



Conversão de Motores Diesel

Utilização de combustíveis indutores de menores emissões

Conversão de Motores Diesel

Utilização de combustíveis indutores de menores emissões

DEZEMBRO 2011

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	PÁG. 1
2. ÂMBITO DO ESTUDO	2
3. PARQUE DE MOTORES DIESEL APLICADOS EM UNIDADES DE COGERAÇÃO	3
4. FUNDAMENTOS DE FUNCIONAMENTO E ASPETOS CONSTRUTIVOS DE MOTORES DIESEL	3
5. EMISSÕES GASOSAS DOS MOTORES DIESEL CONVERTIDOS	4
6. GÁS NATURAL COMO COMBUSTÍVEL DE ELEIÇÃO EM MOTORES RECONVERTIDOS	5
7. ANÁLISE ECONÓMICA DA CONVERSÃO DE MOTORES DIESEL	5
8. CASE STUDIES DE MOTORES DIESEL JÁ CONVERTIDOS PARA GÁS NATURAL, BI-FUEL OU DUAL FUEL	7
9. ANEXOS	9
Anexo 1 - Conteúdo da ficha de especificações	10
Anexo 2 - Ficha de especificações (<i>layout</i> típico)	11
Anexo 3 - Fichas com a informação recolhida	12
Anexo 4 - Informação relevante das fichas de especificações	40
Anexo 5 - Estudo sobre a Conversão de Motores Diesel para Combustíveis Indutores de Menores Emissões	41
Anexo 6 - Análise Económica da Conversão de Motores Diesel	106
Anexo 7 - <i>Case studies</i>	115

1. INTRODUÇÃO

Os motores Diesel constituem a escolha natural para a produção de energia mecânica ou elétrica quando se pretende um alto rendimento no aproveitamento da fonte de energia primária, grande longevidade e capacidade de utilizar uma grande variedade de combustíveis. Os motores Diesel são empregues em todos os sectores da atividade económica com particular enfoque na indústria, serviços e transportes. A nível de transportes marítimos os motores Diesel são os propulsores de eleição, queimando combustíveis residuais como o fuelóleo e as bancas marítimas (bunkers). Na ausência de eletrificação das linhas ferroviárias recorre-se a tração Diesel, nomeadamente com utilização de locomotivas diesel elétricas. O transporte rodoviário de mercadorias e passageiros faz-se exclusivamente com recurso a veículos Diesel.

Assistiu-se nas últimas duas décadas a uma dieselização do parque automóvel em particular nos países do sul da Europa o que cria alguma pressão na atividade de refinação. A razão de refinação entendida como a proporção entre gasolinas e gasóleos passível de obtenção a partir da refinação do crude só pode ser alterada dentro de determinados limites o que implica, no caso de Portugal, um deficit em gasóleos e um excesso em gasolinas, tendo de se recorrer à importação de produtos petrolíferos destilados.

A disponibilidade de gás natural permite mais opções em termos de grupos propulsores como motores a gás que operam segundo o ciclo Otto (inflamação da carga combustível com recurso a uma fâsca elétrica), normalmente utilizando tecnologias lean burn. A disponibilização de biocombustíveis tais como bio etanol, biodiesel ou biogás são outras opções a ter em conta na utilização de motores térmicos.

Existe um parque importante de motores Diesel em Portugal que ainda está longe do seu final de vida útil, motivando o seu upgrade para outros combustíveis, ambientalmente, mais benignos. Com esta motivação o estudo elaborado pretende ser uma ferramenta útil para o conhecimento da tecnologia de motores Diesel e das opções que se apresentam à sua transformação. O estudo compreende, entre outros, os seguintes aspetos:

- Definição do âmbito do estudo;
- Fundamentos de funcionamento e aspetos construtivos de motores Diesel;
- Caracterização das emissões resultantes da utilização de motores de combustão interna;
- Opções e caracterização dos combustíveis com menor impacto ambiental quando utilizados em motores Diesel;
- Levantamento do parque de motores Diesel existente no País;
- Tipificação das unidades passíveis de conversão;
- Levantamento das diferentes tecnologias utilizadas na conversão de motores Diesel;
- Levantamento e inventário de operações de conversão de motores Diesel já realizadas;

Impacto da conversão em termos de:

- Potência debitada;
- Consumos;
- Redução de emissões;
- Estimativa de custos de conversão e eventuais desvios.

Pretende-se que o presente estudo sirva de apoio à decisão de conversão de motores Diesel, sendo dirigido a promotores de projetos que tenham envolvido motores Diesel, nomeadamente centrais de cogeração, centrais termoelétricas, etc. O decisor poderá mais facilmente estimar o potencial de redução de emissões e programar a conversão dos equipamentos face aos períodos previsíveis de retorno do investimento, recorrendo nomeadamente a uma ferramenta de simulação disponibilizada neste estudo.

A substituição de combustíveis pode também acarretar uma diminuição de custos. Cita-se como exemplo a conversão de um motor Diesel a fuelóleo para gás natural no que concerne o aprovisionamento e tratamento do combustível. A utilização de fuelóleo implica uma infraestrutura pesada de armazenamento e tratamento de fuelóleo que compreende, nomeadamente:

- Tanques de armazenamento de fuelóleo;
- Sistema de traçagem térmica das linhas de combustível para garantir a viscosidade adequada ao transporte do fuelóleo;
- Sistema de bombagem e separação de impurezas do combustível e óleo lubrificante (depuradoras);
- Tanques de dia para recolha do combustível tratado e destinado à queima nos motores.

A utilização de gás natural como combustível poderá minimizar a infraestrutura descrita. Quanto muito poderá ser necessária a queima de uma determinada percentagem de combustível líquido destinado a inflamar (através de ignição por compressão) a carga combustível ar-gás admitida pelo motor após conversão.

O estudo sobre a conversão de Motores Diesel compreendeu um diagnóstico suficientemente abrangente com atividade de campo que visou a caracterização do parque instalado em território nacional.

Apesar de uma expectável publicação, a curto prazo, da portaria que regulamenta o Decreto-Lei 23/2010 de 23 de março não existe ainda uma clarificação de qual será o enquadramento remunerativo da energia elétrica vendida à rede. Trata-se de um aspecto fulcral para avaliação da viabilidade de qualquer projeto de cogeração pelo que importa estar na posse de todo o enquadramento legal antes de qualquer tomada de decisão a respeito de uma eventual conversão, mesmo que esta se justifique sob um ponto de vista técnico-económico. Salienta-se a este respeito o que se encontra acordado no memorando de entendimento da ajuda financeira a Portugal no que concerne os regimes de apoio à produção de energia em regime especial:

“Regimes de apoio à produção de energia em regime especial (co-geração e energias renováveis) 5.7. Rever a eficiência dos sistemas de apoio à co-geração e propor possíveis opções para ajustar em baixa a tarifa de alimentação usada em co-geração (reduzir subsídios implícitos) [Q4-2011]”.

Esta diretriz causa, como é óbvio, um cenário de incerteza que importa ver esclarecido para uma consciente tomada de decisão sobre a reconversão de motores.

2. ÂMBITO DO ESTUDO

O estudo circunscreveu-se às instalações de cogeração em Portugal continental que compreendem motores Diesel passíveis de conversão para motores a gás. Foi preparada uma ficha de especificações destinadas a ser contempladas no estudo (ver Anexo 1). Apresenta-se, também, o *layout* tipo da ficha de especificações (Anexo 2).

O trabalho de campo de recolha de informação junto dos operadores de instalações com motores Diesel baseou-se numa ficha que contempla os seguintes dados:

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

- a. Localização geográfica e caracterização do local, incluindo temperatura média ambiente;
- b. Setor empresarial;
- c. Potência instalada;
- d. Ano de arranque.

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

- a. Quantidade de Motores Diesel instalados;
- b. Marca e modelo;
- c. Potência unitária dos grupos geradores;
- d. Sistemas de recuperação de calor (tipo, potência térmica, temperaturas de escape, circuitos de água de baixa e alta temperatura, etc.).

3. DADOS OPERACIONAIS

- a. Número total de grupos geradores em funcionamento;
- b. Regime de funcionamento;
- c. Produção média anual de eletricidade no período 2005-2010;
- d. Tipo de fuelóleo consumido e consumo médio anual no período 2005-2010;
- e. Emissões médias (NO_x, SO_x, Partículas);
- f. Manutenção dos grupos geradores.

4. DIVERSOS

- a. Disponibilidade de gás natural no local e características de fornecimento;
- b. Potencial de consumo adicional de energia térmica (vapor, água quente, gases quentes).

5. OUTRA INFORMAÇÃO RELEVANTE.

O Anexo 3 apresenta a totalidade das fichas com a informação recolhida, omitindo-se a identificação e a localização da instalação de modo a garantir a confidencialidade dos dados.

O presente estudo tem como objetivo proceder à identificação das diversas tecnologias disponíveis para a conversão de motores Diesel (ignição por compressão) em modo de operação Dual-Fuel ou Bi-Fuel. O estudo aborda os aspetos tecnológicos da conversão destes motores e os efeitos sobre os aspetos funcionais, operacionais, de manutenção e ambientais, apresentando-se custos típicos de investimento.

3. PARQUE DE MOTORES DIESEL APLICADOS EM UNIDADES DE COGERAÇÃO

O levantamento do parque de motores Diesel em instalações de cogeração sobre as quais foi possível obter informação a partir das fichas de recolha de dados permitiu estabelecer a tabela que se apresenta no Anexo 4.

Os motores Diesel podem ser classificados de acordo com a sua velocidade de rotação subdividindo-se em:

- Alta velocidade: Caterpillar, MTU, Cummins, Komatsu, MAN, Deutz e Guascor;
- Média velocidade: Wärtsilä, Sulzer, MAN, Caterpillar/MAK, Mitsubishi, SEMT Pielstick.

Apresenta-se na tabela seguinte o número de unidades em funcionamento ou que aguardam conversão para gás natural e / ou substituição completa por novas unidades a gás.

TIPO DE UNIDADE	NÚMERO
Wärtsilä 32	10
MAK 32/40	9
Sulzer	8
MAN L32/40	n/d
Pielstick	2
Mitsubishi	1

Tabela 1: Unidades Diesel para conversão e/ ou substituição completa por novas unidades a gás

A potência dos motores Diesel de média velocidade (velocidades entre 500 e 750 rpm) encontra-se compreendida entre 3,4 e 8,29 MW, tendo sido manufaturados para operarem muitos anos (tipicamente 40 anos).

O Estudo sobre a Conversão de Motores Diesel para Combustíveis Indutores de Menores Emissões (Anexo 5) elabora sobre as diversas tecnologias para conversão de motores Diesel para gás natural classificando-as de acordo com a pressão de funcionamento:

1. Sistemas de muito baixa pressão ($p_{\text{gás natural}} < 1,5 \times p_{\text{sobrealimentação do motor}}$);
2. Sistemas de média pressão ($p_{\text{gás natural}} > 1,5 \times p_{\text{sobrealimentação do motor}}$);
3. Sistemas de alta pressão ($p_{\text{gás natural}} > p_{\text{compressão para uma dada carga}}$).

Este estudo distingue dois tipos de funcionamento dos motores Diesel convertidos para gás natural, a saber, funcionamento *Dual-Fuel* e *Bi-Fuel*.

- **Motor Dual-Fuel** - motor que pode funcionar à sua máxima carga com quantidades diminutas de combustível líquido para promover a ignição da carga do cilindro. Tipicamente o combustível líquido, gasóleo (GO) ou fuelóleo pesado (HFO ¹), assegura menos de 15% da energia necessária por ciclo e os restantes 85% da energia necessária por ciclo provém do combustível gasoso (i.e. gás natural);
- **Motor Bi-Fuel** - motor em que a energia por ciclo proveniente do gás é da ordem dos 65% enquanto os restantes 35% da energia necessária por ciclo provém do combustível líquido (i.e. GO ou HFO).

Conseguem-se atingir taxas de conversão muito elevadas em motores *Dual-Fuel* em que 95% da energia é fornecida sob a forma de gás natural apenas em projetos de conversão adequadamente projetados e em máquinas que apresentem reduzido desgaste.

4. FUNDAMENTOS DE FUNCIONAMENTO E ASPETOS CONSTRUTIVOS DE MOTORES DIESEL

Os motores Diesel são dos motores térmicos que apresentam rendimentos mais elevados em ciclo simples. Um motor Diesel é um motor alternativo que opera, normalmente, segundo um ciclo a 4 tempos ². Aspira ar atmosférico, habitualmente com recurso a sobrealimentação, sendo este fortemente comprimido por ação do êmbolo no seu movimento ascendente. O combustível é injetado diretamente no interior da câmara de combustão, inflamando-se devido à temperatura elevada atingida pelo ar.

¹ HFO - Heavy Fuel Oil

² Existem motores Diesel a 2 tempos, normalmente de grande dimensão e geralmente utilizados em aplicações de propulsão naval, com um sistema de lavagem dos gases no interior do cilindro com recurso a compressores do tipo Roots.

A expansão dos gases de combustão exerce pressão sobre a coroa do êmbolo forçando-o a deslocar-se para baixo no cilindro segundo um movimento retilíneo que é transformado em rotação através de um sistema de biela-manivela.

O volante do motor devido à sua massa elevada armazena energia cinética do único tempo motor (correspondente à expansão), o que permite executar os tempos de bombagem (i.e. escape e admissão) assim como a compressão.

A sobrealimentação permite um melhor enchimento dos cilindros com ar o que facilita a queima de combustível adicional o que proporciona um aumento da potência específica (kW/dm³). O facto destes motores funcionarem com elevados excessos de ar origina uma baixa produção de monóxido de carbono, sendo a combustão praticamente completa. Em contrapartida um elevado excesso de ar conjugado com picos de pressão e temperatura durante a combustão resulta numa produção elevada de óxidos de azoto (NO e NO₂) normalmente designados por NO_x.

Ao contrário do que acontece em motores de ciclo Otto em que o controlo de emissões pode ser obtido por catalisadores de três vias que permitem a oxidação do monóxido de carbono (CO) e dos compostos orgânicos voláteis (COV – VOC ³) e a redução dos óxidos de azoto em azoto (N₂) e oxigénio (O₂), nos motores Diesel este tipo de equipamento não é adequado. Os catalisadores de três vias funcionam adequadamente para misturas aproximadamente estequiométricas o que não acontece em motores Diesel que funcionam com excesso de ar.

A técnica mais promissora consiste na utilização da redução catalítica seletiva (SCR – *Selective Catalytic Reduction*) que utiliza amónia ou ureia para a redução dos óxidos de azoto. As emissões de partículas, em particular as de muito reduzida dimensão podem ser extremamente nocivas ao ser humano por inalação, sendo indutoras de patologias graves do sistema respiratório.

A utilização de filtros de partículas com regeneração assegurada por combustão controlada das partículas filtradas é típica dos motores Diesel utilizados em tração automóvel.

5. EMISSÕES GASOSAS DOS MOTORES DIESEL CONVERTIDOS

O Estudo sobre a Conversão de Diesel para Combustíveis Indutores de Menores Emissões (Anexo 5) permitiu apurar o impacto da conversão sobre as emissões gasosas, nomeadamente no que respeita aos óxidos de azoto, partículas e compostos orgânicos voláteis. Comparou-se, em particular, o modo de funcionamento 100% Diesel e *Bi-Fuel* (66% Gás Natural + 34% HFO), em que se procedeu à caracterização das emissões gasosas de acordo com a norma ISO aplicável, tendo sido apurados os valores apresentados na tabela 2:

MODO DE OPERAÇÃO	COV (g/kWh)	NO _x (g/kWh)	PM10 (g/kWh)
100% Diesel	9,517x10 ⁻²	4,636	2,583x10 ⁻¹
66% Gás Natural + 34% HFO	4,215x10 ⁻¹	3,916	1,632x10 ⁻¹

Tabela 2 – Poluentes nos gases de escape de um motor a operar em modo Diesel e modo Bi-Fuel (66% Gás natural+34% HFO)

A tabela supra permite concluir que a operação em modo *Bi-Fuel* (66% Gás Natural + 34% HFO) quando comparada com a operação em modo Diesel (com HFO) conduz a uma redução de 15,54% nas emissões de NO_x e de 36,08% nas emissões de partículas. Verifica-se, no entanto, um acréscimo de 22,58% nas emissões de compostos orgânicos voláteis.

³ VOC - Volatile Organic Compounds

6. GÁS NATURAL COMO COMBUSTÍVEL DE ELEIÇÃO EM MOTORES RECONVERTIDOS

O gás natural distribuído em Portugal é maioritariamente proveniente da Argélia e da Nigéria. No primeiro caso o transporte realiza-se através de gasoduto que atravessa a Argélia, Marrocos, Estreito de Gibraltar, Espanha, entrando em Portugal próximo de Campo Maior, interligando, próximo de Leiria, com o gasoduto que atravessa o território entre Sines e a fronteira a norte com a região da Galiza.

O gás natural proveniente da Nigéria é transportado na fase líquida em navios metaneiros, recorrendo a tecnologia criogénica. Este gás é descarregado no terminal de Gás Natural Liquefeito (GNL) em Sines que conta atualmente com três reservatórios de armazenagem. O gás natural é posteriormente gaseificado com recurso a vaporizadores que permutam a quantidade de calor necessária da água do mar para a mudança de fase e sobreaquecimento do gás. O gás natural distribuído em Portugal tem a composição média e as características discriminadas na tabela 3:

GÁS NATURAL (PORTUGAL) Constituinte	GASODUTO MAGREB mol (%)	TERMINAL DE SINES mol (%)
Metano (CH ₄)	87,885	92,215
Etano (C ₂ H ₆)	8,056	4,841
Propano (C ₃ H ₈)	1,378	2,111
i – Butano (C ₄ H ₁₀)	0,108	0,360
n – Butano (C ₄ H ₁₀)	0,158	0,381
i – Pentano (C ₅ H ₁₂)	0,022	0,018
n – Pentano (C ₅ H ₁₂)	0,018	0,003
n – Hexano (C ₆ H ₁₄)	0,020	0,000
Azoto (N ₂)	1,088	0,071
Dióxido de Carbono (CO ₂)	1,266	0,000
	99,999	100,000
Massa molar (kg/kmol)	18,192	17,646
Massa volúmica (kg/m ³ (n))	0,8141	0,7897
Densidade relativa	0,6297	0,6107
	MJ/m ³ (n)	MJ/m ³ (n)
Poder calorífico superior	42,47	43,21
Poder calorífico inferior	38,39	39,05
Índice de Wobbe (c/ base pcs)	53,52	55,30

Tabela 3 - Características do gás natural distribuído em Portugal

7. ANÁLISE ECONÓMICA DA CONVERSÃO DE MOTORES DIESEL

Neste estudo optou-se por analisar a conversão de dois motores Diesel para duas situações distintas:

- Conversão integral de um motor Diesel para motor a gás (ciclo Otto) – Exemplo 1;
- Conversão de um motor Diesel para queima *Bi-Fuel*, mantendo a possibilidade de queima de fuelóleo pesado – Exemplo 2.

O estudo realizou-se com base em indicadores típicos de preços de conversão como descrito na **Análise Económica da Conversão de Motores Diesel** (Anexo 6). Foram considerados os seguintes elementos:

- Potência elétrica da instalação em kW;
- Consumo específico da instalação g/kWh;
- Número de horas de funcionamento por ano;
- Preço do combustível HFO em €/kg;
- Preço do combustível gasoso em €/Nm³;
- Taxa de substituição de HFO por Gás Natural em %;
- Custo da conversão;
- Custos de manutenção.

Por uma questão de comodidade elaborou-se uma folha de cálculo para o estudo económico da conversão, apresentando-se na figura seguinte o seu layout típico:

SIMULADOR PARA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA CONVERSÃO DE MOTORES DIESEL

	DADOS DE INPUT	
	DIESEL	OTTO / BI-FUEL
POTÊNCIA ELÉTRICA	kWe	
RENDIMENTO ELÉTRICO	%	%
RENDIMENTO COGERAÇÃO	%	%
RENDIMENTO PRODUÇÃO TÉRMICA ALTERNATIVA	%	
PERCENTAGEM COMBUSTÍVEL LÍQUIDO	%	%
POTÊNCIA (%)	%	%
HORAS DE FUNCIONAMENTO	h	h
CUSTO DE TRANSFORMAÇÃO	€/kWe	
DURAÇÃO DO PROJETO	Anos	
CONSUMO ESPECÍFICO	g/kWh	g/kWh
HEAT RATE	kJ/kWh	kJ/kWh
CONSUMO DE ÓLEO	g/kWh	g/kWh
CUSTO LUBRIFICANTES	€/kg	€/kg
MANUTENÇÃO	€/kWh	€/kWh
TEMP. GASES ESCAPE (APÓS RECUPERAÇÃO)	°C	°C
CALOR ESPECÍFICO GASES DE ESCAPE	kJ/kg.°C	kJ/kg.°C
CAUDAL GASES ESCAPE	kg/s/MW	
POTÊNCIA TÉRMICA ADICIONAL		kWt
TARIFA ENERGIA ELÉTRICA	€/MWh	€/MWh
TARIFA HFO (FUELÓLEO Nº 4)	€/kg	
TARIFA HFO (FUELÓLEO Nº 4)	€/MWh	
TARIFA GÁS NATURAL		€/MWh
VALORIZAÇÃO CO ₂	€/tCO ₂	€/tCO ₂
FATOR DE EMISSÃO HFO	g CO ₂ /kWh	
FATOR DE EMISSÃO GN		g CO ₂ /kWh
INVESTIMENTO TOTAL	€	
CAPITAL PRÓPRIO	€	%
FINANCIAMENTO EXTERNO	€	
TAXA FIXA	%	
DURAÇÃO DO EMPRÉSTIMO	Anos	
VENC. NO INÍCIO (1) OU FINAL (0) DO PERÍODO		
MONTANTE DAS ANUIDADES	€	
CUSTOS DE EXPLORAÇÃO		
CUSTO DE COMBUSTÍVEL	€	€
CUSTOS FIXOS (INCLUI MÃO-DE-OBRA)	€	€
CUSTOS VARIÁVEIS (INCLUI MANUTENÇÃO GRUPO)	€	€
CUSTOS VARIÁVEIS (CONSUMÍVEIS)	€	€
CUSTO CO ₂	€	€
TOTAL	€	€
PROVEITOS		
VENDA DE E.E.	€	€
VALORIZAÇÃO DA E.T.	€	€
BALANÇO		
TOTAL PROVEITOS	€	€
TOTAL CUSTOS	€	€
MARGEM BRUTA DE EXPLORAÇÃO	€	€
ANUIDADE DO FINANCIAMENTO		€
BALANÇO		€
"PAYBACK" SIMPLES		Anos
		0
		-€
		1
		2
		€
		€
TIR PROJETO		%

DELTA	
	€
	€
	€
	€

Figura 1 – Layout típico da folha de cálculo para a avaliação económica da conversão de motores Diesel

Este estudo permitiu concluir que a conversão de motores Diesel para *Bi-Fuel* (Exemplo 2) numa percentagem de 30% de fuelóleo pesado (HFO) e 70% gás natural (GN) e face aos custos de conversão relativamente moderados (100 €/kW) permite atingir um *payback* simples do investimento, extremamente interessante da ordem de 1 ano e 1 mês assim como uma TIR extremamente elevada. A conversão integral para gás natural (Exemplo 1) conduz a períodos de retorno do investimento mais elevados, tipicamente 3 anos para o caso de um motor Diesel com uma potência elétrica útil da ordem dos 6000 kW.

8. CASE STUDIES DE MOTORES DIESEL JÁ CONVERTIDOS PARA GÁS NATURAL, BI-FUEL OU DUAL FUEL

Situação dos motores Diesel já convertidos

Os motores Diesel a queimarem fuelóleo, existentes em Portugal, em aplicações de cogeração, no fim da década de 90 do século passado, totalizavam 72 unidades, repartidos por 65 instalações, a que correspondia uma potência instalada de 352MWe, com uma média de 4,9MWe/motor.

Nos últimos 10 anos foram desativadas 15 instalações (74MWe), por encerramento das empresas, cessação dos consumidores de calor e alienados 17 motores, de uma forma geral, para o estrangeiro.

Encontram-se paradas 7 instalações (42MWe) por razões várias:

- Falta de rentabilidade decorrente do preço do combustível;
- A aguardar condições económicas para efetuar os programas de manutenção;
- Estratégia das empresas;
- Indefinição no enquadramento legislativo e regulamentar.

Foram convertidos para queimarem gás natural 5 motores Diesel (27MWe) em 4 instalações. Dois dos motores foram transformados para queima mista (*Bi-Fuel*), podendo continuar a queimar apenas fuelóleo ou este combustível com uma percentagem de gás, inferior a 70%. Foram substituídos ou estão em decurso de substituição 17 motores Diesel (63 MWe) por motores ciclo Otto, a queimarem gás natural. Restam em operação 28 motores Diesel a consumirem fuelóleo (140MWe), embora o potencial de conversão para gás seja de 33 motores.

Faz-se o levantamento da situação de cada um dos motores transformados, conforme fichas em anexo (Anexo 7 - *Case studies*).

Dois dos motores foram convertidos para *Dual-Fuel*, pelos fabricantes, um no local e outro nas instalações do fabricante, consumindo como combustível de ignição cerca de 1% de gasóleo.

Verificou-se uma redução na potência disponível entre 10 e 13% e uma pequena redução no consumo elétrico dos auxiliares.

O consumo de lubrificante reduziu-se significativamente.

Os motores e caldeiras apresentam-se mais limpos, possibilitando manutenções mais espaçadas.

As emissões de NOx deixaram de constituir problema. Surgiu, contudo, uma nova preocupação com as emissões dos COV que numa das instalações excedem o valor limite da legislação portuguesa (eventualmente menos adequada a este tipo de equipamento).

Os custos de conversão, avaliados apenas numa das instalações, foram de 200 000€/MWe e o período de imobilização e de perda de produção foi de 2,5 meses numa instalação e de cerca de 1 ano em outra em que a conversão decorreu no estrangeiro na sequência de um acidente grave no motor (se os trabalhos tivessem decorrido em condições normais era expectável não exceder os 3 meses).

Um motor foi transformado pelo fabricante, no local, para ciclo Otto, ficando a queimar apenas e definitivamente gás.

Verifica-se uma redução de 15% na potência, em contrapartida o consumo elétrico nos auxiliares reduziu-se cerca de 70% e o aumento da energia térmica recuperada excede os 25%.

Os custos de conversão foram de 206 000€/MWe e o período de imobilização e de perda de produção foi de 3,5 meses.

Todas as conversões foram consideradas, pelos responsáveis das empresas, positivas e com sucesso.

Dois motores, numa mesma instalação, foram convertidos, por uma empresa portuguesa, para *Bi-Fuel*, com injeção de gás Multiponto (em cada cilindro) e com substituição, no máximo, de 68% do fuelóleo. Os motores continuam a poder trabalhar, sem limitações, a queimarem apenas fuelóleo.

Com 68% de gás, não se verificou qualquer redução na potência dos motores. O consumo de serviços auxiliares não sofreu alteração, bem como a energia térmica disponibilizada.

Os custos de conversão foram de 75 000€/MWe e o período de imobilização e de perda de produção foi de 2 semanas.

O equipamento trabalhou com os dois combustíveis durante 1200 horas. O valor de substituição do fuelóleo por gás ficou ligeiramente abaixo do objetivo (70%) possivelmente devido à condição dos motores.

Por razões que se afiguram exteriores à conversão, os motores operam habitualmente apenas a fuelóleo. Não foi possível obter informações diretamente dos responsáveis pela instalação.

Esta informação é muito limitada e é o único caso deste tipo de conversão em Portugal, mas há experiência e referências de sucesso no estrangeiro que podem tranquilizar as empresas que pretendam considerar as transformações dos motores Diesel em *Bi-Fuel*.

Este "*case study*" permite concluir que o resultado das transformações dos motores Diesel a queimarem fuelóleo para *Dual-Fuel*, *Bi-Fuel* ou gás natural é tecnicamente possível e os resultados atingidos correspondem, de uma forma geral, ao que consta da literatura disponível e ao que é proposto pelos fabricantes e instaladores.

Não são conhecidas, em Portugal, conversões com fumigação de gás ou injeção do tipo "*single point*", aplicadas, normalmente, a motores Diesel de alta velocidade.

9. ANEXOS

Anexo 1 - Conteúdo da ficha de especificações

Anexo 2 - Ficha de especificações (*layout* típico)

Anexo 3 - Fichas com a informação recolhida

Anexo 4 - Informação relevante das fichas de especificações

Anexo 5 - Estudo sobre a Conversão de Motores Diesel para Combustíveis Indutores de Menores Emissões

Anexo 6 - Análise Económica da Conversão de Motores Diesel

Anexo 7 - *Case studies*

ANEXO 1 - CONTEÚDO DA FICHA DE ESPECIFICAÇÕES

- Fabricantes e modelos de motores Diesel, tipo dual e convertíveis, instalados em Portugal;
- Identificação das tecnologias de conversão disponíveis no mercado;
- Descrição das diferentes soluções, envolvendo, designadamente, os aspetos seguintes:
 - Alterações nos equipamentos existentes e equipamentos a instalar;
 - Impactos da conversão sobre:
 - Potência disponível;
 - Rendimento elétrico;
 - Calor a recuperar;
 - Consumo de lubrificantes e de auxiliares;
 - Manutenção programada.
- Emissões NO_x, COV e partículas;
- Especificações para o novo combustível (tipo, composição, pressão);
- Prazos para a implementação e período de indisponibilidade da instalação;
- Custos de implementação, com desagregação de preços para:
 - Alteração do grupo-gerador;
 - Alteração dos sistemas de recuperação de calor;
 - Instalação de sistema de supervisão;
 - Rede e equipamentos para o novo combustível.
- Disponibilização de eventuais equipamentos que deixarão de ser utilizados.

ANEXO 2 - FICHA DE ESPECIFICAÇÕES (LAYOUT TÍPICO)

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 1

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO STO. TIROSO DISTRITO PORTO
 SETOR EMPRESARIAL: TÊXTIL
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE -50 METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE 15 °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 4,2 MWe (POTÊNCIA ÚTIL = 4,0 MWe)
 ANO DE ARRANQUE: 1994

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: KRUPP-MAK MODELOS: 12M453C
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 4,2 MWe - MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA 1940 kWt TEMPERATURA - | - °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE GEVA MARCA - MODELO RCG/F 2520
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA - | - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: ~ 90100 HORAS
 GRUPO 2: - HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 17 HORAS / DIA (FAZ MANUTENÇÃO DE 12000 EM 12000 H)
 GRUPO 2: - HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2005- 2010): - MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: NORMAL ;S% 1%
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2005-2010): - TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx - ppm; SOx - ppm; PARTÍCULAS - ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: - - - -
 GRUPO 2: - - - -
 GRUPO 3: - - - -

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) SIM PRESSÃO - BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Vende 100% E. térmica à indústria Têxtil e uma parte da E. Elétrica à mm

DATA DE PREENCHIMENTO: 1 de julho 2011

ANEXO 3 - FICHAS COM A INFORMAÇÃO RECOLHIDA

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 1

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO STO. TIRSO DISTRITO PORTO
 SETOR EMPRESARIAL: TÊXTIL
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE -50 METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE 15 °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 4,2 MWe (POTÊNCIA ÚTIL = 4,0 MWe)
 ANO DE ARRANQUE: 1994

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: KRUPP-MAK MODELOS: 12M453C
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 4,2 MWe - MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA 1940 kWt TEMPERATURA - | - °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE GEVA MARCA - MODELO RCG/F 2520
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA - | - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: ~ 90100 HORAS
 GRUPO 2: - HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 17 HORAS / DIA (FAZ MANUTENÇÃO DE 12000 EM 12000 H)
 GRUPO 2: - HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2005- 2010): - MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: NORMAL ;S% 1%
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2005-2010): - TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx - ppm; SOx - ppm; PARTÍCULAS - ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÉS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÉS / ANO)
 GRUPO 1: - - - -
 GRUPO 2: - - - -
 GRUPO 3: - - - -

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) SIM PRESSÃO - BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Vende 100% energia térmica a empresa hospedeira

DATA DE PREENCHIMENTO: 1 de julho 2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 2

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO CARREGADO-ALENQUER DISTRITO LISBOA
 SETOR EMPRESARIAL: CERÂMICA
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE 33 METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE 17 °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 5,53 MWe (POTÊNCIA ÚTIL = 4,0 MWe)
 ANO DE ARRANQUE: 1994

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: SULZER MODELOS: 8ZAL40S
 - - -
 - - -
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 5,53 MWe - MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 1000 kWt TEMPERATURA - | 290 °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA 2100 kWt TEMPERATURA - | 340 °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE _____ MARCA _____ MODELO _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: _____ kWt CAUDAL GASES DE ESCAPE: (41500 kg/h) TEMPERATURA 350 | _____ °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 96667 HORAS
 GRUPO 2: - HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 17 (fora do vazio) HORAS / DIA **EM MÉDIA = (329 h / mês)**
 GRUPO 2: - HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007- 2010): 20411 MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: NORMAL ;% 1%
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2005-2010): 4576 TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx - ppm; SOx - ppm; PARTÍCULAS - ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÉS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÉS / ANO)
 GRUPO 1: 3000 - - 12000 4 | 2011
 GRUPO 2: - - - - - | -
 GRUPO 3: - - - - - | -

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) SIM PRESSÃO 16 BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: * kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: 100% kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

* Em estudo possibilidade de aquecimento do ar com o forno.

