

**ESTUDO DE
OPTIMIZACIÓN ENERXÉTICA
NO SECTOR CONSERVEIRO
EN GALICIA
2005**



XUNTA DE GALICIA

Depósito Legal: C-568-2005
I.S.B.N. 84-453-4038-7
Imprime: Plana Artes Gráficas, S.L.



Presentación	7
1.- Escenario do sector	11
1.1.-Introdución	11
1.2.-Situación en España	13
1.3.-Situación en Galicia	18
2.- Estrutura e proceso produtivo da industria conserveira.....	23
2.1.-Estrutura da industria conserveira.....	23
2.2.-Procesos produtivos.....	24
3.- Localización dos principais puntos de demanda de enerxía	39
3.1.-Enerxía eléctrica / frío	39
3.2.-Enerxía térmica.....	41
3.3.-Ratios enerxéticas do sector	43
3.4.-Representatividade do estudo.....	47
4.- Aforro enerxético na xeración de vapor.....	51
4.1.-Equipamento por eficiencia.....	51
4.2.-Tratamento da auga de alimentación.....	54
4.3.-Control de nivel modulante para alimentación da auga.....	57
4.4.-Control da combustión	58
4.5.-Substitución de combustibles	66
4.6.-Control de purgas de sales de caldeira e recuperación de calor	67
4.7.-Recuperación de calor nos fumes: turbuladores e economizadores	71
4.8.-Control de saída do vapor	73
5.- Aforro enerxético na distribución de vapor.....	77
5.1.-Fugas de vapor	78
5.2.-Purgadores	83
5.3.-Calorifugado de entubados.....	85
6.- Aforro enerxético nos equipos consumidores de vapor	89
6.1.-Cocción.....	89
6.2.-Esterilización	93
6.3.-Outros	99

7.- Aforro enerxético no consumo eléctrico e xeración de frío	103
7.1.-Facturación eléctrica.....	103
7.2.-Iluminación.....	109
7.3.-Cámaras frigoríficas	116
7.4.-Outras medidas	121
8.- Aforro enerxético no transporte.....	125
9.- Recomendacións prácticas e mantemento enerxético	131
9.1.- O programa de eficiencia enerxética.....	131
9.2.- Mantemento preventivo.....	133
9.3.-Técnicas de mantemento e recomendacións	137
9.3.1.-Refrixeración	137
9.3.2.-Xeración de vapor.....	138
9.3.3.-Distribución de vapor e condensado	139
9.3.4.-Aire comprimido.....	139
9.3.5.-Produción e capacidade da instalación.....	140
9.3.6.-Instrumentación e control	140
10.- Residuos xerados pola industria conserveira.....	143
10.1.-Aplicacións xenéricas.....	143
10.2.-Alternativas para os subprodutos da industria conserveira.....	147
11.- Conclusións.....	151
11.1.-Resultados das auditorías	151
11.2.-Clasificación das melloras por período de retorno.....	156
ANEXO: Coxeración.....	161
I.1.-Estudo dos custos de xeración.....	161
I.2.-Marco retributivo	167
I.3.-Viabilidade técnico-económica da coxeración	173
I.4.-Conclusións.....	180
Unidades e factores de conversión	183
Acrónimos.....	185
Agradecementos.....	186
Bibliografía	187
Catálogo de publicacións.....	188

Presentación

O sector conserveiro é esencial para o sostén da economía galega, e non só polo feito de ser un motor de xeración de emprego, sobre todo feminino, senón pola súa capacidade para adaptarse a un mundo cada día máis globalizado. O novo escenario internacional, artellado a través da aplicación das directrices da Organización Mundial do Comercio, impulsa unha liberalización case que total dos mercados, ó reducir drasticamente os aranceis para os produtos procedentes de nacións en vías de desenvolvemento. Elo obrigou ós empresarios conserveiros a cambiarlos seus métodos de traballo e a explorar novas vías comerciais que fixeran compatible a rendibilidade coa súa presenza mercantil noutras partes do orbe. Para cumprir con estes requisitos e continuar sendo competitivos, os directivos destas industrias transformadoras optaron por unha dinámica de colaboración empresarial e de compra de “marcas” e de plantas de envasado no estranxeiro, coa fin de incrementar e controlar a distribución dos seus produtos en áreas emerxentes como a latinoamericana. No segmento da innovación decidiron apostar pola investigación, o que lles permitiu diversificar a produción conserveira, moi dependente dende sempre do atún. Tamén, e co obxectivo de acadar mellores “ratios” de produción a un menor custo, inxectaron grandes investimentos en material tecnolóxico máis eficiente e competitivo.

Segundo os parámetros dun dos principais teóricos da internacionalización dos mercados, Joseph Stiglitz, o proxecto plasmado polo sector conserveiro galego é un exemplo de globalización positiva porque “é capaz de fomentar sinerxias que garanten nas zonas desfavorecidas a creación de novos postos de traballo, e nas máis evolucionadas e inversoras unha mellora da calidade do emprego, ó requerir máis preparación e especialización nos ámbitos da economía e da innovación.”

Se algo caracteriza ó actual entramado económico é o seu dinamismo e a súa variabilidade. Aspectos que antes parecían nimios para a rendibilidade destas experiencias empresariais como a capacitación enerxética, nestes momentos son un factor cruce. A suba dos prezos do crú, a liberalización dos mercados do gas e da electricidade e os cambios nas esferas económicas e ambientais que está a introducir a aprobación do protocolo de Kioto, fan que o aforro enerxético e o impulso das renovables sexan cruciais para a consolidación destas empresas no mercado global, tanto por cuestións de eficacia empresarial como de imaxe.

A sociedade que estamos a articular é incompatible co dispendio da enerxía e coa destrución do entorno. A promoción do respecto ambiental, xunto co desenvolvemento sostenible, serán dous termos esenciais na definición que se faga do que é un país evolucionado e moderno. Por iso, e polo afán de progresar no campo da innovación, o Instituto Enerxético de Galicia decidiu elaborar este “Estudo de optimización enerxética no sector conserveiro en Galicia”. Este traballo pretende ser unha guía para que estas industrias de transformación revisen e adapten as súas liñas de produción e as súas pautas de comportamento laboral a unha tecnoloxía máis eficiente, pero tamén para que as empresas conserveiras sexan un paradigma en Galicia e no resto do mundo nun eido tan importante como é o da xestión enerxética e ambiental.

INSTITUTO
ENERXÉTICO DE GALICIA

ESCENARIO
DO SECTOR

1.- ESCENARIO DO SECTOR

1.1. Introdución

A industria conserveira engloba todo o proceso produtivo comprendido desde a recepción dos peixes, cefalópodos e mariscos, frescos ou conxelados, ata o empaquetado das latas de conserva en caixas para a súa expedición aos centros de distribución e venda.

Dende o punto de vista enerxético, o proceso principal da industria conserveira divídese en catro fases comúns á maioría das especies e instalacións, aínda que con matices diferenciadores que se tratarán nos seguintes capítulos. Neste senso, distínguese: conservación, cocedura, limpeza-enlatado e esterilización.

Esta industria como tal, sen incluír salgás nin escabeches tradicionais, desenvólvese en España a partir de mediados do século XIX. Nestes primeiros anos céntrase exclusivamente nas conservas de sardiñas, materia prima excesivamente perecedoira que, sen utilización de medios frigoríficos, obrigaba á localización das fábricas preto dos lugares de desembarco da pesca.

O carácter estacional da actividade pesqueira forzaba a infrutilización dos equipamentos industriais, o que, unido ao risco asociado á aleatoriedade das capturas e o baixo custo da man de obra, freaban a realización de grandes investimentos, limitando, deste xeito, o progreso tecnolóxico. Por este motivo, as economías de escala na produción eran pouco significativas, mentres que na subministración da principal materia prima, a sardiña, sucedía o contrario. Pese a que o crecemento das empresas foi limitado o sector tivo un peso importante na economía das zonas costeiras, incluso algunhas veces maioritariamente sobre calquera outro sector.

A mediados do século XX tivo lugar a expansión da pesca de altura e gran altura coa incorporación de frigoríficos nos barcos e factorías, o que favoreceu a desestacionalización do traballo e unha diminución do risco asociado á pesca. Nalgúns países como Francia e Noruega, realizáronse importantes logros na mecanización dos procesos e a introdución de economías de escala. Na industria española non sucede isto nun primeiro momento, debido ao sistema de cotas establecido no período de posguerra que non lles permitía ás empresas ampliaren a súa produción. Como se pode observar no seguinte

cadro, a concentración da produción das maiores empresas do sector diminúe neste período de posguerra.

Indicadores de concentración industrial no sector conserveiro		
Ano	Cota das 5 primeiras empresas (%)	Cota das 10 primeiras empresas (%)
1908	19,59	30,49
1933	47,84	63,88
1944	28,08	41,36
1959	20,82	31,54
1995	48,68	67,32

Fonte: USC (Universidade de Santiago de Compostela). Carmona Badía e Fernández González.

Incídese neste aspecto debido á repercusión que ten aínda no momento actual, e que se plasma na década dos 60 coa liberalización do sector, que evidencia o atraso tecnolóxico, a atomización empresarial, a debilidade financeira e a perda de mercados exteriores que provocara a etapa anterior.

As empresas, na súa maioría de carácter familiar, non tiñan os recursos financeiros precisos para realizaren investimentos en nova maquinaria, instalacións de refrixeración, barcos para pesca de altura para desestacionalizar e realizar promocións en mercados exteriores. Porén, algunhas empresas, si apostaron pola ruptura da tradicional discontinuidade de traballo que impoñía unha especialización sardiñeira, complementada en parte pola utilización secundaria de bonito e mexillón e centraron a súa produción no atún coa utilización de sistemas de refrixeración e conxelación. Outras empresas trataron de facelo cooperativamente a través da provisión colectiva de atún. Estas empresas, non máis de dez, recuperaron as exportacións e están a mostrar un forte dinamismo.

As outras empresas que lograron sobrevivir basean a súa estratexia na diferenciación do produto, cun envasado semiartesanal de especies moi estacionais, dificilmente mecanizables e de elevados prezos, que non teñen cabida nas empresas máis grandes. Outras traballan en colaboración coas grandes, ben nalgunhas destas especialidades ou ben nas súas puntas de produción.

1.2. Situación en España

Como xa se indicou no apartado anterior, a industria conserveira de peixe e marisco é unha actividade fortemente ligada ao sector da pesca e das instalacións frigoríficas. Do primeiro provén a materia prima e o segundo é un servizo necesario para o transporte dalgunhas mercadorías, ademais de empregarse para desvincular o proceso industrial dos vaivéns da pesca, do clima e doutras causas. Cómpre destacar tamén a vinculación co sector metalúrxico, do que provén a chapa utilizada para as latas e outros metais precisos para a fabricación de caldeiras, balsas, autoclaves, entubados de vapor, etc.

