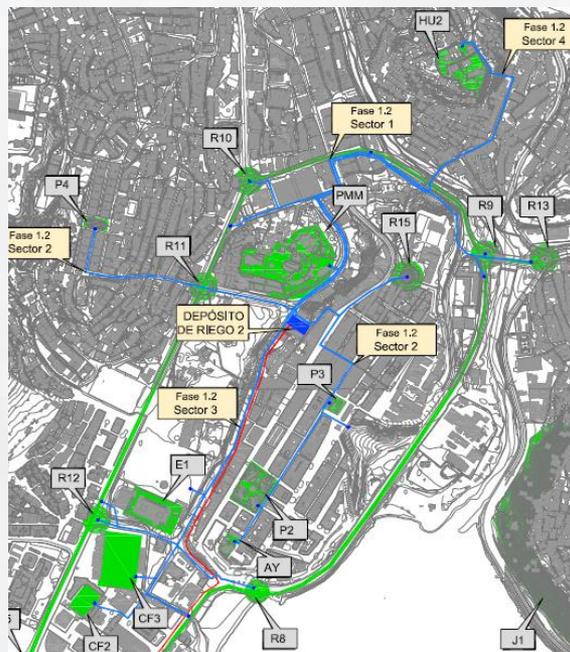
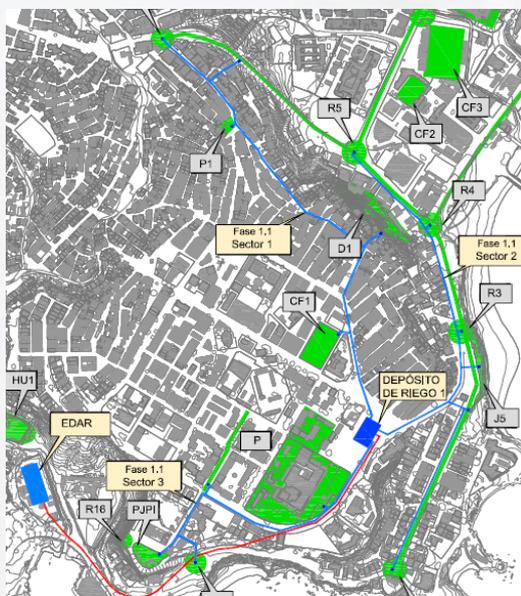
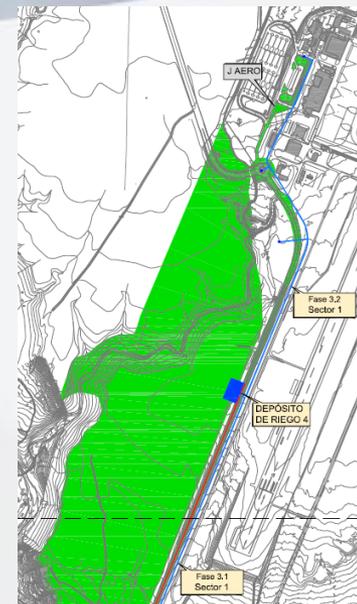
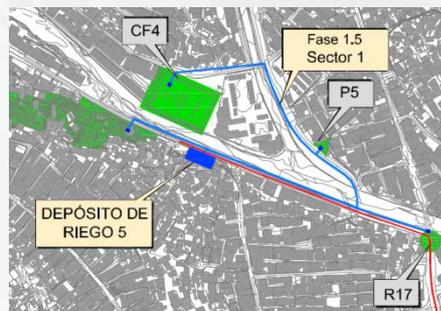
4 | INFRAESTRUTURA À DESENVOLVER