Vende 100% da energia térmica à indústria.

DATA DE PREENCHIMENTO: 12 de julho 2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 3

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO ALMEIRIM DISTRITO SANTARÉM
 SETOR EMPRESARIAL: ALIMENTAR
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE 49 METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 3,897 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1997

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: MAN - B&W MODELOS: 9L32 / 40

 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 3,897 MWe _____ MWe _____ MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA _____ °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 1000 kWt TEMPERATURA 86 °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA VAPOR SAT@14 bar TEMPERATURA 350 °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE AMBITERMO MARCA AMBITERMO MODELO R
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: _____ kWt TEMPERATURA _____ °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 68271 HORAS
 GRUPO 2: _____ HORAS
 GRUPO 3: _____ HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 17 (fora de vazio) HORAS / DIA
 GRUPO 2: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 3: _____ HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007- 2010): 15402 MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: NORMAL ;% 1%
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): 3368 TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx _____ ppm; SOx _____ ppm; PARTÍCULAS _____ ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: 3000 _____ 12000 1
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) SIM PRESSÃO PRM na fábrica BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: v kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Ao total têm 3 caldeiras, 2 pertencentes a indústria hospedeira que já estão convertidas para gás natural e a outra pertencente a empresa de manutenção, e também estão a pensar em converter p/ gás.

DATA DE PREENCHIMENTO: 12 de julho 2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 4

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO V. N. FAMALICÃO DISTRITO BRAGA
 SETOR EMPRESARIAL: TÊXTIL
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE 97 METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 3,63 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1997

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: MAN & BW MODELOS: 9L32 - 40

 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 3,63 MWe _____ MWe _____ MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA _____ °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 1000 kWt TEMPERATURA 90 | 20 °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA (VAPOR SAT. 2t/h@10 bar) TEMPERATURA _____ °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE AMBITUR MARCA AMBITUR
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: _____ kWt TEMPERATURA _____ °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 65081 HORAS
 GRUPO 2: _____ HORAS
 GRUPO 3: _____ HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 17 HORAS / DIA
 GRUPO 2: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 3: _____ HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007- 2010): 14821 MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: FUEL DE COGERAÇÃO ;S% 1%
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): 3215 TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx s/ dados ppm; SOx s/ dados ppm; PARTÍCULAS s/ dados ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÉS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÉS / ANO)
 GRUPO 1: 6000 ABR-11 _____ 18000 _____ 2009
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) NÃO PRESSÃO _____ BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Estão em discussão com a fábrica para realizar recuperação das águas de baixa temperatura.

DATA DE PREENCHIMENTO: 14 de julho

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 5

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO MITRENA DISTRITO SETÚBAL
 SETOR EMPRESARIAL: PAPEL
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE 1 METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 8,64 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1996

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: SULZER MODELOS: 12 ZVA 40S
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 8,64 MWe _____ MWe _____ MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA _____ °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA _____ °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA (VAPOR 3,8 t/h@6 bar) TEMPERATURA _____ °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE PROTER MARCA _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: _____ kWt TEMPERATURA _____ °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 53986 HORAS
 GRUPO 2: _____ HORAS
 GRUPO 3: _____ HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 2: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 3: _____ HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2005-2010): _____ MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: _____ ;S% _____
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): _____ TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx _____ ppm; SOx _____ ppm; PARTÍCULAS _____ ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: _____
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) SIM PRESSÃO 42 BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: NÃO kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: NÃO kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: NÃO kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: NÃO kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Instalação parada há cerca de 7 anos. Tinham motores ativos no arranque da instalação. Contudo, em 2004, um motor foi vendido e o outro encontra-se parado desde então. Têm interesse na conversão porém estão com dúvidas devido a custos e ao tipo de instalação elétrica que têm atualmente (contrato com a operadora)

DATA DE PREENCHIMENTO: 18 de julho 2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 6

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO BARREIRO DISTRITO SETÚBAL
 SETOR EMPRESARIAL: ALIMENTAR
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE 10 METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE 20 °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 6,5 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1997

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: WÄRTSILÄ MODELOS: 18V32LN
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 6,5 MWe _____ MWe _____ MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 2410 kWt TEMPERATURA - | - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 976 kWt TEMPERATURA - | - °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA 2600 kWt (3640 kg/h @ 13 bar)
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE BABCOCK WANSON SA MARCA LA MONT
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA _____ °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 68980 HORAS
 GRUPO 2: _____ HORAS
 GRUPO 3: _____ HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 17 HORAS / DIA
 GRUPO 2: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 3: _____ HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2005- 2010): 28478 MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: COGERAÇÃO ;S% 1
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2005-2010): 6378 TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx 318,6 ppm; SOx 141,9 ppm; PARTÍCULAS 72 ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÉS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÉS / ANO)
 GRUPO 1: 68000 ABRIL 58000 4 | 2009
 GRUPO 2: _____ _____ _____ _____
 GRUPO 3: _____ _____ _____ _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) ? PRESSÃO ? BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

DATA DE PREENCHIMENTO: 13-07-2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 7

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO MONTIJO DISTRITO SETÚBAL
 SETOR EMPRESARIAL: ALIMENTAR
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE 10 METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE 20 °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 4,17 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1998

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: MAK MODELOS: 9M32
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 4,17 MWe - MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 940 kWt TEMPERATURA - | - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 1773 kWt TEMPERATURA - | - °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA 1230 kWt (1600 kg/h @ 7 bar)
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE PROTER MARCA - MODELO AIR16
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA - | - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 52690 HORAS
 GRUPO 2: _____ HORAS
 GRUPO 3: _____ HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 17 HORAS / DIA
 GRUPO 2: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 3: _____ HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2005- 2010): 15457 MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: COGERAÇÃO ;S% 1
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2005-2010): 3495 TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx 398 ppm; SOx 32,4 ppm; PARTÍCULAS 80,2 ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÉS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÉS / ANO)
 GRUPO 1: 52060 MAIO 48000 1 | 2010
 GRUPO 2: _____ _____ _____ _____
 GRUPO 3: _____ _____ _____ _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) ? PRESSÃO ? BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

DATA DE PREENCHIMENTO: 18-07-2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 8

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO S. MARTINHO DO CAMPO DISTRITO PORTO
 SETOR EMPRESARIAL: TÊXTIL
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE _____ METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE 15 °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 4,2 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1993

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 2 (apenas 1 funciona) MARCAS: SULZER MODELOS: 6ZAL40S
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 4,2 MWe 4,2 MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA 900 kWt TEMPERATURA _____ °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE LGI MARCA _____ MODELO _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA - | - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 120000 HORAS
 GRUPO 2: - HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 18 HORAS / DIA
 GRUPO 2: - HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2005-2010): _____ MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: COGERAÇÃO ;S% 1%
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2005-2010): _____ TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx 1064 ppm; SOx 36 ppm; PARTÍCULAS 156 ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: 6000 _____ 12000 _____
 GRUPO 2: _____ _____
 GRUPO 3: _____ _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) SIM PRESSÃO _____ BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: x kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: x kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: x kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: x kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: x kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: x kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Têm 2 motores, porém apenas 1 está a funcionar como cogeração. O outro motor encontra-se numa zona de armazéns. Já não têm fábrica no local. Na fábrica onde têm o motor a cogerar, têm também 2 turbinas a gás com 3,7 MW instalados, porém, não utiliza toda a potência térmica instalada.

Houve redução na produção da fábrica.

DATA DE PREENCHIMENTO: 19-07-2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 9

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO VALE DE CAMBRA DISTRITO AVEIRO
 SETOR EMPRESARIAL: EMBALAGENS
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE _____ METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 4,2 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1994

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: KRUPP - MAK MODELOS: 12M453C

 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 4,2 MWe _____ MWe _____ MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA _____ °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 900 kWt TEMPERATURA 86 | 80 °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA (1480 kgv/h @ 8,5 bar) TEMPERATURA 344 | 271 °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE PROTERM MARCA _____ MODELO _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: _____ kWt TEMPERATURA _____ °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 93000 HORAS
 GRUPO 2: _____ HORAS
 GRUPO 3: _____ HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 2ª a 6ª 17h HORAS / DIA
 GRUPO 2: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 3: _____ HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2005-2010): 16075 MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: COGERAÇÃO ;S% 1%
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2005-2010): 4000 TON. (**Motor esteve parado durante 2 anos**)
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx 1108 ppm; SOx 137,4 ppm; PARTÍCULAS 13,7 ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: 6000 _____ 12000 9 | 2010
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) SIM PRESSÃO 2,5 BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: NÃO kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: NÃO kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: x kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: x kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Estão a pensar vender a cogeração para um promotor, porém, têm interesse em mantê-los como fornecedor de energia térmica à fábrica.

Motor esteve parado durante 2 anos.

DATA DE PREENCHIMENTO: 20-07-2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº **10**

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO **S. JORGE DO SELHO** DISTRITO **BRAGA**
 SETOR EMPRESARIAL: **TÊXTIL**
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE _____ METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE **14** °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: **6,5** MWe
 ANO DE ARRANQUE: **1994**

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: **1** MARCAS: **WÄRTSILÄ** MODELOS: **W18V32D**
 - - -
 - - -
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: **6,5** MWe - MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA **1020** kWt TEMPERATURA **96** **80** °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA **1920** kWt TEMPERATURA **350** **200** °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE **PROTER** MARCA - MODELO -
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA - - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: **90500** HORAS
 GRUPO 2: - HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: **17** HORAS / DIA
 GRUPO 2: - HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2005-2010): **11051** MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: **BTE Nº 4** ; % **1**
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2005-2010): **2538** TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx _____ ppm; SOx _____ ppm; PARTÍCULAS _____ ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: **8000** _____ **16000** **4** **2010**
 GRUPO 2: _____ _____
 GRUPO 3: _____ _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) **SIM** PRESSÃO **16** BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **SIM** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

 _____ DATA DE PREENCHIMENTO: **21-07-2011**

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 11

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO GUIMARÃES DISTRITO BRAGA
 SETOR EMPRESARIAL: TÊXTIL
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE _____ METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE 14 °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 5,7 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1993

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: WÄRTSILÄ MODELOS: W16V32D

 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 5,7 MWe _____ MWe _____ MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 200 kWt TEMPERATURA 45 | 40 °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 1000 kWt TEMPERATURA 85 | 70 °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA _____ kWt TEMPERATURA 385 | 200 °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE AMBITUR MARCA - MODELO -
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA - | - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 120000 HORAS
 GRUPO 2: - HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 17 HORAS / DIA
 GRUPO 2: - HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2005-2010): 25000 MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: COGERAÇÃO ;S% 1
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2005-2010): 6000 TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx 1400 ppm; SOx 58 ppm; PARTÍCULAS 11 ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: _____
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) SIM PRESSÃO 16 BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: x kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: x kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: x kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Encontram-se em conversão de Diesel para gás natural. Perspetiva para iniciar em 2012.

DATA DE PREENCHIMENTO: 21-07-2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 12

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO MANGUALDE DISTRITO UISEU
 SETOR EMPRESARIAL: DERIVADOS DA MADEIRA
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE 550 METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE 20 °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 6,2 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1993

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: WÄRTSILÄ MODELOS: VASA 18V32
 - -
 - -
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 6,2 MWe - MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 760 kWt TEMPERATURA 98 | 86 °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE _____ MARCA _____ MODELO _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: 4500 kWt TEMPERATURA 295 | - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 105.000 HORAS
 GRUPO 2: - HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 13 HORAS / DIA
 GRUPO 2: - HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2005-2010): 25.000 MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: "THICK" ;S% 1
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2005-2010): 5.625 TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx 1822 ppm; SOx 830 ppm; PARTÍCULAS 100 ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: _____
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) SIM PRESSÃO 73 BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: 2.000 kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: 3.000 kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Instalação de cogeração parada desde março 2011. Por enquanto não têm intenção de vender o motor, apenas mantê-lo parado.

DATA DE PREENCHIMENTO: 22-07-2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº **13**

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO **VIZELA** DISTRITO **BRAGA**
 SETOR EMPRESARIAL: **TÊXTIL**
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE _____ METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: **5,4** MWe **Envia à rede 4,9 MWe por motivos contratuais**
 ANO DE ARRANQUE: **1997**

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: **2** MARCAS: **KRUPO MAK** MODELOS: **6M32**
KRUPO MAK **6M32**
 - -
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: **2,7** MWe **2,7** MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA **90** | **65** °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA **1800** kWt (**2320 kg/h @ 21 bar**) TEMP. CALD. 1 **350** | **242** °C
 TEMP. CALD. 2 **370** | **256** °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE **PROTER** MARCA **PROTER** MODELO **ATR 23**
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA - | - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: **75700** HORAS
 GRUPO 2: **75720** HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: **17** HORAS / DIA
 GRUPO 2: **17** HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007-2010): **19837,6** MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: **COGERAÇÃO** ;S% **1**
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): **3971** TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx _____ ppm; SOx _____ ppm; PARTÍCULAS _____ ppm
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: **6000** _____ **12000** **6** | **2011**
 GRUPO 2: **6000** _____ **12000** **8** | **2011**
 GRUPO 3: - _____ _____ _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) **SIM** PRESSÃO **BAIXA PRESSÃO** BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **x** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: **x** kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **v** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: **x** kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **x** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: **x** kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Têm 2 motores (com 2 caldeiras) e um ebulidor (que recebe os gases das 2 caldeiras).

DATA DE PREENCHIMENTO: **27-07-2011**

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº **14**

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO **BARCELOS** DISTRITO **BRAGA**
 SETOR EMPRESARIAL: **TÊXTIL**
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE _____ METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: **4,4** MWe
 ANO DE ARRANQUE: **1996**

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: **1** MARCAS: **KRUPP MAK** MODELOS: **12 M 453 C**
 - - -
 - - -
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: **4,4** MWe - MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA **86** **74** °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA **2100** kWt TEMP. CALD. 1 **390** **200** °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE **PROTER** MARCA _____ MODELO _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA - | - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: **104394** HORAS
 GRUPO 2: - HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: **17/18** HORAS / DIA
 GRUPO 2: - HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007- 2010): **22016** MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: **COGERAÇÃO** ;S% **1**
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): **4746** TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx **2343** mg/nm³; SOx **200** mg/nm³; PARTÍCULAS **42** mg/nm³;
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: **6000** _____ **12000** **JAN-10**
 GRUPO 2: _____ _____
 GRUPO 3: _____ _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) **SIM** PRESSÃO **BAIXA PRESSÃO** BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **x** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: **x** kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **v** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: **x** kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **v** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: **x** kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

 _____ DATA DE PREENCHIMENTO: **27-07-2011**

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº **15**

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO **OVAR** DISTRITO **AVEIRO**
 SETOR EMPRESARIAL: **ALIMENTAR**
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE _____ METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: **7,25** MWe
 ANO DE ARRANQUE: **1997**

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: **1** MARCAS: **SULZER** MODELOS: **12 ZAV 405**

 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: **7,25** MWe _____ MWe _____ MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR
 ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA _____ °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA **1360** kWt TEMPERATURA **97** °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA _____ kWt TEMP. CALD. 1 **400** **160** °C
2 CALDEIRAS C/ TOTAL DE 5100 kg/h vapor
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE **PROTER - ATR 28** MARCA **AMBITERMO - ECO 660** MODELO _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: _____ kWt TEMPERATURA _____ °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: **88353** HORAS
 GRUPO 2: _____ HORAS
 GRUPO 3: _____ HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: **17** HORAS / DIA
 GRUPO 2: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 3: _____ HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007- 2010): **31,92** GWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: **COGERAÇÃO** ;S% **1**
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): **6824** TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx **775** ppm; SOx _____ ppm; PARTÍCULAS _____ ppm;
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: **6000** _____ **12000** **10** **2010**
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) **SIM** PRESSÃO **BAIXA** BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **POSSIVELMENTE** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Indústria tem condições de crescer. Cogeração não se encontra em risco.

DATA DE PREENCHIMENTO: **03-08-2011**

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº **16**

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO **ESTARREJA** DISTRITO **AVEIRO**
 SETOR EMPRESARIAL: **QUÍMICA**
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE _____ METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: **6,512** MWe
 ANO DE ARRANQUE: **1994**

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: **2** MARCAS: **WÄRTSILÄ** MODELOS: **9L VASA 32**
WÄRTSILÄ **9L VASA 32**
 - -
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: **3,256** MWe **3,256** MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA **18000** kWt TEMP. CALD. 1 **335** | **160** °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE **AMBITERMO** MARCA **AMBITERMO** MODELO _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA - | - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: **111000** HORAS
 GRUPO 2: **109000** HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: **17** HORAS / DIA
 GRUPO 2: **17** HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007- 2010): **32,6** GWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: **COGERAÇÃO** ;S% **1**
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): **7275,7** TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx - ppm; SOx - ppm; PARTÍCULAS - ppm;
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: **6000** _____ **12000** **3** | **2009**
 GRUPO 2: _____ _____ _____
 GRUPO 3: _____ _____ _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) **SIM** PRESSÃO **15** BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **SIM** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **SIM** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

 _____ DATA DE PREENCHIMENTO: **27-07-2011**

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 17

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO ESTARREJA DISTRITO AVEIRO
 SETOR EMPRESARIAL: RESINAS
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE 50 METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 5,65 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1994

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: MITSUBISHI MODELOS: 18 KU 30A

POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 5,65 MWe _____ MWe _____ MWe

SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR

	ENTRADA / SAÍDA	
ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt	TEMPERATURA	<u>80</u> <u>92</u> °C
ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt	TEMPERATURA	_____ °C
GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA (<u>23t/h @ 10 bar Sat.</u>)	TEMP. CALD. 1	<u>390</u> <u>190</u> °C

CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE SENIOR THERMAL MARCA _____ MODELO _____

UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: _____ kWt TEMPERATURA _____ °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 128000 HORAS

GRUPO 2: _____ HORAS

GRUPO 3: _____ HORAS

REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 24 HORAS / DIA

GRUPO 2: _____ HORAS / DIA

GRUPO 3: _____ HORAS / DIA

PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007-2010): 45000 MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: COGERAÇÃO ;S% 1

CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): 10000 TON.

EMISSÕES MÉDIAS: NOx 700 (mg/nm3) ppm; SOx 500 (mg/nm3) ppm; PARTÍCULAS 30 (mg/nm3) ppm;

MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES:	REVISÃO ANUAL	Nº HORAS	DATA (MÊS)	GRANDE REVISÃO	Nº HORAS	(MÊS / ANO)
GRUPO 1:	<u>5000</u>	_____	_____	<u>10000</u>	_____	<u>10</u> <u>2010</u>
GRUPO 2:	_____	_____	_____	_____	_____	_____ _____
GRUPO 3:	_____	_____	_____	_____	_____	_____ _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) SIM PRESSÃO 15 BAR

POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA:	VAPOR DE ÁGUA:	NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL:	_____ <u>SIM</u> _____ kWh TÉRMICOS / h
	NO EXTERIOR:	_____ - _____ kWh TÉRMICOS / h	
	ÁGUA QUENTE:	NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL:	_____ - _____ kWh TÉRMICOS / h
	NO EXTERIOR:	_____ - _____ kWh TÉRMICOS / h	
	GASES QUENTES:	NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL:	_____ <u>SIM</u> _____ kWh TÉRMICOS / h
	NO EXTERIOR:	_____ - _____ kWh TÉRMICOS / h	

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Motor trabalha 24 h/dia para poder gerar energia térmica requerida pela fábrica. Têm notado maior manutenção nos auxiliares e bico de injeção, sendo a degradação da qualidade do fuel a principal causa.

Boas instalações

DATA DE PREENCHIMENTO: 03-08-2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº **18**

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO **AMARANTE** DISTRITO **PORTO**
 SETOR EMPRESARIAL: **PARQUE AQUÁTICO**
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE **200** METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: **5,8** MWe
 ANO DE ARRANQUE: **1997** (**Dezembro**)

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: **1** MARCAS: **WÄRTSILÄ** MODELOS: **VASA 32**
 - -
 - -
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: **5,8** MWe - MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA - - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA **84** **92** °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA (**23t/h @ 10 bar Sat.**) TEMP. CALD. 1 **430** °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE **AMBITERMO** MARCA **AMBITERMO** MODELO _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA - - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: **65495** HORAS
 GRUPO 2: - HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: **17** HORAS / DIA
 GRUPO 2: - HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007-2010): _____ MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: **COGERAÇÃO** ;S% **1**
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): **5000** TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx _____ ppm; SOx _____ ppm; PARTÍCULAS _____ ppm;
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: **4000** _____ **12000** **2010**
 GRUPO 2: _____ _____
 GRUPO 3: _____ _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) **NÃO** PRESSÃO - BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

O motor esteve parado durante um tempo devido a manutenção.

Venda de Energia Elétrica à rede após consumo interno e consumo do Parque Aquático.

DATA DE PREENCHIMENTO: **04-08-2011**

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº **19**

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO **ANADIA** DISTRITO **AVEIRO**
 SETOR EMPRESARIAL: **CERÂMICAS**
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE **50** METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: **5,8** MWe
 ANO DE ARRANQUE: **1997** (**Dezembro**)

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: **1** MARCAS: **WÄRTSILÄ** MODELOS: **VASA 32**
 - -
 - -
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: **5,8** MWe - MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - | - °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA _____ kWt TEMP. CALD. 1 _____ °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE **AMBITERMO** MARCA **AMBITERMO** MODELO _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA - | - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: **66000** HORAS
 GRUPO 2: - HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: **17** HORAS / DIA
 GRUPO 2: - HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007-2010): _____ MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: **COGERAÇÃO** ;S% **1**
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): **5000** TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx _____ ppm; SOx _____ ppm; PARTÍCULAS _____ ppm;
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: **4000** _____ **12000** **2010**
 GRUPO 2: _____ _____
 GRUPO 3: _____ _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) **SIM** PRESSÃO **15** BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Fábrica encontra-se atualmente com baixa produção.

DATA DE PREENCHIMENTO: **04-08-2011**

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 20

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO PEDRINHAS DISTRITO GUIMARÃES
 SETOR EMPRESARIAL: TÊXTIL
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE _____ METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 4,18 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1996 (Dezembro)

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: SULZER MODELOS: 6ZAL40S

 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 4,18 MWe _____ MWe _____ MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA _____ °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA _____ °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA _____ kWt TEMP. CALD. 1 _____ °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE _____ MARCA _____ MODELO _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: _____ kWt TEMPERATURA _____ °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: _____ HORAS
 GRUPO 2: _____ HORAS
 GRUPO 3: _____ HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 2: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 3: _____ HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007- 2010): _____ MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: _____ ;S% _____
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): _____ TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx _____ ppm; SOx _____ ppm; PARTÍCULAS _____ ppm;
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: _____
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) NÃO PRESSÃO - BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Em estudo para converter instalações para gás natural. Ainda não tomaram uma decisão.

DATA DE PREENCHIMENTO: 27-07-2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº **21**

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO **FEIRA** DISTRITO **AVEIRO**
 SETOR EMPRESARIAL: **PASTA E PAPEL**
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE **50** METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE **16** °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: **4,64** MWe
 ANO DE ARRANQUE: **1996**

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: **1** MARCAS: **MAN - BANZAN** MODELOS: **8L40/45**
 - -
 - -
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: **4,64** MWe - MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA **2130** kWt TEMPERATURA °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA **777** kWt TEMPERATURA °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA **2158** kWt TEMP. CALD. 1 °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE **BABCOCK WANSON** MARCA **BABCOCK WANSON** MODELO **LA MONT**
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: **70187** HORAS
 GRUPO 2: - HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: **17** HORAS / DIA
 GRUPO 2: - HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007- 2010): **20421** MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: **COGERAÇÃO** ;S% **1**
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): **4138** TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx **604,64** ppm; SOx **255,23** ppm; PARTÍCULAS **315,7** ppm;
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: **10000** **48664** **8** **2006**
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) **SIM** PRESSÃO **16** BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

A cogeração não tem pessoas próprias e utilizam os funcionários da indústria hospedeira.

DATA DE PREENCHIMENTO: **11-08-2011**

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 22

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO VIZELA DISTRITO BRAGA
 SETOR EMPRESARIAL: TÊXTIL
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE 150 METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE 20 °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 6,5 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1996

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: WÄRTSILÄ MODELOS: 18V32LN
 -
 -

POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 6,51 MWe - MWe - MWe

SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 2638 kWt TEMPERATURA 30 | 40,5 °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 1432 kWt TEMPERATURA 85,3 | 91 °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA 2325 kWt TEMP. CALD. 1 325 | 230 °C

CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE BABCOCK WANSON MARCA BABCOCK WANSON MODELO LA MONT

UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: - kWt TEMPERATURA - | - °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 82467 HORAS
 GRUPO 2: - HORAS
 GRUPO 3: - HORAS

REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 17 HORAS / DIA
 GRUPO 2: - HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA

PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007-2010): 28235 MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: COGERAÇÃO ;S% 1

CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): 6266 TON.

EMISSIONES MÉDIAS: NOx 850,46 ppm; SOx 973,11 ppm; PARTÍCULAS 381 ppm;

MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: 12000 SET-07 às 65604h
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) SIM PRESSÃO 16 BAR

POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: v kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: - kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Para além do Motor, têm também 1 caldeira a fuel que se encontra a funcionar em paralelo.

Os gases de combustão vão em conjunto para a chaminé da fábrica.

DATA DE PREENCHIMENTO: 11-08-2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº **23**

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO **BARROSELAS** DISTRITO **VIANA DO CASTELO**
 SETOR EMPRESARIAL: **CERÂMICA**
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE **50** METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE **20** °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: **4,34** MWe
 ANO DE ARRANQUE: **1997**

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: **1** MARCAS: **WÄRTSILÄ** MODELOS: **12V32LN**
 - -
 - -
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: **4,34** MWe - MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA **2000** kWt TEMPERATURA **40** | **49** °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA **1010** kWt TEMPERATURA **84** | **91** °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA **2000** kWt TEMP. CALD. 1 **325** | **230** °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE **AITESA** MARCA **AITESA** MODELO **GASES/AR**
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: **-** kWt TEMPERATURA **-** | **-** °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: **71472** HORAS
 GRUPO 2: **-** HORAS
 GRUPO 3: **-** HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: **17** HORAS / DIA
 GRUPO 2: **-** HORAS / DIA
 GRUPO 3: **-** HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007-2010): **19331** MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: **COGERAÇÃO** ;S% **1**
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): **4378** TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx **821,08** ppm; SOx **692,15** ppm; PARTÍCULAS **379** ppm;
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: **12000** **FEV-09** às **60213h**
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) **SIM** PRESSÃO **4** BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **-** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: **-** kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **-** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: **-** kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **-** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: **-** kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

DATA DE PREENCHIMENTO: **11-08-2011**

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº **24**

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO **NELAS** DISTRITO **UISEU**
 SETOR EMPRESARIAL: **MADEIRA**
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE **400** METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: **12,6** MWe
 ANO DE ARRANQUE: **1992**

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: **2** MARCAS: **WÄRTSILÄ** MODELOS: **VASA 32**
WÄRTSILÄ **VASA 32**
 - -
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: **6,3** MWe **6,3** MWe - MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA - kWt TEMPERATURA - °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA - kWt TEMP. CALD. 1 - °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE _____ MARCA _____ MODELO _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: **100%** kWt TEMPERATURA **480** °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: **110000** HORAS
 GRUPO 2: **110000** HORAS
 GRUPO 3: - HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: **17** HORAS / DIA
 GRUPO 2: **17** HORAS / DIA
 GRUPO 3: - HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007-2010): **56836** MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: **COGERAÇÃO** ;S% **1**
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): **14400** TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx **646,5** ppm; SOx **546** ppm; PARTÍCULAS **219** ppm;
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: _____ **12000** **10** **2010**
 GRUPO 2: _____ **12000** **5** **2010**
 GRUPO 3: _____ _____ _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) **SIM** PRESSÃO **4** BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **v** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **v** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: **v** kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: - kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Para além do motor, a indústria tem 2 caldeiras a biomassa com cerca de 50 GJ.

DATA DE PREENCHIMENTO: **24-08-2011**

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 25

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO OLIV. DE HOSPITAL DISTRITO COIMBRA
 SETOR EMPRESARIAL: MADEIRA
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE _____ METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 6,16 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1992

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: WÄRTSILÄ MODELOS: W16V32D

 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 6,16 MWe _____ MWe _____ MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA _____ °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA _____ °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA _____ kWt TEMP. CALD. 1 _____ °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE _____ MARCA _____ MODELO _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: _____ kWt TEMPERATURA _____ °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 110000 HORAS
 GRUPO 2: _____ HORAS
 GRUPO 3: _____ HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 2: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 3: _____ HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2007- 2010): _____ MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: _____ ;S% _____
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): _____ TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx _____ ppm; SOx _____ ppm; PARTÍCULAS _____ ppm;
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: _____
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) _____ PRESSÃO _____ BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Motor encontra-se parado desde março de 2011 devido ao custo atual do fuel.

Instalação com plenas condições para voltar a trabalhar.

DATA DE PREENCHIMENTO: 31-08-2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 26

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO TORRES VEDRAS DISTRITO LISBOA
 SETOR EMPRESARIAL: ALIMENTAR
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE _____ METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 4,32 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1994

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: SULZER MODELOS: 6ZAL40S

 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 4,32 MWe _____ MWe _____ MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA 51 °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA 87 °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA 1,5 t/h TEMP. CALD. 1 _____ °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE PROTER MARCA PROTER MODELO ATR16
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: _____ kWt TEMPERATURA _____ °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 6300 * HORAS
 GRUPO 2: _____ HORAS
 GRUPO 3: _____ HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 17 HORAS / DIA
 GRUPO 2: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 3: _____ HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2005-2010): 18500 MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: FUELÓLEO ;S% 1
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): 3890 TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx 1100 ppm; SOx _____ ppm; PARTÍCULAS _____ ppm;
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: _____ 1200 3 2010
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) SIM PRESSÃO ? BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

* O motor antigo avariou em Novembro de 2009 (veio de manivelas), com cerca de 100.000h de funcionamento.

Em março de 2010 optou-se por comprar um motor novo a fuel por motivos de seguro.

DATA DE PREENCHIMENTO: 03-08-2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 27

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO TORRES VEDRAS DISTRITO LISBOA
 SETOR EMPRESARIAL: RAÇÕES
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE _____ METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE _____ °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 3,4 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1996

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: MAN MODELOS: 8L32/40

 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 3,4 MWe _____ MWe _____ MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA _____ °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA _____ kWt TEMPERATURA _____ °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA 1 t/h TEMP. CALD. 1 ? °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE CALDEIRA MARCA CLAYTON MODELO ATR16
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: _____ kWt TEMPERATURA _____ °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 76500 HORAS
 GRUPO 2: _____ HORAS
 GRUPO 3: _____ HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 17 HORAS / DIA
 GRUPO 2: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 3: _____ HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2005-2010): 13,7 GWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: FUELÓLEO ;S% 1
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): 2912 TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx 1200 ppm; SOx _____ ppm; PARTÍCULAS _____ ppm;
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: 6000 _____ 1200 JUL-10 às 72622 h
 GRUPO 2: _____
 GRUPO 3: _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) SIM PRESSÃO ? BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: _____ kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: _____ kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Existem fábricas do grupo com potencial para consumir mais energia térmica mas que neste momento não estão a consumir.

DATA DE PREENCHIMENTO: 03-08-2011

CARATERIZAÇÃO DO PARQUE DE MOTORES DIESEL DE PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO ÂMBITO DE APLICAÇÕES DE COGERAÇÃO

O futuro dos motores Diesel utilizados em sistemas de cogeração, instalados em Portugal na década de 90 do século passado, a incerteza sobre a viabilidade da sua conversão ou mesmo substituição são aspetos que preocupam frequentemente os empresários, pelas implicações económicas que daí decorrem para as empresas. O quadro legal aplicável à cogeração (parcialmente publicado), as novas regras do comércio de emissões, os preços dos combustíveis e a vida restante dos motores são vetores determinantes na tomada de decisão.

A COGEN Portugal apresentou uma candidatura ao Programa QREN para a realização de um estudo visando analisar a viabilidade da conversão dos motores Diesel, face aos aspetos atrás referidos e às soluções para conversão disponíveis no mercado, com o objetivo de auxiliar os responsáveis pelas empresas e instalações de cogeração. Uma das bases deste trabalho é o levantamento e caracterização do parque de motores Diesel, existente em Portugal que a COGEN Portugal vai promover ao longo de Junho e Julho próximos. Para o sucesso deste trabalho é essencial a colaboração das empresas e o apoio dos técnicos responsáveis pelas instalações.

