



ZNZA

Caracterização e Optimização Energética

Central de Aquecimento a
Gás Natural do Aeroporto de
Lisboa



Índice



A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética:

Consumos de Gás Natural

Consumo Específico

Factor de Carga

Rendimento das Caldeiras

Perdas nas Tubagens

Medidas de Optimização:

Substituição dos Isolamentos

Substituição das Caldeiras

Sistema de Gestão de Energia

Outras Medidas

A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de Optimização



Descrição da Empresa

- **Nome:**
ANA – Aeroportos de Portugal, SA
- **Objectivos gerais:**
Gestão dos Aeroportos em Portugal
Manutenção das infra-estruturas
- **Aeroportos geridos:**
Lisboa
Porto
Faro
Açores (4)
- **Número de Colaboradores:**
1000
- **Sede:**
Lisboa, junto ao Aeroporto
- **Capital Social:**
200 000 000 €

A Empresa

Objectivos

Central de
Aquecimento

Caracterização
Energética

Medidas de
Optimização



Objectivos a atingir

- 1 - Caracterizar a Central de Aquecimento
- 2 - Estudar medidas de optimização energética
- 3 - Propor medidas à Empresa



Melhores soluções energéticas

A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de Optimização



Central de Aquecimento



A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de Optimização

Circuito	ALS 2000		ALS Antigo														
	1	2	3	4	5												
Caldeiras																	
Marca	<i>De Dietrich</i>		<i>De Dietrich</i>														
Modelo	"GT 525"		"CFE 821"														
Potência [KW]	1 500		1 218														
m_{comb} [m³/h]	66		54,5														
m_{água} [Kg/s]	35,8		29,1														
η [%]	91		90														
Fluído de Trabalho	Água		Água														
Regime nominal [°C]	70 - 80		70 - 80														
Queimadores	1	2	3	4	5												
Marca	<i>Ecoflam</i>		<i>Ecoflam</i>														
Modelo	"BLU 1700"		"BLU 1600"														
Desgaseificadores	1		2														
Marca	<i>Spirovent</i>		<i>Spirovent</i>														
Modelo	"Senior"		"Senior"														
EBQ's	1	2	3	4	5	6	7										
Marca	<i>Grundfos</i>			<i>Grundfos</i>													
Modelo	LP 100-200/210			LP 100-200/183													
ECQ's	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Marca	<i>Grundfos</i>								<i>Grundfos</i>								
Modelo	LP 80-200/202								LP 80-200/202								
	LP 65-125/128								LP 65-125/128								
	LP 80-125/124								LP 80-125/124								
	LP 80-160/149								LP 80-160/149								

A Empresa

Objectivos

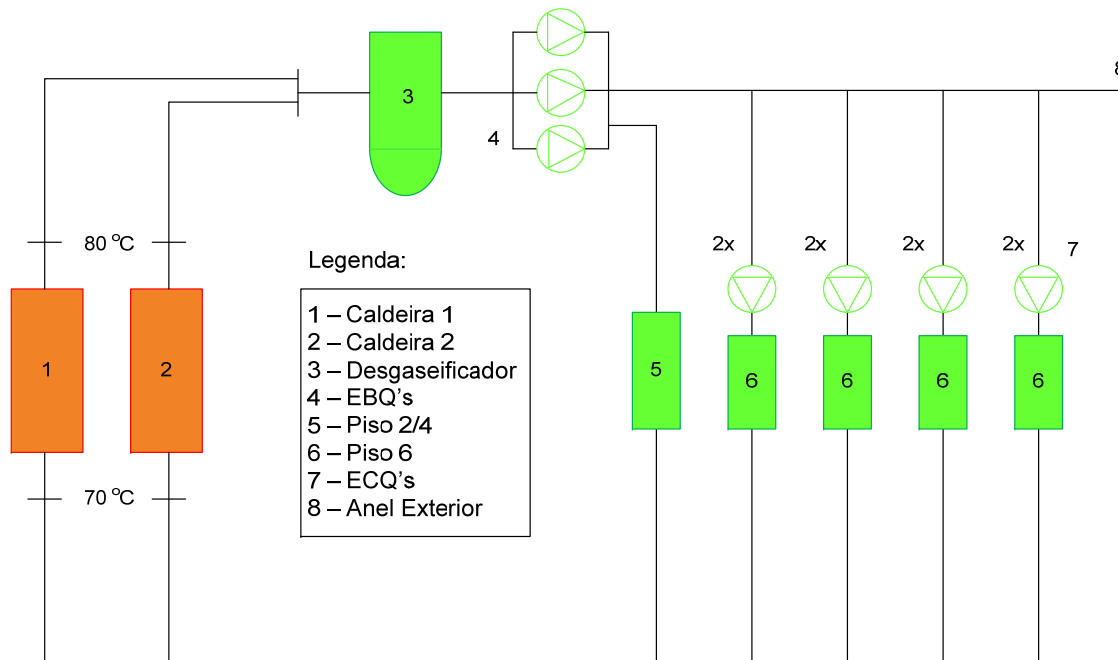
Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de Optimização