4.2. REDE DE TRANSPORTE



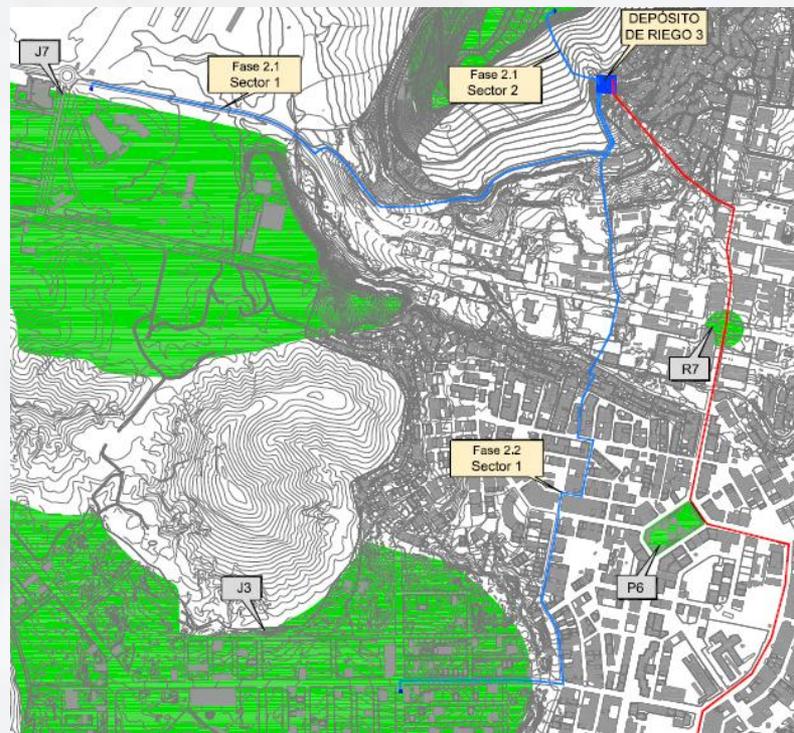
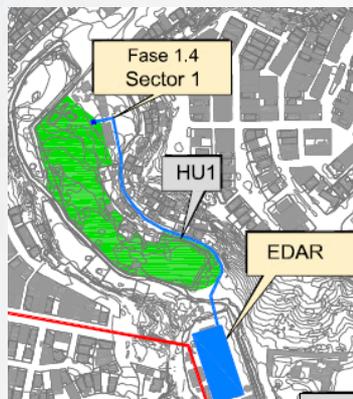
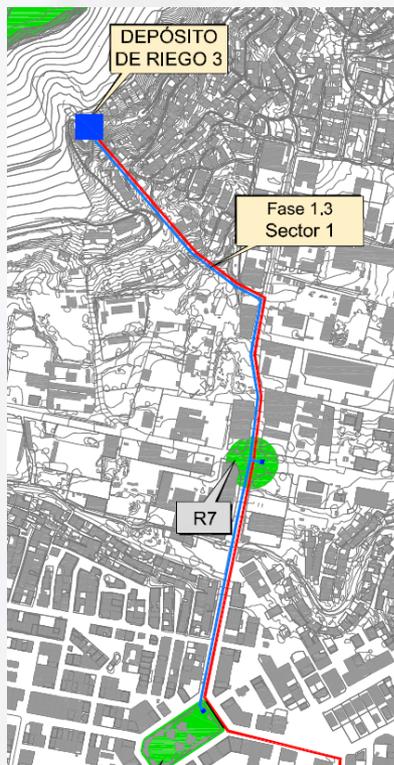
4 | INFRAESTRUTURA À DESENVOLVER