Todos os dados serão tratados de forma confidencial. Não será revelada a identidade da empresa proprietária da instalação.

FICHA Nº 28

1. IDENTIFICAÇÃO DA INSTALAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: CONCELHO TORRES NOVAS DISTRITO SANTARÉM
 SETOR EMPRESARIAL: DESTILAÇÃO
 CONDIÇÕES LOCAIS: ALTITUDE 50 METROS TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE 25 °C
 POTÊNCIA TOTAL INSTALADA: 3,78 MWe
 ANO DE ARRANQUE: 1997

2. ESPECIFICAÇÕES DA INSTALAÇÃO

QUANTIDADE DE MOTORES DIESEL INSTALADOS: 1 MARCAS: MAN MODELOS: 9L30/40
 POTÊNCIA UNITÁRIAS DOS GRUPO-GERADORES: 3,78 MWe _____ MWe _____ MWe
 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE CALOR ENTRADA / SAÍDA
 ÁGUAS DE BAIXA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 0 kWt TEMPERATURA _____ °C
 ÁGUAS DE ALTA TEMPERATURA: POTÊNCIA INSTALADA 900 kWt TEMPERATURA 90 | 30 °C
 GASES DE ESCAPE: POTÊNCIA INSTALADA CALDEIRA 1158 t/h TEMP. CALD. 1 _____ °C
 CALDEIRA / RECUPERADOR: FABRICANTE CLAYTON MARCA _____ MODELO _____
 UTILIZAÇÃO DIRETA DE GASES DE ESCAPE: _____ kWt TEMPERATURA _____ | _____ °C

3. DADOS OPERACIONAIS

Nº TOTAL DE HORAS DE SERVIÇO DOS GRUPOS GERADORES: GRUPO 1: 71300 HORAS
 GRUPO 2: _____ HORAS
 GRUPO 3: _____ HORAS
 REGIME DE FUNCIONAMENTO: GRUPO 1: 17 HORAS / DIA
 GRUPO 2: _____ HORAS / DIA
 GRUPO 3: _____ HORAS / DIA
 PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL ELETRICIDADE DA INSTALAÇÃO (2005-2010): 16727 MWh TIPO DE FUELÓLEO CONSUMIDO: Nº 4 BTE; % 1
 CONSUMO MÉDIO ANUAL DE FUELÓLEO NA INSTALAÇÃO (2007-2010): 3621 TON.
 EMISSÕES MÉDIAS: NOx 141,5 mg/nm³ SOx 945,6 mg/nm³ PARTÍCULAS 61,2 mg/nm³
 MANUTENÇÃO DOS GRUPOS GERADORES: REVISÃO ANUAL Nº HORAS DATA (MÊS) GRANDE REVISÃO Nº HORAS (MÊS / ANO)
 GRUPO 1: _____ _____ _____ 1200 JAN-10
 GRUPO 2: _____ _____ _____ _____ _____
 GRUPO 3: _____ _____ _____ _____ _____

4. DIVERSOS

DISPONIBILIDADE DE GÁS NATURAL NO LOCAL: (SIM / NÃO) NÃO Existe um coletor perto PRESSÃO - BAR
 POTENCIAL PARA CONSUMIR MAIS ENERGIA TÉRMICA: VAPOR DE ÁGUA: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: x kWh TÉRMICOS / h
 ÁGUA QUENTE: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: x kWh TÉRMICOS / h
 GASES QUENTES: NA INSTALAÇÃO INDUSTRIAL: SIM kWh TÉRMICOS / h
 NO EXTERIOR: x kWh TÉRMICOS / h

5. OUTRAS INFORMAÇÕES QUE CONSIDEREM RELEVANTES

Indústria conta com mais 2 caldeiras a biomassa com 6 t/h cada uma.

DATA DE PREENCHIMENTO: 17-08-2011

ANEXO 4 - INFORMAÇÃO RELEVANTE DAS FICHAS DE ESPECIFICAÇÕES

Nº	DISTRITO	SET. ATIVIDADE	MARCA	MODELO	Nº CLIND.	RPM	TPF	DATA ARRANQUE	UNID. INST.	POT. E. UNIT. [MWe]	POT. GLOBAL [MWe]	OBS.
1	PORTO	TÊXTIL	KRUPP-MAK	12M453C	12	600		1994	1	4,24	4,24	
2	LISBOA	CERÂMICA	SULZER	8ZAL40S	8	500	1	1994	1	5,63	5,63	
3	SANTARÉM	ALIMENTAR	MAN - B&W	9L32/40		750		1998	1	3,82	3,82	
4	BRAGA	TÊXTIL	MAN	9L32/41		750	1	1998	1	3,82	3,82	
6	SETÚBAL	ALIMENTAR	WÄRTSILÄ	W18V32D		750	1	1997	1	6,51	6,51	
7	SETÚBAL	CORTIÇA	KRUPP-MAK	9M32		600	1	1998	1	4,17	4,17	
8	PORTO	TÊXTIL	SULZER	6ZAL40S	6	500	1	1995	1	4,18	4,18	
9	AVEIRO	EMBALAGENS	KRUPP-MAK	12M453C	12	600		1994	1	4,24	4,24	
10	BRAGA	TÊXTIL	WÄRTSILÄ	W18V32D	18	750	1	1994	1	6,51	6,51	
11	BRAGA	TÊXTIL	WÄRTSILÄ	W16V32D	16	750		1993	1	5,70	5,70	
13	BRAGA	TÊXTIL	KRUPP-MAK	6M32		600	1	1997	2	2,76	5,53	
14	BRAGA	TÊXTIL	KRUPP-MAK	12M453C	12	600		1996	1	4,24	4,24	
15	AVEIRO	ALIMENTAR	SULZER	12ZAL40S		500		1996	1	8,29	8,29	
16	AVEIRO	QUÍMICA	WÄRTSILÄ	W9R32D	18	750		1994	2	3,26	6,52	
17	AVEIRO	QUÍMICA	MITSUBISHI	18KU30	18	750	1	1994	1	5,65	5,65	
18	PORTO	SERVIÇOS	WÄRTSILÄ	W16V32D		750		1997	1	5,78	5,78	
19	AVEIRO	CERÂMICA	WÄRTSILÄ	W16V32D		750		1997	1	4,20	4,20	
20	BRAGA	TÊXTIL	SULZER	6ZAL40S	6	500		1996	1	4,18	4,18	
21	AVEIRO	PAPEL	MAN (BAZIN)	8L40/45	8	600	TP	1996	1	5,23	5,23	
22	BRAGA	TÊXTIL	WÄRTSILÄ	W18V32D	18	750	TP	1996	1	6,51	6,51	
23	V. CASTELO	CERÂMICA	WÄRTSILÄ	W12V32D		750	1	1997	1	4,27	4,27	
24	VISEU	MADEIRA	WÄRTSILÄ	W18V32D	36	750		1994	2	6,51	13,02	
26	LISBOA	ALIMENTAR	SULZER	6ZAL40S	6	500		1994	1	4,60	4,60	
27	LISBOA	ALIMENTAR	MAN	8L32/40	8	750		1996	1	3,40	3,40	
28	SANTARÉM	ALIMENTAR	MAN	9L32/40		750	1	1997	1	3,82	3,82	
29	BRAGA	TÊXTIL	SULZER	6ZAL40S	6	500		1994	1	4,18	4,18	
30	PORTO	MADEIRA	SULZER	8ZAL40S	16	500		1994	1	5,58	5,58	
31	PORTO	MADEIRA	SULZER	16ZAL40S	16	500		1999	1	11,15	11,15	
32	SETÚBAL	PAPEL	SULZER	12ZAV40S	500	500		1997	1	8,64	8,64	(1)
33	VISEU	MADEIRA	WÄRTSILÄ	W18V32D	18	750		1993	1	6,33	6,33	(2)
34	COIMBRA	MADEIRA	WÄRTSILÄ	W16V32D	16	750		1992	1	6,16	6,16	(3)
35	PORTO	TÊXTIL	SULZER	6ZAL40S	8	500		1993	1	4,18	4,18	(4)
36	LISBOA	VIDRO	WÄRTSILÄ	W18V32D	18	750		1993	1	6,51	6,51	(5)
37	PORTO	TÊXTIL	KRUPP-MAK	12M453C	12	600		1995	1	4,24	4,24	(6)
38	SANTARÉM	CORTUMES	MAN	7L32/40	7	750		1996	1	3,07	3,07	(7)

(1) Motor encontra-se parado há cerca de 7 anos

(2) Motor encontra-se parado desde março de 2011

(3) Motor encontra-se parado desde março de 2011

(4) Motor encontra-se parado há cerca de 1 ano

(5) Instalação encontra-se parada. Equipamento continua em posse da empresa

(6) Incontactáveis

(7) Incontactáveis

ANEXO 5 - ESTUDO SOBRE A CONVERSÃO DE MOTORES DIESEL PARA COMBUSTÍVEIS INDUTORES DE MENORES EMISSÕES

Sumário:

O presente estudo tem como objectivo a identificação das diversas tecnologias disponíveis para a conversão para operação “*Dual-Fuel*” de motores de ignição por compressão, típicos do parque de co-geração nacional. O estudo foca os diversos aspectos das tecnologias possíveis de serem empregues na conversão de motores de ignição por compressão, custos típicos e seus efeitos sobre o funcionamento, operação, manutenção e sobre o ambiente. São ainda comentados aspectos gerais da legislação actual, a qual prevê as conversões dos motores bem com outros aspectos gerais relacionados com a operação de motores *Dual-Fuel*. Conclui-se através da simulação de *cash-flows* que os motores totalmente a Gás Natural têm *cash-flows* teoricamente mais interessantes mas que apresentam um nível de risco maior dado o avultado investimento e a volatilidade da economia e mercado da energia. A conversão básica apresenta vantagens quanto ao risco, dado o capital investido ser mínimo e também quanto ao retorno, que não sendo tão grande à partida apresenta ainda assim valores muito interessantes. A relação de preços entre combustíveis nomeadamente o Gás Natural e o HFO é determinante na geração de *cash-flows* maiores, sendo que a conversão simples origina para a mesma máquina a HFO poupanças muito interessantes. São ainda apresentadas considerações de ordem ambiental, do impacto da conversão total e para DF sobre o REE bem como sobre a disponibilidade para aproveitamento de energia.

Índice

ESTUDO SOBRE A CONVERSÃO MOTORES DIESEL PARA COMBUSTÍVEIS INDUTORES DE MENORES EMISSÕES

- 1 INTRODUÇÃO
 - 1.1 EXPERIÊNCIA DE OUTROS PAÍSES COMO FORMA DE RECUPERAR AS INSTALAÇÕES EXISTENTES
 - 1.2 RAZÕES POLÍTICO-ECONÓMICAS E AMBIENTAIS
 - 1.3 COMENTÁRIO À ACTUAL LEGISLAÇÃO
- 2 PARQUE DE MÁQUINAS DA CO-GERAÇÃO EM PORTUGAL
- 3 MOTORES RÁPIDOS A GÁS NATURAL
- 4 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS QUE PERMITEM CONVERTER MOTORES
 - 4.1 CLASSIFICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE CONVERSÃO QUANTO À PRESSÃO DO GÁS
 - 4.2 TECNOLOGIA PARA A QUEIMA DE GÁS EM MOTORES RECÍPROCOS DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO (DIESEL)
 - 4.2.1 *Fumigação de gás ou injeção do tipo "Single Point"*
 - 4.2.2 *Injeção de gás multiponto nos colectores de admissão de ar de cada cilindro junto das válvulas de admissão de ar*
- 5 A LIMITAÇÃO DA TAXA DE SUBSTITUIÇÃO
- 6 DUAL-FUEL VERSUS BI-FUEL
- 7 ASPECTOS RELACIONADOS COM A SEGURANÇA E OPERAÇÃO
- 8 IMPACTO DA OPERAÇÃO DUAL-FUEL NO DESGASTE E MANUTENÇÃO DOS MOTORES
 - 8.1 AVALIAÇÃO DO DESGASTE DOS COMPONENTES MECÂNICOS
 - 8.2 AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES GASOSAS
- 9 OPÇÕES PARA A CONVERSÃO OFERECIDAS PELO MERCADO
 - 9.1 MERCADO DAS CONVERSÕES E OFERTA DOS SERVIÇOS DE CONVERSÃO
 - 9.2 NECESSIDADE DE PRESSÃO DE GÁS
- 10 AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÓMICA DE UMA INSTALAÇÃO DE COGERAÇÃO DIESEL CONVERTIDA
 - 10.1 CÁLCULO CUSTO BENEFÍCIO - CASO A
 - 10.2 CÁLCULO CUSTO BENEFÍCIO - CASO B
 - 10.2.1 *Cálculo de valores de consumos de HFO, Gás Natural e poupanças:*
 - 10.2.2 *Considerações ambientais*
 - 10.3 CONSIDERAÇÕES ECONÓMICAS SOBRE O CASO A E O CASO B
- 11 CUSTOS DE MANUTENÇÃO ASSOCIADOS AO FUNCIONAMENTO EM DUAL-FUEL
- 12 O REE E AS CONVERSÕES
- 13 DISPONIBILIDADE TÉRMICA
- 14 ASPECTOS GERAIS SOBRE O GÁS NATURAL
 - 14.1 CLASSIFICAÇÃO DO GÁS COMBUSTÍVEL
 - 14.2 DENSIDADE DO GÁS
 - 14.3 NÚMERO DE METANO
 - 14.4 GÁS NATURAL
 - 14.5 PODER CALORIFICO INFERIOR
 - 14.6 GÁS NATURAL SECO
 - 14.7 GÁS DE CAMPO
 - 14.8 GÁS CORROSIVO
 - 14.9 GÁS DOCE
- 15 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES
- 16 REFERÊNCIAS

1 INTRODUÇÃO

No princípio do século passado, aquando do advento dos motores de combustão interna, os combustíveis gasosos foram seriamente considerados como combustíveis de eleição, porque simplesmente os combustíveis líquidos não existiam em quantidade e qualidade. O hidrogénio e o gás de síntese em particular, foram muito utilizados durante a 2ª Guerra mundial, sendo este último conhecido por “gás pobre”.

O gás pobre era então produzido em gaseificadores de biomassa, que foram montados nas mais variadas configurações, quer em fábricas, quer em navios quer mesmo em autocarros e automóveis.

A reduzida autonomia, o baixo poder calorífico, as condicionantes em termos da preparação para a queima daqueles gases, e o aumento da oferta no mercado de hidrocarbonetos líquidos, fez com que sistemas de queima de combustíveis gasosos mais ou menos elaborados fossem abandonados em detrimento dos sistemas de queima de combustíveis de estado líquido, nomeadamente as gasolinas, gasóleos e combustíveis residuais (LFO, e HFO). Assim, pode dizer-se que a existência de sistemas de queima de combustíveis gasosos em motores foi sempre uma tecnologia disponível.

Os motores utilizados então, eram motores de ignição por compressão (vulgo Diesel) e de ignição por faísca (vulgo Otto), tendo os primeiros como principal vantagem a possibilidade de queimarem gás com muito baixa qualidade que não poderia ser queimado com facilidade em motores de ignição por faísca, mas também porque poderiam sempre funcionar mesmo que não existisse gás combustível para queimar. Esta poderá ser ainda uma consideração actual, quando se pensar em converter um motor Diesel para poder trabalhar com gás.

No caso de um motor Diesel que se converte para trabalhar com gás natural ou outro, existe sempre a necessidade de provocar a ignição por injeção de combustível Diesel, isto é, a ignição da carga de combustível gasoso dá-se sempre por ignição de uma carga de combustível líquido, quer seja gasóleo (GO), quer seja combustível residual (HFO).

As percentagens de substituição da energia necessária por ciclo variam de motor para motor, e de tecnologia para tecnologia. Nas próximas secções, serão apresentadas as várias condicionantes a considerar.

1.1 EXPERIÊNCIA DE OUTROS PAÍSES COMO FORMA DE RECUPERAR AS INSTALAÇÕES EXISTENTES

A conversão de motores Diesel para operação simultânea com gases combustíveis e combustível líquido, tem tido épocas de grande actividade consoante o preço dos combustíveis Diesel líquidos, sendo que tal actividade tem também sido condicionada pela oferta de outros combustíveis, nomeadamente gás natural.

Mais recentemente a conversão de motores Diesel tem tido particular desenvolvimento nos EUA, na Austrália, Índia, Indonésia, Malásia e ultimamente no Brasil.

Em particular as conversões têm sido realizadas em máquinas estacionárias de média e alta velocidade até aos 1800 rpm e com potências entre os 600 kW e os 14 000 kW. No caso da Índia têm sido realizadas também conversões em instalações motoras de comboios.

Como se pode verificar, os países onde se têm realizado o maior número de conversões são aqueles onde o gás natural tem aparecido como alternativa económica real ao combustível líquido, em particular aos custos associados ao transporte, mas também onde controlo de custos de importação de motores novos e as vantagens ambientais são tidas em conta, nomeadamente no que concerne a saída de divisas para a importação de motores a gás novos.

A conversão de motores Diesel origina também uma certa imunidade à escassez de qualquer um dos combustíveis líquidos ou gasosos, e inerentes oscilações dos respectivos preços, dado os motores poderem funcionar quer com um combustível quer com o outro embora não na totalidade.

Nos países onde a actividade de conversão está mais activa, os motores Diesel convertidos são motores recentes, com menos de 20 anos, em particular das seguintes marcas, Wartsila, Sulzer, MAK, MAN, Caterpillar, Cummins e MTU. Dado que são motores actuais de elevada performance, cuja vida útil pode ser prolongada até aos 40 anos de idade, tipicamente até à extinção de peças no mercado, as conversões são vistas como uma acção para melhoramento das instalações existentes, nomeadamente no que diz respeito aos custos operacionais em combustível, em manutenção e em termos ambientais, possibilitando uma exploração económica das instalações bastante apetecível, dado os custos do investimento estarem completamente amortizados na maioria dos casos.

1.2 RAZÕES POLÍTICO-ECONÓMICAS E AMBIENTAIS

À data do presente documento existe uma grande indefinição do que será o futuro da legislação relativa à cogeração em Portugal, tendo em conta a actual legislação Europeia transcrita para legislação nacional (Decreto-Lei n.º 23/2010 de 25 de Março), e também as exigências mais recentes originadas pela crise económica das economias ocidentais, e à variação de preços dos principais combustíveis utilizados na cogeração. Não é possível antever-se a médio prazo o que serão as tarifas para a energia produzida em cogeração, mesmo à luz dos contractos actuais a partir de um futuro próximo, em particular quando toda a legislação necessária à implementação do Decreto-Lei n.º 23/2010, ainda não se encontra devidamente definida e existem fortes restrições ao aumento da despesa do estado impostas pela Troika nomeadamente:

“Regimes de apoio à produção de energia em regime especial (co-geração e energias renováveis) 5.7. Rever a eficiência dos sistemas de apoio à co-geração e propor possíveis opções para ajustar em baixa a tarifa de alimentação usada em co-geração (reduzir subsídios implícitos) [Q4-2011]”.

No que concerne à legislação referente à poluição atmosférica originada pela cogeração que utiliza motores Diesel, não existem actualmente barreiras tecnológicas de maior, no que diz respeito à emissão de óxidos de azoto e partículas, sendo actualmente possível, quer pelo alargamento dos limites de emissão, quer pela tecnologia disponível, manter as emissões a níveis bastante abaixo dos legais.

As tecnologias, disponíveis para o controlo dos valores de NO_x e partículas passam pela queima conjunta de gás natural (ou outro) e combustível líquido (*Bi-Fuel* e *Dual-Fuel*), mas também pela utilização de outras tecnologias como sejam a queima de emulsões aquosas de HFO e GO (da qual já existe interessante experiência nacional com redução do consumo específico), ou de tratamentos com catalisadores.

Assim, e a título de resumo, pode dizer-se que os tempos deverão ser de cautela em termos de investimentos, devendo considerar-se que, quer os preços dos combustíveis quer o preço da remuneração da energia são de momento extremamente voláteis.

Considerando que as instalações de cogeração a motor Diesel mais antigas do país (à excepção de uma localizada em Sines que se aproxima dos 40 anos) têm apenas cerca de 18 anos, e que o tempo de vida útil destas máquinas pode ser superior a 40 anos, e que quando devidamente mantidos e operados podem tornar-se em equipamentos a explorar pelo menos por mais 20 anos, torna-se evidente que poderá ser uma boa opção considerar

a conversão para *Dual-Fuel* dos motores existentes, ganhando assim em termos de impacto ambiental e de flexibilidade quanto ao combustível a utilizar.

1.3 COMENTÁRIO Á ACTUAL LEGISLAÇÃO

O Decreto-Lei n.º 23/2010 de 25 de Março, no seu Artigo 5.º “Duração do benefício da tarifa de referência e dos prémios” refere:

“4 – Caso uma instalação de cogeração venha a sofrer uma reconversão de combustível ou actualização tecnológica de que resulte um investimento superior a 25 % do preço de substituição por equipamento novo, pode o cogrador solicitar à DGEG uma prorrogação, proporcional ao investimento realizado, do período em que poderão vigorar as condições económicas constantes do presente decreto -lei.”

O acima referido ponto 4.º do artigo 5.º, merece atenção na medida em que não apoia explicitamente a continuidade da existência das instalações de cogeração Diesel, mesmo que devidamente convertidas para funcionar em modo *Dual-Fuel* (percentagens de gás até cerca de 95%), mas incentiva os co-geradores a prescindir das suas máquinas Diesel em perfeitas condições de funcionamento, e a adquirirem motores a gás novos, com investimentos elevados com inerente saída de quantidade importante de divisas do país. Embora as referidas condições económicas tenham por objectivo a compensação do investimento é evidente, naquele ponto, que não é tida em conta a vantagem económica para a o país no que diz respeito à conversão de um motor Diesel para *Dual-Fuel*, mas tão só se faz uma avaliação com base no custo da conversão.

Poder-se-ia dizer que se trata de uma questão de poluição, mas comparando as emissões dos respectivos gases de escape para a atmosfera as emissões de um motor *Dual-Fuel* convertido podem tornar-se similarmente limpas.

2 PARQUE DE MÁQUINAS DA CO-GERAÇÃO EM PORTUGAL

Os motores de ignição por compressão, utilizados pela indústria da co-geração em Portugal são todos eles de 4 tempos, e de acordo com a velocidade de rotação podem dividir-se em motores de:

- **Alta velocidade:** Catterpillar, MTU, Cummins, Komatsu, MAN, Deutz e Guascor;
- **Média Velocidade:** Warstila, Sulzer, MAN, Catterpillar/MAK, Mitsubishi, SEMT Pielstick.

dos quais existem em laboração utilizando HFO 380 cSt@50°C¹:

- 9 x Wartsilas 32
- 5 x KRUPP-MAK 32/453C
- 8 x Sulzer ZA 40
- 3 x MAN L32/40 - L32/41
- 1 x MAN - B&W 32/40
- 1 x MAN (BAZIN) 40/45
- 1 x Mitsubishi

A potência das máquinas Diesel de média velocidade das instalações de cogeração nacionais, varia entre os 3.4 MW e os 8.29 MW, sendo todas elas de média velocidade entre as 500 RPM e as 750 RPM. Todas as máquinas enumeradas são máquinas navais, projectadas para operarem ao longo de muitos anos, tipicamente 40 anos. Assim sendo, todas as máquinas deste universo, são máquinas particularmente aptas para serem convertidas, existindo vários projectos de conversão com sucesso realizados para cada um daqueles modelos (ver figuras 1 a 3).

¹ A listagem das máquinas acima apresentada, não é absoluta, sendo que pode variar em número dado algumas das instalações estarem em vias de serem convertidas para gás por substituição integral do motor, e outras estarem instaladas em unidades industriais que poderão vir a ser desactivadas.

3 MOTORES RÁPIDOS A GÁS NATURAL

No mercado existem muitas ofertas de motores a gás rápidos, entre as principais marcas estão as seguintes:

Janbacher, Deutz / MWM, MTU, Caterpillar, etc.

Estes motores são caracterizados por terem um diâmetro de cilindro que varia entre os 120 mm e os 220 mm, cursos respectivamente entre os 120mm e os 220mm, velocidade de rotação entre as 1500 RPM e as 1800 RPM, e velocidades do êmbolo que variam tipicamente entre os 9m/s e os 11m/s potências que variam entre 300 kW e os 3300 kW. Estas máquinas, devido às suas elevadas velocidades do êmbolo apresentam níveis de fiabilidade geralmente bastante inferiores às máquinas de média velocidade, sendo que o desgaste de peças móveis é bem mais acentuado.

Normalmente estes motores apresentam dois tipos de afinação, correspondendo a diferentes níveis de emissão de NOx tipicamente correspondendo aos 500 mg/m³N e os 250 mg/ m³N, contudo o principal problema em termos de emissões deste tipo de motores está nas emissões de compostos orgânicos voláteis totais e dos metânicos em particular. Tal característica deve-se ao facto de disporem de sistemas de combustíveis algo rudimentares em que toda a massa de ar aspirada pelo motor, é misturada com gás logo antes do turbocompressor, resultando que durante o tempo de lavagem dos cilindros e sequente cruzamento de válvulas os cilindros a mistura de ar e gás seja passada para os colectores de escape através dos cilindros.

Assim, pode-se dizer que o rendimento destes motores a gás é em geral inferior ao rendimento dos motores a gás de maiores diâmetros de cilindro e que dispõem de sistemas de combustível mais elaborados, sendo também de velocidades de rotação inferiores (500 a 750 RPM), dispondo por isso de mais tempo para a combustão e processos relacionados. Dentro deste último grupo, existem as seguintes marcas são líderes de mercado, Wartsila SG, MAN, Waukecha.

No que toca aos rendimentos típicos das máquinas rápidas, pode-se dizer que existe uma grande diferença entre os rendimentos térmicos destas e os de média velocidade, sendo que embora sejam declarados rendimentos térmicos da ordem dos 44%, e 41.7% para o rendimento eléctrico tais valores só se verificam em condições específicas conforme descrito na norma ISO 3046 Parte 1. No entanto devido aos baixos desempenhos térmicos destas máquinas, também as perdas de calor pelos gases de evacuação são elevadas,

apresentando temperaturas na ordem dos 490°C a 520°C, contribuindo por isso para um rendimento global (energia eléctrica + energia térmica útil) /energia fornecida que varia entre os 85.5% e os 88.0% o que pode em muitos casos ser considerado uma vantagem.

O que também pode ser considerado como uma vantagem destas máquinas, é a possibilidade destas máquinas utilizarem gás a pressões bastante modestas permitindo a sua aplicação em locais onde existe limitações ao fornecimento de gás.



FIGURA 1 - MAN CONVERTIDO PARA OPERAÇÃO *DUAL-FUEL* 9L32.



FIGURA 2 - MAK 452C CONVERTIDO PARA OPERAÇÃO *DUAL-FUEL*.



FIGURA 3 - 2 X WARTSILA 9L32, SENDO MOSTRADOS A AMARELO OS COLECTORES COMUNS DE GÁS NATURAL.

Nota Breve:

Os motores da figura 3, não se encontram actualmente a funcionar a gás, estando os donos da instalação em reflexão estratégica sobre o negócio.

4 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS QUE PERMITEM CONVERTER MOTORES

4.1 CLASSIFICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE CONVERSÃO QUANTO À PRESSÃO DO GÁS

As tecnologias para a conversão de motores Diesel para funcionarem a gás podem se agrupadas quanto à pressão.

a) *Sistemas de muito baixa pressão*

Quando a pressão de gás combustível for inferior a 1.5x (pressão de sobrealimentação) do motor, típico da maioria dos motores a gás rápidos ($N > 1000$ RPM). Estes sistemas utilizam também tipicamente injeção de gás do tipo “*Single-Point*”;

b) *Sistemas de média pressão*

Quando a pressão de gás combustível é superior a 1.5x (pressão de sobrealimentação) do motor, então o sistema diz-se de média pressão.

c) *Sistemas de alta pressão*

Se a pressão de sobrealimentação é superior à pressão de compressão à carga correspondente.

4.2 TECNOLOGIA PARA A QUEIMA DE GÁS EM MOTORES RECÍPROCOS DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO (DIESEL)

Antes de mais é muito importante conhecer como se dá a combustão num motor Diesel, convertido para operar em modo *Dual-Fuel* ou *Bi-Fuel*.

A temperatura de ignição do HFO ou do combustível Diesel, ocorre em geral entre os 260°C e os 350°C e a temperatura de ignição do gás natural ocorre entre os 550°C e os 650°C, o que resulta primeiramente na ignição do combustível Diesel, que fornece então a energia necessária à ignição da mistura ar gás no cilindro. Assim sendo, o ângulo de ignição mantém-se praticamente inalterável até cerca de 95% da carga.

Para melhor se entender o que adiante será exposto, é necessário compreender a diferença entre as várias tecnologias susceptíveis de serem utilizadas na conversão de motores Diesel para *Bi-Fuel* e *Dual-Fuel*.

4.2.1 Fumigação de gás ou injeção do tipo “*Single Point*”

As tecnologias podem ainda ser agrupadas quanto ao método de introdução do gás combustível no motor. Assim poderão ser agrupadas em, *Single-Point*, *Bi-Fuel* ou fumigação, em que o gás é fumigado no colector de admissão de ar antes do turbocompressor. O gás é controlado por um regulador do tipo pressão zero, que responde à depressão criada pela passagem de ar de admissão através de uma tubeira de Venturi. A mistura é então regulada através de uma válvula de borboleta que recebe sinal do controlador (PLC) em função da carga, da velocidade do motor, da posição do actuador das cremalheiras das bombas, da temperatura dos gases de escape entre outros sinais.

Como desvantagens, este tipo de sistema padece dos chamados “*Back Fires*” no colector de ar de admissão, fraco rendimento térmico, dada a mistura ar gás ser utilizada para lavagem dos cilindros e passar através dos cilindros directamente para o escape, sem ser devidamente aproveitada.

Em termos de vantagens, esta tecnologia é a mais barata, rondando os 50 000€ por motor, sem sistema de detecção e protecção de *knocking* e sem instalação, sendo vendidos normalmente em kits.

Os principais componentes destes sistemas são: Controlador, Válvula de borboleta, sistema de regulação de gás e alguns sensores (filtros, válvulas de ventilação e reguladores) (ver figura 4).

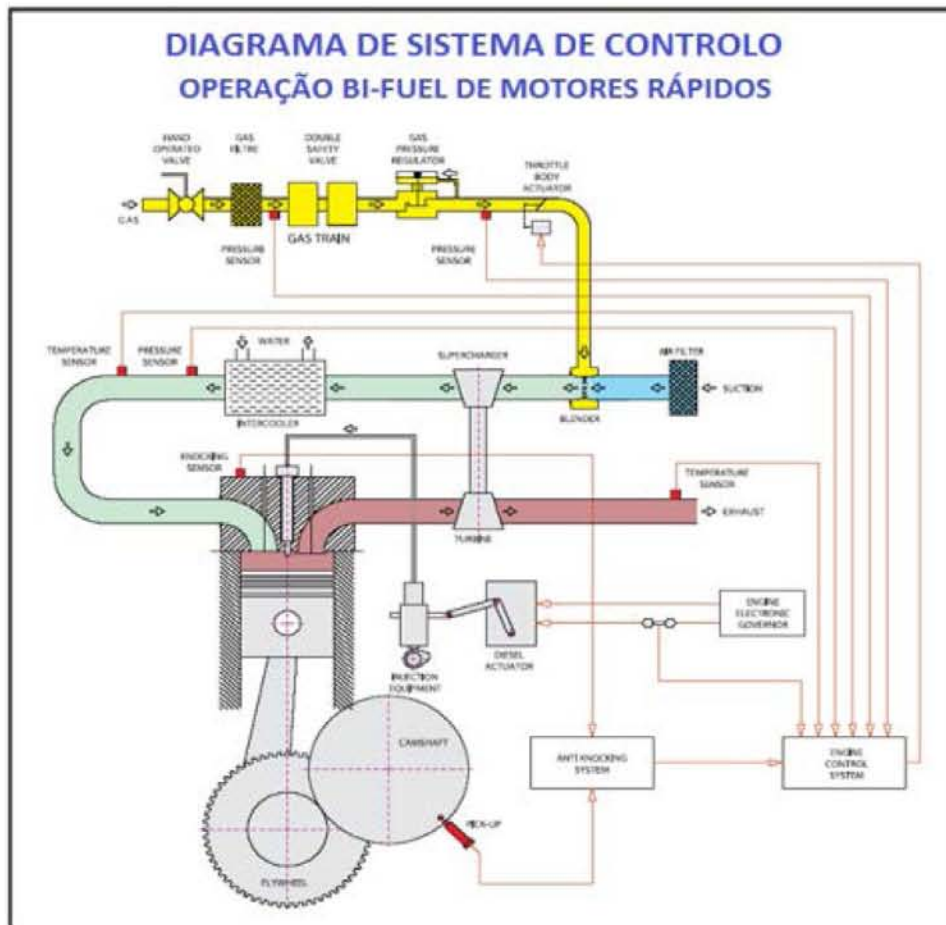


FIGURA 4 - ESQUEMA DE PRINCÍPIO DE UM SISTEMA DE INJEÇÃO SINGLE POINT OU BI-FUEL.