“Circuito ALS 2000”



A Empresa

Objectivos

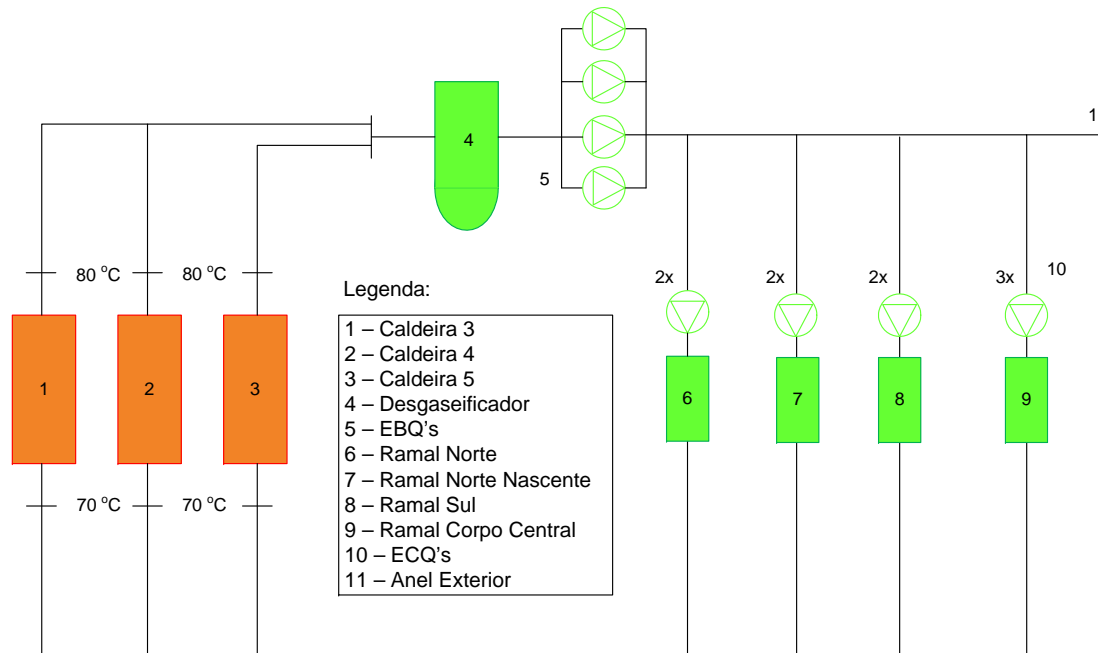
Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de Optimização



“Circuito Antigo”