4.2. REDE PRIMÁRIA

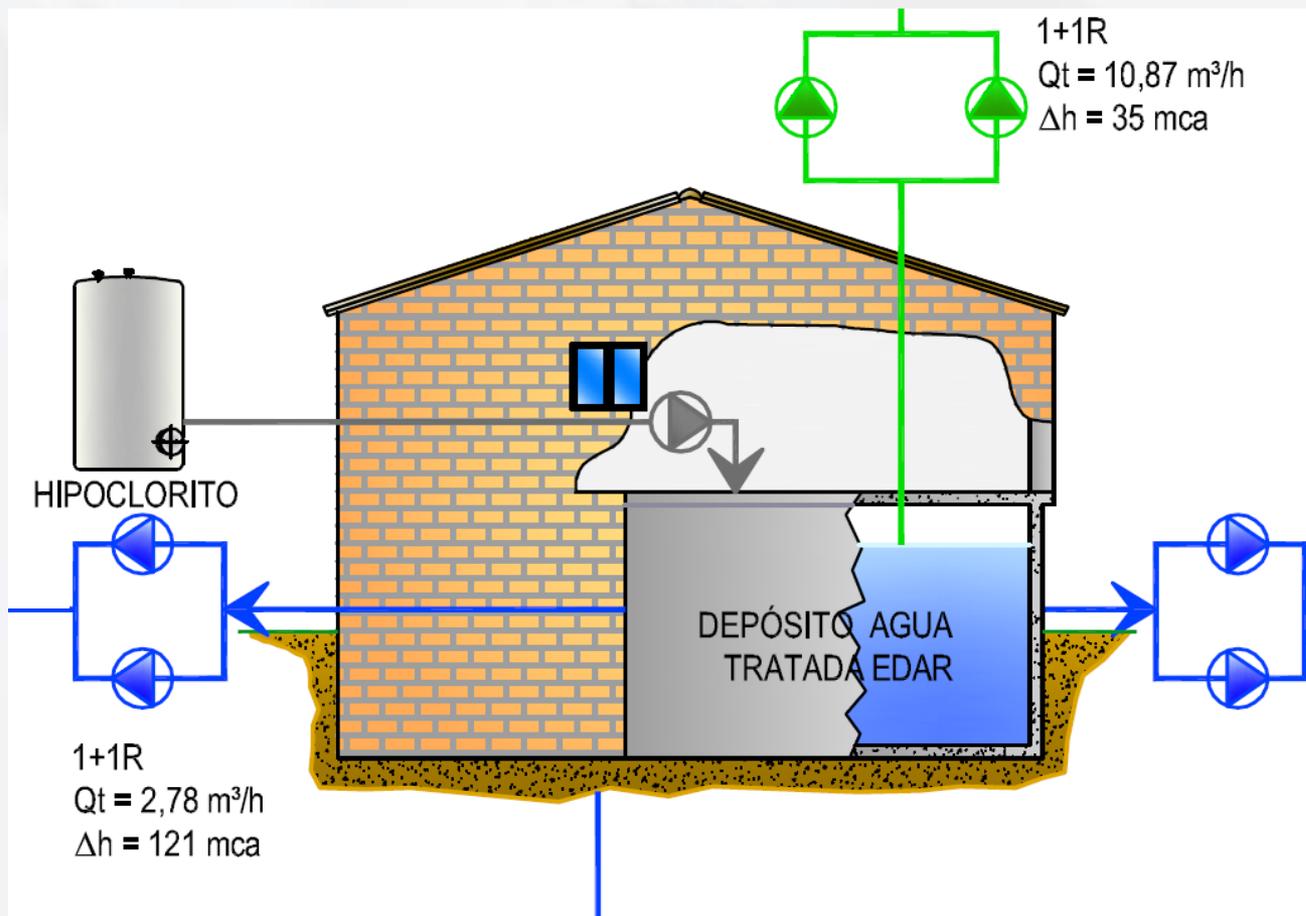


4 | INFRAESTRUTURA À DESENVOLVER

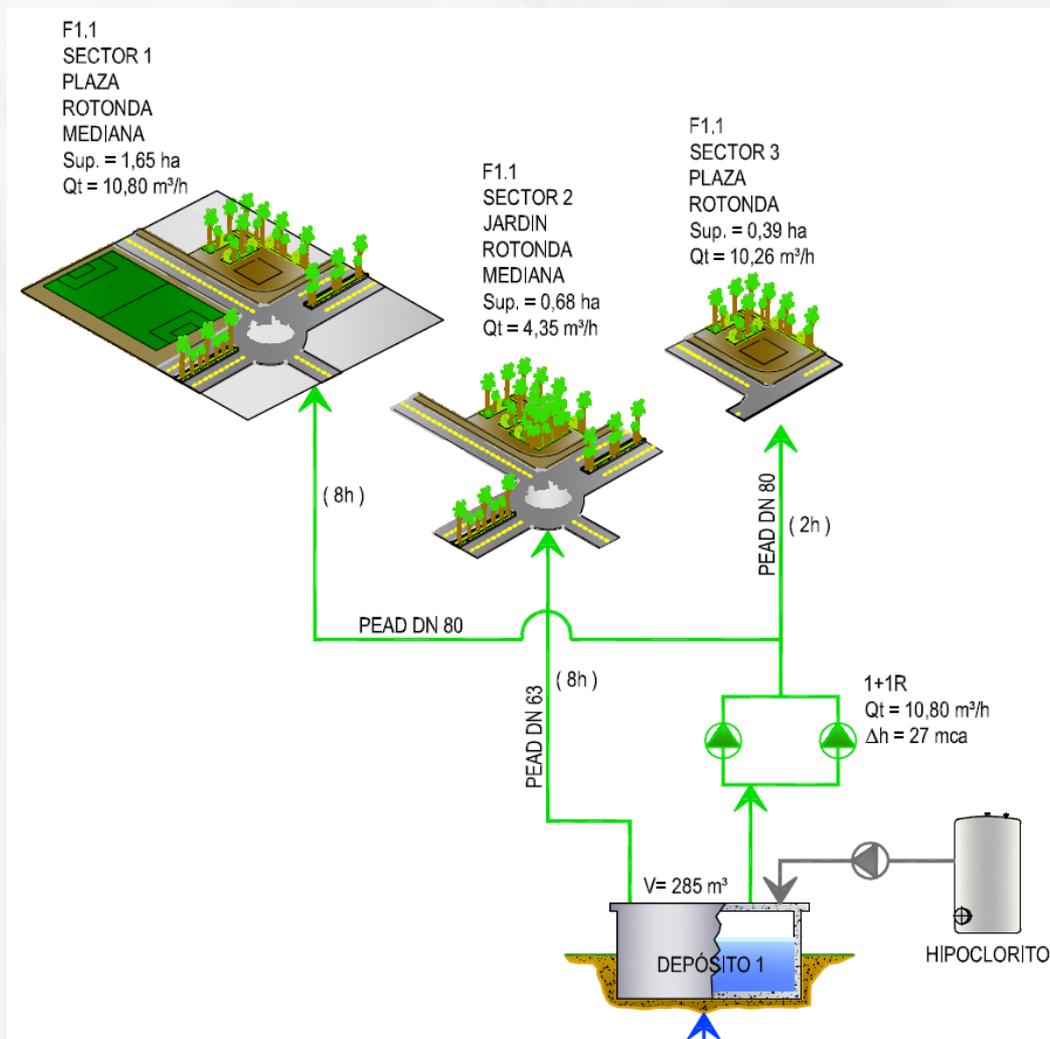
4.2. REDE PRIMÁRIA



4 | INFRAESTRUTURA À DESENVOLVER



4 | INFRAESTRUTURA À DESENVOLVER



FONTES PARA A DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA

- “WHO Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater”
- Real Decreto 1620/2007 de 7 de diciembre (Espanha), reutilização das águas depuradas.
- Os parametros de qualidade da água vão ser determinados pelo seu uso. Os valores máximos exigidos serão os mais exigentes segundo o uso.

5 | PROPOSTA DE LEGISLAÇÃO

PARÁMETROS	VALORES MÁXIMOS ADOPTADOS
Nemátodos intestinais	1huevo/10l
Escherichia Coli	100UFC/100ml
Sólidos em suspensão	35 mg/l
Turbidez	10 UNT
Legionella spp.	1.000 UFC/l
Conductividade	entre 0,7 y 3 dS/m,
Azoto total	entre 50 y 30 mg/l
Outros critérios	Detecção obrigatória de patógenos Presença/Ausência (Salmonella)

5 | PROPOSTA DE LEGISLAÇÃO

Sistema de control de análises para assegurar a qualidade da água.

Frequências das análises:

USO	Nemátodos intestinais	Escherichia Coli	Sólidos em suspensão	Turbidez	NT y PT	Outros contaminantes	Outros criterios
USO URBANO	Mensual	Semanal	Quinzenal	Semanal	----	A entidade pública responsável pelo saneamento no município vai avaliar a frequência de análise com base na licença de descarga e do tratamento de regeneração.	Mensual
USO AGRÍCOLA	Mensual	Quinzenal	Quinzenal	Quinzenal	----		Mensual