A fumigação de gás é sem dúvida a tecnologia mais barata para a conversão de um motor e é conseguida da seguinte forma:

Uma tubeira de Venturi, é colocada na conduta de ar de admissão antes do turbo compressor (ou turbo compressores). O gás natural, é assim arrastado com o ar de admissão que ao passar pela tubeira de Venturi, cria o vácuo suficiente para admitir mais gás, através do desequilíbrio da membrana de um regulador de gás do tipo “Zero Pressure Regulator”. O gás assim arrastado pela massa de ar passa pelo turbo compressor, arrefecedores de ar (*intercoolers*) até chegar aos colectores de ar de cada cilindro.

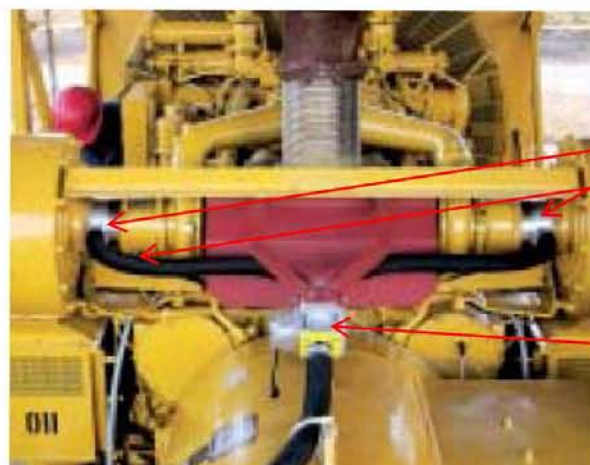
Entenda-se que este sistema é aquele que é amplamente utilizado pela maioria dos fabricantes de motores a gás rápidos, como sejam: Yanbacher, Deutz, MAN Rollo, Caterpillar, MTU, entre outros.



Difusores de gás entre o filtro de ar e o turbocompressor

Regulador de gás e respectivo tubo flexível

FIGURA 5 - MOTOR CATERPILLAR COM SISTEMA DE FUMIGAÇÃO OU "SINGLE POINT".



Difusores de gás entre o filtro de ar e o turbocompressor

Válvula de borboleta

FIGURA 6 - DIFUSORES E VÁLVULAS DE BORBOLETA NUM MOTOR RÁPIDO CATERPILLAR 3512 1250 kW.



Regulador zero e válvulas de venteio

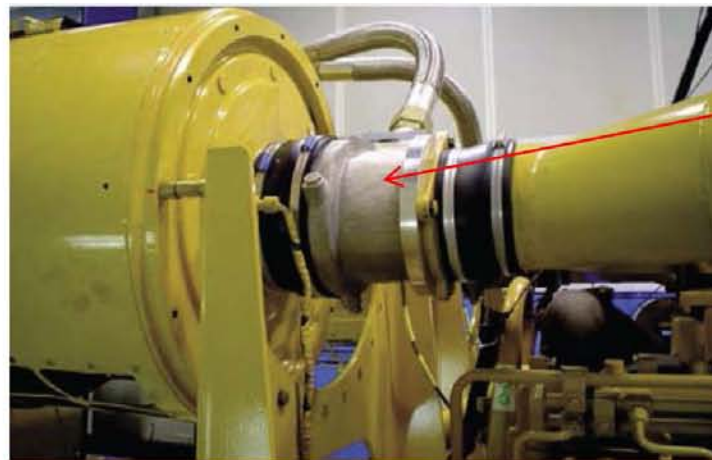
FIGURA 7 - TREM DE GÁS MOTOR RÁPIDO CATERPILLAR 3512 1250 kW.



Difusores de gás
entre o filtro de ar e
o turbocompressor

Rampa de gás
mostrando as
válvulas de purga e
segurança e o
regulador

FIGURA 8 - TREM DE GÁS E DIFUSOR EM MOTOR RÁPIDO CATERPILLAR 400 KW.



Rampa de gás
mostrando as
válvulas de purga e
segurança e o
regulador

FIGURA 9 - DIFUSOR DE VENTURI NUM MOTOR RÁPIDO CATERPILLAR 1000 KW.



FIGURA 10 - TREM DE GÁS PARA UMA APLICAÇÃO BI-FUEL OU FUMIGAÇÃO ONDE SE PODE VER O REGULADOR ZERO E AS VÁLVULAS DE VENTILADOR.



FIGURA 11 - TUBEIRA DE VENTURI (EM CIMA CENTRO), VÁLVULA DE BORBOLETA (ESQUERDA CENTRO), CONTROLADOR (DIREITA CENTRO) E ACTUADOR DA VÁLVULA DE BORBOLETA (BAIXO CENTRO).

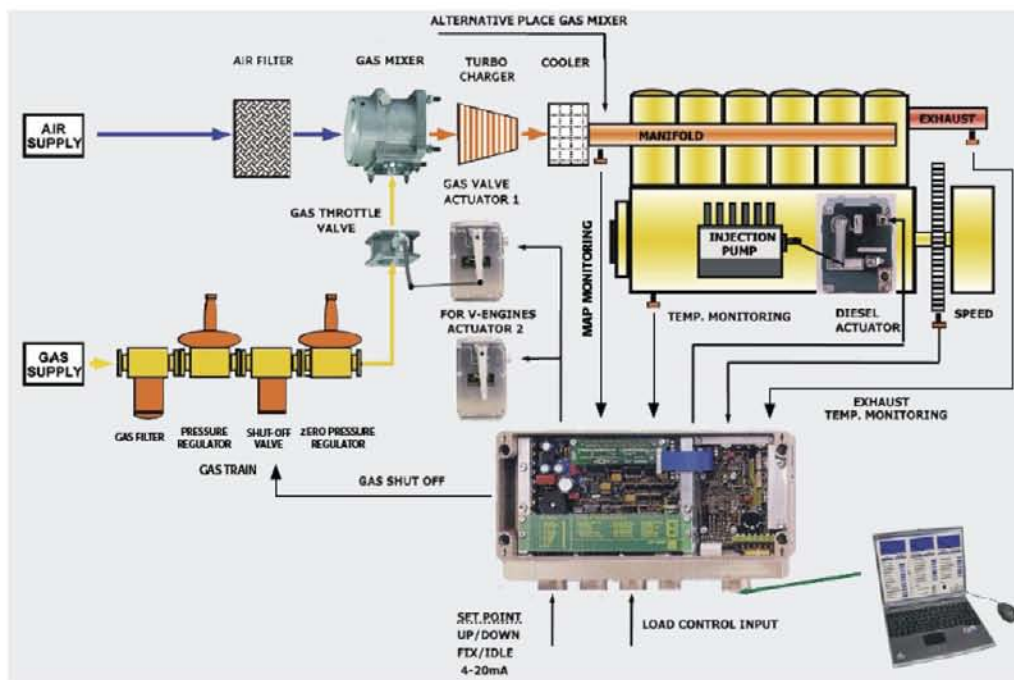


FIGURA 12 - SISTEMA DE FUMIGAÇÃO DE GÁS PARA MOTORES DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO EM “V”.

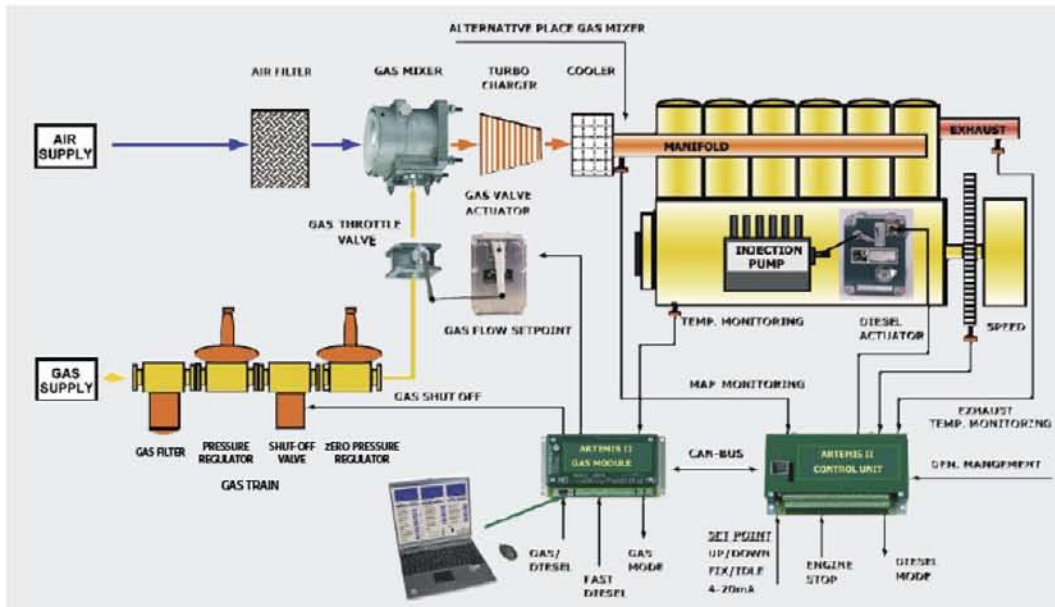


FIGURA 13 - SISTEMA DE FUMIGAÇÃO DE GÁS PARA MOTORES DE IGNIÇÃO POR COMPRESSÃO EM LINHA.

4.2.2 Injecção de gás multiponto nos colectores de admissão de ar de cada cilindro junto das válvulas de admissão de ar

Esta tecnologia é a mais adequada para a conversão dos motores Diesel de cogeração de média velocidade do parque de máquinas da indústria de cogeração em Portugal, por ser aquela que permite a obtenção de forma segura, de um verdadeiro funcionamento *Dual-Fuel*, isto é com maiores taxas de substituição de HFO por Gás Natural, mas também por ser a que permite maior rendimento térmico das máquinas.

A injecção Multi-Ponto permite que a quantidade de gás injectada seja controlada, cilindro a cilindro, não havendo desperdício de gás através do cruzamento de válvulas ou através da lavagem do cilindro como acontece com a tecnologia *Bi-Fuel* ou fumigaço.

O sistema Multi-ponto é também aquele que é utilizado pelos fabricantes de motores para a realização de motores *Dual-Fuel* de fábrica e mesmo 100% a gás, como é o caso dos motores Wartsila SG, Waukecha, RollsRoyce e MAN.

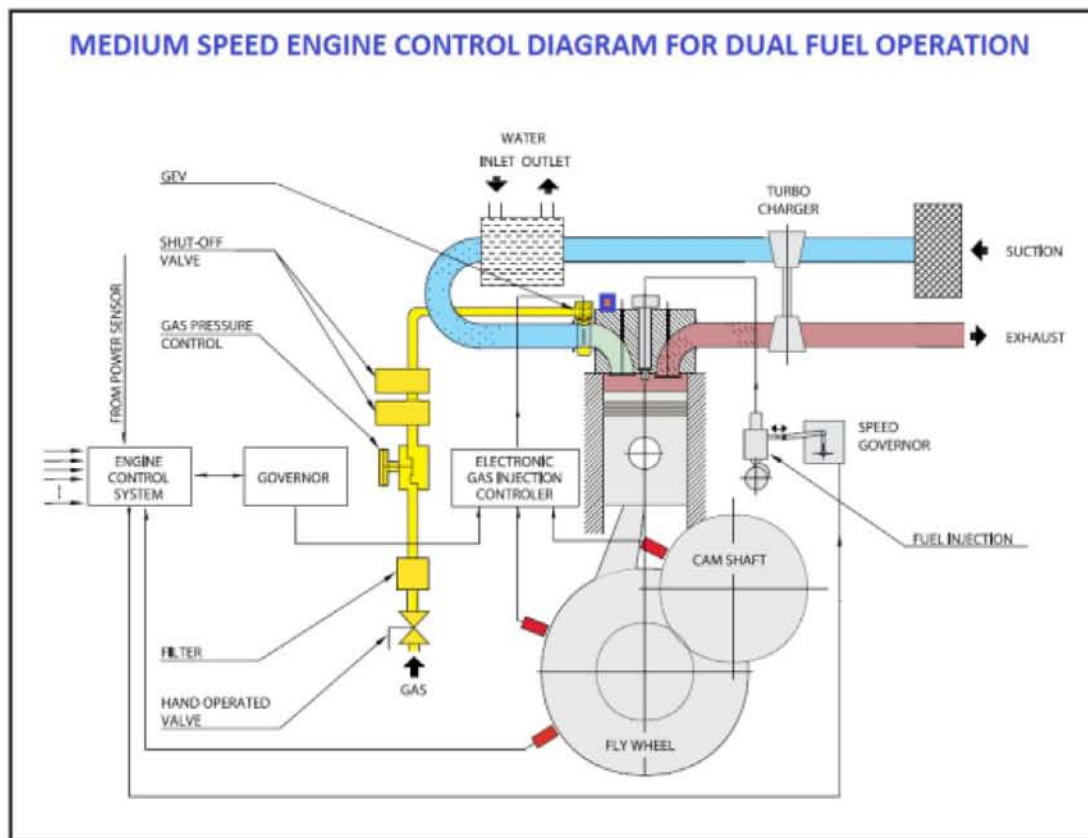


FIGURA 14 - ESQUEMA DE PRINCÍPIO DE UM SISTEMA DE INJEÇÃO MULTI-PONTO PARA UM MOTOR DE MÉDIA VELOCIDADE.

O sistema Multi-Ponto é constituído por um regulador de velocidade normalmente e idealmente electrónico que faz parte da unidade de controlo, um colectador comum de gás que serve de capacidade (buffer) eliminando o efeito das pulsações originadas pela abertura e descarga das várias válvulas (uma por cilindro), um sistema de comando baseado em arquitectura PLC e que providencia a interface com os operadores, um sistema de leitura de ângulo de fase e de velocidade do motor, um sistema regulador de pressão de gás em função da carga, um sistema de detecção e protecção para *Knocking*, *Misfiring* e Pré-ignição o KDS, um sistema de detecção de fugas de gás e, facultativamente, um sistema de medição online de pressão nos cilindros EDS. A figura 15 mostra em maior detalhe os principais sinais de controlo do sistema Multi-Ponto.

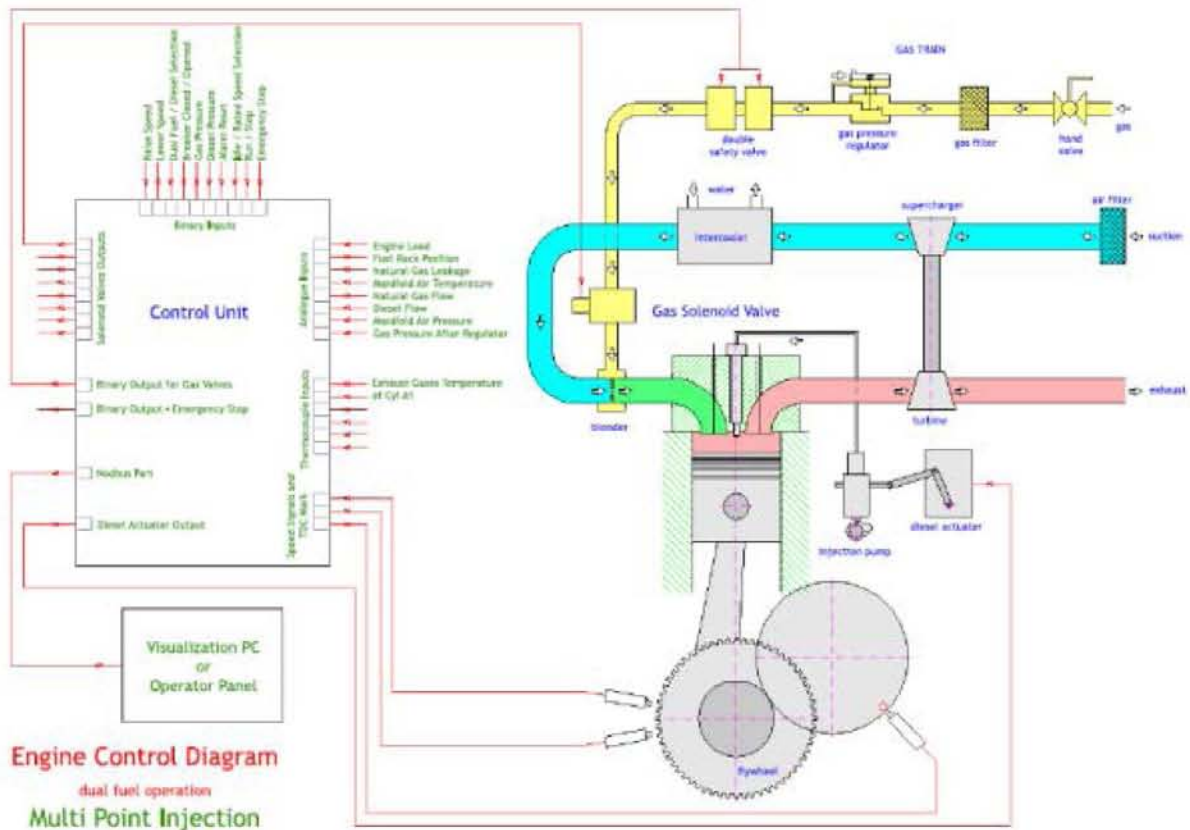


FIGURA 15 - ESQUEMA DE PRINCÍPIO DE UM SISTEMA DE INJEÇÃO MULTIPONTO PARA A CONVERSÃO DE DIESEL PARA DUAL-FUEL.

As válvulas de injeção ou aviamento de gás são válvulas de solenóide extremamente rápidas de grande débito, conforme as que se mostram na figura abaixo e que são montadas junto aos colectores de ar de admissão de cada cilindro.



FIGURA 16 - GAS INJECTION VALVES.



FIGURA 17 - VISTA GERAL DE UMA ESTAÇÃO DE REGULAÇÃO DE GÁS PARA UM SISTEMA DE INJEÇÃO DE GÁS MULTIPONTO JUNTO DAS VÁLVULAS DE ADMISSÃO.

Este tipo de conversão obriga à existência de um sistema de regulação de gás muito mais complexo que o do sistema de injeção de gás “*single point*” ou de fumigação, já que a pressão de gás tem que ser continuamente ajustada em função da pressão de sobrealimentação (*boost pressure*).

Esse ajuste é realizado utilizando um regulador de pressão que recebe um sinal do PLC e que calcula o valor de pressão de gás em função do regime de funcionamento, ou carga do motor, e a pressão de sobrealimentação.

Esse facto deve-se à necessidade de se evitar a todo custo a condição de “*choked flow*”, que corresponde à abertura da válvula de injeção de gás sem que se dê qualquer escoamento devido à pressão de gás não ser suficientemente alta para vencer a pressão do ar de sobrealimentação no colector de cada cilindro e a respectiva perda de carga.

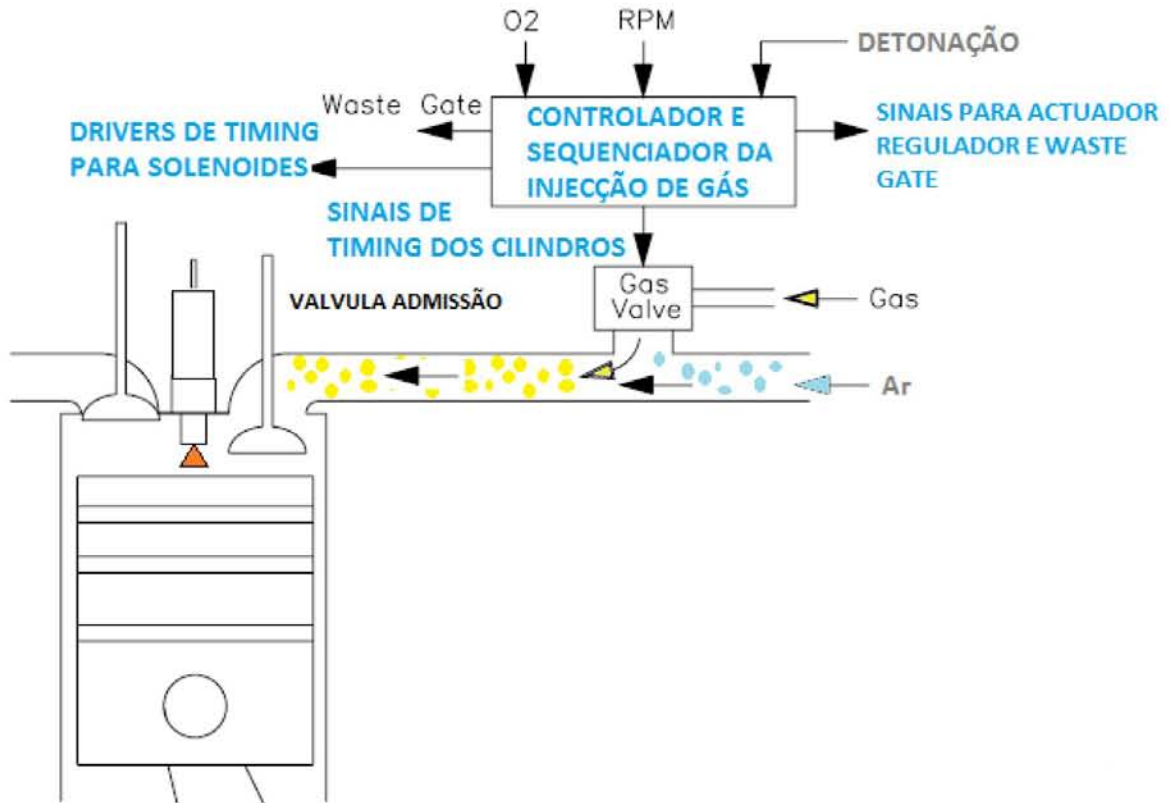


FIGURA 18 - ESQUEMA DE PRINCÍPIO DA INJEÇÃO MULTIPONTO.

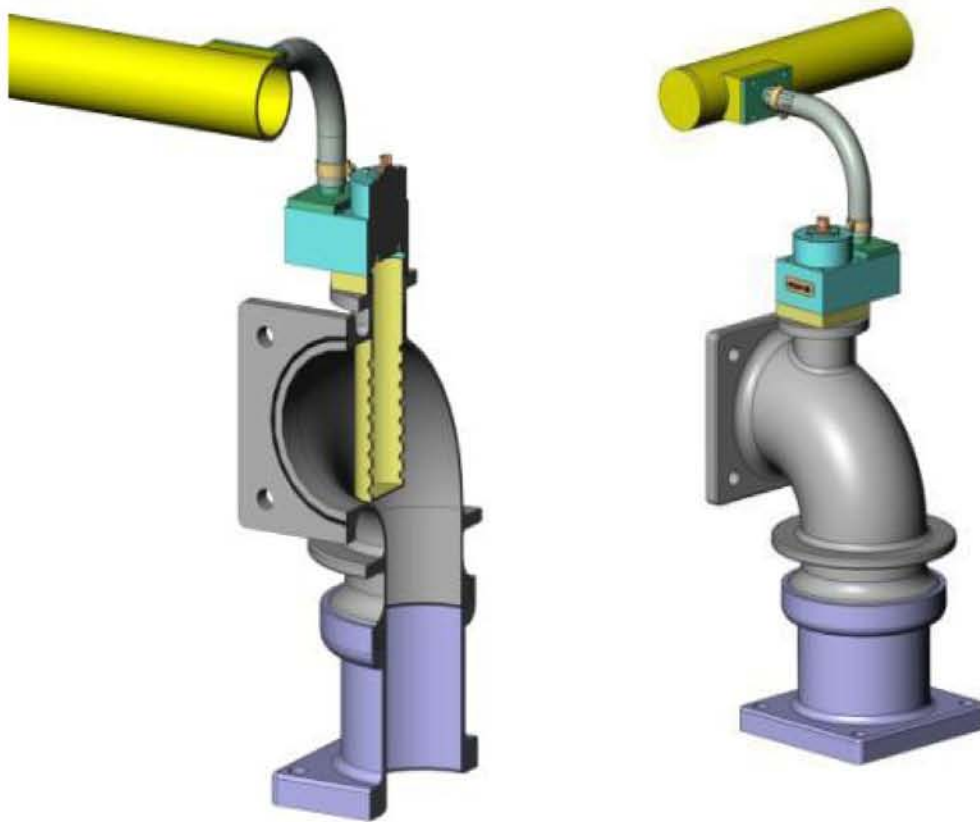


FIGURA 19 - ARRANJO TÍPICO DA TUBEIRA DIFUSORA DE GÁS NO COLECTOR DE ADMISSÃO JUNTO DA VÁLVULA DE ESCAPE PARA UM MOTOR WARTSILA 32, ONDE SE PODE VER O COLECTOR COMUM DE GÁS NATURAL (TUBO AMARELO HORIZONTAL), A VÁLVULA DE SOLENÓIDE (PEÇA AZUL) E O DIFUSOR DE GÁS (AMARELO ESBATIDO).

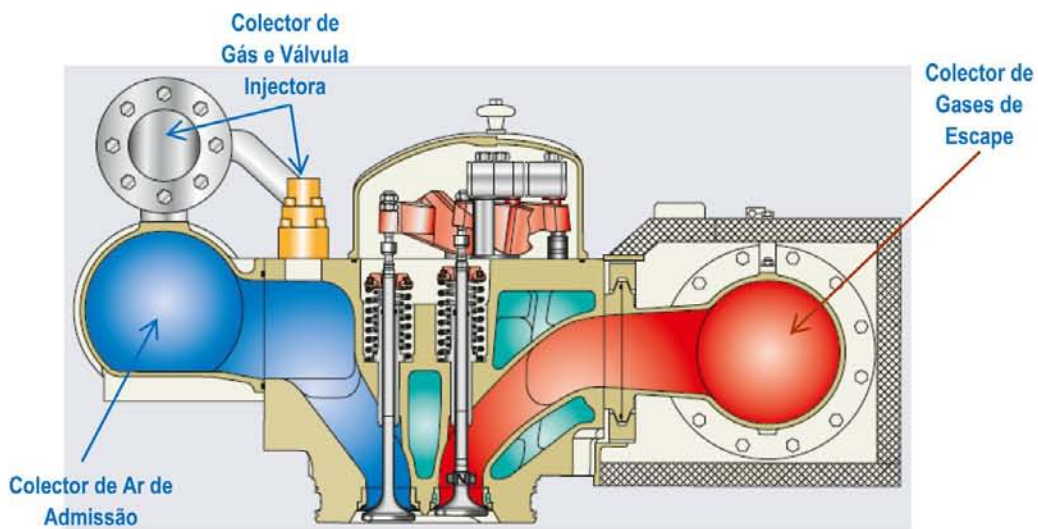


FIGURA 20 - ARRANJO DA CABEÇA DO CILINDRO DO MOTOR MAN 32/40 DF.



FIGURA 21 - ASPECTO DA VÁLVULA DE INJEÇÃO DE GÁS MONTADA NO COLECTOR DE ADMIÇÃO DE AR DE UM CILINDRO DE UM MOTOR WARTSILA 9L32.

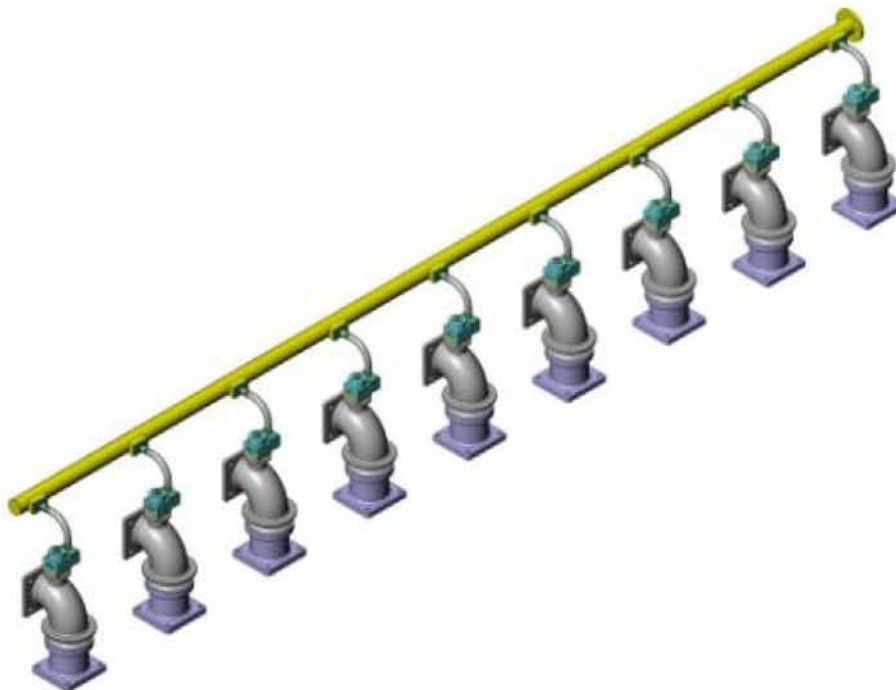


FIGURA 22 - ARRANJO DO COLECTOR COMUM E RESPECTIVAS VÁLVULAS DE INJEÇÃO DE GÁS MONTADAS NOS COLECTORES, PARA UM MOTOR DE 9 CILINDROS EM LINHA WARTSILA 32.



FIGURA 23 - ASPECTO GERAL DA MONTAGEM DO COLECTOR COMUM E RESPECTIVAS VÁLVULAS DE INJEÇÃO DE GÁS MONTADAS NOS COLECTORES NUM MOTOR DE 9 CILINDROS EM LINHA WARTSILA 32.

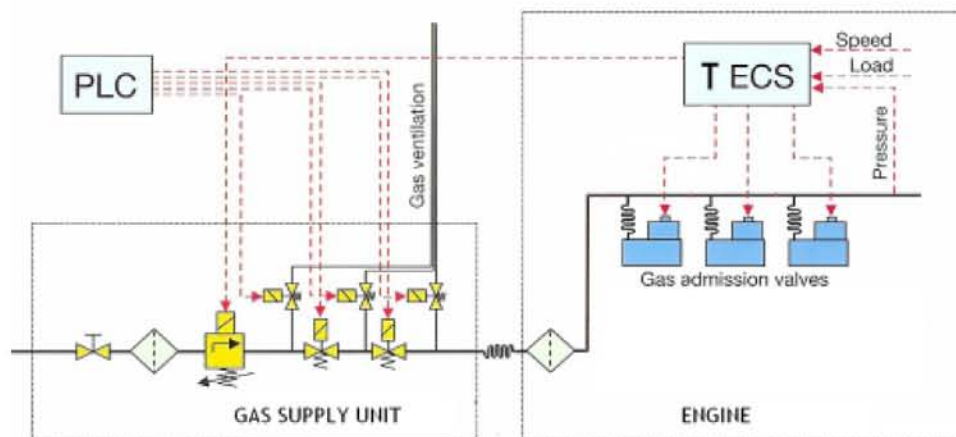


FIGURA 24 - SISTEMA DE CONTROLO E AVIAMENTO DE GÁS SIMPLIFICADO DE UMA CONVERSÃO VTEC.

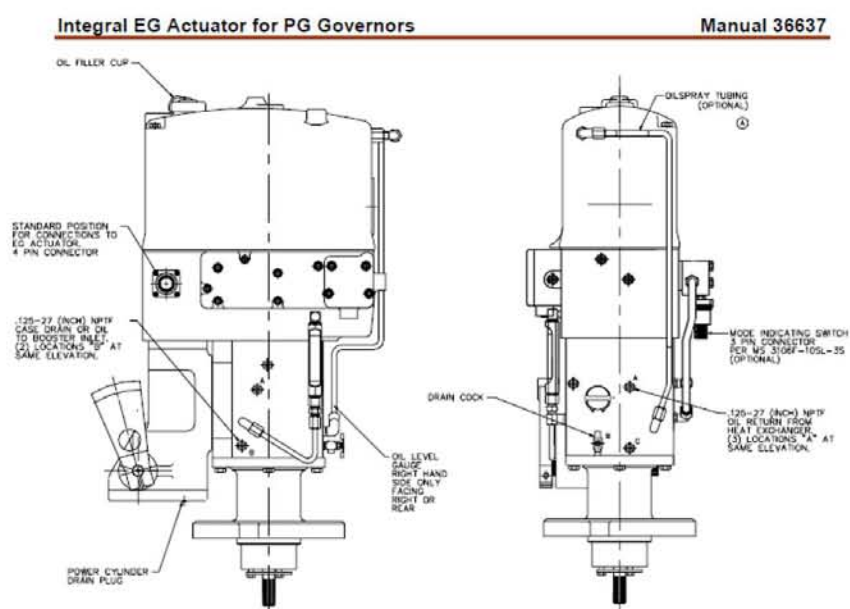


FIGURA 25 - ACTUADOR HIDRAULICAMENTE ASSISTIDO DA “WOODWARD GOVERNORS” QUE CONJUNTAMENTE COM O SISTEMA “IMPULSE II”, RESPECTIVOS SENSORES DE VELOCIDADE E FASE, FORMA O REGULADOR ELECTRÓNICO.