A Empresa

Objectivos

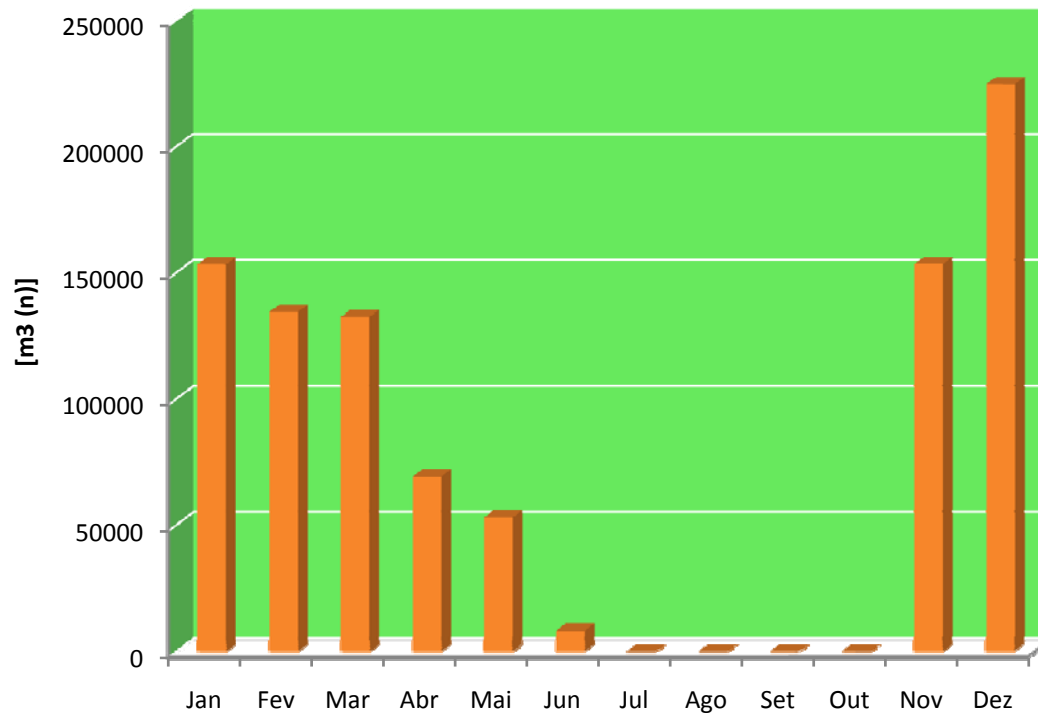
Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de Optimização



Consumos de Gás Natural



Nº de horas de funcionamento da Central de Aquecimento:

7 meses/ano x 30 dias/mês x 24 horas/dia = **5 040 horas/ano**

A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de Optimização



Ano	Volume [m ³ (n)]	Custo [€]	Custo médio [€/m ³]
2008	928 960	356 826	0,42

Ano	Volume [m ³ (n)]	Volume [tep]	Emissões CO ₂ [ton]
2008	928 960	1 348	2 933

A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de Optimização



Consumo Específico

Piso do ALS	Área (m ²)
Piso 2	46 410
Piso 3	8 700
Piso 4	33 540
Piso 5	34 570
Piso 6	7 090
Piso 7	370
Área total	130 680

$$Ce = 10,32 \text{ Kgep/m}^2$$

A Empresa

Objectivos

Central de
Aquecimento

Caracterização
Energética

Medidas de
Optimização



Factor de Carga

Consumo Total 2008: **928 960 m³**

$P_{\text{máx}} = 6\,654 \text{ KW}$

Tempo de Funcionamento = 5 040 horas

Consumo Máximo da Instalação: **3 182 652 m³**

$fc = \text{Consumo Total} / \text{Consumo Máximo Instalação}$

$fc = 30 \%$

A Empresa

Objectivos

Central de
Aquecimento

Caracterização
Energética

Medidas de
Optimização



Rendimento das Caldeiras

Caldeira	Chama	T _{amb}	T _{PC}	% O ₂	m _{GN}	λ
1	1ª	19,3	124,7	5,6	34,8	1,40
	2ª	19,7	171,6	5,9	64,8	1,43
3	1ª	20,5	133,5	6,2	32,4	1,46
	2ª	20,3	180,3	5,2	52,8	1,36
4	1ª	20,5	160,4	5,9	32,4	1,43
	2ª	21,1	225,5	5,5	52,8	1,39
5	1ª	21,7	159,6	5,4	32,4	1,38
	2ª	21,6	201,5	4,7	52,8	1,32

°C	°C	%	m ³ /h
----	----	---	-------------------

A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de Optimização



[%]	1ª Chama	2ª Chama
Caldeira 1	91,00	88,58
Caldeira 2	Manutenção	
Caldeira 3	90,57	88,54
Caldeira 4	89,09	86,14
Caldeira 5	89,72	87,77