USO INDUSTRIAL	Mensual	Quinzenal	Quinzenal	Quinzenal	----		Mensual

- **CAPÍTULO I. Disposiciones generales.**

Artículo 1. *Objeto de la normativa.*

Artículo 2. *Definiciones.* Reutilización de las aguas, aguas depuradas, aguas regeneradas, estación regeneradora de aguas, infraestructuras de almacenamiento y distribución, sistema de reutilización de las aguas, primer usuario, usuario del agua regenerada, punto de entrega de las aguas depuradas, punto de entrega de las aguas regeneradas, lugar de uso del agua regenerada, autocontrol.

Artículo 3. *Régimen jurídico de la reutilización.*

- **CAPÍTULO II. Condiciones básicas para la reutilización de las aguas depuradas.**

Artículo 4. *Usos admitidos para las aguas regeneradas.*

Artículo 5. *Criterios de calidad.*

- **CAPÍTULO III. Contratos de cesión de derechos sobre aguas regeneradas.**

Artículo 6. *Características de los contratos de cesión de derechos sobre aguas regeneradas.*

- **CAPÍTULO IV. Procedimiento para la reutilización de aguas depuradas.**

Artículo 7. *La reutilización de aguas a través de iniciativas o planes de las Administraciones Públicas.*

Artículo 8. *Procedimiento para obtener la concesión de reutilización.*

Artículo 9. *Procedimiento para obtener la autorización de reutilización.*

Artículo 10. *Procedimiento para quien no es concesionario de la primera utilización ni titular de la autorización de vertido.*

Artículo 11. *Disposiciones comunes a la concesión y autorización de reutilización de aguas.*