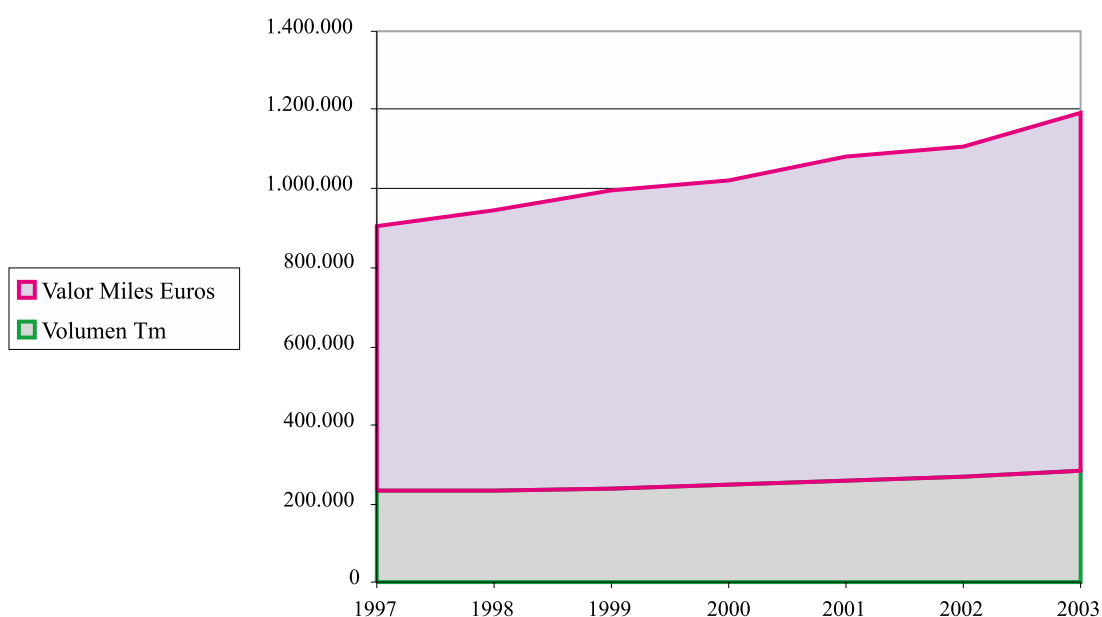
En primeiro lugar analízase a materia prima dispoñible, dado que o peixe ou marisco a enlatar en cada época do ano depende da dispoñibilidade do produto (paros biolóxicos) e do prezo de mercado. Neste senso, hai que destacar que nos últimos anos se vén constatando un descenso das capturas e un aumento do seu valor no mercado, o que significa un encarecemento do produto. Na seguinte táboa recóllense as capturas nos anos 2000 e 2001 e o seu valor.

	Ano 2000		Ano 2001	
	Cantidade (toneladas)	Valor (M€)	Cantidade (toneladas)	Valor (M€)
1.-Para consumo humano	921.782	1.762	928.937	1.850
Peixes de fondo	189.687	513	237.002	640
Pescadas	58.603	195	60.904	136
Peixes planos	42.174	132	38.717	133
Peixe azul	489.488	538	524.344	623
Atúns	267.428	366	285.083	411
Crustáceos	23.755	197	26.055	254
Moluscos	75.168	173	65.370	168
Cefalópodos	59.824	123	53.403	127
Outras especies	101.510	209	76.166	165
2.-Para consumo non humano	8.994	3	996	2
TOTAL	930.777	1.765	929.933	1.852

Fonte: Ministerio de Agricultura, Pesca e Alimentación.

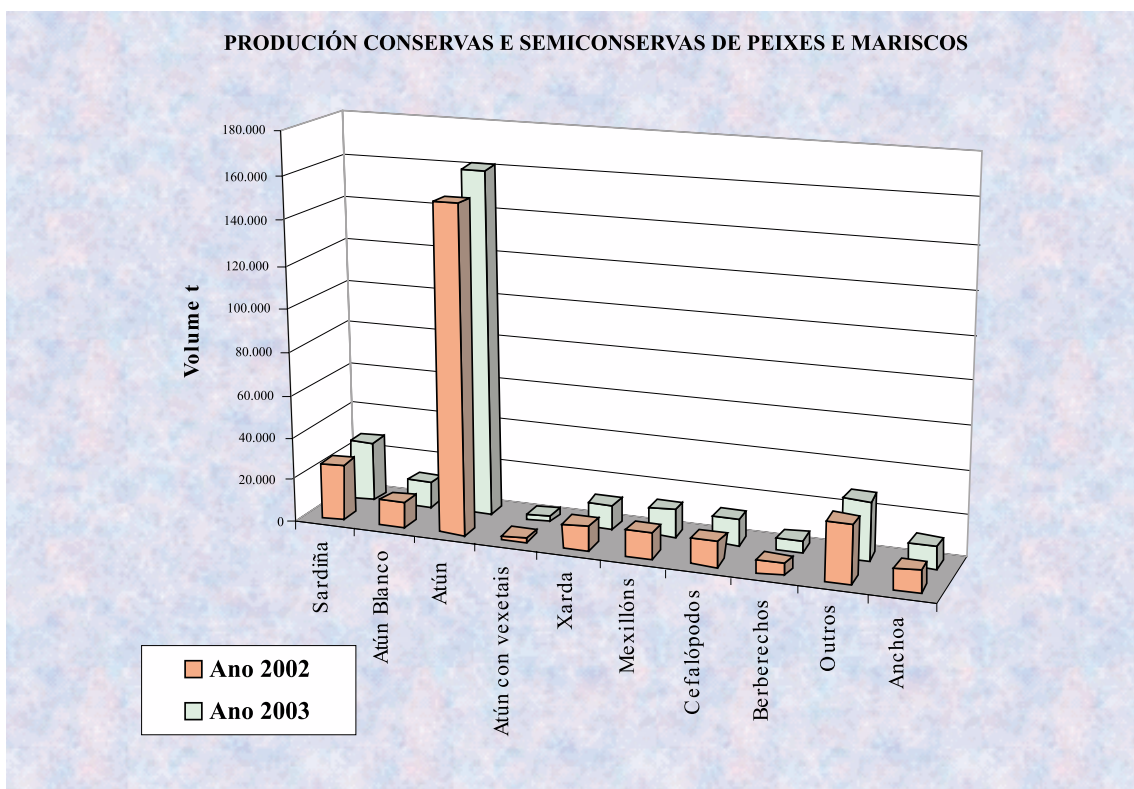
Chama a atención o feito de que mentres as capturas totais de peixe diminúen, a produción de conservas aumentou un 23 % no período 1997-2003, incrementándose tamén o seu valor un 34 %. No seguinte gráfico amósase a evolución da produción nacional de conservas de peixe e marisco no período 1997-2003. Segundo a Asociación Nacional de Fabricantes de Conservas (Anfaco) a produción total no ano 2003 ascendeu a 284.673 t, valoradas en 906 M€

**EVOLUCIÓN DA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA DE CONSERVAS
DE PEIXES E MARISCOS 1997-2003**



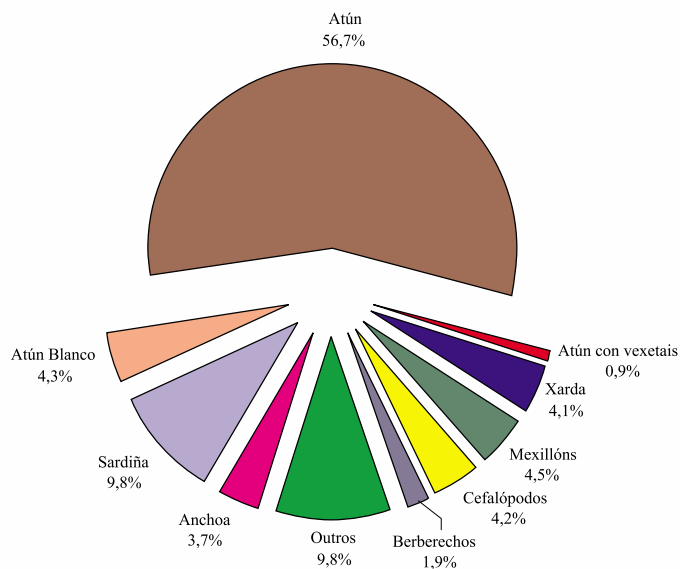
Fonte: ANFACO (Asociación Nacional de Fabricantes de Conservas)

Desagregando por especies a produción de conservas do ano 2003, obsérvase que a maior produción corresponde ao atún, co 56,7 %, seguido das sardiñas, co 9,8 %, e dos mexillóns, co 4,5 %, tal e como se recolle nos seguintes gráficos.

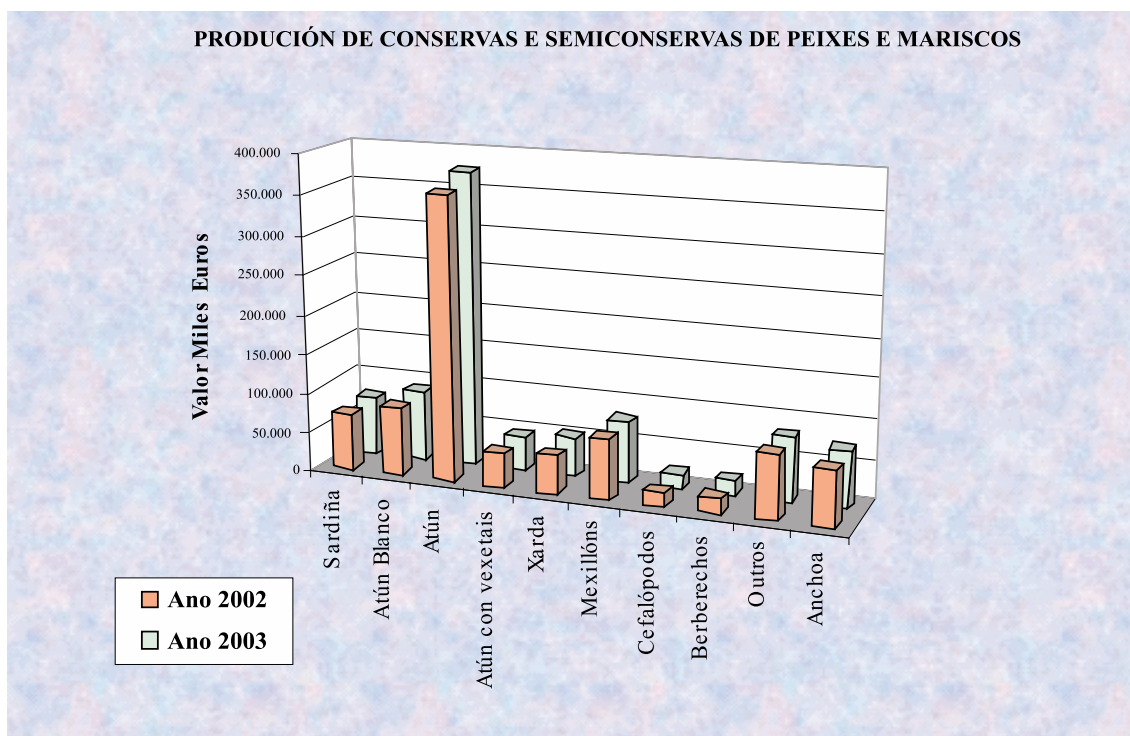


Fonte: ANFACO

**REPARTO DA PRODUCCIÓN DE CONSERVAS E SEMICONSERVAS DE PEIXES E MARISCOS
ANO 2003**

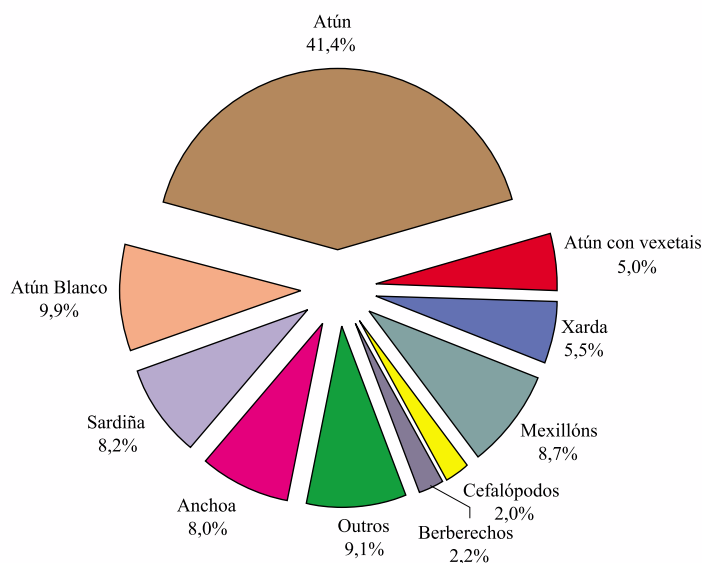


Dado o diferente valor das distintas especies, a valoración económica asociada á produción varía substancialmente respecto a esta, como se observa nos dous seguintes gráficos. Deles conclúese que a especie de maior importancia segue sendo o atún (41,4 %), seguida do atún branco (9,9 %), dos mexillóns (8,7 %) e sardiñas (8,2 %).