A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de Optimização



Balanço energético na Caldeira

[KW]	1ª Chama			2ª Chama		
	P _{comb}	P _{útil}	P _{perdas}	P _{comb}	P _{útil}	P _{perdas}
Caldeira 1	366	333	33	682	604	78
Caldeira 2	366	---	---	366	---	---
Caldeira 3	341	309	32	556	492	64
Caldeira 4	341	304	37	556	479	77
Caldeira 5	341	306	35	556	488	68

Balanço energético na água

[°C]	Caldeira 1		Caldeira 3		Caldeira 4		Caldeira 5	
	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
T _{ret}	77,8	76,0	77,2	76,0	77,5	76,1	77,5	76,0

A Empresa

Objectivos

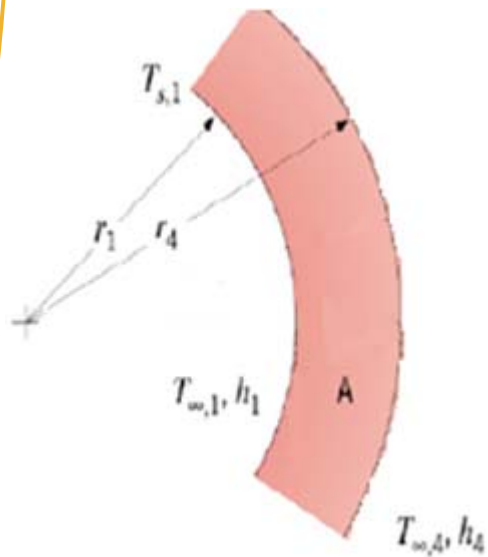
Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de Optimização



Perdas nas tubagens



$$q_r \rightarrow \begin{matrix} T_{\infty,1} & T_{s,1} & T_2 & T_{\infty,4} \\ \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \\ \frac{1}{h_1 2\pi r_1 L} & \frac{\ln(r_2/r_1)}{2\pi k_A L} & \vdots & \frac{1}{h_4 2\pi r_4 L} \end{matrix}$$

A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de Optimização



$T_{\infty,1ida}$ [°C]	$T_{\infty,1retorno}$ [°C]	h_1 [W/(m ² *K)]	h_4 [W/(m ² *K)]	k [W/(m*K)]
80	70	5000	25	0,04

Temperatura	$T_{\infty,2}$
Novembro	12 °C
Dezembro	10 °C
Janeiro	12 °C
Fevereiro	12 °C
Março	13 °C
Abril	15 °C
Maio	15 °C

Ø da Tubagem	Até 2''	2'' a 4''	4'' a 8''
Espessura do Isolamento	13 mm	19 mm	32 mm

A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de Optimização



$$L_{\text{total}} = 8000 \text{ m}$$



$$L_{\text{ida}} = 4000 \text{ m} \quad L_{\text{retorno}} = 4000 \text{ m}$$

(8", 6", 5", 4", 3", 2" ½, 2", 1" ½, 1" ¼, ¾")

$$q_r = \frac{T_{\infty,1} - T_{\infty,4}}{\frac{1}{2\pi r_1 L h_1} + \frac{\ln\left(\frac{r_4}{r_1}\right)}{2\pi k L} + \frac{1}{2\pi r_4 L h_4}}$$

$$Q_{\text{total}} = 328 \text{ KW}$$



A Empresa

Objectivos

Central de
Aquecimento

Caracterização
Energética

Medidas de
Optimização



Medidas de Optimização

- Substituição dos Isolamentos
- Substituição das Caldeiras
- Sistema de Gestão de Energia
- Outras Medidas

A Empresa

Objectivos

Central de
Aquecimento

Caracterização
Energética

Medidas de
Optimização



Substituição dos Isolamentos

ANEXO III

Espessuras mínimas de isolamento

Fluido interior quente

Diâmetro exterior (em milímetros)	Temperatura do fluido (em graus centígrados)			
	40 a 65	66 a 100	101 a 150	151 a 200
$D \leq 35$	20	20	30	40
$35 < D \leq 60$	20	30	40	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40	50
$90 < D \leq 140$	30	40	50	50
$140 < D$	30	40	50	60