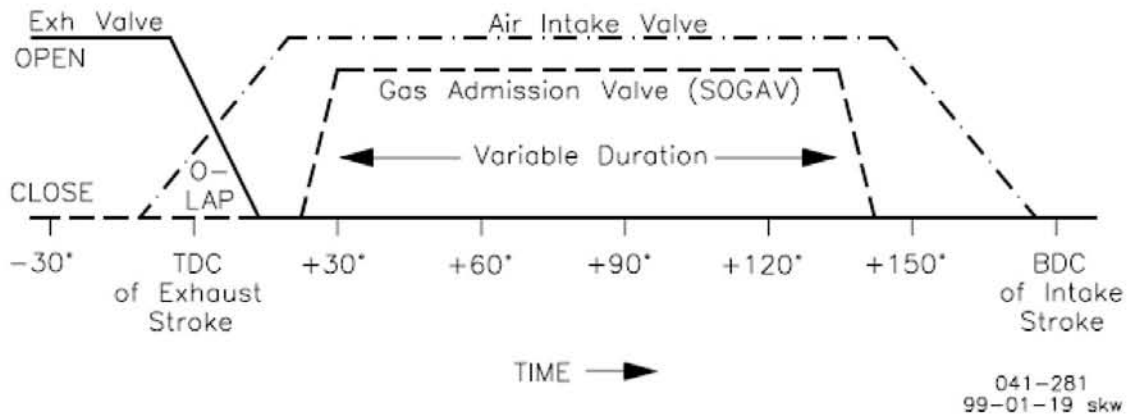


FIGURA 26 - DIAGRAMA TÍPICO DE INJEÇÃO DE GÁS NUM COLECTOR DE ADMISSÃO. NOTE-SE QUE OS GRAUS REFEREM-SE AOS GRAUS DA MANIVELA DO CILINDRO EM CAUSA. (WOODWARD GOVERNORS).

Observando a figura 26, é evidente que quanto mais rápido for o motor mais difícil se torna a injeção de gás no período a seguir ao fecho da válvula de evacuação do cilindro. Uma forma de obviar este caso é através do aumento da pressão de gás antes da válvula injectora, o que permitirá introduzir/injectar a mesma quantidade de gás, num menor período de tempo.

Como vantagens para o sistema de injeção de gás multiponto apresentam-se os seguintes aspectos:

- As vantagens desta tecnologia para conversão de motores Diesel, são:
- Segurança em termos de possíveis explosões de gás no colector de admissão de ar;
- Redução das emissões de compostos orgânicos voláteis metânicos;
- Melhor rendimento térmico,
- Melhor controlabilidade da máquina,
- Maiores taxas de substituição até cerca de 95% de gás natural, 5% de combustível Diesel líquido;
- Pequenas modificações ao nível mecânico para acomodar as válvulas injectoras de gás;
- Montagem dos componentes da conversão praticamente sem perda de produção, sendo tipicamente necessários entre cinco a 10 dias para montagem e comissionamento.

As desvantagens associadas a este tipo de conversões são as seguintes:

- Custo associado mais elevado que o sistema de fumigação;
- Implantação de um sistema de automação e controlo algo avançado;
- Interligação do sistema do sistema de controlo de gás com o sistema de controlo existente do motor, que poderá ser mais ou menos profundo consoante especificação do projecto do sistema de controlo.
- Pressões de gás relativamente mais elevadas ($P_g > 4.0$ Bar) e que podem limitar a aplicação devido à limitação da rede local em termos da pressão disponível;
- No caso da pressão disponível ser relativamente baixa ($P_g < 4.0$ Bar), pode-se resolver a questão através da utilização de um compressor, para elevar a pressão da rede para os $P_g > 4.0$ Bar.

4.2.2.1 Software de operação e controlo exemplificativo para injeção multiponto

Num sistema *Dual-Fuel* existem pelo menos dois softwares a saber, o software dedicado ao comando de operação e monitorização do motor, e o software dedicado ao sistema de injeção e respectivo controlador.

O primeiro é normalmente desenvolvido sobre uma plataforma de programação de PLC, no caso da Siemens o WinCC (ver figuras 27 e 28), cuja finalidade é providenciar as informações de estado dos diversos subsistemas do motor e permitir a boa operação do mesmo em qualquer dos modos de funcionamento, Diesel ou *Dual-Fuel*.

Este software, por sua vez faz a interface com o sistema de injeção e controlo de velocidade do motor que está instalado no controlador de injeção e que constitui o sistema de governo do motor. Este software ou programa, é onde se encontram definidos os algoritmos de controlo do motor, timings de injeção e características de transferência da operação Diesel para *Dual-Fuel* e de *Dual-Fuel* para Diesel. Este último programa também recebe as informações provenientes do sistema de detecção de *Knocking*, *Misfiring* e Pré-Igنيção, o KDS, através de comunicação CAN.

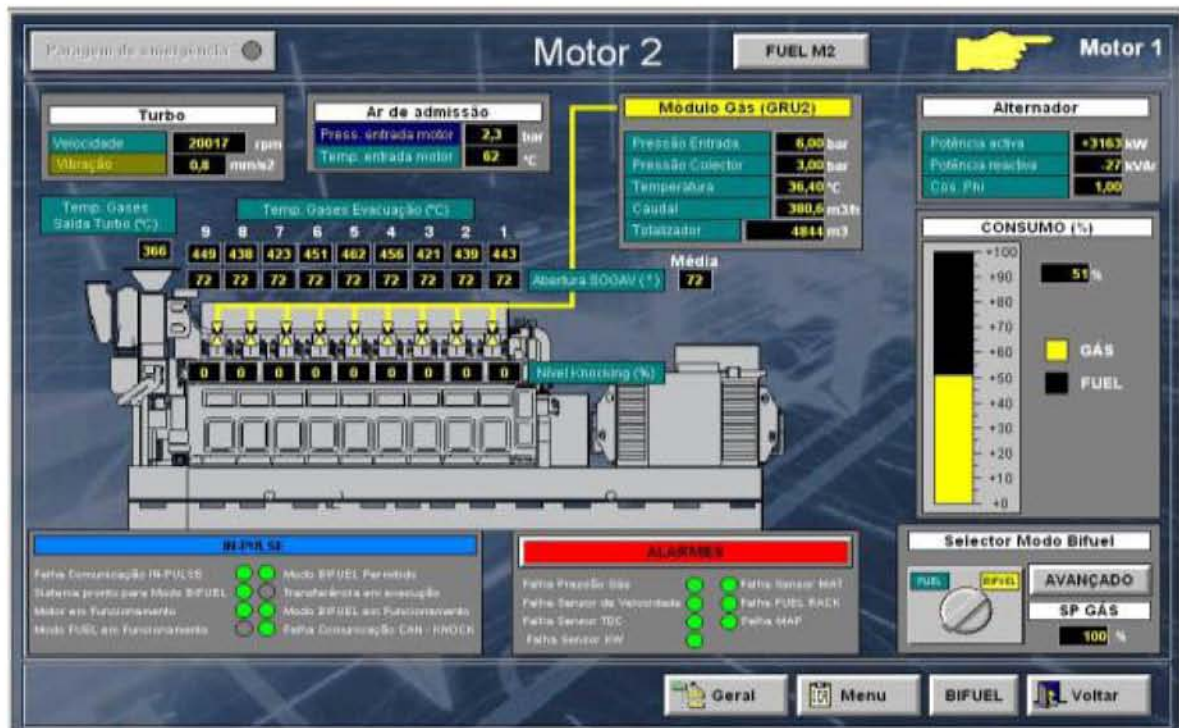


FIGURA 27 -INTERFACE DO OPERADOR *DUAL-FUEL*. REPRESE-SE NA BARRA QUE COMBUSTÍVEIS, E ABERTURA DAS VÁLVULAS DE INJEÇÃO DE GÁS (SOGAV) ESTADO DO SISTEMA KDS MOSTRANDO O ESTADO DE *KNOCKING* DE CADA CILINDRO.

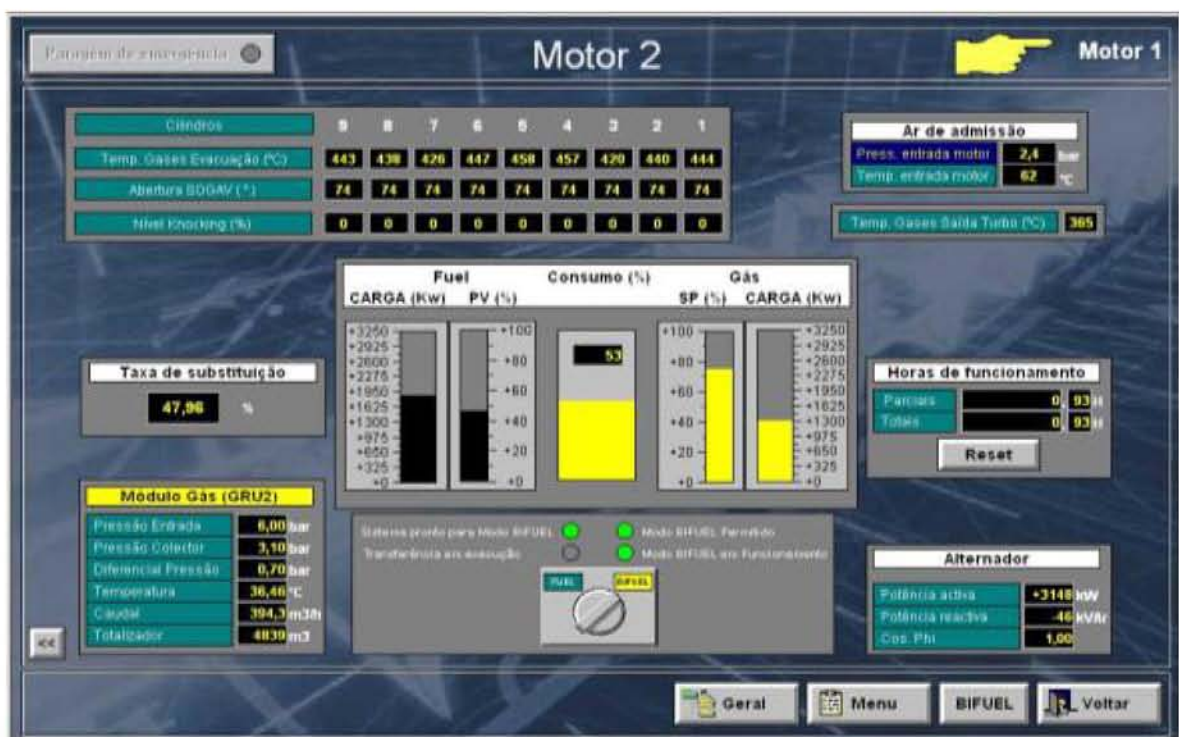


FIGURA 28 - INTERFACE DO OPERADOR *DUAL-FUEL*, VEJA-SE O BOTÃO DE PASSAGEM AUTOMÁTICA DE OPERAÇÃO DIESEL PARA *DUAL-FUEL* E VICE-VERSA E AS BARRAS DE CONSUMO DE GÁS E HFO E ESTADO DO SISTEMA KDS MOSTRANDO O ESTADO DE *KNOCKING* DE CADA CILINDRO.

Os sistemas deste tipo são geralmente sistemas de média pressão, dado que a pressão de gás necessária deverá ser pelo menos 1.5x superior à pressão de sobrealimentação. Assim

sendo, a pressão de gás combustível deverá rondar os 4.0 bar, pelo que se classificam estes sistemas como sendo de média pressão. A pressão do gás pode representar um obstáculo à implementação destes sistemas em alguns locais onde a pressão da rede de gás é demasiado baixa, onerando assim quer o investimento inicial quer o funcionamento da instalação, devido à necessidade de um compressor de gás cujo objectivo é elevar a pressão do caudal de gás necessário desde a pressão disponível na rede local para pressão necessária a alimentação do motor, resultando num aumento do auto consumo da instalação.

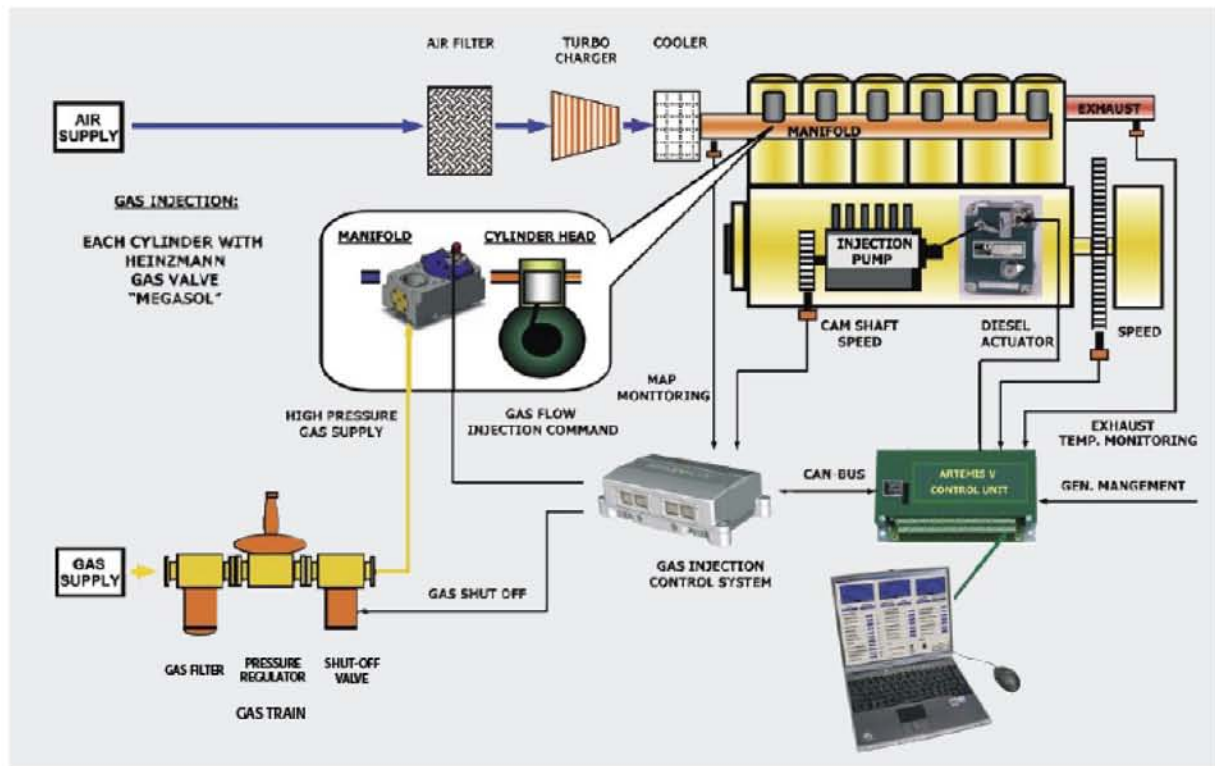


FIGURA 29 - SISTEMA DE INJEÇÃO MULTIPONTO E SEUS PRINCIPAIS COMPONENTES.

5 A LIMITAÇÃO DA TAXA DE SUBSTITUIÇÃO

A taxa de substituição de HFO por Gás Natural está limitada essencialmente pelo rendimento volumétrico das bombas injectoras. Como se sabe, as máquinas Diesel têm o seu consumo específico otimizado para cerca de 95% a 98% de carga contínua. Quando se procede à substituição de HFO por Gás Natural, o regulador de carga, vai reduzindo automaticamente a quantidade de HFO até ao limite correspondente a uma injeção de HFO suficientemente “boa” que permita inflamar a carga do cilindro (Gás Natural +Ar+HFO).

Acontece que, para valores superiores a 70% de substituição, a quantidade de HFO injectada corresponde a somente 30% da quantidade nominal e então as pressões de abertura do injector e a formação da pulverização de HFO é extremamente deficiente, gotejando e dando origem à não inflamação da carga. Recordemos que a temperatura de ignição do HFO varia entre os 260°C e os 350°C, e a temperatura de ignição do gás natural encontra-se entre os 550°C e os 650°C, o que resulta primeiramente na ignição do combustível Diesel que fornece a energia necessária à ignição da mistura ar gás.

Embora em muitas motores este seja um obstáculo, existem outros em que os sistemas de injeção utilizados têm melhor desempenho a baixas cargas, como são os casos dos sistemas de injeção dos motores MAN, Sulzer e MAK, onde com alguma facilidade se podem atingir taxas de substituição mais elevadas, em particular quando para efeitos de ignição da carga dos cilindros se utiliza gasóleo.

A queima conjunta de HFO e Gás Natural e a respectiva taxa de substituição é de alguma forma limitada dadas as características do HFO, em particular devida à dificuldade acrescida de garantir uma boa atomização no cilindro a baixas pressões de injeção, ou seja para pequenos caudais. Uma possibilidade de garantir taxas de substituição óptimas pela utilização de um sistema de colector comum de gasóleo, será proceder mesmo à substituição do sistema de injeção original por um sistema daquele género. Assim, consegue-se o controlo absoluto do ângulo de injeção, da quantidade de gasóleo a injectar por ciclo garantindo uma atomização óptima, e logo uma excelente ignição da carga do cilindro.

Como parece óbvio, atendendo ao acima exposto, a conversão *Bi-Fuel* não pode garantir taxas de substituição de HFO por Gás Natural, para além dos 60%, sendo que existe uma dificuldade acrescida que se prende com o controlo de velocidade do motor e acompanhamento das variações de carga, pois caso o motor esteja a funcionar a 100% de

carga, o combustível que o governa em caso de variação de carga e mantimento da velocidade é o gasóleo, dado que o Gás Natural não funciona para regular a carga e a velocidade.

No caso de um motor devidamente convertido para operar em *Dual-Fuel*, a regulação de carga faz-se através de curvas de transferência, que passam a gestão da carga e velocidade de um regulador Diesel para o regulador de gás e vice-versa dependendo da carga de funcionamento do motor.

Quando o motor se encontrar à carga máxima e em modo *Dual-Fuel*, o caudal de HFO injectado é mantido constante, correspondendo ao caudal mínimo determinado durante o comissionamento que garante uma ignição satisfatória da carga dos cilindros, e é o regulador de Gás Natural que se encarrega de governar o motor de forma a manter a velocidade contra as variações de carga a que está sujeito. Esta acção de controlo, ocorre de forma automática com a transferência da operação do modo Diesel para o modo *Dual-Fuel*, e vice - versa, sendo que a transferência de um modo para o outro só se dá quando a carga se encontra acima dos 50% e com todos os sistemas estabilizados. À medida que se aumenta o caudal de gás, vai-se reduzindo automaticamente a quantidade de HFO a ser injectado, até ao mínimo estabelecido.

A transição do modo de operação *Dual-Fuel* para Diesel processa-se da mesma forma, à medida que se aumenta o caudal de HFO vai-se reduzindo o caudal de gás até aquele ser nulo, passando a determinada altura a regulação de velocidade a ser realizada unicamente pelo HFO.



FIGURA 30 - SUBSTITUIÇÃO DO ACTUADOR ORIGINAL PELO ACTUADOR ELECTRÓNICO NUM MOTOR WARTSILA 9L32 (WOODWARD GOVERNORS).

O novo actuador em conjunto com o sistema de controlo de injeção *Inpulse II*, dá origem ao regulador electrónico montado para a conversão para *Dual-Fuel* de dois motores Wartsila 9L32. A figura 31 mostra o quadro do controlador de injeção de gás *Inpulse II* da WG e a figura 32 mostra o quadro do PLC e respectivas fontes de alimentação.



FIGURA 31 - VISTA DO QUADRO DO CONTROLADOR DE INJEÇÃO *IMPULSE II* E RESPECTIVA INTERFACE COM OS SISTEMAS KDS DE DETECÇÃO DE KNOCKING E MISFIRING, E PLC CENTRAL.



FIGURA 32 - QUADRO PRINCIPAL SISTEMA *DUAL-FUEL* COM ALIMENTAÇÃO DO SISTEMA, PLC PRINCIPAL E COMUNICAÇÕES.

O sistema de controlo de injeção de gás, está ligado e é controlado por um PLC industrial o qual disponibiliza uma interface com os operadores da instalação, e com o sistema KDS - *Knock Detection System*. A figura acima mostra o quadro do controlador que em conjunto com o actuador montado no motor, constitui o regulador electrónico do motor. A figura anterior mostra o sistema KDS, sistema fundamental para protecção do motor quando em funcionamento a gás, dado permitir o ajuste da quantidade de gás máxima sem que ocorram quer o fenómeno de *knocking* (oscilações bruscas de pressão não controlada) quer o de *misfiring* (falta de combustão num cilindro com passagem de gás para os colectores de escape ou evacuação) quer o pior de todos, o de pré-ignição.

O sistema KDS, monitoriza aqueles fenómenos através da análise rápida de *Fourier*, parando de imediato a injeção de gás no caso de pré-ignição ou *misfiring*, e cortando a quantidade de gás injectado progressivamente ao longo de três ciclos de análise no caso de *knocking*, passando a HFO ao fim do terceiro ciclo o *knocking* persista.

6 DUAL-FUEL VERSUS BI-FUEL

Uma máquina de ignição por compressão diz-se do tipo ou convertida para *Dual-Fuel*, quando a mesma, é capaz de funcionar à sua máxima carga com quantidades diminutas de combustível líquido para promover a ignição da carga do cilindro. As quantidades diminutas situar-se-ão abaixo dos 15% da energia necessária por ciclo proveniente do combustível líquido (GO) ou (HFO), e os restantes 85% de energia necessária por ciclo proveniente do combustível gasoso.

Uma máquina diz-se *Bi-Fuel* quando a energia fornecida por ciclo proveniente do gás, ronda os 65%, sendo que os restantes 35% da energia necessária por ciclo provem do combustível líquido.

Existem motores *Dual-Fuel*, com taxas de conversão na ordem dos 95% da energia baseada em gás e 5% da energia baseada em combustível líquido. Tais valores são possíveis de ser obtidos através de conversões devidamente projectadas, contudo são extraordinariamente difíceis de serem atingidas tais relações em motores com elevado estado de usura.

7 ASPECTOS RELACIONADOS COM A SEGURANÇA E OPERAÇÃO

Aquando da conversão de um motor Diesel para operação com gás, existem alguns aspectos de segurança a ter em conta e que se passam a enumerar:

- a) Sistema de detecção e alarme de fugas de gás que deverá, como o nome indica, detectar a presença de gás acima de uma determinada concentração, mas deverá passar essa informação ao PLC, o qual deverá accionar o alarme, o corte do gás e a passagem do motor para modo Diesel, descarregando o sistema de gás para o exterior e accionar também a ventilação da sala do motor aumentando-a.
- b) A instalação deverá ter ainda instalado no ponto mais alto do sistema de gases de evacuação pelo menos um disco de ruptura de forma a permitir que em caso de acumulação de gás e explosão naquele sistema não sejam produzidos estragos em caldeiras e restantes componentes. Em alternativa aos discos de ruptura, pode-se proceder à montagem de uma coluna de água de altura adequada.
- c) Deverá ser instalado um sistema de monitorização de pressão na câmara de manivelas com alarme, devendo a aquela ser ou ventilada para o exterior (o que já acontece em muitos motores) ou ligada ao sistema de admissão de ar antes do turbocompressor, produzindo a recirculação dos gases.
- d) Todo o equipamento deverá ter a adequada classificação ATEX.

Os dois passos seguintes, são necessariamente realizados por uma entidade inspectora reconhecida, e são:

- Os encanamentos de gás deverão ser testados à pressão de prova adequada ao projecto, normalmente utilizando Azoto, sendo que este teste decorre ao longo de 24 horas, com registo por equipamento adequado e calibrado da evolução ao longo do tempo;
- Os encanamentos deverão ainda ser sujeitos á descrição da entidade de inspectora a ensaios de RX das soldaduras efectuadas.



FIGURA 33 -PODE-SE VER A EXISTÊNCIA DOS DETECTORES DE GÁS NATURAL, POR CIMA DOS GRUPOS, “PONTOS COR DE LARANJA” MONTADOS EM HASTE AMARELA.

No que diz respeito à operação ou condução da instalação, pode dizer-se que não existem problemas de maior em termos de segurança, mas é essencial que os operadores percebam que não têm mais o seu conhecido motor Diesel, mas que têm um motor que também funciona com gás, isto é, é necessário dedicar atenção à condição geral do motor, em particular no que diz respeito a possíveis superfícies sobreaquecidas que podem danificar os componentes do sistema de gás, tais como compensadores dos colectores de evacuação que, quando partidos podem danificar seriamente componentes como sejam as válvulas de injeção de gás montadas na sua proximidade.

8 IMPACTO DA OPERAÇÃO *DUAL-FUEL* NO DESGASTE E MANUTENÇÃO DOS MOTORES

Os efeitos da operação *Dual-Fuel* nos motores podem sentir-se essencialmente ao nível do desgaste reduzido dos vários componentes mecânicos e do efeito sobre as emissões gasosas dos mesmos.

8.1 AVALIAÇÃO DO DESGASTE DOS COMPONENTES MECÂNICOS

Para avaliar o impacto sobre o desgaste dos componentes do motor a operar em modo *Dual-Fuel*, procedeu-se à análise dos contaminantes metálicos no óleo lubrificante, em função do tempo de operação.

Os métodos de análise do óleo lubrificante utilizados foram:

Viscosidade cinemática	ASTM D-445
FTIR	JOAP-TSC-TR-95-01
Total Base Number	ASTM D-2896/D-4793
Análise espectrométrica	ASTM D-6595

As análises ao óleo lubrificante foram realizadas de 250 em 250 horas de operação ao longo de 750 horas.

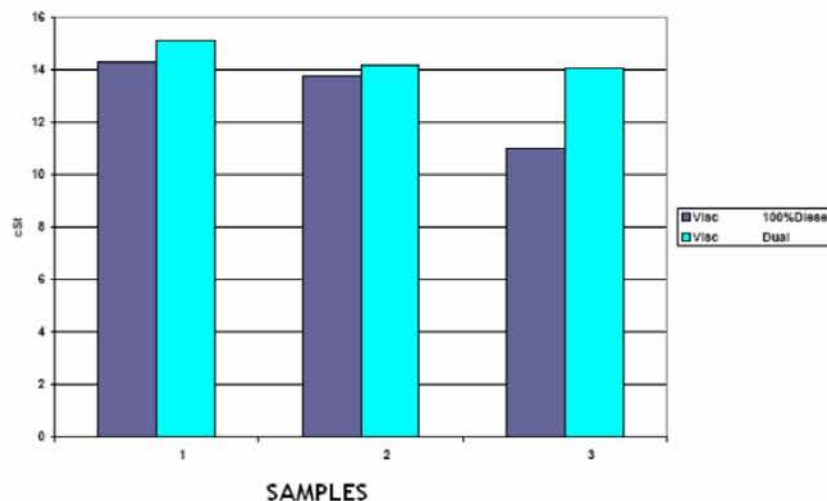


FIGURA 34 - COMPARAÇÃO DA VARIAÇÃO DA VISCOSIDADE DO ÓLEO LUBRIFICANTE EM FUNÇÃO DAS HORAS DE FUNCIONAMENTO PARA O MESMO MOTOR EM FUNCIONAMENTO EM MODO *DUAL-FUEL* (66% DE TAXA DE SUBSTITUIÇÃO) E MODO DIESEL. LIMITE SUPERIOR DE VISCOSIDADE 3.81 cSt, E 1.52 cSt @ 100°C.

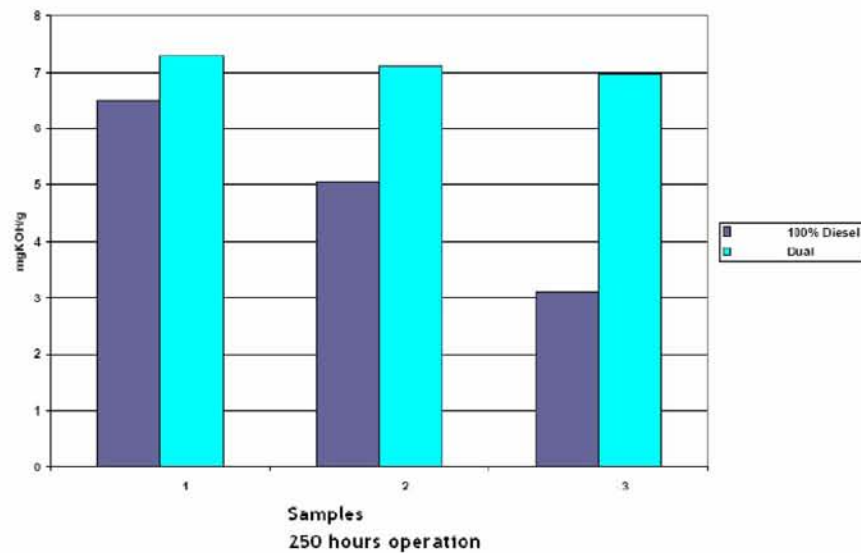


FIGURA 35 - COMPARAÇÃO DO TOTAL BASE NUMBER (TBN) DO ÓLEO LUBRIFICANTE EM FUNÇÃO DAS HORAS DE FUNCIONAMENTO PARA OPERAÇÃO DO MOTOR EM MODO DIESEL (100% DIESEL) E EM MODO *DUAL-FUEL* (TAXA DE SUBSTITUIÇÃO DE 66%) LIMITE 2.40 MG KOH/G.

De forma a avaliar, o desgaste de componentes do motor como sejam camisas dos cilindros e aros, procedeu-se à determinação da variação das concentrações do Ferro e do Crómio, respectivamente elementos provenientes das camisas dos cilindros e dos aros dos êmbolos.

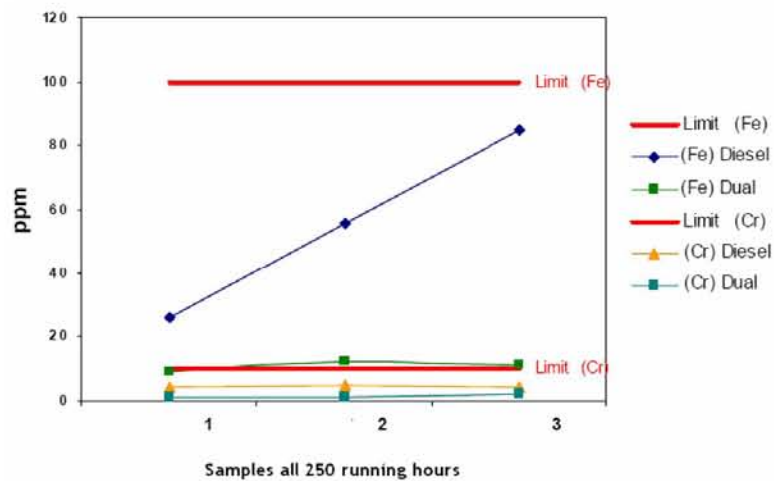


FIGURA 36 - COMPARAÇÃO DAS VARIÁÇÕES DAS CONCENTRAÇÕES DE FERRO E COBRE EM FUNÇÃO DAS HORAS DE FUNCIONAMENTO PARA O FUNCIONAMENTO 100 % DIESEL E *DUAL-FUEL* (66% DE TAXA DE SUBSTITUIÇÃO).

De forma a avaliar, o desgaste de componentes do motor como sejam as capas das chumaceiras, procedeu-se à determinação da variação das concentrações do Estanho e do Chumbo, do Alumínio e do Cobre.