Fonte: ANFACO

**VALOR DA PRODUCCIÓN ESPAÑOLA DE CONSERVAS
ANO 2003**



Segundo Anfaco, no ano 2003 existían en España 147 plantas conserveiras que empregaban de forma directa a 15.512 persoas, e xeraban de 2 a 3 de empregos inducidos por cada un directo.

O 41 % da produción de 2003 (46 % do valor) dedícase á exportación, na súa maior parte a outros países da Unión Europea, entre os que destacan Italia e Francia. Non obstante, convén resaltar que as exportacións diminuíron respecto ao ano 2002, mentres que pola contra as importacións aumentaron de maneira importante, tal e como se amosa nos seguintes cadros.

EXPORTACIÓNS ESPAÑOLAS DE PREPARACIÓNS, CONSERVAS E SEMICONSERVAS DE PEIXES E MARISCOS SEGUNDO DESTINOS

	Produción (t)		Valor (Miles Euros)	
	2002	2003	2002	2003
Europa	104.813	103.182	377.196	360.557
Unión Europea	99.935	97.914	356.466	339.277
Resto Europa	4.878	5.268	20.730	21.280
África	5.099	6.284	17.430	19.128
América	7.246	7.048	31.198	29.587
Asia	955	575	4.347	3.402
Oceanía	174	144	1.214	1.071
TOTAL	118.287	117.233	431.385	413.745

FONTE: ANFACO

IMPORTACIÓNES ESPAÑOLAS DE PREPARACIÓNES, CONSERVAS E SEMICONSERVAS DE PEIXES E MARISCOS SEGUNDO ORIGES

	Produción (t)		Valor (Miles Euros)	
	2002	2003	2002	2003
Europa	21.002	19.070	98.010	97.188
Unión Europea	19.620	18.426	92.101	94.101
Resto Europa	1.382	644	5.909	3.087
África	8.115	10.166	24.369	30.226
América	32.660	62.992	93.513	150.158
Asia	14.421	16.237	33.544	32.595
Oceanía	10	3	36	10
TOTAL	76.208	108.468	249.472	310.177

FONTE: ANFACO

1.3. Situación en Galicia

A evolución do sector conserveiro en Galicia é similar á do resto do Estado; de feito, no ano 2003 achegou o 85 % da produción estatal, sendo polo tanto a comunidade autónoma máis representativa. Na actualidade, segundo Anfaco, existen en Galicia 67 industrias conserveiras, o 46 % do total nacional, concentradas case de maneira exclusiva nas provincias de A Coruña e Pontevedra. Cabe destacar que a meirande parte do volume total de produción se centra en só 10 empresas.

ANO 2003	GALICIA	ESPAÑA	%
Produción (t)	241.118	284.673	84,7
Produción (M€)	751,9	905,9	83,0
Nº empregos directos	12.050	15.512	77,6

Fonte: Anfaco

A industria conserveira é un sector con gran tradición e experiencia en Galicia e conta cunha boa imaxe de calidade dos produtos. Galicia é o primeiro produtor de conservas de peixe e marisco de Europa e o terceiro do mundo despois de Tailandia e Estados Unidos.

O emprego é de marcado carácter feminino (70 % dos traballadores) e cun alto índice de temporalidade (traballadores fixos-temporais). Centrándose o 59 % do emprego do sector en empresas de entre 50 e 250 traballadores.

A importancia de Galicia no total nacional supón que as especies transformadas nas conserveiras galegas coincidan na práctica totalidade coas de produción nacional, coa excepción da anchoa. A distribución das especies tamén é moi similar en porcentaxes de produción, diminuíndo algo a presenza do atún e aumentando a de sardiñas e mexillóns, tal e como se deduce da comparación do seguinte cadro cos do apartado anterior.

ESPECIE	VOLUME (%)	VALOR (%)
Atún	49	40
Bonito	5	8
Sardiña	12	10
Mexillón	6	9
Xarda	6	7
Cefalópodos	5	3
Outros peixes	8	12
Varios	9	10

FONTE: CONSELLERÍA DE PESCA E ASUNTOS MARÍTIMOS

O principal custo de produción da industria conserveira galega é o aprovisionamento dos peixes e mariscos. Este supón, no seu conxunto, máis dun terzo dos custos totais, aínda que a súa importancia se reduciu un 7,8 % no período 1990-1998. Séguenlle os gastos en servizos, que corresponden na súa meirande parte á publicidade, os cales subiron un 36,6 % no mesmo período. O resto da materia prima procedente da industria alimentaria (aceites, salsas, produtos conxelados,...) incrementou os seus custos nun 75,4 %, sendo o capítulo que experimentou unha suba máis salientable. En canto ao persoal, cómpre indicar que reduciu o seu peso un 46,7 % nestes anos. Dentro desta estrutura, hai que salientar finalmente que a enerxía representa porcentaxes próximas ao 2 %.

Nos últimos anos, coa axuda dos Fondos Estruturais IFOP, véñense realizando grandes investimentos no sector conserveiro galego, o que permitiu unha modernización e mellora das instalacións produtivas. Estes investimentos contribúen de forma substancial á adaptación do sector conserveiro galego ás novas esixencias en materia de hixiene e de prevención de riscos laborais así como en materia ambiental e, ao mesmo tempo, posibilitan a incorporación dos avances tecnolóxicos a este sector.

Recentemente, as principais empresas conserveiras galegas iniciaron un importante proceso de internacionalización, instalando unidades fabrís en países terceiros (Ecuador, El Salvador, Guatemala, Venezuela, Colombia, Perú e Chile) co propósito de garantir o acceso ás materias primas, reducir os custos de produción e posibilitar a entrada a novos mercados.

ESTRUTURA E PROCESO
PRODUTIVO DA INDUSTRIA
CONSERVEIRA

2.- ESTRUCTURA E PROCESO PRODUCTIVO DA INDUSTRIA CONSERVEIRA

2.1. Estructura da industria conserveira

A principal actividade da industria conserveira, como se desenvolverá no seguinte apartado, inclúe a recepción da materia prima (peixes, moluscos, ...), unhas etapas de preparación (clasificación, lavado, escamadura e evisceración ou escunchadura,...), un proceso de cocción, limpeza e elaboración (fileteado, separación de espiñas,...), para rematar co envasado e a esterilización. Ás veces, segundo o produto, as mesmas operacións poden levarse a cabo en distinto lugar dentro da secuencia, como é o caso da evisceración.

A continuación represéntase en forma de diagrama a estrutura da industria conserveira:

ESTRUTURA DA INDUSTRIA CONSERVEIRA



As industrias asociadas que nalgún caso poden estar integradas, abarcan barcos de pesca, empresas de almacenamento frigorífico, empresas de elaboración de produtos, de xestión de residuos...

A materia prima é o maior custo da industria conserveira, polo que algunhas empresas optan por integrarse cara atrás incorporando os seus propios barcos. Do mesmo xeito, hai empresas que fabrican o seu propio formato de envases.

Para a conservación da materia prima previamente ao seu procesamento empréganse frecuentemente empresas de almacenamento frigorífico.

Así mesmo, do proceso de elaboración obtéñense produtos que se destinan ao enlatado directo, a conxelación, ou a elaboración doutros produtos innovadores e máis elaborados que poden ser tratados na mesma instalación ou noutras específicas.

Os residuos da industria conserveira transfórmanse noutras empresas en produtos, que pode ser usados directamente (fariña de peixe) ou sirvan de base para transformacións posteriores (elaboración de xabón, aceite de peixe , na industria farmacéutica,...).

2.2. Procesos produtivos

Os procesos produtivos na industria conserveira son moi similares, existindo pequenas diferenzas entre uns e outros en función de diversos factores como son a dimensión da empresa, o espazo dispoñible, o tipo de elaboración, o tamaño de lata,... pero, sobre todo, segundo a especie de peixe ou molusco que se vai tratar. Neste senso, pódense distinguir tres procesos ben diferenciados segundo a especie:

- Túnidos e cefalópodos: atún, bonito, xarda, polbo, lura,...
- Sardiñas e similares: sardiña, xurelo,...
- Moluscos: mexillón, ameixa, berberecho, zamburiña,...

A continuación represéntase de forma esquemática o diagrama de fluxo característico de cada un dos grupos sinalados:





Seguidamente descríbese de forma resumida en que consiste cada unha das etapas sinaladas nos diagramas anteriores:

- **Recepción de materias primas e ingredientes:** é o punto de partida do proceso industrial e consiste na chegada dos produtos pesqueiros frescos ou conxelados e doutros ingredientes necesarios para a elaboración das conservas como o aceite, especias,... así como envases metálicos e embalaxes.

Unha vez realizados os controis de entrada, cada produto debe ser almacenado en condicións adecuadas de conservación por un período de tempo que dependerá da carga de traballo e da evolución do mercado. A carga e descarga destes

materiais adoita realizarse mediante carretillas elevadoras eléctricas que non contaminan o ambiente de traballo e as materias primas que se van procesar.



Imaxe do proceso de descarga do atún



Imaxe do proceso de descarga dos mexillóns

- **Procesos previos:** consisten nunha serie de procesos dependentes da especie e destinados a facilitar a cocción. Entrarían dentro desta etapa os seguintes:
 - Traslado** da materia prima á zona de produción, e desconxelación se é necesaria.
 - Descabezamento e evisceración.** Estas operacións teñen por obxecto eliminar a cabeza, as vísceras e outros refugallos que non se incorporan no produto final e que, non obstante, si poderían interferir negativamente no proceso, dificultando a hixiene ou aumentando os consumos enerxéticos. O proceso de eliminación da cabeza, das vísceras e doutros restos depende da especie que se procese, realizándose ben de forma manual (con coitelo) ou ben de forma automática.

No caso dos túnidos, o proceso adoita ser manual, facilitado por rolos transportadores que achegan o túnido a limpar e retiran os produtos e os residuos por cada lado. Realízase despois da cocción debido a que o peixe entra conxelado a esta, polo que resulta máis doado o traballo a posteriori.

Nas especies pequenas (sardiñas, xarda,...) utilízanse máquinas evisceradoras capaces de procesar un elevado número de exemplares por minuto. Nestas máquinas colócase o peixe sobre unha cadea de canelóns e xa a máquina de maneira automática corrixe a posición antes de chegar ao punto de corte, descabezando e eviscerando de forma mecánica mediante rolos ou empregando unha bomba de baleiro.

Nos moluscos este proceso non é preciso. No entanto, fanse outras operacións bastante diferenciadas como son a eliminación do biso no caso dos mexillóns. Estes elimínanse mediante “latiguillos” de goma que os arrancan ao fregarse contra os mexillóns.



Máquina lavadora e separadora de biso de mexillóns.

-Talladura e/ou clasificación por tamaños

Para os túnidos realízase unha clasificación e normalmente unha talladura mediante serras circulares coa intención de dispor de pezas uniformes que faciliten unha cocción homoxénea. No caso dos moluscos, a clasificación por tamaños faise con fins comerciais normalmente despois do proceso de escunchadura, que é posterior á cocción. Nas sardiñas e similares, especies de pequeno tamaño que se comercializan enteiras, tamén se realiza unha clasificación por razóns comerciais, sendo neste caso un paso previo á cocción, que en ocasións se realiza despois da enchedura das latas.



Criba vibratoria para a clasificación por tamaño do mexillón

-Escamadura

Nalgunhas fábricas realízase unha peladura química mediante un baño diluído en NaOH durante uns minutos, eliminándose desta maneira a pel. Utilízase, sobre todo, con túnidos de pequeno tamaño.

-Salmoira

As sardiñas e similares adoitan introducirse en balsas con salmoira para mellorar o seu sabor e alongar a súa conservación.

-Lavado

Ao longo de todos os procesos anteriores vaise realizando un lavado da materia prima mediante duchas de auga de mar limpa ou de auga potable. Adoita facerse mediante duchas ou por inmersión en balsas de desangramento-limpeza.