$Q_{total} = 328$ KW (actual)

$Q_{total} = 222$ KW

Poupança: $\Delta Q = 107$ KW

A Empresa

Objectivos

Central de
Aquecimento

Caracterização
Energética

Medidas de
Optimização



Orçamento (NAVISOL):

Diâmetro	Quantidade	Preço
8"	1847 ML	108 697 €
6"	1506 ML	79 049 €
5"	852 ML	41 803 €
4"	494 ML	22 667 €
3"	1194 ML	51 134 €
2" ½	1218 ML	50 225 €
2"	640 ML	25 138 €
1" ½	33 ML	1 248 €
1" ¼	196 ML	7 267 €
¾"	28 ML	997 €
TOTAL		388 244 €

A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de
Optimização

Pay-Back: **19 anos e 9 meses**



2N2



Isola & Poupa

O Programa *Isola & Poupa* é um *software* que permite calcular as **economias associadas à substituição de isolamentos existentes**, em tubagens de centrais de aquecimento, **por isolamentos regulamentados** pelo Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios.

A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de
Optimização



Substituição das Caldeiras

Principal razão:

Existem no mercado caldeiras com melhores rendimentos

Caso de Estudo:

Caldeira *De Dietrich* "C610-1140 ECO"



- Caldeira de Condensação
- Queimadores modulantes radiais
- $\eta = 98,5\%$
- $P_{\text{útil}} = 1062 \text{ KW}$
- $m_{\text{GN}} = 142 \text{ m}^3/\text{h}$ (máximo)

A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética

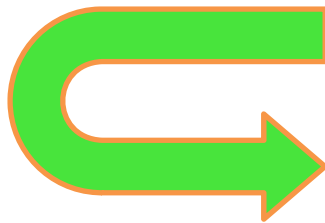
Medidas de
Optimização



Hipótese:

$f_c = 46 \%$

Equipamento	η	$P_{\text{útil}}$ (Total)	P_{comb} (Total)
5 Caldeiras Existentes	90 %	1941 KW	2157 KW
4 Caldeiras Novas	98,5 %	1941 KW	1971 KW