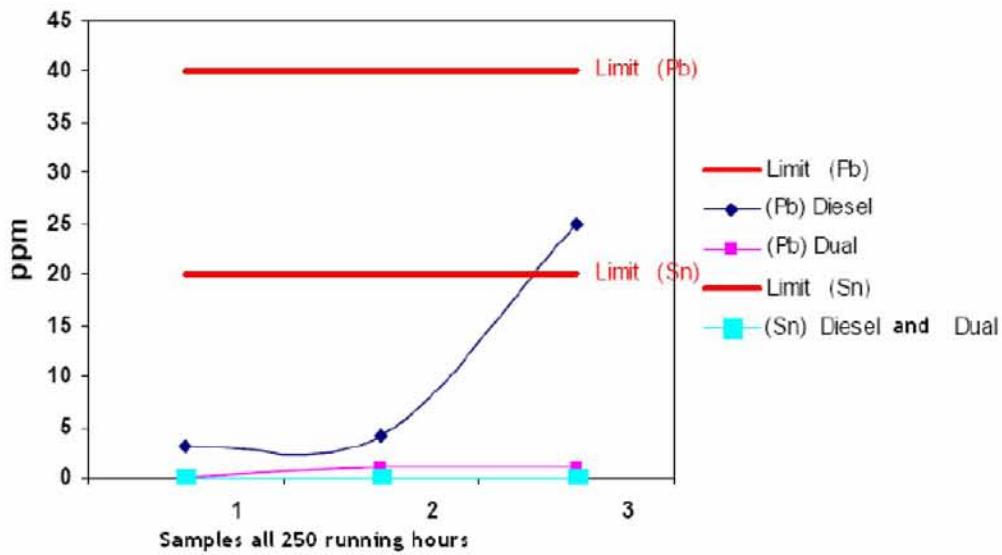


FIGURA 37 - COMPARAÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS CONCENTRAÇÕES DE ESTANHO E CHUMBO EM FUNÇÃO DAS HORAS DE FUNCIONAMENTO 100 % DIESEL E *DUAL-FUEL* (66% DE TAXA DE SUBSTITUIÇÃO).

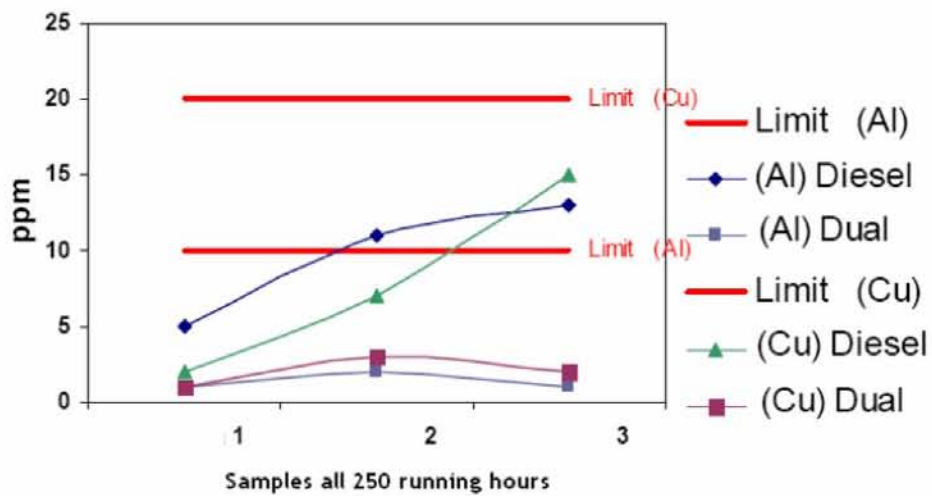


FIGURA 38 - COMPARAÇÃO DAS VARIAÇÕES DAS CONCENTRAÇÕES DE ALUMÍNIO E COBRE EM FUNÇÃO DAS HORAS DE FUNCIONAMENTO 100 % DIESEL E *DUAL-FUEL* (66% DE TAXA DE SUBSTITUIÇÃO).

8.2 AVALIAÇÃO DAS EMISSÕES GASOSAS

Os motores Diesel actuais apresentam problemas em particular com as emissões de NOx e em alguns casos partículas, e no caso dos motores a ciclo de Otto, os problemas relacionados com as emissões de gases poluentes estão relacionados com os compostos orgânicos voláteis. Seguidamente faz-se a comparação entre as emissões dos principais poluentes (NOx, Partículas e Compostos Orgânicos Voláteis) para o modo Diesel e *Dual-Fuel* (66% Gás Natural + 34% HFO).

As emissões gasosas dos poluentes presentes nos gases de escape foram caracterizadas de acordo com a norma ISO.

Foram apurados os valores apresentados na tabela seguinte:

Modo de Operação	COV (g/kWh)	NOx (g/kWh)	PM10 (g/kWh)
100% Diesel	9.517×10^{-2}	4.636	2.583×10^{-1}
66% Gás Natural +34%HFO	4.215×10^{-1}	3.916	1.632×10^{-1}

TABELA 1 - COMPARAÇÃO DOS POLUENTES PRESENTES NOS GASES DE ESCAPE DO MOTOR A OPERAR EM MODO DIESEL E EM MODO *DUAL-FUEL* (66% GÁS NATURAL + 34% HFO).

Dos valores acima apresentados, pode-se concluir o seguinte:

A operação em modo *Dual-Fuel* (66% Gás Natural+34% HFO) quando comparada com a operação em modo Diesel (com HFO), produz uma redução de 15.54% das emissões de NOx, e de 36.80% nas emissões de partículas. No entanto existe um aumento das emissões de compostos orgânicos voláteis de 22.58%.

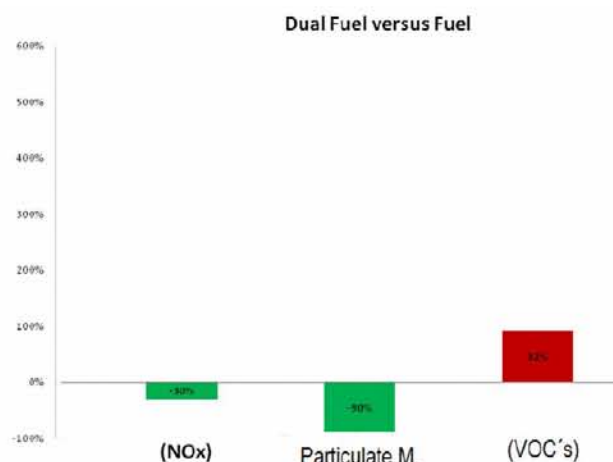
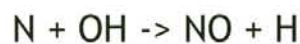
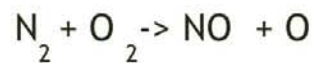
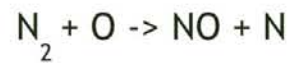


FIGURA 39 -DADOS DE EMISSÕES MEDIDAS NUM MOTOR WARTSILA L32 COM 70% DE GÁS NATURAL E 30% HFO.

A redução de NOx que ocorre em modo *Dual-Fuel* deve-se fundamentalmente ao desenvolvimento de temperaturas de chama mais baixas e de menor duração que aquelas originadas pela combustão do HFO, limitando a produção do NO de origem térmica, devido ao bloqueamento parcial do mecanismo de *Zeldovic*. O mecanismo de *Zeldovic*, é definido pelas três seguintes equações químicas:



As quais de acordo com Stone, R.(1999), são fortemente dependentes da temperatura dos gases dentro da câmara de combustão, quando acima dos 2000 K. Assim sendo, quando as temperaturas dentro da câmara de combustão são inferiores a 2000 K, dá-se uma forte redução da produção do chamado NOx térmico.

Sendo que de acordo com Heywood, J.1988, a taxa de produção dos óxidos de azoto de origem térmica, é definida pela expressão seguinte:

$$\frac{d[NO_x]}{dt} = \frac{6 \times 10^{16}}{T^{0.5}} e^{\left(\frac{-69.090}{T}\right)} [O_2]_e^{0.5} [N_2]_e \quad mol/cm^2s$$

Como se pode verificar pela equação acima, existe uma forte dependência da temperatura e da concentração de Oxigénio.

Acontece que as elevadas temperaturas de chama no caso do combustível residual (ou mesmo do não residual) têm uma maior duração devido a radiação emitida pelas partículas, do que a duração das temperaturas elevadas originadas pela combustão do gás combustível (Gás Natural), logo originando uma menor produção do NOx térmico.

9 OPÇÕES PARA A CONVERSÃO OFERECIDAS PELO MERCADO

Antes de prosseguir é importante esclarecer o que o mercado entende como conversões de motores Diesel. Para tal veja-se a figura 40.

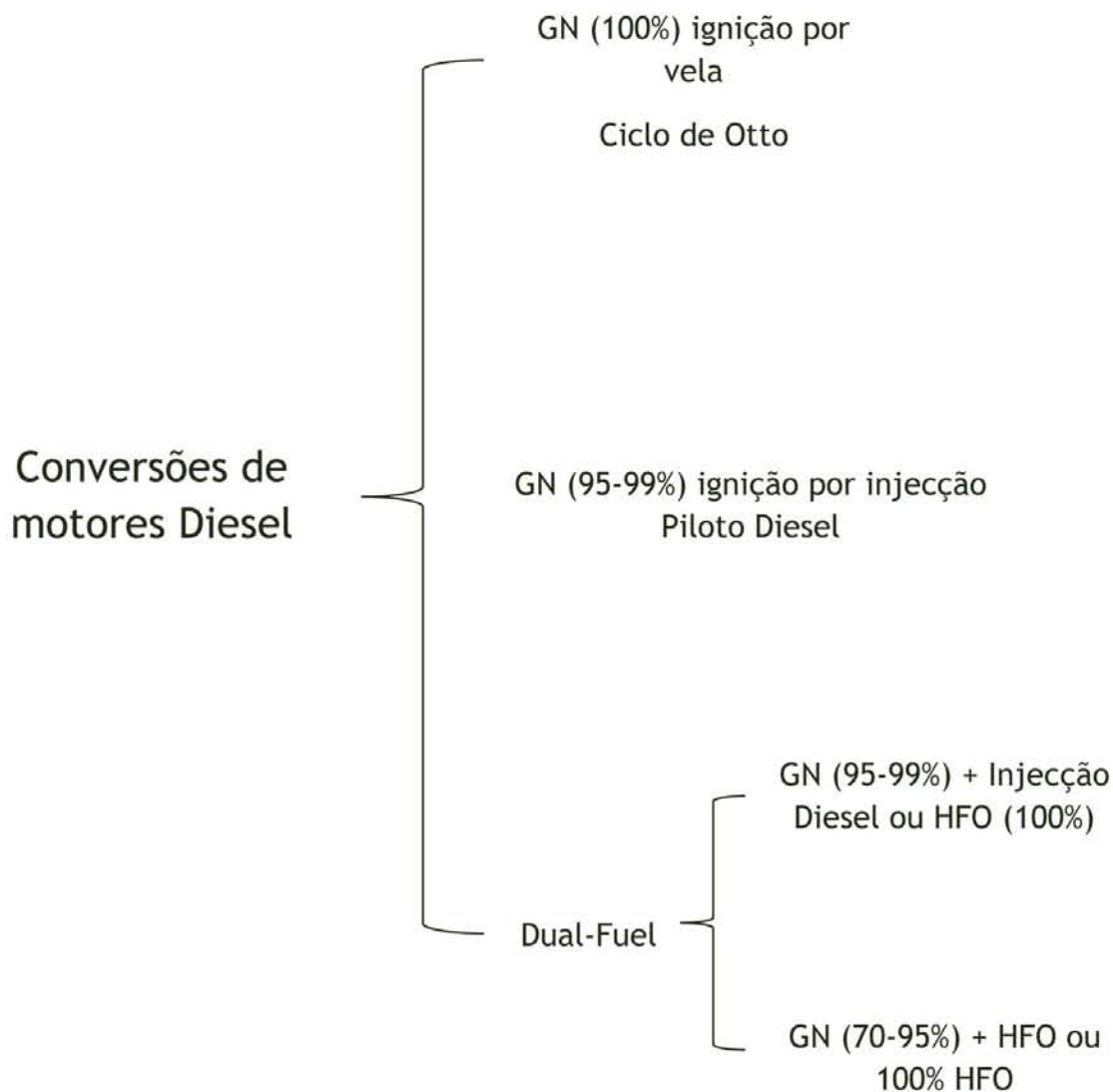


FIGURA 40 - O QUE O MERCADO OFERECE EM TERMOS DE CONVERSÕES DE MOTORES DIESEL. OS NÚMEROS ENTRE PARÊNTESES REFEREM-SE À QUANTIDADE DE ENERGIA NECESSÁRIA POR CICLO QUE É FORNECIDA PELO GÁS.

Existem conversões oferecidas por alguns fabricantes da marca do motor, em particular a Wartsila, onde o motor passa a só consumir gás natural e a ignição da carga do cilindro passa a ser realizada pela vela colocada numa câmara de pré-combustão, de onde é projectado o denominado plasma para garantir uma queima eficiente da carga do cilindro. Neste caso o motor deixa de cumprir o ciclo de Diesel, e passa a cumprir o ciclo de Otto.

Estas conversões, caso se mantenha o diâmetro do cilindro são acompanhadas por um decréscimo de rendimento térmico da máquina convertida que varia entre 5 - 10%, sendo que esta perda se faz sentir no decréscimo da produção eléctrica e aumento da temperatura dos gases de escape. Actualmente, estas conversões quando realizadas, aumentam o diâmetro do cilindro, de 320 mm para 400 mm, com a finalidade de obviar a perda de potência inerente.

Neste tipo de conversão aproveitam-se: o bloco do motor, o veio de manivelas e o alternador, todo o restante hardware é retirado. Uma conversão do tipo acima descrito varia de mercado para mercado entre os 350€/kWh e os 250€/kWh, sendo que são conversões do tipo chave na mão.

Technical data 50 Hz/750 rpm	Unit	9L34SG	16V34SG	20V34SG
Power, electrical	kW	4343	7744	9730
Heat rate	kJ/kWh	7843	7819	7779
Electrical efficiency	%	45.9	46.0	46.3

TABELA 2 - DADOS WARTSILA 34 SG (APENAS QUEIMA GÁS NATURAL).

Technical data 50 Hz/750 rpm		6L34DF	9L34DF	16V34DF	20V34DF
Power, electrical	kW	2579	3888	6970	8730
Heat rate	kJ/kWh	8347 (8517)*	8303 (8214)*	8048 (8146)*	8031 (8127)*
Electrical efficiency	%	43.1 (42.3)*	44.4 (44.3)*	44.7 (44.1)*	44.8 (44.3)*

TABELA 3 - DADO WARTSILA 34 DF (QUEIMA GÁS NATURAL E COMBUSTÍVEL DIESEL OU HFO).

Nas tabelas 2 e 3 é feita a comparação entre o mesmo motor transformado só para operação gás, isto é num 34SG com o mesmo motor transformado para operação *Dual-Fuel* o 34DF. Como se pode verificar, o rendimento eléctrico para a versão DF é inferior ao da versão SG e isso deve-se essencialmente à necessidade de combustível piloto para a ignição, sendo que tal facto se reflecte no heat rate, ou seja quantidade de calor que se tem que fornecer ao motor por kWh.

Outras conversões propostas no mercado, como é o caso da MAN, o motor passa a consumir cerca de 95% gás natural e 5% de gasóleo, sendo que neste caso a ignição da carga do cilindro dá-se através da chama desenvolvida pela combustão de uma quantidade mínima de gasóleo, injectada sequencialmente em cada cilindro, sendo que se trata de uma solução também alternativa à câmara de pré-combustão utilizada pela Wartsila e adequada quando se pretende inflamar uma carga de cilindro numa câmara de combustão grande.

As conversões deste tipo permitem que os motores possam desenvolver a potência original a gás com disponibilidades térmicas iguais, no entanto é economicamente inviável garantir o seu funcionamento à potência máxima a gasóleo dado o seu custo. O custo de uma conversão deste tipo varia de zona geográfica para zona geográfica, variando entre os 190 €/kWh e os 300€ kWh.

A Warstila pode também oferecer conversões do motor 32D para o motor 34DF, sendo que neste caso existe a possibilidade de queimar combustível residual, dando origem a uma flexibilidade de operação acrescida. O motor 34DF está equipado com bombas injectoras Diesel normais, sendo que tem também um sistema do tipo colectador comum para injeção de gasóleo piloto quando o motor opera a gás natural. Uma conversão de 32D para 34DF rondará os 400€/kW.

Wartsila 34DF	MAN 32/40 DF
Heat rate para operação a gás:	Heat rate para operação a gás:
7843 kJ/kWhm;	8100 a 8210 kJ/kWhm;
Heat rate para operação Diesel: 8072 a 8541 kJ/kWhm;	Heat rate para operação Diesel: 8284 a 8326 kWhm
Consumo gasóleo piloto: 0.9 kg/cilindro a 1.1 kg/cilindro;	Consumo gasóleo piloto: 0.8 kg/cilindro
Consumo de óleo lubrificante: 0.75g/kWhm;	Consumo de óleo lubrificante: 0.75g/kWhm
Pressão média efectiva 19.8 - 20.0 bar	Pressão média efectiva 19.9 bar

TABELA 4 - COMPARAÇÃO DOS DOIS MODELOS POSSÍVEIS DE SER CONVERTIDOS PARA GÁS NATURAL, NO UNIVERSO DAS MÁQUINAS DO PARQUE DE COGERAÇÃO NACIONAL.

Como se pode verificar pela tabela 4 ambas as máquinas são muito similares no que diz respeito às suas performances termodinâmicas.

Quanto aos consumos de óleo lubrificante passam de cerca 0.6g/kWh para cerca de 0.15g/kWh, dando origem a uma redução de cerca de 25% do custo relativo ao consumo de óleo do motor equivalente a HFO.

A operação a gás ou a HFO obriga no entanto à mudança de óleo lubrificante dada a necessidade de adequação do TBN do óleo à operação com gás.

Caso a chama piloto seja originada por um combustível (ISO 8217:2005) DMA o BN do óleo lubrificante deverá ser 10-20, caso seja DMB o BN do óleo lubrificante deverá ser 15 - 20, caso o motor opere durante longos períodos com combustível residual entre RMA e RMK o BN do óleo do motor tem que ser alterado para 30-35. Se tais adaptações do BN dos óleos não acontecer, corre-se o risco de desgaste acelerado das camisas e saias dos êmbolos.

Dada a extensão das conversões acima descritas, o tempo de imobilização da instalação para a concretização da conversão, varia optimistamente entre 1 mês até 3 meses, isto para um motor de 16 cilindros.

A conversão total para Gás Natural, tem a desvantagem para lá da eventual perda de potência, a dependência de um único tipo de combustível neste caso, o gás natural.

As conversões para *Dual-Fuel*, têm que ser muito bem definidas na medida em que tem que existir uma definição muito clara, das taxas de substituição a alcançar e do custo que tal acarreta.

Existem outras conversões, que não sendo de marca são executadas com as mesmas tecnologias e componentes que aqueles utilizados pelas marcas, e são oferecidas ao mercado por valores muito mais interessantes, nomeadamente quando se faz a comparação da razão benefício custo, permitindo a obtenção de taxas de conversão igualmente interessantes, e que permitem a operação do motor convertido mantendo o mesmo rendimento térmico até cerca de 95% de carga com cerca de 70% da energia fornecida por ciclo proveniente do gás, sendo o da ignição conseguida por injeção de HFO e não de gasóleo.

Estas conversões permitem taxas de substituição mais elevadas, em particular quando os motores utilizam gasóleo ou marine Diesel (MDA-MDB). São conversões que não obrigam a grandes modificações mecânicas, em que todos os componentes do motor são mantidos, à possível excepção do sistema de regulação de velocidade, onde nos modelos mais antigos, se procede à substituição daquele por um regulador electrónico com vantagem na operação da máquina. Também nestas conversões o preço varia conforme a região do

mercado, sendo que o seu custo se encontra entre 80€/kWh e 100€/kWh, dependendo dos componentes extra e sistema de supervisão e operação.

As principais vantagens deste tipo de conversão são, o preço, a possibilidade do motor operar em modo Diesel a HFO como antes, ou em modo *Dual-Fuel*, permitindo uma flexibilidade extra na operação em função do preço relativo dos combustíveis, um reduzido tempo de paragem para a conversão que no caso de um projecto bem gerido, poder ser somente de cerca de uma semana, e uma melhoria drástica ao nível das emissões gasosas, bem como um decréscimo das despesas de manutenção.

9.1 MERCADO DAS CONVERSÕES E OFERTA DOS SERVIÇOS DE CONVERSÃO

O mercado das conversões e dos serviços de conversão tem que ser visto com uma certa cautela, assim, existem as conversões da marca, e estas são oferecidas unicamente pela MAN e pela Wartsila, e aquelas que não são realizadas pela marca, sendo estas ainda divididas em conversões de baixa pressão tipo fumigação e as do tipo multi-ponto.

As conversões oferecidas pelos fabricantes, necessariamente são caras e permitem obter resultados aceitáveis tecnicamente mas economicamente questionáveis, em particular no que toca às garantias de performance esperadas.

No caso das conversões do tipo “single point” existem muitas empresas a oferece-las por preços muito baixos, sendo que como referido as taxas de substituição pouco passam dos 50% de Gás Natural. Só se aplicam a máquinas rápidas, não são eficientes dado os cilindros serem lavados com a mistura ar/ Gás Natural, poluem bastante em termos de COVM, não permitem grande controlo do motor e são algo perigosas.

O mercado das conversões sem ser de marca, única opção para motores das marcas Sulzer ZA e MAK está dividido por duas empresas a nível mundial, sendo que uma delas é Portuguesa a TecnoVeritas, e a CES de origem Checa.

As conversões multiponto sem ser de marca são normalmente realizadas utilizando os componentes que as marcas originais como sejam a Wartsila e a MAN utilizam, por haver reconhecimento da capacidade técnica por parte dos fabricantes daqueles componentes para realizar tais conversões, como é o caso da Woodward Governors e da Heinzman Controls.

9.2 NECESSIDADE DE PRESSÃO DE GÁS

As conversões multi-ponto acima mencionadas, ou mesmo a substituição de um motor por outro novo a Gás Natural, pode obrigar a instalação de um compressor elevador de pressão, de forma a garantir um diferencial de cerca de 1 bar acima da pressão de sobrealimentação à carga máxima. Assim e para o caso de um compressor que tenha que elevar a pressão de gás na rede de 1 bar para 4.5bar necessários para o bom funcionamento do motor, e para um caudal de gás de 1300 m³/h irá consumir cerca de 150 kWh. Esta quantidade de energia, não poder ser desprezada, em termos de autoconsumo da central. O valor de um compressor recíproco para tal efeito varia de fabricante para fabricante entre os 55 000€ e os 120 000€, sendo por isso que ter em conta para a avaliação do projecto.

10 AVALIAÇÃO TÉCNICA E ECONÓMICA DE UMA INSTALAÇÃO DE COGERAÇÃO DIESEL CONVERTIDA.

A avaliação de um projecto de conversão de uma instalação de cogeração Diesel para Diesel *Dual-Fuel* tem que ser considerada em termos da existência de factores quantificáveis e não quantificáveis, mas igualmente importantes nas considerações.

Consideram-se como factores quantificáveis os seguintes:

- Potência eléctrica da instalação em kW;
- Consumo específico da instalação g/kWh;
- Número de horas de funcionamento por ano;
- Preço do combustível HFO em €/Ton;
- Preço do combustível gasoso em €/m³n;
- Taxa de substituição de HFO por Gás Natural em %;
- Custo da conversão;
- Custos de manutenção inferiores aos da operação com HFO.

Como factores não quantificáveis apresentam-se:

- Capacidade de operar com o combustível mais barato em cada momento;
- Menores custos de manutenção;
- Necessidade de uma operação mais tecnicamente evoluída;
- Tempo mínimo de paragem cerca de uma semana para montagem do sistema e para comissionamento.

Em seguida apresentam-se alguns exemplos simplificados de casos de estudo que não sendo mais que ilustrativos, permitem no entanto perceber, quais os principais factores que influem no desenvolvimento económico dos projectos de conversão exemplificados seguidamente classificados como Caso A e Caso B:

- Caso A: Motor Diesel convertido para motor OTTO (Central convertida para trabalhar 100% a Gás Natural);
- Caso B: Central convertida para trabalhar em modo *Dual-Fuel* (70% Gás Natural, 30%HFO).

Considerou-se para os estudos técnicos e económicos dos Casos A e B uma instalação de cogeração com motor Diesel de 6.0 MW eléctricos, operado a HFO 380 cSt a 50°, com as seguintes características:

- Consumo específico: 220 g/kWh;
- Carga eléctrica média: 6000 kW;
- Poder calorífico inferior do HFO: 40170 kJ/kg;
- Poder calorífico inferior do Gás Natural: 38 740 kJ/m³N;
- Emissões de CO₂ originadas pela queima do HFO: 3109.158 kg/Ton;
- Emissões de CO₂ originadas pela queima de Gás Natural: 2173,314 kg/10³ m³N;
- Número de horas de operação por ano: 5000 h;
- Preço do Gás Natural: 0.30€/ m³N;
- Preço do HFO: 530€/Ton;
- Preço da Ton de CO₂:22 €/Ton;
- Custos de peças + manutenção (sem operação) a HFO = 10 a 11 €/MWh;
- Custos de peças + manutenção (sem operação) a Gás Natural = 8 a 9 €/MWh.

Os pressupostos tidos em conta para o Caso A e Caso B, foram:

- O projecto é para ser financiado a 100% por capitais externos em cinco anos;
- Taxa de actualização constante ao longo do período do financiamento;
- Tarifa média de remuneração da energia constante ao longo do período do financiamento;
- Não estão incluídas outras despesas como rede de Gás Natural, licenças;

- Assume-se que existe uma rede de gás pressão > 4.5 bar, caso contrário deveria ser considerada a montagem de um compressor elevador de pressão;
- PCI Gás Natural = 38740 kJ/m³N;
- Custos da manutenção constante;
- Toda a energia produzida é vendida à rede;
- Custo do projecto de conversão “chave na mão” : 2.0 x 10⁶€;
- Horas de funcionamento por ano: 5000 h;
- Produção eléctrica anual: 5000 h x 6000 kW = 30 x 10⁶ kWh/ano;
- Receita da venda de energia (valor médio de 11€/kWh): 3.3 x 10⁶ €;
- Consumo anual Gás Natural (MCR=100%;HR=8031 kJ/kWh): 6.22x10⁶ m³N;
- Despesas de manutenção: 255 000€/ano;
- Custo do dinheiro: (Euribor a 3 meses + 1.6% = 7.6%/ano).

10.1 CÁLCULO CUSTO BENEFÍCIO - CASO A

ANOS	Receitas	Gás Natural Custo	Manutenção Custo	Juros	Amortizações	Cash-flow
1º ano	3.3 x 10 ⁶ €	1.8 x 10 ⁶ €	0.255 x 10 ⁶ €	152 x 10 ³ €/ano	0.4x10 ⁶ €	0.693x10 ⁶ €
2º ano	3.3 x 10 ⁶ €	1.8 x 10 ⁶ €	0.255 x 10 ⁶ €	122 x 10 ³ €/ano	0.4x10 ⁶ €	0.725x10 ⁶ €
3º ano	3.3 x 10 ⁶ €	1.8 x 10 ⁶ €	0.255 x 10 ⁶ €	91.2 x 10 ³ €/ano	0.4x10 ⁶ €	0.755x10 ⁶ €
4º ano	3.3 x 10 ⁶ €	1.8 x 10 ⁶ €	0.255 x 10 ⁶ €	60.8 x 10 ³ €/ano	0.4x10 ⁶ €	0.785x10 ⁶ €
5º ano	3.3 x 10 ⁶ €	1.8 x 10 ⁶ €	0.255 x 10 ⁶ €	30.4 x 10 ³ €/ano	0.4x10 ⁶ €	0.815x10 ⁶ €
6º ano	3.3 x 10 ⁶ €	1.8 x 10 ⁶ €	0.255 x 10 ⁶ €	0	0	1.245x10 ⁶ €

TABELA 5 - SIMULAÇÃO SIMPLIFICADA DO CASH-FLOW DO PROJECTO CASO A. CASH-FLOWS DO PROJECTO ATÉ AO 6º ANO APÓS O INÍCIO DO PROJECTO.

Como se pode verificar pela tabela acima, só teoricamente se poderá garantir, que as condições do mercado e da economia possam garantir tais cash-flows, pois a “volatilidade” dos preços do combustível Gás Natural, das tarifas e juros é o principal factor de risco.

Note-se a necessidade do projecto ter uma rápida implementação, pois a produção de cash-flow no 1ºano poderá facilmente ser negativa, se o motor convertido não entrar em produção rapidamente.

10.2 CÁLCULO CUSTO BENEFÍCIO - CASO B

A conversão de um motor Diesel existente para operação *Dual-Fuel* Multi-Ponto dependendo dos extras e da qualidade dos componentes ronda os 83 330 €/MW, sendo que o custo associado à substituição do motor Diesel por um de igual potência a Gás Natural, deverá rondar os 1 000 000€/MW para motores a Gás Natural rápidos e deverá atingir os 1 500 000€/MW para o caso de motores a Gás Natural de média velocidade. Pelo que se está a falar respectivamente de uma diferença de cerca de 916 000 €/MW ou de 1.417 000 €/MW, originando estes diferenciais encargos financeiros na ordem dos 69 620€/ano ou 107 700 €/ano considerando uma taxa de juro de 6% ao ano mais Euribor a 3 meses de 1.6% e admitindo que a mesma se mantém constante pelo período típico de financiamento do projecto (condição teórica), ou seja 7.6%, e que os preços dos combustíveis se mantêm também ao longo do projecto.

Em termos de desempenho, o motor *Dual-Fuel* permanece com valores de rendimento muito elevados certamente superiores aos dos motores a Gás Natural em particular aos de alta velocidade, o investimento para a conversão é modesto, e não requer perdas de produção (cerca de uma semana para montagem de peças e comissionamento) dada a conversão poder ser realizada quase na sua totalidade com o motor Diesel em produção. Em termos ambientais o desempenho do motor Diesel convertido para *Dual-Fuel* é muito próximo ao do motor a gás, e em termos de manutenção as despesas são também mais baixas tal como acima referido. O investimento para um motor de 6 000 kW paga-se em menos de 6 meses, só considerando a poupança em combustível originada pela operação *Dual-Fuel*. Tem ainda a vantagem de poder manter a tarifa da energia existente por um período correspondente ao investimento (aqui deixa-se à imaginação de cada um o seu a engenharia financeira mais adequada), e a possibilidade de optar em cada momento pelo combustível mais favorável.

Posto o acima mencionado, para quem tem motores Diesel a HFO, e queira realizar uma conversão total, isto é, substituir o motor Diesel por um motor a gás novo e atender ao

definido pelo documento da Troika (Q4-2011) e à volatilidade dos mercados monetários e ao da energia em particular, deverá concluir que a conversão do seu motor para *Dual-Fuel* Multi-Ponto, para lá de resultar em poupanças imediatas, constituirá certamente uma solução mais segura em termos financeiros.

10.2.1 Cálculo de valores de consumos de HFO, Gás Natural e poupanças:

Consumo horário de HFO:

$$6000 \text{ kW} \times 0.230 \text{ kg/kWh} = 1320 \text{ kg/h}$$

Quantidade de calor libertado pela combustão do HFO (Heat Rate):

$$1320 \text{ kg/h} \times 40\,170 \text{ kJ/kg} \times 3600^{-1} = 14.73 \times 10^3 \text{ kJ/s}$$

Taxa de substituição da energia fornecida por ciclo pelo HFO a ser fornecida pelo Gás Natural: 70%

Consumo de HFO:

$$4.42 \times 10^3 \text{ kJ/s} = m \text{ kg/s} \times 40\,170 \text{ kJ/m}^3 \times 3600 \text{ s}$$

$$m = 396.1 \text{ kg/h}$$

Consumo de Gás Natural:

$$14.73 \times 10^3 \text{ kJ/s} \times 0.7 = V_{\text{GN}} \text{ m}^3/\text{s} \times 38\,740 \text{ kJ/m}^3 \times 3600 \text{ s}$$

$$V_{\text{GN}} = 958.1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Custo do combustível operação Diesel (HFO):

$$1.32 \text{ Ton/h} \times 5000 \text{ h} \times 530 \text{ €/Ton} = \underline{3.498 \times 10^6 \text{ €}}$$

Custo do combustível operação *Dual-Fuel* (30% HFO + 70% Gás Natural):

$$\text{Custo HFO} = \underline{1.05 \times 10^6 \text{ €}}$$

$$\text{Custo do Gás Natural} = 958.1 \text{ m}^3/\text{h} \times 5000 \text{ h} \times 0.3 \text{ €/m}^3 = \underline{1.437 \times 10^6 \text{ €}}$$

Custo do combustível operação *Dual-Fuel*:

$$1.05 \times 10^6 \text{ €} + 1.437 \times 10^6 \text{ €} = \underline{2.487 \times 10^6 \text{ €}}$$

Poupança gerada pela operação *Dual-Fuel* relativamente à operação Diesel a HFO:

Custo da operação Diesel - Custo operação *Dual-Fuel* =

$$= 3.498 \times 10^6 \text{€} - 2.487 \times 10^6 \text{€} = \underline{1.011 \times 10^6 \text{€/ano}}$$

10.2.2 Considerações ambientais

Para as instalações inscritas CELE, a operação *Dual-Fuel* trás consigo também alguns benefícios, já que as emissões de CO₂ são inferiores aquelas originadas pela operação Diesel a HFO.

De seguida apresentam-se alguns cálculos das emissões evitadas.