- **Cocción:**

O obxecto da cocción é a deshidratación parcial do produto, ademais de extraerlle unha parte da graxa e mellorar a súa textura, favorecendo tamén a súa limpeza posterior. A cocción realízase mediante a inmersión en balsas de auga ou ben mediante cocedoiros de vapor. O tempo necesario para a cocción é menor cando se usa un cocedoiro, pero a calidade do produto é maior cando se usan balsas,

sendo ademais menor a mingua do produto. A temperatura de cocción sitúase no en torno dos 100 °C, dependendo o tempo das dimensións e do tipo de peixe ou molusco. Neste último caso, a cocción serve ademais para a apertura das valvas, facilitando a extracción posterior da vianda e adoita realizarse nun breve período de tempo cunha rápida inxección de vapor.

Despois da cocción, o peixe sométese a un arrefriamento co fin de facilitar a escorredura da graxa e darlle unha consistencia que facilite a posterior operación de limpeza sen que se esmigalle e sen riscos de queimadura para as limpadoras. Este arrefriamento pode realizarse simplemente deixándoo a temperatura ambiente, ou regándoo con auga ou ben facéndoo pasar por un túnel con humidade controlada.



Sobre estas liñas, un cocedoiro continuo para luras e chocos. Á dereita, balsas para o cocido en descontinuo de diversos tipos de peixe.



- **Limpeza:**

No caso dos túnidos, como xa se comentou con anterioridade, a eliminación dos restos de vísceras, pel e espiñas é máis doada de realizar despois do proceso de cocción e faise de xeito manual cun coitelo, só apoiado por unha subministración automática do peixe que se vai limpar mediante transportadores de cintas ou rolos. Nos cefalópodos tería lugar ademais a talladura.

No caso das sardiñas e similares esta operación xa se efectuara con anterioridade, tendo lugar a cocción na maioría dos casos dentro das latas.

Finalmente, o paso equivalente para os moluscos sería a separación da vianda da cuncha, o que se pode realizar mediante cintas vibratorias, túneles rotatorios ou pola súa distinta flotabilidade en salmoira.



Cadea semimecanizada de preparación de peixe.

Actualmente existen empresas que, chegado este punto de elaboración, envasan o produto en bolsas de polietileno e o conxelan para a súa venda. Do mesmo xeito, hai conserveiras que compran estas bolsas xa elaboradas, por exemplo, con lombos de atún, e as utilizan de materia prima na súa actividade industrial. Polo momento, a situación máis frecuente é a empresa que realiza todo o ciclo de produción da conserva.

- **Envasado**

O envasado comeza pola introdución do peixe na lata, o que se pode realizar de xeito manual ou automático dependendo de diversos factores como a especie, o tamaño da lata, o volume de produción... Predomina o envasado manual en empresas pequenas que traballen con bivalvos ou sardiña, e o automático nas grandes empresas e na produción de túnidos e cefalópodos.

No envasado manual dispónse de cintas transportadoras que garanten a subministración simultánea de envase e peixe. No envasado mecánico empréganse empacadoras que regulan automaticamente tanto a achega de produto como de envases, sendo regulable a velocidade de operación mediante variadores de frecuencia.

Unha vez cheas as latas, son transportadas en cintas ata a zona de aceitado ou engadido de prebes, onde se completa de xeito totalmente automático a enchedura dos envases con estes produtos, e ás veces mesmo se realiza o seu peche. Noutras ocasións, o peche realízase en máquinas independentes e tamén pode suceder que a adición de aceite se realice antes que a colocación do peixe. Por outra parte, adoitan utilizarse sistemas de control de enchedura que miden e rexeitan as latas fóra das marxes programadas.

É importante que no pechado da lata se realice o baleiro no seu interior, xa que durante a esterilización, ao aumentar a temperatura, sobe a presión no interior do envase, o que pode dar lugar a deformacións se non existe un baleiro que axude a controlar este aumento de presión. Este baleiro conséguese utilizando líquidos de cobertura quentes, ou con lixeiras inxeccións de vapor que, ao arrefriaren, xerarán baleiro. Outra posibilidade é a utilización dunha pechadora ao baleiro.



Máquina pechadora de pequena capacidade

Seguidamente, as latas pasan por un proceso de desengraxado, que consiste no lavado do exterior dos envases mediante inmersión en auga quente con produtos químicos específicos e/ou nunha máquina lavadora continua que emprega chorros de auga quente con ou sen deterxente.

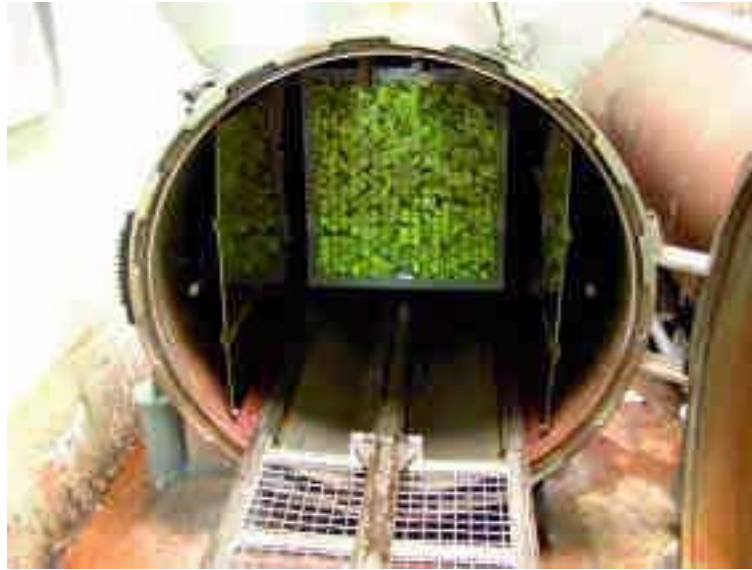
Finalmente, son depositadas en carros para o seu transporte á seguinte etapa.



Desengraxado dos envases

- **Esterilización:**

Os envases son introducidos en autoclaves e sometidos durante un tempo determinado a temperaturas da orde dos 115 °C, co fin de acadar a súa esterilización. O obxectivo fundamental do tratamento térmico é destruír ou inactivar os xermes e bacterias capaces de alterar o alimento, garantindo deste xeito a estabilidade indefinida do produto envasado. Debe ser un proceso rigorosamente controlado, tanto en tempo como en temperatura, xa que un déficit pode provocar a supervivencia destes microorganismos e un exceso destrúe unha gran cantidade de vitaminas do produto alimenticio.



Autoclave para a esterilización

Na maioría das empresas dispónse de autoclaves horizontais que traballan por sobrepresión e de forma descontinua. Dado o importante consumo enerxético que supoñen, e as elevadas posibilidades de optimización, tratarase con detalle o seu funcionamento nos seguintes capítulos.

Finalmente, as latas deben ser arrefriadas a temperatura ambiente de forma coidadosa para evitar a súa deformación ou posibles alteracións na textura da conserva, polo que xeralmente este arrefriamento comeza no interior do autoclave a sobrepresión.

- **Lavado e secado de latas:**

Novamente se realiza un lavado automático dos envases empregando auga quente e deterxente, e realízase un secado posterior na mesma máquina.



Equipo para lavado automático de latas

- **Expedición:**

Finalmente as latas introdúcense en estoxos individual ou agrupadamente, introdúcense en caixas, colócanse en palés e almacénanse á espera da súa distribución. Estes procesos presentan distintos graos de automatización segundo o tamaño da empresa, tendendo cada vez máis a altos graos de mecanización.



Nave onde as conservas se introducen en estoxos e se colocan en palés

LOCALIZACIÓNS
PRINCIPAIS PUNTOS DE
DEMANDA DE ENERXÍA

3.- LOCALIZACIÓN DOS PRINCIPAIS PUNTOS DE DEMANDA DE ENERXÍA

A industria conserveira demanda enerxía eléctrica, térmica e frío. En xeral, a produción de frío é mediante enerxía eléctrica, usando compresores, e só en contados casos se poden ver equipamentos de absorción.

A continuación descríbense os principais equipamentos que demandan algunha destas enerxías.

3.1. Enerxía eléctrica / frío

A enerxía eléctrica procede en xeral da rede de subministración da compañía distribuidora da zona, realizándose a conexión en alta tensión. As empresas de maior tamaño dispoñen tamén de centrais de coxeración, que durante o seu horario de funcionamento teñen capacidade para abastecer a empresa e mesmo para exportar os excedentes de enerxía eléctrica á rede. Os equipamentos de consumo máis destacados son:

- *Cámaras frigoríficas:* como xa se comentou, a produción de frío realízase practicamente en todos os casos mediante ciclos de compresión accionados por enerxía eléctrica. En xeral, resulta pouco interesante o sistema de absorción para as cámaras frigoríficas, xa que para alcanzaren as baixas temperaturas precisas (-18 °C) sería necesario usar como fluído de traballo o amoníaco (R717), o cal encarece a instalación. Dado que a maior parte das conserveiras non traballan en réxime continuo este investimento é difícil de amortizar, resultando de interese unicamente en instalacións que operen con enerxía térmica residual.



Interior de cámara frigorífica

- Cámaras de conservación: aínda que a súa temperatura interior, da orde de 0 °C, é moi superior á das cámaras frigoríficas, a situación é similar ao caso anterior, xa que esta temperatura é demasiado baixa para poder ser acadada con máquinas de absorción de bromuro de litio, que por baixo dos 5 °C teñen rendementos moi pobres. No suposto de poder empregar estes equipamentos, o investimento sería inferior aos de amoníaco, presentando un período de retorno máis curto.
- Iluminación, equipamentos electrónicos e acondicionamento de aire: tanto na planta coma nas oficinas hai un importante consumo de electricidade, que se emprega para a iluminación (lámpadas fluorescentes ou de vapor de mercurio na maioría das instalacións visitadas) así como para outros usos diversos, como o funcionamento dos equipamentos de oficina ou os equipamentos de control da fábrica.
- Bombeo: as motobombas consomen enerxía eléctrica tanto para trasfega de auga coma de fuel óleo.
- Maquinaria: as máquinas enlatadoras, as cintas transportadoras, os guindastres da fábrica e moitos outros equipamentos consomen enerxía eléctrica para o seu

funcionamento. Así mesmo as carretillas transportadoras funcionan impulsadas por enerxía eléctrica dado que os gases dos motores de combustión non son aptos en industrias alimentarias.

- Resistencias eléctricas: empréganse para aplicacións puntuais e de menor relevancia, coma a etiquetaxe, a eliminación de xeo en portas de cámaras frigoríficas, a fluidificación de fluídos de elevada viscosidade,...

3.2. Enerxía térmica

A pesar da importancia do consumo eléctrico, sen lugar a dúbida, o principal consumo enerxético nas industrias conserveiras é a enerxía térmica. A maioría das empresas queiman combustibles fósiles en caldeiras para obter vapor de auga. A presión habitual de traballo varía entre 7 e 10 kg/cm², o cal implica unha temperatura de vapor entre 160 e 180 °C. O combustible máis usual é o fuel óleo, xa que a gran dispersión xeográfica das industrias conserveiras dificulta a chegada da rede de distribución de gas natural ata elas. Os procesos en que se emprega principalmente esta enerxía térmica son os seguintes:

- Cocción: como xa se adiantou no capítulo anterior, lévase a cabo en equipamentos que usan auga (balsas de cocción) ou unha mestura de auga e vapor (cocedoiros), podendo ser o seu funcionamento en réxime continuo ou discontinuo. Ás veces, sobre todo no caso dos equipamentos en continuo, estes están adaptados ao tipo específico de produto que se vai cocer (túnidos, sardínidos, cefalópodos, moluscos...). Trabállase cunha mestura de auga/vapor a uns 110 °C (con variacións segundo o tipo de proceso) ou auga a 100 °C, que se quenta mediante inxección directa de vapor ou mediante intercambiadores de serpentín. Este vapor é xerado en todos os casos mediante caldeiras pirotubulares alimentadas con combustibles fósiles. A cocción supón da orde do 50% do consumo térmico e en moitas empresas non se aproveita correctamente a calor da auga que sae dos cocedoiros, o cal supón unha considerable perda de enerxía.