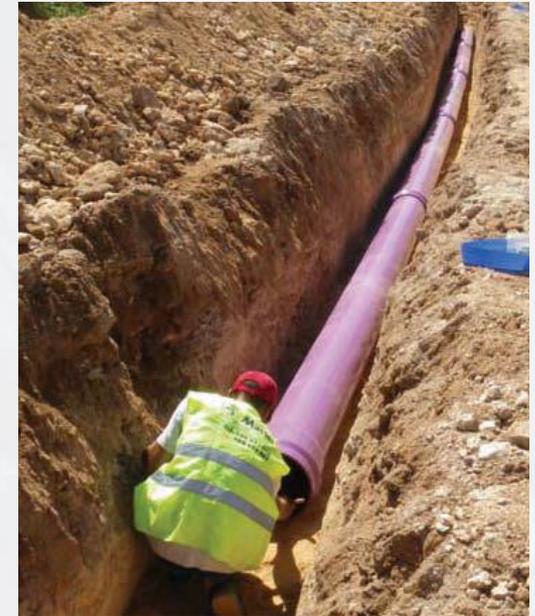
- ANEXO I: Criterios de calidad para la reutilización de las aguas según sus usos.
- ANEXO II: Frecuencia mínima de muestreo y análisis de cada parámetro.
- ANEXO III: Evaluación de la calidad de las aguas regeneradas.
- ANEXO IV: Solicitud para obtener la concesión o autorización de reutilización de aguas.

MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

- **Na rede de esgotos**
- **Em depuração e regeneração**
- **Em reutilização: armazenamento, uso e distribuição**
- **Na aplicação da água para rega:**
 - Gerais e de informação
 - Desenho e aplicação
 - Sinalização
 - Sistema de rega: uso racional, eficiente e poupador da água
 - Prevenção de riscos, seguridade e saúde