- Emissões de CO₂ em modo Diesel:

$$3.109158 \text{ TonCO}_2/\text{TonHFO} \times 1.380 \text{ Ton/h} = 4.291 \text{ Ton CO}_2/\text{h}$$

- Emissões de CO₂ em modo *Dual-Fuel* (Taxa 30%HFO 70% Gás Natural):

$$(1.380 \text{ Ton/h} \times 0.3 \times 3.109158 \text{ TonCO}_2/\text{TonHFO}) + (1002 \text{ m}^3\text{n/h} \times 2.173314 \text{ Ton CO}_2/10^3\text{m}^3\text{N Gás Natural}) = 3.465 \text{ Ton CO}_2/\text{h}$$

- Emissões evitadas pelo modo de operação *Dual-Fuel*:

$$4.291 \text{ Ton CO}_2/\text{h} - 3.465 \text{ Ton CO}_2/\text{h} = \underline{0.8261 \text{ CO}_2\text{Ton/h}}$$

Por ano as emissões de CO₂ evitadas operando em modo *Dual-Fuel* serão: 4131 Ton correspondentes a 82 610€/ano considerando o valor de 20€/TonCO₂.

ANOS	Receitas	Gás Natural Custo	Manutenção Custo	Juros	Amortizações	Cash-flow
1º ano	3.3 x 10 ⁶ €	2.6 x 10 ⁶ €	0.255 x 10 ⁶ €	38000€/ano	0.1x10 ⁶ €	0.51x10 ⁶ €
2º ano	3.3 x 10 ⁶ €	2.6 x 10 ⁶ €	0.255 x 10 ⁶ €	30400€/ano	0.1x10 ⁶ €	0.52x10 ⁶ €
3º ano	3.3 x 10 ⁶ €	2.6 x 10 ⁶ €	0.255 x 10 ⁶ €	22800€/ano	0.1x10 ⁶ €	0.522x10 ⁶ €
4º ano	3.3 x 10 ⁶ €	2.6 x 10 ⁶ €	0.255 x 10 ⁶ €	15200€/ano	0.1x10 ⁶ €	0.53x10 ⁶ €
5º ano	3.3 x 10 ⁶ €	2.6 x 10 ⁶ €	0.255 x 10 ⁶ €	7600€/ano	0.1x10 ⁶ €	0.54x10 ⁶ €
6º ano	3.3 x 10 ⁶ €	2.6 x 10 ⁶ €	0.255 x 10 ⁶ €	0	0	0.65x10 ⁶ €

TABELA 6 - SIMULAÇÃO SIMPLIFICADA DO CASH-FLOW DO PROJECTO CASO B.

10.3 CONSIDERAÇÕES ECONÓMICAS SOBRE O CASO A E O CASO B

Como se pode verificar pela análise das tabelas 5 e 6 e dos valores calculados para o Caso B, a conversão do motor Diesel para *Dual-Fuel* (70% Gás Natural, 30%HFO) origina uma poupança anual interessante relativa aos custos de operação Diesel, na ordem de 1 x10⁶€/ano. No entanto, em termos de Cash-Flow, com base nas simulações simplificadas para os Casos A e B acima apresentados, pode concluir-se que o motor a Gás Natural, produzirá Cash-flows mais interessantes que o motor convertido para *Dual-Fuel* (70% Gás Natural, 30%HFO).

Os factores preponderantes condicionadores do Cash-Flow são: o consumo específico actual directamente ligado com a condição do motor a ser convertido para *Dual-Fuel*, o preço relativo dos combustíveis em particular o preço do HFO, a taxa de substituição de HFO por Gás Natural e o tempo de paragem necessário para a conversão.

Sobre aqueles factores torna-se fácil fazer a simulação e até perceber que para uma conversão total para Gás Natural o Cash-flow do projecto será mais interessante à luz do contexto económico actual, no entanto, considerando a evolução do contexto económico, existe um risco associado à conversão total para Gás Natural, que não existe para a conversão *Dual-Fuel*, nomeadamente a contracção de uma dívida para financiamento do projecto, a volatilidade dos preços dos combustíveis e a imprevisibilidade das tarifas de

remuneração da energia produzida. Existe ainda a impossibilidade de optar pelo combustível que for economicamente mais interessante a cada instante, sendo que, desde 2008 foram registadas grandes variações de preços em sentidos opostos quer para o Gás Natural quer para o HFO.

Considere-se no presente estudo técnico e económico de uma instalação de cogeração com motor Diesel de 6.0 MW eléctricos, operado a HFO 380 cSt a 50°C e que se pretende converter para gás natural.

11 CUSTOS DE MANUTENÇÃO ASSOCIADOS AO FUNCIONAMENTO EM *DUAL-FUEL*

Os custos associados à manutenção dependem sempre da qualidade da condução e dos ciclos de manutenção e das marcas dos motores, no entanto, de uma forma geral, e para motores *Dual-Fuel* os custos de manutenção rodam tipicamente os 8€/MWh para as primeiras 40 000h de funcionamento, sendo previsível o aumento dos custos associados à manutenção nas segundas 40 000 horas para cerca 9€/MWh. Contudo, estes custos quando comparados com os custos de manutenção associados à operação Diesel são na ordem dos 11 a 12€/MWh, são nitidamente vantajosos, devendo-se essencialmente à menor degradação dos componentes do motor devido à baixa acidificação do óleo lubrificante e menor produção de partículas. Também em termos dos equipamentos auxiliares verifica-se uma drástica redução da operação e auto consumo, dada a reduzida necessidade de preparação do HFO e em particular no caso em que não são utilizados compressores para a elevação da pressão de gás.

Os motores Diesel convertidos funcionam sempre mais limpos, que quando só alimentados a HFO, não necessitando de tantas lavagens/substituição de filtros de óleo, limpeza dos colectores de escape, anéis distribuidores dos turbo compressores entre outros componentes. Interessa referir que tem que se monitorizar o TBN (Total Base Number) do óleo e eventualmente reduzi-lo quando o motor convertido opera com elevadas taxas de substituição de HFO por Gás Natural, sendo que, caso não se proceda a essa correcção o desgaste das camisas, aros e saias do êmbolo poderá ser acelerado, pela excessiva reserva alcalina típica do óleo lubrificante para operação a HFO.

Component	Time between inspection or overhaul [h]		Expected component lifetimes [h]	
	MDF/GAS operation	HFO operation	MDF/GAS operation	HFO operation
Piston	16000...24000	12000...20000	48000...60000	40000...48000
Piston rings	16000...24000	12000...20000	16000...24000	12000...20000
Cylinder liner	16000...24000	12000...20000	60000...100000	60000...100000
Cylinder head	16000...24000	12000...20000	60000...100000	60000...100000
Inlet valve	16000...24000	12000...20000	32000...48000	24000...40000
Exhaust valve	16000...24000	12000...20000	32000...48000	24000...40000
Injection valve nozzle	4000...8000	2000	4000...8000	4000...6000
Injection valve complete	12000...16000	12000...16000	12000...16000	12000...16000
Injection pump	24000	24000	24000...48000	24000...48000
Main bearing	16000	16000	32000	32000
Big end bearing	16000...24000	12000...20000	16000...24000	12000...20000
Main gas admission valve	8000	-	16000	-

TABELA 7 - MANUTENÇÃO PROGRAMADA PARA O MOTOR WARTSILA 34DF EM FUNÇÃO DO TEMPO E DA QUALIDADE DO COMBUSTÍVEL QUE UTILIZAR.

Como se pode verificar na tabela 7 existe um decréscimo de cerca de 4000 horas sempre que o motor operar a HFO (RMA-RMK) relativo ao que é expectável para o motor a operar em modo *Dual-Fuel*. O impacto daquelas 4000 h reflecte-se no cash-flow do projecto, mas em caso de alteração de preços deverá ser sempre uma variável a ponderar.

12 O REE E AS CONVERSÕES

O Rendimento Eléctrico Equivalente tem duas vertentes, uma relacionada com o impacto que a conversão poderá ter na aplicação do REE tal como ainda definido, a outra como se deverá aplicar no caso de um motor convertido.

No caso de um motor ser convertido para motor a Gás Natural, o caso da aplicabilidade é fácil de resolver, sendo que o mesmo deverá ser tratado como um motor a Gás Natural, isto é $REE > 0.55$.

No caso do motor ser convertido para *Dual-Fuel*, o REE deverá ser corrigido com base no número de horas de funcionamento que o motor realiza a HFO e a Gás Natural, ou com base na quantidade de Gás Natural e HFO que utiliza por ano, devendo aplicar-se uma medida ponderada para a determinação do REE a aplicar.

No caso do motor ser convertido para operar em modo *Dual-Fuel*, verifica-se normalmente um benefício se bem que marginal no REE, devido ao Heat Rate do motor Diesel ser normalmente superior ao do motor a funcionar a Gás Natural. Por exemplo, no caso do motor MAN V32/40 em modo Diesel o *Heat rate* é igual a 8284 kJ/kWh_m ao passo que no caso do mesmo motor em modo DF a Gás Natural o Heat rate é igual a 8100 kJ/KWh_m. Assim, pode-se afirmar que a conversão é benéfica do ponto de vista do rendimento eléctrico equivalente.

Há no entanto que considerar as seguintes situações, caso seja necessária a elevação de pressão de Gás Natural para a pressão adequada para o motor, a adição do consumo compressor penaliza mais o motor *Dual-Fuel* que o motor convertido para Gás Natural, dado o motor *Dual-Fuel* necessitar de todos os equipamentos auxiliares, para que possa em qualquer altura funcionar como Diesel, se bem que existe um decréscimo do consumo dos auxiliares nomeadamente no que diz respeito às centrifugadoras, e aquecimento de tanques.

No caso, de ser necessária a utilização de um compressor de Gás Natural para o motor convertido para Gás Natural, embora o consumo do compressor penalize o auto consumo da central, não o penaliza tanto dada a instalação não necessitar mais de dispor de centrifugadoras, bombas de HFO e aquecimento de tanques.

Em resumo, a existência de compressor de gás penaliza não só o REE, como a energia disponível para venda (dependendo da forma como é contabilizada).

13 DISPONIBILIDADE TÉRMICA

Com base na experiência, os motores convertidos para operarem em modo *Dual-Fuel* apresentam temperaturas dos gases de escape mais baixas, tal efeito é devido à combustão do gás natural não emitir tanta radiação na zona do infravermelho como a combustão do HFO. No entanto, aquele decréscimo de temperatura dos gases de escape que pode variar entre os 10°C e os 30°C é amplamente compensado pela melhor transferência de calor da caldeira recuperativa (caso seja o caso) por estar mais limpa, logo recuperando mais calor que quando a operar a HFO. A redução da temperatura dos gases de escape é normalmente bem aceite, dado a quantidade de problemas técnicos de operação que obvia, como seja o abaixamento da carga do alternador devido a temperatura excessiva dos gases de escape, queima de válvulas de escape, entre outras.

14 ASPECTOS GERAIS SOBRE O GÁS NATURAL

14.1 CLASSIFICAÇÃO DO GÁS COMBUSTÍVEL

O combustível gasoso é uma mistura de gases combustíveis e inertes, cada um com propriedades físicas variadas. Muitas das propriedades do gás combustível podem ser determinadas a partir das propriedades do gás componente, como também da compatibilidade do gás a ser utilizado como um combustível para os motores de combustão interna.

Gás	Fórmula	Massa Molecular (kg/kmol)	Menor poder calorífico (MJ/m ³ n)	Densidade (kg/m ³ n)
Metano	CH ₄	16,04	35,33	0,71
Etano	C ₂ H ₆	30,07	63,50	1,34
Propano	C ₃ H ₈	44,10	90,00	1,99
Butano	C ₄ H ₁₀	58,12	117,0	2,63
Pentano	C ₅ H ₁₂	72,15	144,0	3,30
Hexano	C ₆ H ₁₄	100,28	165,0	4,44
Heptano	C ₇ H ₁₆	116,32	190,0	5,15
Octano	C ₈ H ₁₈	132,36	216,0	5,86
Hidrogénio	H ₂	2,02	10,62	0,09
Dióxido de Carbono	CO ₂	44,00	0	1,95
Monóxido de Carbono	CO	28,01	12,48	1,23
Oxigénio	O ₂	32,00	0	1,41
Nitrogénio	N ₂	28,00	0	1,23
Sulfureto de Hidrogénio	H ₂ S	34,10	23,1	1,52

TABELA 8 - TABELA PROPRIEDADES FÍSICAS DOS GASES COMPONENTES DO GÁS NATURAL.

O poder calorífico do combustível é uma medida do seu teor energético. O poder calorífico inferior (LHV) é geralmente utilizado para apresentar o consumo e os rendimentos dos motores convertidos para *Dual-Fuel*. O poder calorífico é normalmente apresentado em MJ/m³n (unidades SI - Sistema Internacional de Unidades) e o poder calorífico noutras unidades pode ser convertido em unidades SI como a seguir:

$$\text{Kcal/m}^3\text{N} \times 4.184 \times 10^{-3} \text{ para obter MJ/m}^3\text{N}$$

$$\text{kWh/m}^3\text{N} \times 3.6 \text{ para obter MJ/m}^3\text{N}$$

14.2 DENSIDADE DO GÁS

A densidade do gás combustível depende da sua composição e pressão, e varia caso a caso. A densidade do gás é uma função da temperatura e diminui à medida que a temperatura

umenta. Quando nos referimos à densidade do gás, presume-se normalmente que está na condição padrão a $\pm 0^{\circ}\text{C}$ e 101,3 kPa, caso nada tenha sido mencionado em contrário. A densidade do gás é expressa em kg/Nm^3 .

14.3 NÚMERO DE METANO

O número de metano é uma medida da resistência à detonação do combustível gasoso. Com o método do número de metano, uma amostra de gás combustível é testada em relação a uma mistura conhecida de hidrogénio metano com um motor padrão. Quando ambas, a amostra e a mistura padrão, possuírem o mesmo tipo de propriedades de detonação, será atribuído à amostra de gás um número de metano correspondente à percentagem de metano da mistura de comparação. O número de metano pode ser usado para determinar a compatibilidade do gás para ser utilizado como um combustível para motor. O número de metano é um índice e não possui medida quantitativa. O índice de metano varia com a qualidade do gás natural, e este varia de acordo com a sua proveniência.

14.4 GÁS NATURAL

A composição do gás natural varia substancialmente entre os vários campos de produção. Os gases que possuem composição de acordo com a tabela abaixo são denominados gases naturais.

14.5 PODER CALORIFICO INFERIOR

Quantidade de energia contida num metro cúbico normal $\text{kJ}/\text{m}^3\text{n}$, não contando com o calor de vaporização da água.

Metano	CH_4	70-99 %
Etano	C_2H_6	
Propano	C_3H_8	Tot. 0-20 %
Butano	C_4H_{10}	
Hidrogénio	H_2	zero
Dióxido de Carbono	CO_2	0-10 %
Oxigénio	O_2	0-0,2 %
Nitrogénio	N_2	0-15 %
Sulfureto de Hidrogénio	H_2S	0-5 %

TABELA 9 - COMPOSIÇÃO DO GÁS NATURAL (POR VOLUME).

14.6 GÁS NATURAL SECO

É o gás natural após o tratamento no campo. São removidos os produtos líquidos de petróleo (Butano líquido e Propano líquido).

14.7 GÁS DE CAMPO

É o gás disponível na boca do poço. É o gás natural antes do tratamento (também chamado de Gás da Boca do Poço).

14.8 GÁS CORROSIVO

É o gás natural antes do tratamento (gás de campo) que contém componentes de enxofre, principalmente o Sulfureto de Hidrogénio (H₂S)

14.9 GÁS DOCE

É o gás natural sem os componentes de enxofre.

Poder calorífico do gás	33-40	MJ/m ³ n
Densidade do gás	0,7-0,9	Kg/m ³ n
Número de Metano	> 80	
Teores de Metano	> 75 %	
Teores de Butano	< 5 %	
Sulfureto de Hidrogénio	< 0,01 %	

TABELA 10 - REQUISITOS MÍNIMOS DA QUALIDADE DO GÁS NATURAL.

De modo a garantir a operação e o rendimento adequados do motor *Dual-Fuel*, é essencial que o gás combustível se enquadre nos critérios abaixo discriminados. Caso o gás combustível não se enquadre nos critérios abaixo, a potência do motor deve ser reduzida.

A pressão mínima de gás combustível necessária para os Wartsila 9L32 DF é 0,4 MPa. Se a pressão real do gás for inferior, será necessário instalar um compressor que aumenta a pressão a montante da unidade de regulação do gás, para assegurar uma pressão adequada do gás.

Os problemas relacionados com a composição incorrecta do gás podem ser resumidos abaixo:

- Motor sensível à detonação.

- Potência reduzida devido ao baixo teor energético do gás (na maior parte biogás e gases de aterro).
- Problemas de corrosão (gases de aterro).

Se quaisquer destes problemas forem encontrados, é recomendado proceder a uma análise do gás combustível.

15 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Do exposto, e considerando a situação económica a nível mundial que exige cautela, bem como os custos envolvidos para a conversão de um motor de média ou de alta velocidade Diesel típico de cogeração nacional e a possível substituição ou a sua possível substituição por um motor a Gás Natural, pode-se dizer que é aconselhável a conversão dos motores Diesel a HFO para operarem em modo *Dual-Fuel* Multi-Ponto.

A conversão do motor Diesel para *Dual-Fuel* (70% Gás Natural, 30%HFO) origina uma poupança anual interessante relativa aos custos de operação Diesel, da ordem de 1 x10⁶€/ano. No entanto em termos de Cash-Flow, com base nas simulações simplificadas dos dois casos, acima apresentados, pode-se concluir que o motor a Gás Natural, produzirá Cash-flows mais interessantes que o motor convertido para *Dual-Fuel* (70% Gás Natural, 30%HFO).

Considerando a evolução do contexto económico, existe um risco associado à conversão total para Gás Natural que não existe para a conversão *Dual-Fuel*, nomeadamente a contracção de uma dívida para financiamento do projecto, a volatilidade dos preços dos combustíveis e a imprevisibilidade das tarifas de remuneração da energia produzida.

A conversão para operação DF, mesmo que com taxas de substituição de (70% Gás Natural, 30%HFO), produzem poupanças relativas à operação Diesel só a HFO muito interessantes, e para o caso da máquina dos exemplos da ordem de 1M€/ano nas condições acima definidas.

A conversão de um motor Diesel para DF, não obriga a alterações de monta dos diversos sistemas existentes, somente à instalação de válvulas de diafragma no sistema de escape e à instalação de um sistema de detecção e alarme de gás.

A utilização de um compressor para elevar a pressão de Gás Natural pode influenciar mais o auto consumo da central equipada com um motor DF, que no caso da instalação com um motor somente a Gás Natural.

O valor do REE deverá ser determinado por fórmula que pondere o consumo de Gás Natural e HFO.

A conversão de motores Diesel para sistema *Single-Point*, não é aconselhada, em particular porque os seus rendimentos térmicos são mais baixos, originados pela mistura de ar e gás que se escapa durante o tempo de lavagem e cruzamento de válvulas, originando

desaproveitamento de gás e elevadas emissões de compostos orgânicos voláteis metânicos e também não metânicos.

Recomenda-se que se proceda à conversão dos motores, sempre após a completa descarbonização dos cilindros, de forma a evitar o prolongamento do processo de comissionamento devido a pré-ignições.

Recomenda-se que caso existam bolsas de gás provocadas pelo recesso de alguns tipos de válvulas de segurança, que as mesmas sejam retiradas, pois tal operação obviará eventuais paragens por *knocking* excessivo.

Marine Distillate Fuels						
Parameter	Unit	Limit	DMX	DMA	DMB	DMC
Density at 15°C	kg/m ³	Max	-	890.0	900.0	920.0
Viscosity at 40°C	mm ² /s	Max	5.5	6.0	11.0	14.0
Viscosity at 40°C	mm ² /s	Min	1.4	1.5	-	-
Water	% V/V	Max	-	-	0.3	0.3
Sulfur ¹	% (m/m)	Max	1.0	1.5	2.0	2.0
Aluminium + Silicon ²	mg/kg	Max	-	-	-	25
Flash point ³	°C	Min	43	60	60	60
Pour point, Summer	°C	Max	-	0	6	6
Pour point, Winter	°C	Max	-	-6	0	0
Cloud point	°C	Max	-16	-	-	-
Calculated Cetane Index		Min	45	40	35	-

Marine Residual-Fuels												
Parameter	Unit	Limit	RMA 30	RMB 30	RMD 80	RME 180	RMF 180	RMG 380	RMH 380	RMK 380	RMH 700	RMK 700
Density at 15°C	kg/m ³	Max	960.0	975.0	980.0	991.0	991.0	991.0	991.0	1010.0	991.0	1010.0
Viscosity at 50°C	mm ² /s	Max	30.0	30.0	80.0	180.0	180.0	380.0	380.0	380.0	700.0	700.0
Water	% V/V	Max	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sulfur ¹	% (m/m)	Max	3.5	3.5	4.0	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
Aluminium + Silicon ²	mg/kg	Max	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Flash point ³	°C	Min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Pour point, Summer	°C	Max	6	24	30	30	30	30	30	30	30	30
Pour point, Winter	°C	Max	0	24	30	30	30	30	30	30	30	30

16 REFERÊNCIAS

- InteliGen *Dual-Fuel Compact Dual-Fuel Governor/Control* August 2003;
- Notas várias de várias conversões realizadas pelo autor pelo mundo;
- Project Guide MAN 32/40;
- Project Guide Wartsila 34 DF;
- Project Guide Wartsila 34 SG.
- Woodward Governors technical information, 2007-2010;
- Woodward Governors Gas engine Training Course Channel Partner Training schedule 10-13 March 2009;
- Woodward Governors basic GAP Training Course 2009, Channel Partner Training schedule;
- Woodward Governors advanced GAP Training Course 2009, Channel Partner Training schedule.



Jorge Manuel Gomes Antunes
PhD, MSc BSc Marine Engineering

ANEXO 6 – ANÁLISE ECONÓMICA DA CONVERSÃO DE MOTORES DIESEL

1. INTRODUÇÃO

O levantamento do parque de motores Diesel utilizado em centrais de cogeração em Portugal revelou uma percentagem importante de motores Wärtsilä que consomem fuelóleo pesado (HFO 380 cSt@50°C)⁴. Existem também diversas instalações que empregam motores MAN, consumindo o mesmo tipo de combustível. Estas duas marcas disponibilizam conversões "off-the-shelf" para estes motores que podem ser integralmente convertidos para gás natural (Wärtsilä), funcionando de acordo com um ciclo Otto, ou com uma pequena injeção piloto de gasóleo (MAN) que promove a ignição do gás natural.

Outras marcas relevantes de motores Diesel instalados em Portugal, tais como os motores Sulzer e Krupp-MAK, não disponibilizam conversões para a queima de gás natural.

Existem empresas que não se encontram associadas a qualquer marca de motores a Diesel que propõem a conversão de motores Diesel para *Dual-Fuel* (neste caso *Bi-Fuel*), permitindo a queima simultânea de fuelóleo pesado até percentagens mínimas da ordem dos 30%, sendo o remanescente gás natural.

Por forma a limitar o âmbito desta análise económica da conversão de motores Diesel para gás natural vão-se considerar as seguintes situações:

- Conversão integral de um motor Diesel para motor a gás (ciclo Otto);
- Conversão de um motor Diesel para queima *Dual-Fuel*, mantendo a possibilidade de queima de fuelóleo pesado.

2. FUNDAMENTOS DE FUNCIONAMENTO E ASPETOS CONSTRUTIVOS DE MOTORES DIESEL

Os motores Diesel são dos motores térmicos que apresentam rendimentos mais elevados em ciclo simples. Um motor Diesel é um motor alternativo que opera, normalmente, segundo um ciclo a 4 tempos⁵. Aspira ar atmosférico, habitualmente com recurso a sobrealimentação, sendo este fortemente comprimido por ação do êmbolo no seu movimento ascendente.

O combustível é injetado diretamente no interior da câmara de combustão, inflamando-se devido à temperatura elevada atingida pelo ar.

A expansão dos gases de combustão exerce pressão sobre a coroa do êmbolo forçando-o a deslocar-se para baixo no cilindro segundo um movimento retilíneo que é transformado em rotação através de um sistema de biela-manivela.

O volante do motor devido à sua massa elevada armazena energia cinética do único tempo motor (correspondente à expansão), o que permite executar os tempos de bombagem (i.e. escape e admissão) assim como a compressão.

A sobrealimentação permite um melhor enchimento dos cilindros com ar o que facilita a queima de combustível adicional o que proporciona um aumento da potência específica (kW/dm³). O facto destes motores funcionarem com elevados excessos de ar origina uma baixa produção de monóxido de carbono, sendo a combustão praticamente completa. Em contrapartida um elevado excesso de ar conjugado com picos de pressão e temperatura durante a combustão resulta numa produção elevada de óxidos de azoto (NO e NO₂) normalmente designados por NO_x.

Ao contrário do que acontece em motores de ciclo Otto em que o controlo de emissões pode ser obtido por catalisadores de três vias que permitem a oxidação do monóxido de carbono (CO) e dos compostos orgânicos voláteis (COV – VOC⁶) e a redução dos óxidos de azoto em azoto (N₂) e oxigénio (O₂), nos motores Diesel este tipo de equipamento não é adequado. Os catalisadores de três vias funcionam adequadamente para misturas aproximadamente estequiométricas o que não acontece em motores Diesel que funcionam com excesso de ar.

A técnica mais promissora consiste na utilização da redução catalítica seletiva (SCR – *Selective Catalytic Reduction*) que utiliza amónia ou ureia para a redução dos óxidos de azoto. As emissões de partículas, em particular as de muito reduzida dimensão podem ser extremamente nocivas ao ser humano por inalação, sendo indutoras de patologias graves do sistema respiratório.

A utilização de filtros de partículas com regeneração assegurada por combustão controlada das partículas filtradas é típica dos motores Diesel utilizados em tração automóvel.

Os motores Diesel industriais recorrem, de uma forma geral, a injetores bomba que permitem uma atomização adequada do combustível o que favorece a combustão, minimizando emissões. Motores Diesel que se destinam à produção de energia elétrica em redes de 50 Hz apresentam velocidades de rotação típicas compreendidas entre 700 a 1500 rpm.

⁴ HFO - Heavy Fuel Oil; 1 cSt = 10⁻⁶m²/s

⁵ Existem motores Diesel a 2 tempos, normalmente de grande dimensão e geralmente utilizados em aplicações de propulsão naval, com um sistema de lavagem dos gases no interior do cilindro com recurso a compressores do tipo Roots.

⁶ VOC – Volatile Organic Compounds

3. CONVERSÃO INTEGRAL DE UM MOTOR DIESEL PARA MOTOR A GÁS (CICLO OTTO)

A conversão integral de um motor Diesel para motor a gás (ciclo Otto) pressupõe a modificação da câmara de combustão e dos êmbolos o que implica a substituição das cabeças dos cilindros, passando a inflamação da carga combustível a ser iniciada por uma vela de ignição. O gás natural passa a ser admitido no coletor de admissão misturando-se com o ar utilizado na combustão. Atendendo a que a carga combustível deixa de poder suportar taxas de compressão tão elevadas como as que estão presentes em motores Diesel, ocorre um decréscimo do rendimento térmico do motor que pode estar compreendido entre 5 e 10%. Este facto decorre do fenómeno de detonação quando a carga combustível se inflama devido ao aumento de temperatura e pressão e não diretamente pela descarga elétrica entre os elétrodos da vela de ignição e subsequente propagação da frente de chama no interior da câmara de combustão. É assim imperioso reduzir a taxa de compressão do motor para obviar à ocorrência indesejável de detonação. A utilização de gás natural com um número de metano ⁷ mais elevado permite aumentar o avanço da ignição minimizando a diminuição da potência do motor. Determinados fabricantes de motores (e.g. Wärtsilä) propõem um aumento de cilindrada do motor (através de um incremento do diâmetro dos cilindros) para compensar a diminuição da potência decorrente da transformação.

Os custos de transformação do tipo “chave na mão” com recurso a esta tecnologia apresentam valores típicos compreendidos entre 250 €/kWh e 350 €/kWh.

4. CONVERSÃO DE UM MOTOR DIESEL PARA MOTOR DUAL FUEL

Neste tipo de conversão o motor Diesel continua a operar segundo o mesmo ciclo de funcionamento. Para evitar realizar a injeção de gás natural a alta pressão no interior do cilindro a admissão continua a processar-se a baixa pressão (em conjunto com o ar) nos coletores de admissão através de válvulas adequadas para o efeito. Num ciclo Diesel é importante que o combustível se inflame espontaneamente aquando da injeção numa atmosfera fortemente comprimida e a elevada temperatura obtida pela compressão do ar pelo êmbolo no interior do cilindro. Importa que o atraso à auto-ignição do combustível seja reduzido de modo a minimizar o efeito de *knocking* característico dos motores Diesel.

A ignição da mistura ar-gás natural admitida no interior de cada cilindro do motor é obtida com recurso a uma injeção piloto do combustível líquido, nomeadamente fuelóleo ou gasóleo, cuja capacidade à auto-inflamação é caracterizada pelo número (índice) de cetano ⁸.

É usual distinguir um motor *Dual-Fuel* de um motor *Bi-Fuel*. No primeiro caso considera-se que a injeção de combustível líquido é muito reduzida, correspondendo a 5 - 15% da energia fornecida durante o ciclo, enquanto no segundo caso a injeção de combustível líquido poderá atingir um valor de 35%.

A percentagem mais elevada de consumo de gás natural só é, normalmente, possível atingir em motores mais recentes com um menor desgaste ⁹.

Existem fabricantes (e.g. MAN) que propõem este tipo de conversão (95 % gás natural + 5% gasóleo) com custos de conversão compreendidos entre 190 e 300 €/kW. A Wärtsilä propõe conversões que permitem a continuação de utilização de fuelóleo pesado. Os motores convertidos para além das bombas injetoras Diesel possuem um sistema “*common rail*” para a injeção piloto de gasóleo quando o motor opera a gás natural, sendo que os custos de conversão podem atingir um valor correspondente a 400 €/kW.

Existe também mercado para outro tipo de conversões que não são asseguradas pelos fabricantes de motores mas com preços muito mais interessantes sem *de-ratings* significativos. Neste caso consegue-se o mesmo rendimento térmico até cerca de 95% da carga com uma conversão em que 70% da energia fornecida por ciclo é proveniente do gás natural e a ignição é promovida por injeção de HFO em vez de gasóleo (combustível com um preço superior ao do fuelóleo pesado). Este tipo de conversão tem um custo compreendido entre 80 e 100 €/kW, função dos componentes adicionais e sistema de gestão e controlo.

Este tipo de conversão para além da vantagem preço permite que o motor possa continuar a operar em modo Diesel com HFO como antes ou em modo *Bi-Fuel* o que garante uma flexibilidade adicional na operação em função do preço relativo dos combustíveis. O tempo de paragem dos equipamentos para a efetivação da conversão é também mais reduzido da ordem de uma semana no caso de projetos bem geridos. Adicionalmente garante-se uma diminuição drástica de emissões gasosas assim como um decréscimo de despesas de manutenção.

⁷ O número de metano expressa a capacidade antidetonante de um gás natural e obtém-se por comparação entre o gás a ensaiar e uma mistura de metano e hidrogénio. Metano puro corresponde a um número de metano 100 (indicando máxima capacidade antidetonante) e hidrogénio puro corresponde a um número de metano 0 (mínima capacidade antidetonante). A percentagem de metano na mistura de metano e hidrogénio que apresenta um comportamento idêntico, em termos de capacidade antidetonante, ao gás a ensaiar corresponde ao número de metano desse gás.

⁸ O número de cetano (NC) de um combustível é obtido por comparação com uma mistura de dois hidrocarbonetos de referência o cetano (*n*-hexadecano, C₁₆H₃₄) com uma elevada capacidade de auto-ignição (NC = 100) e um iso-cetano, hepta-metil-nonano (HMN), com uma reduzida capacidade de auto-ignição (NC = 15), mistura que apresenta o mesmo comportamento do combustível a ensaiar num motor padrão. O número de cetano é fornecido pela seguinte expressão NC=%n-cetano + 0,15 x %HMN.

⁹ “Estudo sobre a Conversão de Motores Diesel para Combustíveis Indutores de Menores Emissões”

No que respeita a custos operacionais é possível prever uma diminuição do consumo de óleo lubrificante do motor não obstante a sua substituição inicial para permitir o ajuste do TBN (*Total Base Number*) do óleo para adequar o seu funcionamento a gás natural.

5. ANÁLISE ECONÓMICA DA CONVERSÃO DE MOTORES

Neste estudo optou-se por analisar a conversão de dois motores Diesel para duas situações distintas:

- Conversão integral de um motor Diesel para motor a gás (ciclo Otto);
- Conversão de um motor Diesel para queima *Bi-Fuel*, mantendo a possibilidade de queima de fuelóleo pesado.