Poupança: $\Delta P = 186$ KW

34 184 €/ano

Orçamento (HIPERCLIMA): 55 000 €/caldeira  220 000 €

Pay-Back: 6 anos e 5 meses

A Empresa

Objectivos

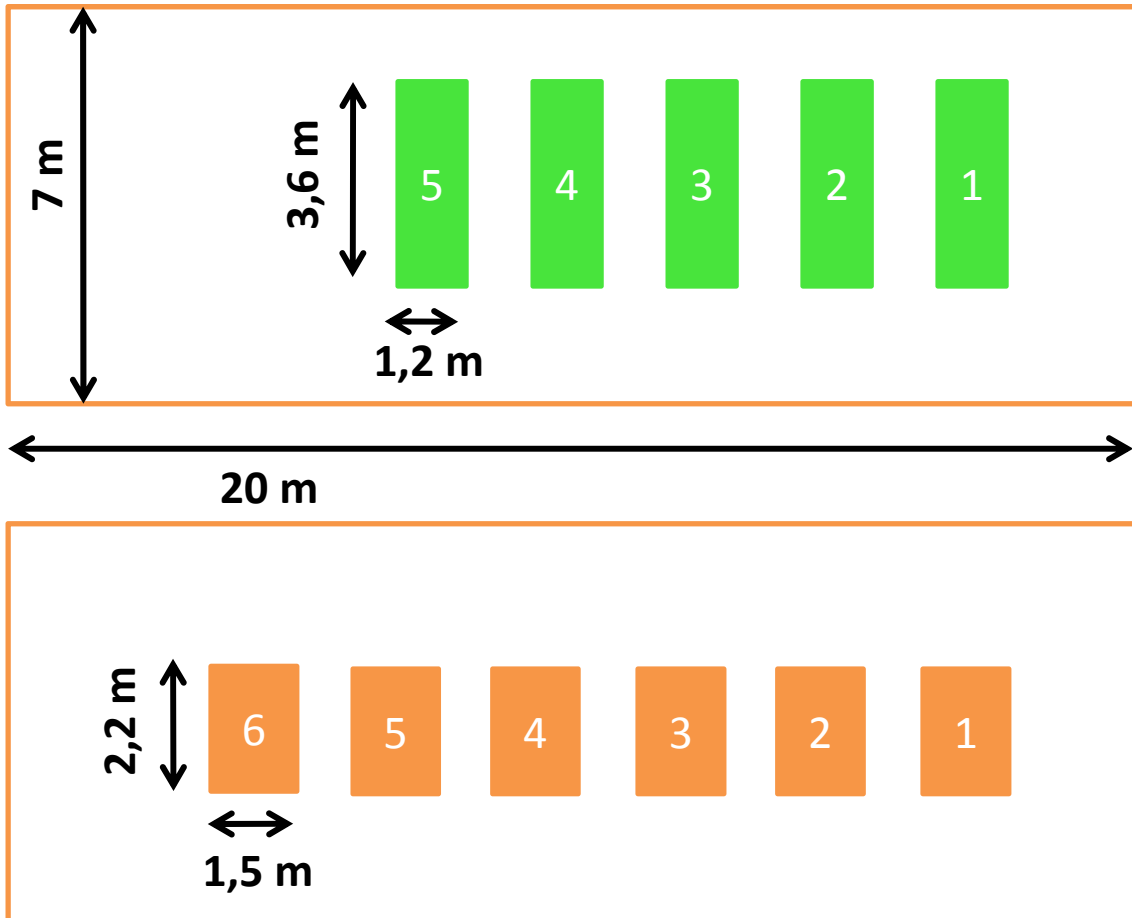
Central de
Aquecimento

Caracterização
Energética



Medidas de
Optimização



Planta da Casa das Caldeiras:



Legenda:

-  Caldeiras Existentes
-  Caldeiras Novas

A Empresa

Objectivos

Central de Aquecimento

Caracterização Energética

Medidas de
Optimização



Sistema de Gestão de Energia

Permite:

- Monitorização parâmetros
- Detecção de Avarias
- Conforto
- Auxílio à equipa de manutenção

A Empresa

Objectivos

Central de
Aquecimento

Caracterização
Energética

Medidas de
Optimização



Caso de Estudo:

	ED	SD	EA	SA
Caldeiras	15	5	-	-
Bombas	21	7	-	-
Filtros	7	-	-	-
Temp. Água	-	-	14	-
Temp. Gases	-	-	5	-
Contador	1	-	-	-

Legenda:

ED – Entrada Digital

SD – Saída Digital

EA – Entrada Analógica

SA – Saída Analógica

Orçamento (DOMOTICA SGTA):
17 600 €

A Empresa

Objectivos

Central de
Aquecimento

Caracterização
Energética

Medidas de
Optimização



Possível economia de **4%** nos consumos energéticos

Consumo de Gás Natural 928 960 [m³ (n)]

Poupança:
37 158 m³ (n) → 15 606 €/ano

Pay-Back: **1 ano e 2 meses**

A Empresa

Objectivos

Central de
Aquecimento

Caracterização
Energética

Medidas de
Optimização



Outras Medidas

1. Bombas com Variadores de Velocidade
2. Portas de acesso ao exterior (Chegadas)

A Empresa

Objectivos

Central de
Aquecimento

Caracterização
Energética

Medidas de
Optimização



Conclusões e Recomendações

- Equipamentos sobredimensionados
- Existem medidas que conduzem aos objectivos traçados
- Recomenda-se a substituição dos isolamentos – RSECE
- Possibilidade de substituição das Caldeiras (10-15%)
- Recomenda-se a instalação de SGE (4%)



ZNZA

Contactos

Gonçalo Soares de Albergaria:
goncalo.alberga@netcabo.pt

Dr. Luís Alves (IST):
lalves@ist.utl.pt

Prof Mário Costa (IST):
mcosta@ist.utl.pt

Eng. Rubén Eiras (GALP ENERGIA):
ruben.eiras@galpenergia.com