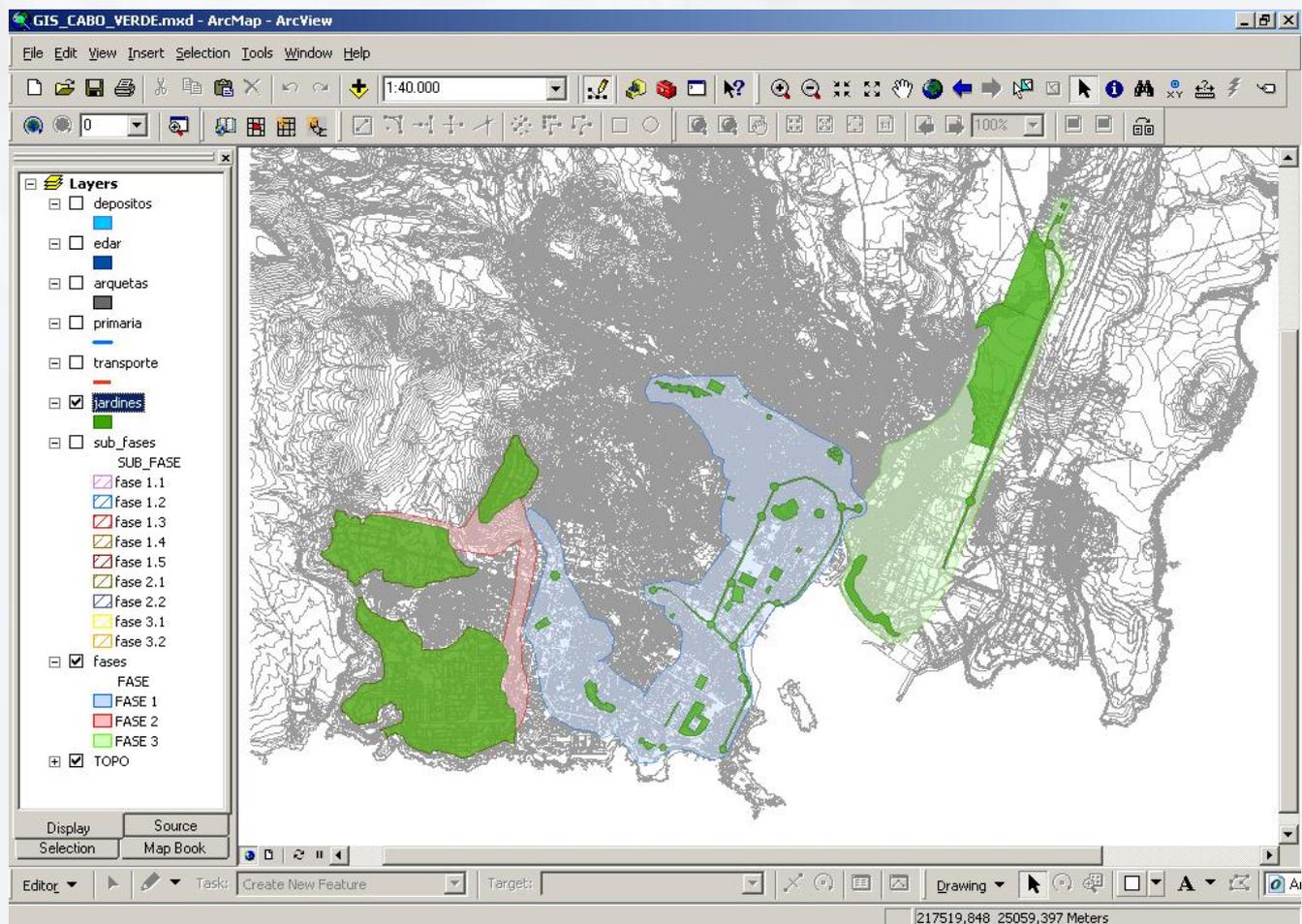
5 | PROPOSTA DE LEGISLAÇÃO

MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

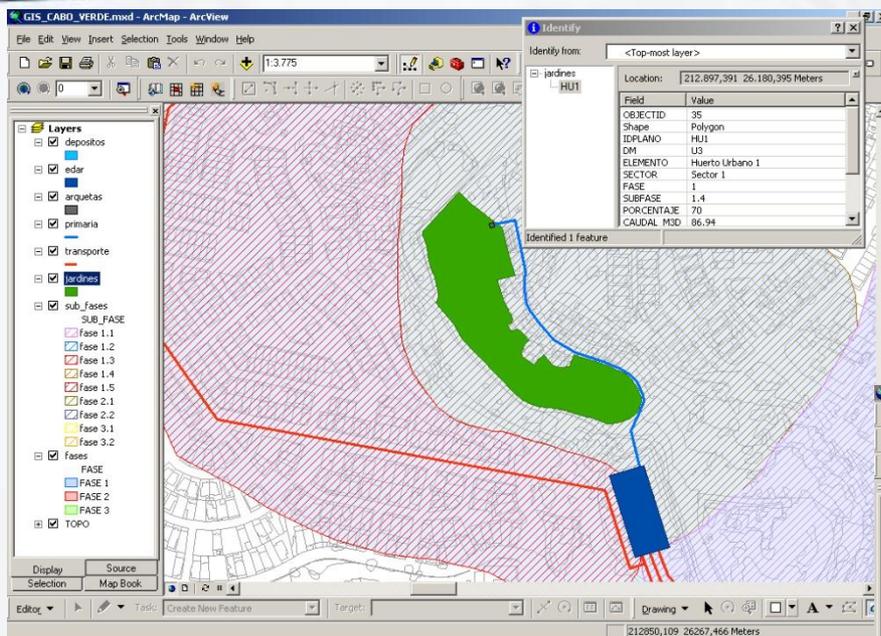


ESTUDO PARA A REUTILIZAÇÃO SEGURA DE
ÁGUAS RESIDUAIS URBANAS TRATADAS
PARA REGADIA NA CIDADE DA PRAIA

FASES

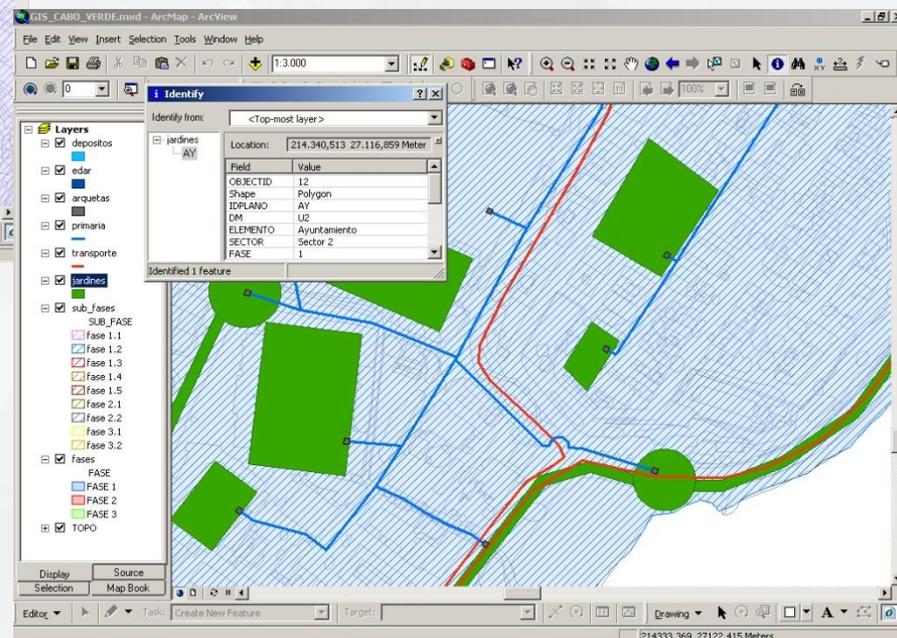


6 | GIS



Horta urbana

Câmara Municipal



Parlamento

Attributes of jardines

OBJECTID	Shape	IDPLANO	DM	ELEMENTO	SECTOR	FASE	SUBFASE	PORCENTAJE	CAUDAL
48	Polygon ZM	M.R4R8	-	Tramo Medianas	Sector 3	1	1.2	40	
49	Polygon ZM	M.R9R9	-	Tramo Medianas	Sector 1	1	1.2	50	
50	Polygon ZM	M.AERO.1	U4	Tramo Medianas	Sector 1	3	3.1	50	
51	Polygon ZM	JA.1	U4	Jardin 4	Sector 1	3	3.1	50	82
52	Polygon ZM	JA.2	U4	Jardin 4	Sector 2	3	3.2	50	82
53	Polygon ZM	M.AERO.2	U4	Tramo Medianas	Sector 2	3	3.2	50	
54	Polygon ZM	JA.AERO	U4	Jardin Aeropuerto	Sector 1	3	3.2	80	1
55	Polygon ZM	HU.2	U1	Huerto Urbano 2	Sector 4	1	1.2	70	4
56	Polygon ZM	T	U2	Toma de agua para usos varios		1	1.2	0	33
57	Polygon ZM	P	U3	Parlamento y alrededor	Sector3	1	1.1	100	1

Identify 1 Feature

Field	Value
OBJECTID	57
Shape	Polygon
IDPLANO	P
DM	U3
ELEMENTO	Parlamento y alrededor
SECTOR	Sector3
FASE	1
SUBFASE	1.1
PORCENTAJE	100
CAUDAL	M3D 14.47