Cocedoiro en continuo de sardiñas

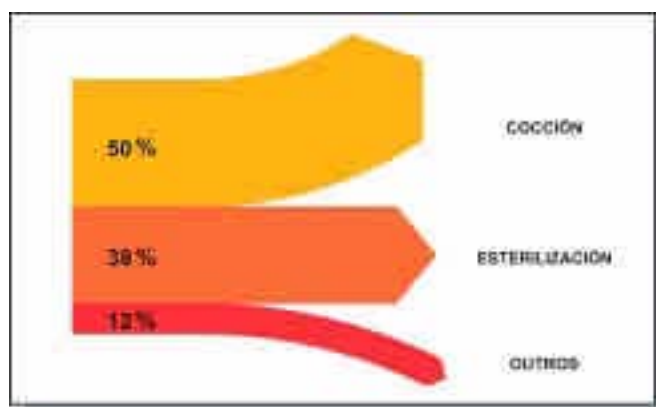
- ***Esterilización:*** é o proceso que se fai a maior temperatura. As latas de conserva, unha vez lavadas, son introducidas en autoclaves, onde se tratan con vapor a unha temperatura non superior aos 140 °C. Os autoclaves máis usados son os de sobrepresión por aire e inxección directa de vapor, o que se traduce en elevadas perdas de auga tratada para caldeira. Rematado o ciclo de esterilización é preciso rebaixar a temperatura das latas, co que de novo se consome un importante caudal de auga, neste caso sen tratamento, para o arrefriamento das latas. O consumo enerxético e de auga pode reducirse substancialmente coa utilización de intercambiadores de calor, tal e como se explicará no capítulo dedicado ao consumo de vapor (capítulo 6). A esterilización require aproximadamente o 38 % da enerxía térmica consumida.



Conxunto de autoclaves para a esterilización

- *Limpeza:* tanto para o lavado de caixas coma nalgúns casos para o lavado das instalacións emprégase auga quente. Nestas situacións, a auga do lavado da planta pode ser auga procedente dos autoclaves, aínda que tamén está moi estendido o uso de auga fría. De igual modo, para desengraxar as latas antes do seu paso polos autoclaves, úsase auga quente con produtos químicos. No conxunto das operacións de limpeza consómese da orde do 12 % da enerxía térmica demandada.

DISTRIBUCIÓN DO CONSUMO DE ENERXÍA TÉRMICA



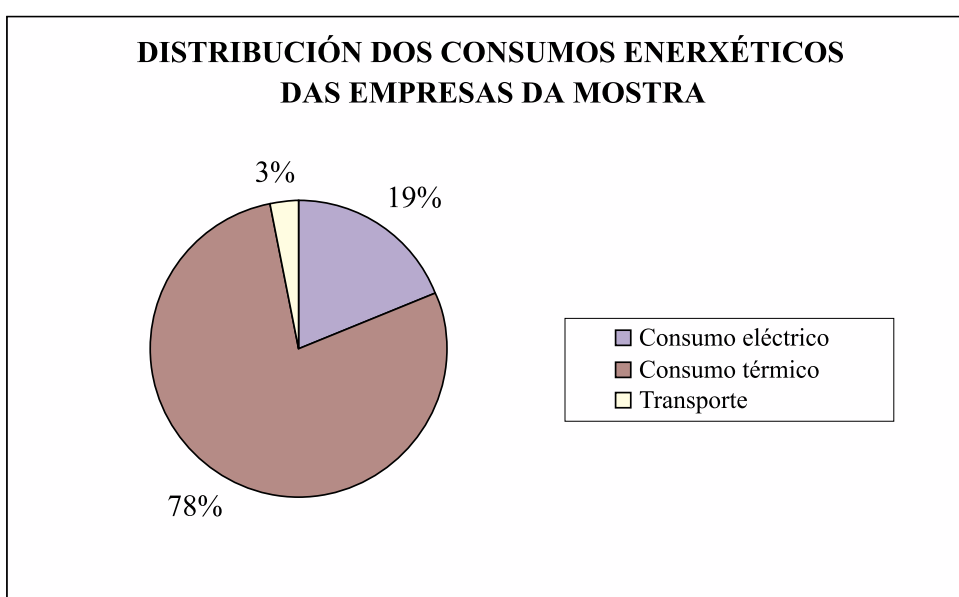
3.3. Ratios enerxéticas do sector

As empresas conserveiras teñen matices diferenciadores que dificultan a posibilidade de obter conclusións xerais do seu conxunto. As industrias visitadas neste estudo dedícanse á elaboración de conservas de diferentes produtos procedentes do mar como túnidos, sardiñas, mexillóns, cefalópodos,... As súas producións varían en función da temporada, xa que hai produtos como o mexillón que só se poden explotar nunha determinada época do ano. Ademais da actividade conserveira, algunhas empresas realizan outras actividades paralelas como a conservación de diferentes produtos en almacén frigorífico ou a produción de electricidade mediante coxeración.

Por outro lado, algunhas empresas conserveiras están realizando un forte investimento en I+D+i coa finalidade de potenciaren a diversificación dos produtos envasados e obtenen incrementos nas marxes comerciais. Nesta liña, estase traballando na explotación doutras especies, como as algas, que habitualmente se mantiñan á marxe da actividade conserveira, así como en novos produtos, por exemplo pratos preparados.

Se a estas características diferenciadoras se lles engade que cada instalación traballa con distintos tipos de conservas, e que as dimensións das instalacións son moi variadas, é doado comprender a dispersión dos valores das ratios de consumo calculadas. Por este motivo, as ratios facilitadas neste apartado deben tomarse unicamente como ordes de magnitude, e en ningún caso como valores obxectivo.

A distribución de consumos enerxéticos obtida no estudo realizado reflíctese a continuación:



Cómpre destacar que a actividade de transporte na maioría das empresas está subcontratada, polo que o dato da gráfica non inclúe a maior parte do consumo nesta actividade.

A nivel enerxético, de xeito xeral, podemos dividir o proceso industrial nas seguintes fases de produción: conservación da materia prima, cocción, esterilización e outras operacións de menor consumo. Na seguinte táboa móstrase unha distribución do consumo enerxético segundo estas fases:

OPERACIÓN	Combustible (%)	Energía eléctrica (%)
Conservación		55
Cocción	50	
Esterilización	38	
Outros	12	
Energía eléctrica (forza e iluminación)		45

Fonte: IDAE

Desta táboa conclúese que o consumo eléctrico se realiza principalmente na actividade de conservación de materias primas e nos equipamentos de forza e iluminación da instalación, mentres que o consumo de tipo térmico se demanda nas actividades de cocción e esterilización.

A continuación preséntase o consumo enerxético específico por tonelada producida nas diversas fases do proceso.

Actividade	Consumo eléctrico (tep*/t)	Consumo térmico (tep/t)	Consumo en transporte e distribución (tep/t)
Conservación	0,018		0,006
Cocción		0,690	
Esterilización		0,524	
Outros		0,166	
Energía eléctrica (Forza)	0,015		
Total	0,033	0,138	0,006

* **tep**: tonelada equivalente de petróleo, enerxía equivalente á producida na combustión dunha tonelada de cru de petróleo.

Sendo o custo medio de cada unidade enerxética o recollido no seguinte cadro:

Tipo de enerxía	Custo medio (€/tep)
Eléctrica	693
Térmica	207
Combustible (para distribución)	612

Dos cadros anteriores dedúcese que o custo económico medio da enerxía necesaria para realizar cada un dos procesos por quilogramo de conserva producida se aproxima aos seguintes valores.

Actividade	Custo do consumo eléctrico (cent€/kg)	Custo do consumo térmico (cent€/kg)	Custo do consumo no transporte e distribución (cent€/kg)
Conservación	1,25		0,37
Cocción		1,43	
Esterilización		1,08	
Outros		0,34	
Enerxía eléctrica (forza)	1,04		
Total	2,29	2,85	0,37

En canto ao consumo de auga, repítese a gran dispersión de valores comentada con anterioridade para o consumo de enerxía, resultando igualmente arriscado indicar uns valores representativos. Como orde de magnitude, obtívose o seguinte valor por tonelada de produto:

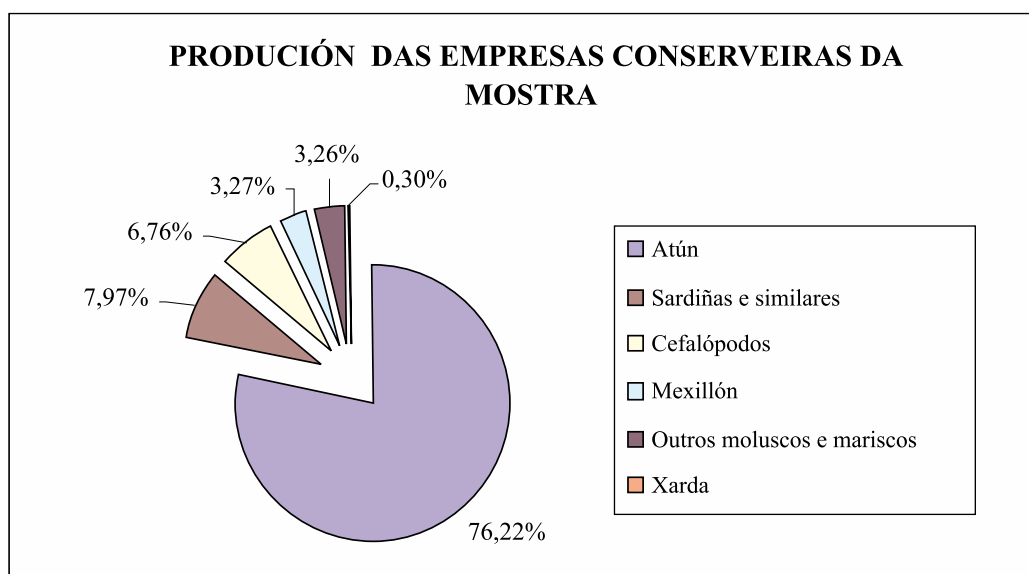
Consumo de auga por tonelada producida (m ³ /t)
13,75

3.4. Representatividade do estudo

O presente estudo parte da realización de 12 auditorías enerxéticas en diversas empresas representativas do sector conserveiro galego e da recompilación de datos precisos doutras 12 fábricas conserveiras. Coa información recollida, realizouse o cálculo de diferentes ratios enerxéticas.

A mostra de empresas tomada para a realización do estudo está lixeiramente desviada cara a empresas de gran tamaño por considerarse que nestas existen maiores oportunidades de aforro enerxético. Porén, tamén se visitaron pequenas empresas para ampliar a representatividade. Así, as empresas consideradas suman no seu conxunto o 75 % da facturación total do sector conserveiro galego e o 76 % da produción.

Atendendo á súa actividade, obsérvase que os principais produtos elaborados polas empresas do estudo son conservas de atún, de sardiñas e moluscos. Na seguinte gráfica reflíctese o volume porcentual de produción de cada un destes produtos dentro da mostra de estudo:



AFO RRO EN ERX TICO NA XERACI N DE VAPO R

4.- AFORRO ENERXÉTICO NA XERACIÓN DE VAPOR

O sector de conservas de peixe ten un peso específico importante na economía da nosa comunidade, tanto en número de empresas coma en emprego xerado, en facturación e en valor engadido. Para garantir a competitividade e continuidade deste sector é fundamental unha redución continua dos custos, entre os que se atopa a enerxía.

As actuacións en aforro enerxético non son só importantes dende o punto de vista económico senón que, ademais, inciden no aspecto ambiental, máis aínda cando a maioría destas empresas empregan fuel óleo nos seus procesos de xeración de calor.