O estudo realizou-se com base em indicadores típicos de preços de conversão como indicado no parágrafo 4. Foram considerados os seguintes elementos:

- Potência elétrica da instalação em kW;
- Consumo específico da instalação g/kWh;
- Número de horas de funcionamento por ano;
- Preço do combustível HFO em €/kg;
- Preço do combustível gasoso em €/Nm³;
- Taxa de substituição de HFO por Gás Natural em %;
- Custo da conversão;
- Custos de manutenção.

Por uma questão de comodidade elaborou-se uma folha de cálculo para o estudo económico da conversão. Apresenta-se na figura 1 o layout típico da referida folha de cálculo:

SIMULADOR PARA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA CONVERSÃO DE MOTORES DIESEL

	DADOS DE INPUT	
	DIESEL	OTTO / BI-FUEL
POTÊNCIA ELÉTRICA	kWe	
RENDIMENTO ELÉTRICO	%	%
RENDIMENTO COGERAÇÃO	%	%
RENDIMENTO PRODUÇÃO TÉRMICA ALTERNATIVA	%	
PERCENTAGEM COMBUSTÍVEL LÍQUIDO	%	%
POTÊNCIA (%)	%	%
HORAS DE FUNCIONAMENTO	h	h
CUSTO DE TRANSFORMAÇÃO	€/kWe	
DURAÇÃO DO PROJETO	Anos	
CONSUMO ESPECÍFICO	g/kWh	g/kWh
HEAT RATE	kJ/kWh	kJ/kWh
CONSUMO DE ÓLEO	g/kWh	g/kWh
CUSTO LUBRIFICANTES	€/kg	€/kg
MANUTENÇÃO	€/kWh	€/kWh
TEMP. GASES ESCAPE (APÓS RECUPERAÇÃO)	°C	°C
CALOR ESPECÍFICO GASES DE ESCAPE	kJ/kg.°C	kJ/kg.°C
CAUDAL GASES ESCAPE	kg/s/MW	
POTÊNCIA TÉRMICA ADICIONAL		kWt
TARIFA ENERGIA ELÉTRICA	€/MWh	€/MWh
TARIFA HFO (FUELÓLEO Nº 4)	€/kg	
TARIFA HFO (FUELÓLEO Nº 4)	€/MWh	
TARIFA GÁS NATURAL		€/MWh
VALORIZAÇÃO CO ₂	€/tCO ₂	€/tCO ₂
FATOR DE EMISSÃO HFO	g CO ₂ /kWh	
FATOR DE EMISSÃO GN		g CO ₂ /kWh
INVESTIMENTO TOTAL	€	
CAPITAL PRÓPRIO	€	%
FINANCIAMENTO EXTERNO	€	
TAXA FIXA	%	
DURAÇÃO DO EMPRÉSTIMO	Anos	
VENC. NO INÍCIO (1) OU FINAL (0) DO PERÍODO		
MONTANTE DAS ANUIDADES	€	
CUSTOS DE EXPLORAÇÃO		
CUSTO DE COMBUSTÍVEL	€	€
CUSTOS FIXOS (INCLUI MÃO-DE-OBRA)	€	€
CUSTOS VARIÁVEIS (INCLUI MANUTENÇÃO GRUPO)	€	€
CUSTOS VARIÁVEIS (CONSUMÍVEIS)	€	€
CUSTO CO ₂	€	€
TOTAL	€	€
PROVEITOS		
VENDA DE E.E.	€	€
VALORIZAÇÃO DA E.T.	€	€
BALANÇO		
TOTAL PROVEITOS	€	€
TOTAL CUSTOS	€	€
MARGEM BRUTA DE EXPLORAÇÃO	€	€
ANUIDADE DO FINANCIAMENTO		€
BALANÇO		€
"PAYBACK" SIMPLES		Anos
		0
		-€
		1
		2
		€
		€
TIR PROJETO		%

Figura 1 – Layout típico da folha de cálculo para a avaliação económica da conversão de motores Diesel

A introdução de dados de *input* realiza-se, exclusivamente, nas células coloridas a amarelo. Todas as restantes células da folha correspondem a dados de *output*. De modo a facilitar a introdução de dados, providencia-se um texto explicativo respeitante a cada célula de input com um comentário com indicação da gama de valores típicos a utilizar.

As propriedades dos combustíveis utilizados, tipicamente fuelóleo pesado (HFO) e gás natural, são igualmente discriminados da seguinte forma (exemplo):

	HFO (FUEL N° 4)	GÁS NATURAL
pci	40,57 MJ / kg	37,90 MJ / Nm ³
ρ	970,0 kg / m ³	0,8404 kg / Nm ³

O poder calorífico inferior e massa volúmica do gás natural foram obtidos do despacho 17313/2008 do Diário da República 2ª série, nº 122 de 26 de Junho. A REN gasodutos disponibiliza valores, ligeiramente diferentes, para o gás natural proveniente da Argélia (i.e. pci = 38,39 MJ/Nm³; ρ = 0,8141 kg/Nm³). Os valores respeitantes ao fuelóleo pesado são valores estimados.

CONSUMO ESPECÍFICO

Com base nos rendimentos elétricos típicos dos motores Diesel instalados em Portugal ($\eta_e = 40$ a 45%) é possível determinar o “heat rate” (taxa de calor) e com base no poder calorífico inferior do combustível utilizado obtém-se o consumo específico do motor expresso em g/kWh.

RENDIMENTO DA COGERAÇÃO

É necessário fornecer o rendimento da cogeração no caso em que os motores Diesel se encontram inseridos em esquemas deste tipo por forma a determinar o calor que é possível recuperar durante o período de funcionamento anual da instalação. Na análise económica da conversão valoriza-se a energia térmica com base no custo de produção com tecnologias alternativas (e.g. caldeira de água quente, gerador de vapor). A folha de cálculo permite a introdução do rendimento típico da geração de calor alternativa (tipicamente $\eta_t = 85$ a 95% baseado no pci do combustível).

Ainda para efeito de valorização de energia térmica assume-se que a sua produção será realizada a partir de gás natural com um preço idêntico ao que será utilizado no motor após conversão.

Apesar das conversões de motores Diesel para ciclo Otto ou para *Bi-Fuel* originarem um decréscimo de potência (tipicamente 5 a 10%) contabiliza-se no racional da folha de cálculo um aumento do rendimento da cogeração através de um melhor aproveitamento do calor dos gases de escape do motor. A diminuição do ponto de orvalho dos gases de escape do motor após conversão para queima com gás natural permite um maior arrefecimento dos gases na caldeira de recuperação sem incorrer em condensações na chaminé de evacuação dos gases e a eventual formação de compostos ácidos causadores de corrosão prematura dos equipamentos.

A potência térmica adicional calculada será assim função da diferença de temperatura dos gases de escape após recuperação para a instalação antes e após conversão para gás natural. O utilizador deverá selecionar as temperaturas típicas dos gases de escape à saída do equipamento de recuperação assim como o seu caudal mássico obtido a partir das características do motor utilizado. Neste caso concreto assumiu-se um caudal típico de 1kg/s/MW. O calor específico dos gases de escape assume valores típicos compreendidos entre 1,1 e 1,2 kJ/kg.°C.

CONSUMO DE ÓLEO LUBRIFICANTE

A conversão de motores Diesel para gás natural permite uma diminuição do consumo de óleo. Tipicamente é possível contabilizar uma diminuição de 50% no consumo de óleo. A folha de cálculo assume por defeito um consumo de óleo de 1,2g/kWh para os motores Diesel valor que se poderá reduzir a metade após conversão.

Como foi verificado ao longo deste projeto (ver relatório final) em conversões realizadas pelos próprios fabricantes dos equipamentos assiste-se a consumos de lubrificantes inferiores ao acima referido.

Assumiu-se que o preço do lubrificante ascende a 2€ / kg.

CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Os custos de manutenção inerentes aos motores Diesel são superiores aos dos motores a gás ou *Dual fuel*. Este projeto permitiu concluir que os custos de manutenção para o primeiro caso são da ordem de 0,011 a 0,012 €/kWh enquanto no segundo caso estão compreendidos entre 0,008 e 0,009 €/kWh

consoante o motor se encontre nas primeiras 40 000h de funcionamento ou acima deste valor.

TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA

A tarifa de venda de energia elétrica à rede pode ser obtida a partir da legislação em vigor. O site da Cogen Portugal (www.cogenportugal.com) disponibiliza um simulador que calcula a tarifa de venda de energia elétrica à rede com base no Decreto-Lei nº 313/2001 de 10 de Dezembro e respectivas Portarias (i.e. Portarias 57, 58, 59,60/2002 de 15 de Janeiro). Este simulador deverá ser atualizado assim que o novo enquadramento legal da cogeração fique concluído, nomeadamente após a publicação da Portaria que regulamenta a venda de energia elétrica no âmbito do Decreto-Lei 23/2010 de 25 de Março. Nesta análise assumiu-se um valor médio de venda de energia elétrica à rede de 110 €/MWh.

PREÇO DO FUELÓLEO E GÁS NATURAL

O preço do fuelóleo pode ser introduzido numa base de preço / kg sendo posteriormente convertido para €/MWh com base no poder calorífico do fuelóleo o que permite a comparação direta com o preço do gás natural, também diretamente introduzido em €/MWh.

Nesta análise assumiu-se um preço de 52 /kg (46,14 €/MWh) para o fuelóleo e 40 €/MWh para o gás natural.

FATORES DE EMISSÃO E VALORIZAÇÃO DO CO₂

Os fatores de emissão utilizados na folha de cálculo para o fuelóleo pesado e para o gás natural foram obtidos a partir do despacho 17313/2008 do Diário da República 2ª série, nº 122 de 26 de Junho e correspondem, respectivamente, a 77 kg CO₂/GJ (i.e. 278,28 g CO₂/kWh) e 64,1 kg CO₂/GJ (i.e. 230,76 g CO₂/kWh).

Para efeitos de contabilização do custo de aquisição de licenças de CO₂, valoriza-se a tonelada de CO₂ a 20 euros.

DIVERSOS

A folha de cálculo permite estabelecer uma determinada percentagem de capital próprio e calcula o montante das anuidades à banca para a duração do projeto assumindo uma taxa fixa entre 6 e 7%. Assumiu-se que a duração do projeto é entre 5 e 7 anos e contabilizou-se os custos de mão-de-obra para a exploração da central em 20.000 €/ano.

INDICADORES DE AVALIAÇÃO DO PROJETO DE CONVERSÃO

Utilizou-se o período de retorno do investimento (*payback* simples) como um dos indicadores de avaliação do projeto calculado com base no rácio entre o montante do investimento e a diferença entre a margem bruta de exploração da central após conversão do motor e a situação inicial (antes da conversão).

O outro indicador utilizado é a *Taxa Interna de Rendibilidade* (TIR) calculado com base no investimento da conversão e a diferença entre a margem bruta de exploração da central após conversão do motor e a situação inicial (antes da conversão).

6. EXEMPLOS DE AVALIAÇÃO ECONÓMICA DE CONVERSÃO DE MOTORES

Consideram-se os seguintes tipos de conversão de um motor Diesel para as duas situações distintas:

- Conversão integral de um motor Diesel para motor a gás (ciclo Otto);
- Conversão de um motor Diesel para queima *Bi-Fuel*, mantendo a possibilidade de queima de fuelóleo pesado.

EXEMPLO 1 - CONVERSÃO INTEGRAL DE UM MOTOR DIESEL PARA MOTOR A GÁS (CICLO OTTO)

Nesta situação o simulador fornece os seguintes resultados ilustrados na figura seguinte:

SIMULADOR PARA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA CONVERSÃO DE MOTORES DIESEL

	DADOS DE INPUT		
	DIESEL	OTTO / BI-FUEL	
POTÊNCIA ELÉTRICA	6000,0 kW _e		
RENDIMENTO ELÉTRICO	40,50%	36,45%	
RENDIMENTO COGERAÇÃO	75%	77%	
RENDIMENTO PRODUÇÃO TÉRMICA ALTERNATIVA	90%		
PERCENTAGEM COMBUSTÍVEL LÍQUIDO	100%	0%	
POTÊNCIA (%)	100%	90%	
HORAS DE FUNCIONAMENTO	5000 h	5000 h	
CUSTO DE TRANSFORMAÇÃO	350 €/kW _e		
DURAÇÃO DO PROJETO	7 Anos		
CONSUMO ESPECÍFICO	219 g/kWh	219 g/kWh	
HEAT RATE	8889 kJ/kWh	9877 kJ/kWh	
CONSUMO DE ÓLEO	1,20 g/kWh	0,60 g/kWh	
CUSTO LUBRIFICANTES	2,00 €/kg	2,00 €/kg	
MANUTENÇÃO	0,012 €/kWh	0,009 €/kWh	
TEMP. GASES ESCAPE (APÓS RECUPERAÇÃO)	180 °C	120 °C	
CALOR ESPECÍFICO GASES DE ESCAPE	1,10 kJ/kg. °C	1,10 kJ/kg. °C	
CAUDAL GASES ESCAPE	1,00 kg/s/MW		
POTÊNCIA TÉRMICA ADICIONAL		356,4 kW _t	
TARIFA ENERGIA ELÉTRICA	110,00 €/MWh	110,00 €/MWh	
TARIFA HFO (FUELÓLEO Nº 4)	0,52 €/kg		
TARIFA HFO (FUELÓLEO Nº 4)	46,14 €/MWh		
TARIFA GÁS NATURAL		40,00 €/MWh	
VALORIZAÇÃO CO ₂	20,00 €/t CO ₂	20,00 €/t CO ₂	
FATOR DE EMISSÃO HFO	278 g CO ₂ /kWh		
FATOR DE EMISSÃO GN		231 g CO ₂ /kWh	
INVESTIMENTO TOTAL	2 100 000 €		
CAPITAL PRÓPRIO	420 000 €	20,0%	
FINANCIAMENTO EXTERNO	1 680 000 €		
TAXA FIXA	7,00%		
DURAÇÃO DO EMPRÉSTIMO	7 Anos		
VENC. NO INÍCIO (1) OU FINAL (0) DO PERÍODO	1		
MONTANTE DAS ANUIDADES	291 336 €		
CUSTOS DE EXPLORAÇÃO			
CUSTO DE COMBUSTÍVEL	3 417 961 €	2 962 963 €	
CUSTOS FIXOS (INCLUI MÃO-DE-OBRA)	20 000 €	20 000 €	
CUSTOS VARIÁVEIS (INCLUI MANUTENÇÃO GRUPO)	360 000 €	243 000 €	
CUSTOS VARIÁVEIS (CONSUMÍVEIS)	72 000 €	32 400 €	
CUSTO CO ₂	412 267 €	341 867 €	
TOTAL	4 282 227 €	3 600 230 €	
PROVEITOS			
VENDA DE E.E.	3 300 000 €	2 970 000 €	
VALORIZAÇÃO DA E.T.	1 135 802 €	1 498 151 €	
BALANÇO			
TOTAL PROVEITOS	4 435 802 €	4 468 151 €	32 348 €
TOTAL CUSTOS	4 282 227 €	3 600 230 €	-681 998 €
MARGEM BRUTA DE EXPLORAÇÃO	153 575 €	867 921 €	714 346 €
ANUIDADE DO FINANCIAMENTO		291 336 €	291 336 €
BALANÇO		576 585 €	423 010 €
"PAYBACK" SIMPLES		2,94 Anos	
		0	
		-2 100 000 €	
		1	2
		714 346 €	714 346 €
TIR PROJETO		27,96%	

Figura 2 – Exemplo de avaliação económica para a conversão de um motor Diesel para 100% GN (Otto)

EXEMPLO 2 - CONVERSÃO DE UM MOTOR DIESEL PARA MOTOR BI-FUEL

Nesta situação o simulador fornece os seguintes resultados ilustrados na figura seguinte:

SIMULADOR PARA AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA CONVERSÃO DE MOTORES DIESEL

	DADOS DE INPUT		
	DIESEL	OTTO / BI-FUEL	
POTÊNCIA ELÉTRICA	6000,0 kWe		
RENDIMENTO ELÉTRICO	40,50%	38,48%	
RENDIMENTO COGERAÇÃO	75%	78%	
RENDIMENTO PRODUÇÃO TÉRMICA ALTERNATIVA	90%		
PERCENTAGEM COMBUSTÍVEL LÍQUIDO	100%	30%	
POTÊNCIA (%)	100%	95%	
HORAS DE FUNCIONAMENTO	5000 h	5000 h	
CUSTO DE TRANSFORMAÇÃO	100 €/kWe		
DURAÇÃO DO PROJETO	5 Anos		
CONSUMO ESPECÍFICO	219 g/kWh	214 g/kWh	
HEAT RATE	8889 kJ/kWh	9357 kJ/kWh	
CONSUMO DE ÓLEO	1,20 g/kWh	0,60 g/kWh	
CUSTO LUBRIFICANTES	2,00 €/kg	2,00 €/kg	
MANUTENÇÃO	0,012 €/kWh	0,009 €/kWh	
TEMP. GASES ESCAPE (APÓS RECUPERAÇÃO)	180°C	120°C	
CALOR ESPECÍFICO GASES DE ESCAPE	1,10 kJ/kg. °C	1,10 kJ/kg. °C	
CAUDAL GASES ESCAPE	1,00 kg/s/MW		
POTÊNCIA TÉRMICA ADICIONAL		376,2 kWt	
TARIFA ENERGIA ELÉTRICA	110,00 €/MWh	110,00 €/MWh	
TARIFA HFO (FUELÓLEO Nº 4)	0,52 €/kg		
TARIFA HFO (FUELÓLEO Nº 4)	46,14 €/MWh		
TARIFA GÁS NATURAL		40,00 €/MWh	
VALORIZAÇÃO CO ₂	20,00 €/t CO ₂	20,00 €/t CO ₂	
FATOR DE EMISSÃO HFO	278 g CO ₂ /kWh		
FATOR DE EMISSÃO GN		231 g CO ₂ /kWh	
INVESTIMENTO TOTAL	600 000 €		
CAPITAL PRÓPRIO	120 000 €	20,0%	
FINANCIAMENTO EXTERNO	480 000 €		
TAXA FIXA	7,00%		
DURAÇÃO DO EMPRÉSTIMO	5 Anos		
VENC. NO INÍCIO (1) OU FINAL (0) DO PERÍODO	1		
MONTANTE DAS ANUIDADES	109 409 €		
CUSTOS DE EXPLORAÇÃO			
CUSTO DE COMBUSTÍVEL	3 417 961 €	3 099 462 €	
CUSTOS FIXOS (INCLUI MÃO-DE-OBRA)	20 000 €	20 000 €	
CUSTOS VARIÁVEIS (INCLUI MANUTENÇÃO GRUPO)	360 000 €	256 500 €	
CUSTOS VARIÁVEIS (CONSUMÍVEIS)	72 000 €	34 200 €	
CUSTO CO ₂	412 267 €	362 987 €	
TOTAL	4 282 227 €	3 773 149 €	
PROVEITOS			
VENDA DE E.E.	3 300 000 €	3 135 000 €	
VALORIZAÇÃO DA E.T.	1 135 802 €	1 353 757 €	
BALANÇO			
TOTAL PROVEITOS	4 435 802 €	4 488 757 €	
TOTAL CUSTOS	4 282 227 €	3 773 149 €	
MARGEM BRUTA DE EXPLORAÇÃO	153 575 €	715 608 €	
ANUIDADE DO FINANCIAMENTO		109 409 €	
BALANÇO		606 199 €	
"PAYBACK" SIMPLES		1,07 Anos	
		0	
	- 600 000 €	1	2
		562 033 €	562 033 €
TIR PROJETO		89,88%	

Figura 3 – Exemplo de avaliação económica para a conversão de um motor Diesel para Bi-Fuel

7. CONCLUSÕES

Este estudo permite concluir que a conversão de motores Diesel para *Bi-Fuel* (Exemplo 2) numa percentagem de 30% de fuelóleo pesado (HFO) e 70% gás natural (GN) e face aos custos de conversão relativamente moderados (100 €/kW) permite atingir um *payback* simples do investimento, extremamente interessante da ordem de 1 ano e 1 mês assim como uma TIR extremamente elevada. A conversão integral para gás natural (Exemplo 1) conduz a períodos de retorno do investimento mais elevados, tipicamente 3 anos para o caso de um motor Diesel com uma potência elétrica útil da ordem dos 6000 kW_e.

ANEXO 7 - CASE STUDIES

CASE STUDY N.º 1

Identificação e dados operacionais da instalação

- Localização:
 - Concelho: *Famalicão*
 - Distrito: *Braga*
- Sector empresarial: *Têxtil*
- Marca/Fabricante e modelo do motor convertido: *WartsilaW12V 32D*
- Potência instalada: *4,27MWe*
- Ano do 1.º arranque: *1994*
- Número de horas de serviço antes da conversão: *56 000*
- Período de indisponibilidade da instalação para a conversão: *3,5 meses*
- Data de arranque após a conversão: *2001*
- Número de horas de serviço após conversão: *48 000*
- Razões que determinaram a conversão: *Ambientais (NOx excedia valor limite)*

Conversão

- Tecnologia de conversão utilizada: *Transformação em ciclo Otto (12V 34SG).*
- Entidade responsável pela conversão: *Wartsila*
- Trabalhos realizados por: *Wartsila e Ambitermo (apenas equipamento de recuperação de calor).*
- Alterações no equipamento existente e novos componentes instalados:
Maquinagem no local para substituição por cilindros de maior diâmetro; novo sistema de controlo e de supervisão; aumento da área da caldeira de recuperação e instalado economizador após a caldeira.

Impactos da conversão

- Potência disponível: *Redução de cerca de 15% (para 3,63 MWe).*
- Rendimento elétrico: *Redução de 42 para 41%.*

Calor a recuperar

- Vapor: *Aumento da produção de 2 000 para 2 500 kg/h.*
- Águas quentes: *Aumento de disponibilidade para o processo.*
- Temperatura de gases saída motor: *Aumento para 520 °C.*
- Temperatura gases saída caldeira: *Redução para 120 °C.*
- Consumo de lubrificantes: *Redução superior a 50% (0,37 a 0,5 g/kWh)*
- Consumo de auxiliares: *Redução para cerca de 60 kWh quando compressor de GN em serviço (potência do compressor 30KW).*
- Manutenção programada: *Prazos mais dilatados.*
- Emissões poluentes: *Redução NOx e aumento dos COV, mas dentro dos valores limite.*

Custos de implementação

- Alteração do grupo gerador, incluindo controlo, deteção e proteção *anti-knocking* e *misfiring*; Instalação dos sistemas de supervisão e de deteção de fugas de gás: *206 000 €/MWe;*
- Alteração dos sistemas de recuperação de calor: *125 000 € (total). Os custos com a rede e equipamentos para o gás natural, incluindo compressor de gás não fizeram parte do investimento.*
- Equipamentos disponibilizados porque deixaram de ser utilizados: *Todo o equipamento de armazenagem e preparação de combustível líquido está disponível mas não desmontado. O equipamento de centrifugação de lubrificante está operacional mas não foi ainda utilizado.*

Avaliação global

- *A Empresa proprietária da instalação considera positiva a conversão do motor de fuelóleo para gás natural e que foram cumpridos os objetivos da decisão.*

Observações

- *Não foi contemplada, inicialmente, a inclusão do compressor de gás.*
- *Constatou-se que o motor tinha limitações na potência quando a pressão do GN era inferior a 4 bar. O compressor não tem sido necessário nos últimos 3 anos*

Porto, 27 de Outubro de 2011

CASE STUDY N.º 2

Identificação e dados operacionais da instalação

- Localização:
 - Concelho: *Famalicão*
 - Distrito: *Braga*
- Sector empresarial: *Têxtil*
- Marca/Fabricante e modelo do motor convertido: *MAN 12V48*
- Potência instalada: *11,7MWe*
- Ano do 1.º arranque : *1996*
- Número de horas de serviço antes da conversão: *90 000*
- Período de indisponibilidade da instalação para a conversão: *2,5 meses*
- Data de arranque após a conversão: *2008*
- Número de horas de serviço após conversão: *12 000*
- Razões que determinaram a conversão: *Ambientais (NOx excedia valor limite)*

Conversão

- Tecnologia de conversão utilizada: *Transformação Dual fuel - ignição por gasóleo.*
- Entidade responsável pela conversão: *MAN*
- Trabalhos realizados por: *MAN e EFACEC*
- Alterações no equipamento existente e novos componentes instalados: *conversão no local com substituição de todo o equipamento mecânico com exceção do bloco e cambota; os turbo-compressores foram alterados; novo sistema de controlo e de supervisão.*

Impactos da conversão

- Potência disponível: *Redução de cerca de 10%.*
- Rendimento elétrico: *Sem alteração (cerca 43%).*
- Consumo de gasóleo: *1%.*

Calor a recuperar

- Vapor: *Sem alteração.*
- Águas quentes: *Sem alteração.*
- Temperatura de gases saída motor: *Sem alteração (370 °C).*
- Temperatura gases saída caldeira: *Redução para 120°C.*
- Consumo de lubrificantes: *Redução de 1,2 para 0,6 a 0,8 g/kWh.*
- Consumo de auxiliares: *Redução, sendo de cerca de 3% da produção.*
- Manutenção programada: *Prazos sem alteração, mas melhor estado de limpeza no motor e caldeira.*
- Emissões poluentes: *Redução NOx e aumento dos COV, excedendo o valor limite.*

Custos de implementação

- Alteração do grupo gerador, incluindo controlo, deteção e proteção *anti-knocking* e *misfiring*; Instalação dos sistemas de supervisão e de deteção de fugas de gás: *200 000 €/MWe*; *Os custos com a rede de gás natural (16 bar) não foram parte do investimento.*
- Equipamentos disponibilizados porque deixaram de ser utilizados: *Todo o equipamento de armazenagem e preparação de fuelóleo.*

Avaliação global

- *A Empresa proprietária da instalação considera positiva a conversão do motor de fuelóleo para Dual fuel, tendo como combustível principal o gás natural e que foram cumpridos os objetivos da redução de NOx. O valor elevado dos COV e uma regulamentação nacional desadequada para estes tipos de motores, vieram trazer uma nova preocupação de natureza ambiental.*

Observações

- *O fabricante do motor tem vindo a introduzir alterações no motor, refletindo-se numa melhoria da eficiência e na redução das emissões de COV.*

Porto, 21 de Setembro de 2011

CASE STUDY N.º 3

Identificação e dados operacionais da instalação

- Localização:
 - Concelho: *Guimarães*
 - Distrito: *Braga*
- Sector empresarial: *Têxtil*
- Marca/Fabricante e modelo do motor convertido: *Wartsila W12V 32D*
- Potência instalada: *4,34MWe*
- Ano do 1.º arranque: *1995*
- Número de horas de serviço antes da conversão: *60 000*
- Período de indisponibilidade da instalação para a conversão: *cerca de 12 meses*
- Data de arranque após a conversão: *2005*
- Número de horas de serviço após conversão: *30 000*
- Razões que determinaram a conversão: *Oportunidade por acidente do motor que necessitou de grande reparação na fábrica, na Finlândia.*

Conversão

- Tecnologia de conversão utilizada: *Transformação em Dual fuel - ignição por gasóleo (12V 32DF2). Pressão mínima do Gás Natural: 3,5 bar.*
- Entidade responsável pela conversão: *Wartsila.*
- Trabalhos realizados por: *Wartsila.*
- Alterações no equipamento existente e novos componentes instalados:
 - Substituição na fábrica de todos os componentes mecânicos (exceto bloco e cambota);*
 - Novo sistema de controlo e de supervisão;*
 - Aumento da área da caldeira de recuperação e instalado economizador após a caldeira.*

Impactos da conversão

- Potência disponível: *Redução de cerca de 13% (para 3,711 MWe).*
- Rendimento elétrico: *Redução de 42 para 40-40,5%.*
- Consumo de gasóleo: *1%.*

Calor a recuperar

- Vapor: *Aumento da produção.*
- Águas quentes: *Sem alteração.*
- Temperatura de gases saída motor: *Aumento para 470°C.*
- Temperatura gases saída caldeira: *Redução para 160°C.*
- Consumo de lubrificantes: *Redução para 0,2 g/kWh.*
- Consumo de auxiliares: *Redução sem significado.*
- Manutenção programada: *Prazos mais espaçados.*
- Emissões poluentes: *Redução NOx e aumento dos COV, mas dentro dos valores limites.*

Custos de implementação

- Alteração do grupo gerador, incluindo controlo, deteção e proteção *anti-knocking* e *misfiring*; Instalação dos sistemas de supervisão e de deteção de fugas de gás: *Não determinados por terem sido repartidos entre a entidade seguradora e fabricante.*
- Equipamentos disponibilizados porque deixaram de ser utilizados: *Todo o equipamento de armazenagem e preparação de fuelóleo.*

Avaliação global

- *A Empresa proprietária da instalação considera positiva a conversão do motor de fuelóleo para Dual fuel a queimar como combustível principal gás natural.*

Observações

- *A instalação de cogeração era, inicialmente, constituída por 2 motores iguais Wartsila W12V 32D. Em 2010, o outro motor foi substituído por um novo motor, ciclo Otto, Wartsila 12V34 SG. Este motor tem como principais diferenças relativamente ao motor convertido:*
- *Mais potência disponível (3 995kW, tendo reduzido apenas 8%);*
- *Rendimento elétrico mais elevado (42,5%);*
- *Maior disponibilidade de vapor para processo (temperatura gases saída motor 540°C);*
- *Redução no consumo auxiliares de cerca de 1%;*
- *Não há consumo de combustível auxiliar (gasóleo);*
- *Rendimento global e REE mais elevados (em média 10 unidades percentuais).*

Porto, 21 de Setembro de 2011

CASE STUDY N.º 4

Identificação e dados operacionais da instalação

- Localização:
Distrito: Aveiro
- Marca/Fabricante e modelo do motor convertido: *Wartsila W9R32D 32D*
- Potência instalada: *2x3,26MWe*
- Ano do 1.º arranque: *1994*
- Número de horas de serviço antes da conversão: *80 000*
- Período de indisponibilidade da instalação para a conversão: *- 15 dias*
- Data de arranque após a conversão: *2008*
- Número de horas de serviço após conversão: *1 200 com queima mista*
- Razões que determinaram a conversão: *Ambientais e preço do combustível*

Conversão

- Tecnologia de conversão utilizada: *Transformação em Bi-Fuel com injeção de gás multiponto (Pressão mínima do Gás Natural: 4,5 bar.), com o objetivo de substituir até 70% de fuelóleo por gás natural.*
- Entidade responsável pela conversão: *TecnoVeritas.*
- Trabalhos realizados por: *TecnoVeritas.*
- Alterações no equipamento existente e novos componentes instalados:
No local, montadas válvulas de gás por cilindro, novo sistema de comando e controlo, com regulador eletrónico Woodward, com medição de velocidade e controlo de pressão de gás e de monitorização e segurança (anti-knocking KDS, misfiring KDS, deteção de fugas de gás. Sistema de medição em contínuo de pressão nos cilindros. Sistema integrado de controlo da operação).

Impactos da conversão

- Percentagem de conversão obtida: *Redução de consumo de fuelóleo de 68%.*
- Potência disponível: *Sem alteração quer em queima mista, quer apenas com fuelóleo.*
- Rendimento elétrico: *Sem alteração*
- Consumo de gásóleo: *Não aplicável.*

Calor a recuperar

- Vapor: *Sem alteração*
- Águas quentes: *Sem alteração.*
- Temperatura gases saída motores: *Aumento para 430°C com 70% de gás*
- Temperatura gases saída caldeiras: *Sem alteração.*
- Consumo de lubrificante: *Sem alteração.*
- Consumo de auxiliares: *Sem alteração.*
- Manutenção programada: *Sem alteração.*
- Emissões poluentes: *Redução NOx e aumento dos COV, mas dentro dos valores limite, quando em queima mista.*

Custos de implementação

- Alteração do grupo gerador, incluindo controlo, deteção e proteção *anti-knocking* e *misfiring*; Instalação dos sistemas de supervisão e de deteção de fugas de gás: *75 000€/MWe*
- Equipamentos disponibilizados porque deixaram de ser utilizados: *Não aplicável*

Avaliação global

- *A conversão dos motores de fuelóleo para Bi-Fuel, a queimarem como combustível principal gás natural, foi conseguida, embora com um valor de conversão ligeiramente inferior ao pretendido (68% contra 70% previstos, devido à condição dos motores).*
- *Os motores operaram com os dois combustíveis durante 1200 horas, voltando a trabalhar apenas com o combustível inicial sem problemas.*

Observações

- *Por razões exteriores ao projeto de conversão, o equipamento mantém-se em operação queimando só fuelóleo.*

Porto, 22 de Novembro de 2011



ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E PROMOÇÃO DA COGERAÇÃO

Rua de Salazares, 842 • 4149-002 Porto

Tel. +351 226 153 310

cogen.portugal@cogenportugal.com

www.cogenportugal.com

Esta brochura foi escrita segundo o novo acordo ortográfico.



C O G E N
P O R T U G A L

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA
PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
E PROMOÇÃO DA COGERAÇÃO

www.cogenportugal.com