GIS_CABO_VERDE.mxd - ArcMap - ArcView

Identify from: <Top-most layer>

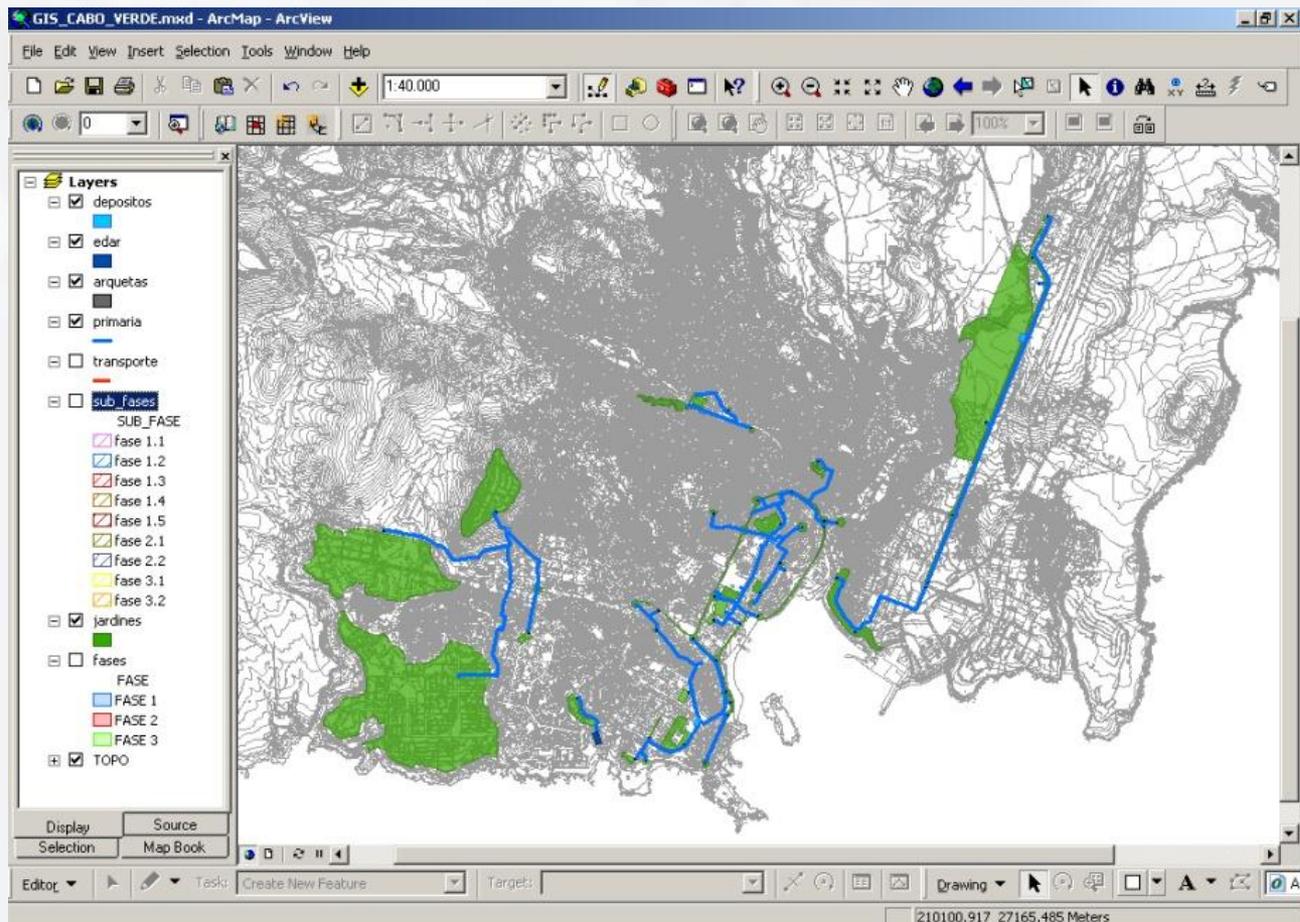
Location: 213.729,221 26.095,662 Meters

Field	Value
OBJECTID	57
Shape	Polygon
IDPLANO	P
DM	U3
ELEMENTO	Parlamento y alrededor
SECTOR	Sector3
FASE	1
SUBFASE	1.1
PORCENTAJE	100
CAUDAL	M3D 14.47

Identified 1 Feature

Field	Value
OBJECTID	57
Shape	Polygon
IDPLANO	P
DM	U3
ELEMENTO	Parlamento y alrededor
SECTOR	Sector3
FASE	1
SUBFASE	1.1
PORCENTAJE	100
CAUDAL	M3D 14.47

Primária



ORÇAMENTO

RESUMO ORÇAMENTAL		
1	TOTAL ORÇAMENTO FASE 1	3.855.989,51 €
	1.0 TERCIARIO	426.713,60 €
	1.1 FASE 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 e 1.5	3.429.275,92 €
2	TOTAL ORÇAMENTO FASE 2	2.224.917,72 €
	2.0 TERCIARIO	336.261,15 €
	2.1 FASE 2.1 e 2.2	1.888.656,57 €
3	TOTAL ORÇAMENTO FASE 3	3.638.095,26 €
	3.0 TERCIARIO	305.351,15 €
	3.1 FASE 3.1 e 3.2	3.332.744,11 €
TOTAL PRESUPUESTO		9.719.002,49 €

ESTUDIO ECONÓMICO E MODELO TARIFÁRIO

- Inversão total: **9.719.002,49 €**
- Producción de água:
 - FASE 1: 1.000 m³/dia
 - FASE 2: +2.100 m³/dia . TOTAL FASE 2= 3.100 m³/dia
 - FASE 3: +2.000 m³/dia. TOTAL FASE 3= 5.100 m³/dia
- Preço inicial da água: 1,26 €/m³

9 | CONCLUSÕES

- O estado actual de manutenção e operação da ETAR dificulta a operação do futuro tratamento terciário.
- Este plan director de reutilização está vinculado à ligação à rede de esgotos até abranger à capacidade máxima de tratamento na ETAR.
- A realização da ligação à rede de esgotos têm de ser coordenada com as fases de desenvolvimento do estudo e do investimento previsto.
- A reutilização pode ser um factor de melhoria económica sobre o acceso à água pela comunidade.

9 | CONCLUSÕES

- Devido à experiência desenvolvida em situações parecidas, o estabelecimento dum sistema tarifário para os processos de saneamento, depuração e reutilização poderia suportar os custos económicos que têm relação com o investimento previsto e a operação das instalações.
- As tecnologias de reutilização propostas no estudo estão totalmente desenvolvidas, são fiáveis e garantizam a qualidade do efluente segundo o uso previsto.
- O uso da água regenerada precisa dum marco legal para garantir o control sanitário.
- Deve-se realizar a formação de boas prácticas ao usuário. Achamos muito importante que os usuários percebam que a água reutilizada é um recurso seguro, com qualidade e económico.

MUITO OBRIGADA PELA SUA ATENÇÃO