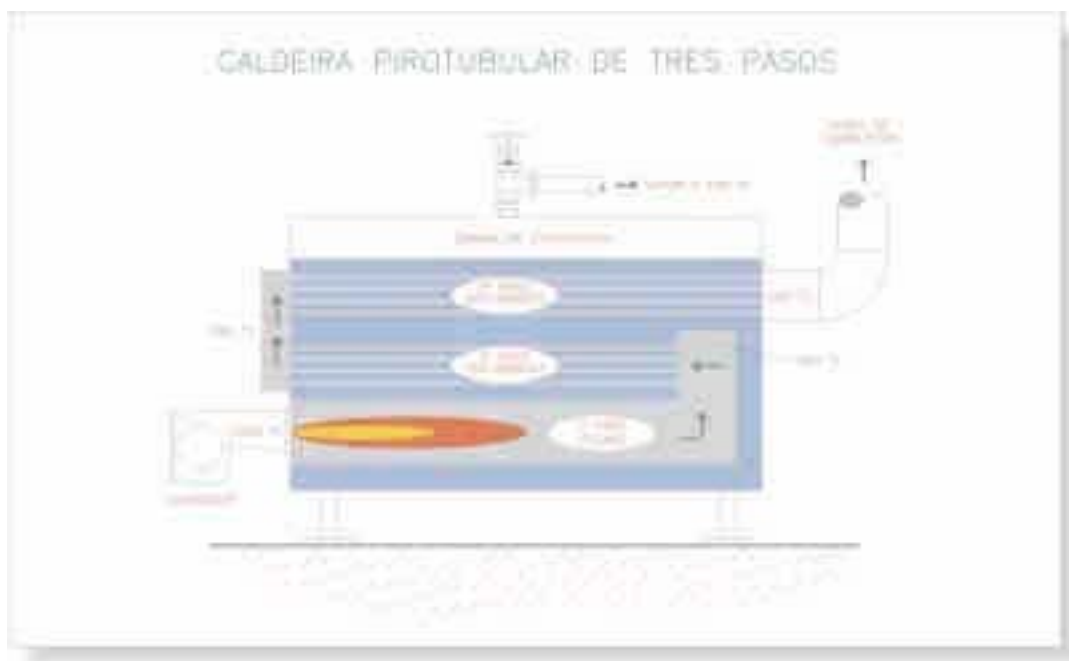
Con base nas auditorías enerxéticas realizadas no sector, neste capítulo e nos seguintes preséntanse unha serie de melloras de deseño e operación co obxecto de optimizar o consumo enerxético destas instalacións. Propóñense melloras relacionadas coas principais instalacións e equipamentos de consumo de enerxía. Convén salientar que o proceso de concentración da produción en empresas de maior envergadura que se está a materializar, permite que sistemas de aproveitamento de enerxía custosos para empresas de pouco consumo sexan de grande rendibilidade para estes novos complexos industriais.

4.1. Equipamento por eficiencia

A xeración de vapor na industria conserveira realízase mediante caldeiras pirotubulares, na maior parte das ocasións alimentadas por fuel óleo, e en moitos casos anticuadas. Á hora de renovar ou mercar unha caldeira deste tipo, deben considerarse, de cara á súa lonxevidade e á súa eficiencia enerxética (principal factor para minimizar o custo final de xeración do vapor), as seguintes recomendacións básicas:

- Que os fogares interiores, onde se forma a chama, sexan ondulados en toda a súa lonxitude. Esta ondulación reforza de maneira importante os condutos polos que circulan os gases de combustión, permitindo a súa imprescindible dilatación, que é diferente á do resto da caldeira e aumentando a superficie de intercambio de calor.

- Que teña tres pasos de fumes, o primeiro a través do fogar, e os restantes a través dos tubos de fume. As caldeiras que se fabrican con dous pasos (o do fogar e o dos tubos de fume) teñen un rendemento máis baixo debido á menor superficie de intercambio, e envellecen máis rápido por estaren sometidas a unha maior carga térmica.



Elaboración Inega

Exemplo: Diferenza de rendemento entre unha caldeira de dous e outra de tres pasos.

A mellora de rendemento dunha caldeira de tres pasos de fumes respecto a unha de dous pasos é de, polo menos, un 4 %. Así, para unha caldeira de produción de 4.000 kg/h que consuma 625 toneladas de fuel óleo por ano o aforro acadado é de 25 t de fuel óleo, valoradas nuns 5.000 €. A diferenza no investimento da caldeira estímase nuns 8.000 € polo que o período de retorno do sobreinvestimento se sitúa en 1,6 anos, sendo a vida útil da instalación superior a 15 anos.

Sobreinvestimento	Aforro de combustible	Aforro económico	Amortización
8.000 €	25 t/ano	5.000 €/ano	1,6 anos

- Que teñan dous fogares (cun queimador en cada fogar) a partir dunha determinada potencia, normalmente, de 20 t/h de vapor en adiante. Neste tipo de caldeiras, un só fogar obrigaría a utilizar diámetros moi grandes de caldeira que dificultarían as transmisións de calor e lonxitudes de chama excesivamente longas que producirían elevadas cargas térmicas elevadas, provocando envellecemento prematuro da caldeira.
- Que non teñan peches de estanquidade de gran tamaño na cámara de auga, xa que provocan frecuentes fugas, difíciles de reparar, e de mantemento moi complicado.

Cando se merca unha caldeira é aconsellable ter presente o seu rendemento, xa que son equipamentos cunha vida útil duns 20 anos e unha mala adquisición condiciona a eficiencia enerxética e, polo tanto, a competitividade da instalación.

Afondando nos últimos avances tecnolóxicos na xeración de vapor en canto ao deseño mecánico das caldeiras, non cabe mencionar avances importantes aplicables no rango de potencias empregadas nas industrias conserveiras, xa que se trata dun equipamento experimentado nos seus aspectos esenciais, como son: materiais, circulación interna de fluídos e equipamentos auxiliares. Non obstante, si son destacables os logros nos sistemas de telexestión, con utilización de apoios informáticos para a regulación e optimización do funcionamento das caldeiras.

Estas funcións pódense clasificar en tres fases:

- Adquisición de datos
- Transmisión da información
- Tratamento da información.

Pódense conseguir grandes avances nas tres fases xa que hai tecnoloxía dispoñible a un prezo razoable. Así, por exemplo, é posible incorporar unha sonda de óxido de circonio, que realiza a medición dos gases de combustión e transmite os sinais a un analizador continuo, sendo posible envialo a un sistema de regulación de queimadores, que o procesa e optimiza directamente a combustión.

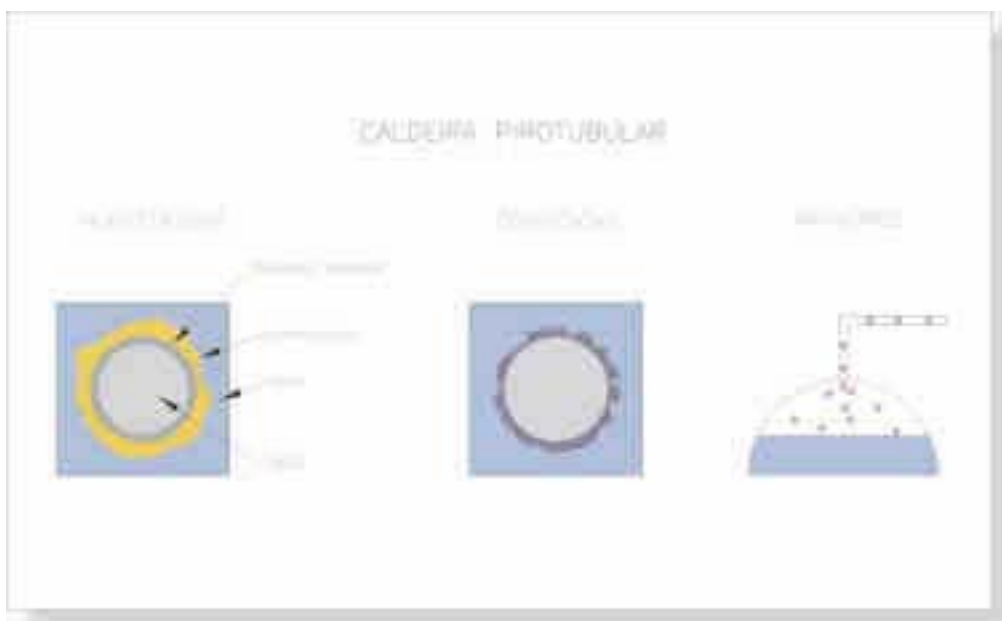
Nos seguintes apartados deste capítulo desenvólvense equipamentos que non por seren máis coñecidos deixan de ter interese para conseguir unha optimización real no proceso de xeración de vapor e que se enumeran a continuación.

- Tratamento da auga de alimentación.
- Control do nivel modulante para alimentación da auga.
- Control das purgas de sales de caldeira e recuperación da calor das mesmas purgas.
- Control da saída de vapor
- Control da combustión
- Recuperación da calor nos fumes de combustión: turbuladores e economizadores

4.2. Tratamento da auga de alimentación e retorno de condensados

A auga da traída, pozos ou calquera outra fonte trae unha serie de impurezas que deben ser depuradas antes da súa utilización no proceso de xeración de vapor polos seguintes motivos:

- Minimizar a corrosión na caldeira, no sistema de distribución do vapor e no sistema de retorno de condensados.
- Evitar a formación de incrustacións na caldeira que prexudicarán o intercambio de calor.
- Minimizar a formación de espumas e arrastres de auga de caldeira co vapor, co fin de obter un vapor limpo e seco.



As principais técnicas de tratamento da auga son as seguintes:

- Redución do nivel de sólidos disolvidos por desmineralización, osmose inversa.
- Eliminación térmica ou química do osíxeno para evitar oxidacións e bolsas de gases (malos condutores da calor).
- Química para evitar incrustacións.
- Química para manter condicións un pouco alcalinas e prever a corrosión.

A natureza do consumo de vapor preciso na industria conserveira permite traballar nunha alta porcentaxe con intercambiadores de calor, e por tanto, retornar o vapor condensado ao tanque de alimentación á caldeira. Este proceso é importante dado que, ao empregar a auga en circuíto cerrado, se minimiza a chegada de auga nova precisa e, por tanto, redúcese o custo do seu pretratamento. A auga condensada segue sendo apta para un novo ciclo; unicamente é preciso eliminar os gases disolvidos. Esta operación realízase principalmente por eliminación térmica, isto é, ao elevar a temperatura da auga o contido de osíxeno disolvido redúcese. A elevación de temperatura do tanque de alimentación faise aproveitando a calor dispoñible do propio condensado e adicionalmente, en ocasións, inxéctase vapor vivo procedente da caldeira.

En función do volume de condensados retornados e da temperatura acadada no tanque de alimentación á caldeira débese de prestar atención aos seguintes aspectos:

- En todos os casos se debe realizar unha adecuada mestura do retorno de condensado e da auga de chegada, evitando que a enerxía térmica dispoñible no condensado se disipe en forma de revaporizado como venteo á atmosfera.

Segundo a importancia do condensado, bastará cunha adecuada disposición dos entubados de entrada e condensado, terminando en tramo horizontal de xeito que se produza unha boa laminación que favoreza o intercambio de calor, ou deberá pensarse nun cabezal mesturador e desaireador que permita chegar a 95 °C nun tanque atmosférico.

RETORNO DE CONDENSADOS AO TANQUE DE ALIMENTACIÓN



- Instalación dun tanque de alimentación presurizado ou desgasificador que garanta a eliminación do osíxeno da auga por control térmico e que permita que a auga de alimentación supere os 100 °C sen causar problemas de cavitación nas bombas, ebulicións e movementos do tanque.
- Para procesos cun elevado consumo de vapor próximos á sala de caldeiras, é axeitado dispor dun equipamento de reinxección do condensado a presión directamente á caldeira. As vantaxes destes equipamentos son:
 - Anulación dos escapes de revaporizado á atmosfera.
 - Reciclaxe e recuperación das fugas de vapor nos purgadores.
 - Eliminación das perdas de auga tratada por revaporizado.
 - Redución da absorción de osíxeno polos condensados.
 - Mellora da estabilidade de presión de vapor da caldeira ao entrar auga a maior temperatura.
 - Posibilidade dun maior aproveitamento doutros efluentes térmicos a menor temperatura.

A instalación para a inxección directa á caldeira consta dun recipiente receptor de condensados, dúas electrobombas multietapa (unha en *by-pass*), válvulas e accesorios, sistema de regulación automática e dispositivos de sinalización.

Exemplo: Reinxección dos condensados á caldeira

Nunha industria conserveira de tamaño medio-grande dispónse de dúas caldeiras pirotubulares para a produción de vapor a 9 bar con capacidade total de 17.000 kg/h e un consumo anual de 1.759 t de fuel óleo.

Supoñendo que o 50 % do vapor xerado se recupera como condensado, o aforro pola reinxección directa a unha das caldeiras deste condensado equivale a 62 t de fuel óleo/ano valorados ao prezo actual (0,2 €/kg) en 12.430 €/ano.

O investimento necesario para levar a cabo toda a instalación de reinxección dos condensados ascende a 55.000 €, polo que o período de retorno do investimento sería duns 4,4 anos (este período reduciríase para prezos do fuel óleo superiores ao considerado).

Investimento	Aforro de combustible	Aforro económico	Amortización
55.000 €	62 t/ano	12.430 €/ano	4,4 anos

Débase destacar que canto maior sexa a cantidade de condensado xerado, máis rendible é este tipo de instalación. A empresa considerada neste exemplo ten un funcionamento anual de 4.000 h; se traballase 8.000 h o período de retorno do investimento baixaría a 2,2 anos.

4.3. Control de nivel modulante para alimentación de auga

O nivel de auga no interior dunha caldeira débese manter entre uns valores límite. Se o nivel baixa do límite inferior os entubados pódense requeutar por riba da resistencia do aceiro. Se, pola contra, o nivel da auga supera o límite superior existe risco de arrastre da auga co vapor que se está a enviar a proceso. Nas caldeiras antigas cando a evaporación reducía o nivel da auga por debaixo dun valor programado, poñíase en funcionamento a bomba e inxectábase auga ata chegar ao nivel programado. Esta incorporación brusca de auga a menor temperatura da interior rompe o equilibrio auga-vapor da caldeira, facendo

que parte do vapor recén xerado condense e provoque néboa, polo que o vapor enviado a proceso irá empapado de auga, e transportará unha menor enerxía.

Os controis modulantes do sistema de achega de auga á caldeira regulan a súa entrada de xeito case continuo, impedindo que se rompa o equilibrio interior e presentando, polo tanto, as seguintes vantaxes respecto a un control todo/nada:

- Presión e caudal de vapor máis estable
- Maior eficiencia na operación do queimador
- Menor fatiga térmica sobre a parede da caldeira
- Menor arrastre de auga co vapor

Por todos estes motivos é recomendable a instalación destes controis modulantes, sendo imprescindible en caldeiras con producións superiores a 5.000 kg/h. Hai que salientar, finalmente, que en salas con varias caldeiras se pode implementar unha estación central de bombeo.

4.4. Control da combustión

Pola experiencia adquirida neste campo, pódese afirmar que as principais causas que diminúen o rendemento das caldeiras son as seguintes:

- Exceso de O₂ na combustión.
- Exceso da temperatura de saída de fumes pola cheminea.

O exceso de osíxeno corríxese regulando correctamente a entrada de aire no queimador, mentres que o exceso de temperaturas da saída de fumes se pode solucionar instalando un “turbulador”, limpando a sucidade ou regulando o tiro da cheminea.

Para manter un adecuado rendemento dos xeradores de vapor débense realizar controis periódicos (polo menos trimestrais) dos parámetros da combustión. Ademais do control da combustión, é moi importante a aplicación do programa de mantemento preventivo que se detalla a continuación, dependendo, en todo caso, do tipo de caldeira e das recomendacións particulares do fabricante:

Purga de niveis.....	Diaria
Revisión de queimadores.....	Semanal
Anotación consumo eléctrico motor queimador.....	Mensual
Disparo manual de válvulas de seguridade.....	Semanal
Limpeza de entubados.....	Mensual
Revisión de bombas e ventiladores.....	Mensual
Revisión de instrumentación.....	Mensual
Inspección do illamento da caldeira.....	Trimestral
Verificación inexistencia de fugas.....	Semestral
Inspeccións e probas regulamentarias.....	Anual



Caldeira de fuel nunha industria conserveira.

Máis información sobre combustión en caldeiras:

A combustión é un conxunto de reaccións químicas exotérmicas que se producen entre as substancias combustibles (carbono e hidróxeno, principalmente) e o comburente (osíxeno). O control sobre as devanditas reaccións trata de lograr o máximo aproveitamento da calor desprendida e, como obxectivo secundario, obter un determinado tipo de chama para certas aplicacións (caso dos sopretes para chamuscado).

Como produto de combustión obtense, basicamente, CO_2 , H_2O e, procedente do aire de combustión, nitróxeno (N_2).

Tipos de combustión

- *Neutra ou estequiométrica*: prodúcese cando se achega o osíxeno (aire) estritamente necesario para queimar o combustible:
 - É practicamente imposible a súa realización pola imperfecta mestura de aire-combustible
 - Poden aparecer inqueimados (feluxe) que son arrastrados polos gases, ennegrecéndoos.
 - A porcentaxe de CO_2 en fumes é máxima.

- *Incompleta*: prodúcese cando se achega aire insuficiente.
 - Aparecen máis inqueimados e monóxido de carbono (CO), gas que a certas concentracións é venenoso
 - O ennegrecemento do fume é elevado pola presenza de inqueimados
 - A porcentaxe de CO_2 en fumes diminúe.

- *Completa*: prodúcese cando se achega maior cantidade de aire que na combustión neutra e a mestura é idónea.
 - Non hai inqueimado
 - O ennegrecemento do fume é nulo.
 - A porcentaxe de CO_2 diminúe ao ser diluído nun maior caudal de gases e aparece O_2 sobrante.

- *Imperfecta*: prodúcese cando se achega aire en exceso pero a combustión non é completa. Detéctase pola presenza de inqueimados sólidos debidos a:
 - Combustible mal pulverizado
 - Mestura imperfecta aire-combustible.
 - Caudal de aire mal repartido.
 - Chama mal centrada ou fría.

Aparece nos fumes O_2 e o ennegrecemento é baixo. Este tipo de combustión é a que se produce nas caldeiras.

Eficiencia na combustión

A eficiencia na combustión será máxima cando as perdas sexan mínimas, para o que hai que actuar procurando unha combustión o máis perfecta posible.

As perdas principais concéntranse en:

-*Calor sensible dos gases.* Son máis elevadas segundo aumenta o exceso de aire (menor porcentaxe de CO₂ en gases) e a temperatura de saída de gases.

-*Calor latente dos gases con combustibles sólidos e líquidos.* Aumentan coa presenza de inqueimados gasosos (principalmente CO), consecuencia dun defecto de aire ou dun mal reparto deste.

-*Calor sensible en cinzas.* Son practicamente inevitables.

-*Calor latente en cinzas con combustibles líquidos e gasosos.* Débense a inqueimados sólidos.

Para minimizar as perdas débense corrixir as causas influentes:

1.- Exceso de aire: o mantemento da correcta relación aire-combustible é o factor máis importante na eficiencia da combustión. O aire en exceso sobre o requirido para unha combustión completa, aumenta a perda por calor sensible en fumes e reduce a temperatura da chama.

Para controlar este exceso de aire mídese a porcentaxe de CO₂ ou de O₂ dos fumes, de forma que a maior CO₂ menor exceso de aire, e a maior O₂ maior exceso de aire. Os valores correctos de CO₂ ou de O₂ dos gases de combustión dependen de: tipo de combustible empregado e tamaño deste, no caso dos sólidos; tipo de equipamento de combustión empregado; tipo do fogar da caldeira... De todas formas, e a título orientativo é válida a seguinte táboa:

Combustible	Exceso de aire (%)	CO ₂ (%)
C. líquido	15-25	14-12
C. gasoso	5-15	10-8
Carbón	30-50	17-13
Madeira	40-70	16-11

2.-*Defecto de aire*: a combustión con defecto de aire debe ser evitada sempre, pois dá lugar á aparición de inqueimados (principalmente CO) e crea depósitos de feluxe nas superficies de intercambio de calor que reducen a transferencia térmica, orixinando ademais obstrucións nos condutos.

A medida de opacidade nos gases permite determinar o grao de inqueimados na combustión. O índice opacimétrico na escala de Bacharach debe manterse en valores 1 e 2, non superando en ningún caso o valor 3. A graduación, segundo as características da combustión e a produción de feluxe, é a seguinte:

IB (*)	Combustión	Feluxe producida
1	Excelente	Inapreciable
2	Boa	Lixeiros. Non aumenta a temperatura de fumes apreciablemente
3	Mediana	Hai certa cantidade. Requírese limpeza unha vez ao ano.
4	Pobre	Condicións límite. Limpeza frecuente
5	Moi pobre	Moita feluxe e moi pesada

(*) IB = Índice de Bacharach

Cabe salientar que é frecuente a utilización doutro tipo de escalas similares como as que realizan a clasificación en dez valores, do 0 ao 9.

3.-*Temperatura de fumes excesivamente alta*: a temperatura dos gases, como o exceso do aire, varía en función de cal sexa o equipamento que se emprega. Hai que atender ás especificacións do fabricante, pero como norma podemos dicir que non debe superar en máis de 50 °C a temperatura do vapor. No caso de instalar un economizador, por exemplo para prequentar a auga de alimentación á caldeira, a temperatura dos fumes deixa de estar limitada pola temperatura do vapor e deberá atender a razóns do tiro da cheminea e temperaturas do orballo dos produtos da combustión (isto é, temperatura por debaixo da cal precipitan os diferentes compoñentes dos fumes, con especial atención ao SO₂ polas súas características altamente corrosivas), non recomendándose baixar dos 170 °C para evitar problemas de corrosión.

Unha temperatura de fumes alta pode ser debida a:

- Exceso de tiro.
- Sucidade nas superficies de intercambio de calor.
- Deterioración da cámara de combustión.
- Equipo de combustión desaxustado.
- Cámara de combustión mal deseñada.

A continuación, recóllese unha táboa que indica as perdas por cheminea en función da temperatura de saída dos fumes e da porcentaxe de exceso de aire para o gasóleo C. É doado atopar completas táboas deste tipo para os diversos combustibles.

O ₂	CO ₂ +SO ₂	Aire exceso	Gases	Perdas en gases de combustión (%) en función de: (temp. gases – temp. ambiente)(°C)			
				100	160	220	280
(%)	(%)	(por un)	(kg/kg)				
0,00	16,45	1,00	14,17	3,7	6,0	8,3	10,7
2,00	14,87	1,10	15,49	4,1	6,6	9,1	11,7
4,00	13,30	1,22	17,13	4,5	7,2	10,0	13,2
6,00	11,72	1,38	19,21	5,0	8,1	11,2	14,3
8,00	10,14	1,58	21,94	5,7	9,2	12,7	16,3
10,00	8,57	1,87	25,66	6,6	10,7	14,8	19,0
12,00	6,99	2,28	31,07	8,0	12,9	17,9	22,9
14,00	5,41	2,93	39,63	10,2	16,4	22,7	29,0

Parámetros da combustión de fuel óleo

4.-Baixa proporción CO₂: pode ser debida a:

- Exceso ou defecto de aire
- Falta de estanquidade na cámara de combustión
- Exceso de tiro
- Chama desaxustada
- Queimador actuando en períodos de tempo curtos ou mal regulado
- Boca de pulverización deteriorada ou sucia
- Mala atomización
- O queimador non é apropiado para o combustible empregado

5.-Fumes opacos: as concentracións de CO non deben exceder das 400 ppm (0,04 %), valor especificado nalgúns lexislacións. Poden ser debidos a:

- Defecto de aire
- Mestura non homoxénea de combustible e aire
- Mal deseño ou axuste da cámara de combustión.
- Chama incidindo en superficies frías

6.-Outros puntos de interese:

- Adecuada regulación do traballo en instalacións con varias caldeiras para que traballen cun rendemento o máis preto posible ao óptimo.
- Comprobar que a caldeira non traballa a unha presión excesiva innecesaria para o proceso.
- En pulverizadores de fuel, debe comprobarse que a temperatura de chegada deste é a que proporciona os parámetros de viscosidade idóneos para unha adecuada pulverización. Segundo o tipo de queimador fanse dúas distincións, para queimadores de atomización a presión recoméndanse temperaturas de fuel óleo da orde de 115-120 °C, mentres que para queimadores de copa rotativa temperaturas de 60-70 °C.
- Control de purgas: se estas son excesivas, poden ser debidas a un mal tratamento da auga de entrada.

Exemplo:

Nunha empresa hai dúas caldeiras de fuel óleo para a xeración de vapor saturado a 8 bar (170 °C). Realizada unha análise dos gases de combustión das mesmas resulta:

Caldeira I:

T ^a de saída dos fumes	190 °C
Temperatura ambiente	30 °C
Presenza de O ₂ en fumes	8 %

Caldeira II:

T ^a de saída dos fumes	250 °C
Temperatura ambiente	30 °C
Presenza de O ₂ en fumes	4 %

Da análise das medicións anteriores dedúcese que a caldeira I traballa con exceso de aire e a caldeira II cunha temperatura de saída de fumes excesivamente alta. A continuación calcúlase, utilizando a táboa “Parámetros da combustión de fuel óleo” facilitada no punto 3, a perda de rendemento en cada un dos casos:

Caldeira I: O exceso de aire recomendado para un combustible líquido é entre un 15 e un 25 %, equivalente para o fuel óleo aproximadamente a un 4 % de O₂ en fumes, polo tanto:

- Perdas por cheminea para un 8 % de O₂: 9,2 %
- Perdas por cheminea para un 4 % de O₂: 7,2 %

- O resto de perdas equivalen a un 5 %; polo tanto, a perda de rendemento debido ao exceso de osíxeno é:

$$\left(1 - \frac{100 - 9,2 - 5}{100 - 7,2 - 5}\right) \cdot 100 = 2,28 \%$$

Caldeira II:

A temperatura de saída de fumes recomendada para xerar vapor a 8 bar (170 °C) é de 200-210 °C, polo tanto:

- Perdas por cheminea para un (250-30) °C: 10,0 %
- Perdas por cheminea para un (210-30) °C: 8,2 %
- O resto de perdas equivalen a un 5 %, polo tanto, a perda de rendemento debido á elevada temperatura dos fumes de saída é:

$$\left(1 - \frac{100 - 10,0 - 5}{100 - 8,2 - 5}\right) \cdot 100 = 2,07 \%$$

Exemplo: Perda de rendemento por exceso de aire

Nunha industria conserveira de tamaño medio emprégase para a xeración de vapor unha caldeira de fuel BIA* de 4.500 kW. O consumo anual de fuel nesta caldeira ascende a 860 toneladas, valoradas en 149.512 €. Realizada a medición dos gases de cheminea, observouse que a caldeira traballa cun importante exceso de aire provocando unha perda de rendemento do 3,4 %. Para corrixir esta situación, chega con axustar a entrada de aire no queimador, reducindo o citado exceso.

A continuación resúmense os parámetros económicos deste investimento:

Investimento	Aforro de combustible	Aforro económico	Amortización
300 €/ano	28,3 t/ano	4.920 €/ano	Inmediata

Polo tanto, recoméndase facer regularmente análises dos gases de combustión para evitar no sucesivo desviacións do punto óptimo de funcionamento.

(*) Fuel BIA = Fuel con baixo índice de xofre

4.5. Substitución de combustibles

O desenvolvemento da rede de gas natural en Galicia posibilitará a substitución do consumo de gasóleo C e fuel óleo por gas natural nalgunhas industrias conserveiras.

O gas natural é unha fonte de enerxía pouco contaminante polas súas baixas emisións de dióxido de carbono en comparación con outros combustibles fósiles. Conta, ademais, cun alto poder calorífico, un prezo competitivo e un contido en xofre practicamente nulo.

Vantaxes que presenta a substitución de gasóleo C ou fuel óleo por gas natural:

- *Aforro enerxético*: maior rendemento dos equipamentos de gas natural debido a unha mellor mestura co aire de combustión e ao aproveitamento dos gases de escape ata temperaturas máis baixas.
- *Aforro económico*: o prezo do gas natural é, en xeral, inferior ao do gasóleo e, en moitos casos, tamén ao do fuel óleo.
- *Vantaxes medioambientais*: práctica eliminación das emisións de SO₂ e redución das de CO₂.
- *Redución do custo de mantemento* da instalación.

No caso de que unha industria conserveira conte cunha caldeira de vapor que utilice como combustible gasóleo C, e teña a posibilidade de dispor de gas natural, recoméndase analizar a súa substitución, que consistirá no cambio do queimador ou da caldeira completa. Para facilitar a toma de decisión é necesario realizar con anterioridade unha análise técnico-económica que determine a viabilidade da substitución.

Exemplo: Cambio de gasóleo a gas natural

A continuación, e a modo de exemplo, compáranse os custos, rendementos e consumos dunha substitución de combustibles nunha instalación:

	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN PROPOSTA
Combustible	Gasóleo	Gas natural
Rendemento	85%	93,5%
Consumo (kWh/ano)	728.488	662.262
Custo unitario (cent€/kWh)	3,44	2,36 ^(*)
Custo total (€/ano)	25.060	15.629

(*) Considerouse o prezo do gas natural segundo a tarifa 3.4 publicada no B.O.E. 12/07/03, considerando proporcionalmente o termo fixo

Con base nos parámetros do cadro anterior, obtéñense os seguintes resultados de aforro enerxético e económico.

Aforro enerxético (kWh/ano)	9,1 %
Aforro económico (€/ano)	9.431
Investimento (€)(*)	4.500
Período de retorno simple	6 meses

(*) Considerouse unicamente a substitución do queimador.

Cabe salientar que unha gran maioría de industrias conserveiras non teñen a posibilidade de ter subministración de gas natural (sobre todo, a unha presión superior a 4 bar, que reduciría o seu custo) pola inexistencia nos arredores dun ramal de distribución daquel. Para estas empresas, a instalación en Mugar dos dunha planta regasificadora de gas natural licuado (GNL), fará economicamente viable a instalación dunha planta satélite de GNL, debido ao abaratamento dos custos de transporte por estrada.

4.6. Recuperación da calor e control de purgas de sales de caldeira

Como xa se adiantou en apartados anteriores, as operacións de purga consisten na extracción do interior da caldeira dos sólidos disolvidos e en suspensión que teña a auga de alimentación, xa que, ao vaporizarse esta, aumenta a concentración de sólidos na auga que queda sen vaporizar, dando lugar á aparición de importantes problemas.

É preciso chegar a un adecuado equilibrio entre o caudal de purga e os problemas asociados aos sólidos disolvidos. Unha purga insuficiente provocaría o aumento de sólidos e o seu arrastre polo vapor, así como fangos e incrustacións no interior da caldeira. Unha purga excesiva daría lugar a unha elevada perda de calor, ao precisarse máis auga de achega, ademais dunha maior demanda de enerxía eléctrica para o accionamento das bombas de alimentación.

Se se coñece a concentración de sales da auga de alimentación (S_a , expresado en mg/l), e a recomendada para a auga do interior da caldeira (S_c , expresado en mg/l, sendo o seu valor máximo de 4.000), e admitindo que non haxa perdas de vapor na distribución, é doado determinar o caudal óptimo da purga (o mínimo preciso para manter o equilibrio necesario entre a entrada e saída das sales) mediante a seguinte expresión:

$$Q_p = \frac{Q_v - Q_c}{S_c - S_a} \cdot S_a$$

Onde:

Q_v = caudal de vapor producido,

Q_c = caudal de condensado retornado,

Q_p = caudal óptimo de purga,

dados os tres en kg/h.

É usual que as caldeiras de alta presión traballen con purgas do 2 ao 5 % da auga de achega, as de media presión, con porcentaxes do 5 ao 10 %, e as de baixa presión, do 10 ao 15 %.

Da ecuación do caudal óptimo de purga, dedúcese que este pode reducirse aumentando a recuperación de condensados ou reducindo a salinidade da auga de alimentación.

A mellor opción para materializar a solución de equilibrio antes comentada consiste na instalación dun control automático de purgas. As vantaxes desta solución son as seguintes:

- Mantemento do nivel de sólidos disolvidos na caldeira, preto do valor máximo permitido para minimizar a perda de calor e custos de tratamento.
- Prevención dun valor de concentración de sales demasiado alto que causaría arrastres de auga sucia co vapor.
- Axuda ao mantemento da caldeira limpa de incrustacións.
- Minimización de atención persoal.

É interesante en instalacións de xeración de vapor de tamaño medio-grande, como é o caso de moitas empresas do sector conserveiro, considerar a conveniencia de recuperar calor das purgas cunha instalación consistente nun tanque de revaporizado e un intercambiador de placas como se amosa no seguinte esquema:



Elaboración Inega

Exemplo: Recuperación da calor das purgas

Unha empresa dispón dunha caldeira de fuel óleo que funciona segundo os seguintes parámetros:

Presión da caldeira	10 bar
Produción media de vapor	8.000 kg/h (valor medio dun ano)
Conductividade auga alimentación	200 $\mu\text{S/cm}$
Conductividade máxima auga caldeira	4.000 $\mu\text{S/cm}$
Funcionamento	4.000 h/ano
Non hai recuperación de condensados	

A cantidade de purga calcúlase pola seguinte fórmula:

$$\text{Cantidad purga} = \frac{\text{ppm(entrada)} \cdot \text{Produción}}{\text{ppm(desexado)} - \text{ppm(entrada)}} =$$

$$\frac{200 \mu\text{S/cm} \cdot 8.000 \text{ kg/h}}{4.000 \mu\text{S/cm} - 200 \mu\text{S/cm}} = 421 \text{ kg/h}$$

Cando a auga de purga pasa da presión de caldeira a unha presión inferior, prodúcese revaporizado. No seguinte cadro, indícase a porcentaxe de auga que se converte en vapor a unha presión de 0,2 bar_r (presión de saída do tanque de revaporizado).

Presión caldeira (bar _r)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22
%% revaporizado (a (a 0,2 bar _r)*	10,3	11,4	12,5	13,5	14,4	15,2	16,0	16,7	17,4	18,0	18,6	19,2	20,3	21,4	22,3

*bar_r = presión relativa, diferenza de presión respecto á atmosférica.

Neste caso, como a presión relativa da caldeira é de 10 bar_r, a porcentaxe de vapor revaporizado é o 15,2 %, polo que o aforro sería de:

$$421 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \cdot 15,2 \% = 64 \text{ kg /h} = 0,064 \text{ t/h}$$

Este revaporizado pode empregarse, por exemplo, para elevar a temperatura da auga de alimentación á caldeira e conseguir así unha eliminación térmica de osíxeno.

Supoñendo un prezo do fuel óleo de 0,2 €/kg e un rendemento de caldeira de 0,9, o custo do vapor ascende a 14 €/t, polo que,

Aforro recuperando revaporizado:

$$0,064 \text{ t/h} \cdot 4.000 \text{ h/ano} \cdot 14 \text{ €/t} = 3.584 \text{ €/ano}$$

Este aforro pódese incrementar instalando un intercambiador de calor para aproveitar parte da calor residual da auga. Supoñendo un arrefriamento da auga de 65 °C, a diferenza de entalpía será 272 kJ/kg.

Aforro recuperando a calor residual

$$(421 - 64) \text{ kg/h} \cdot 272 \text{ kJ/kg} \cdot 4.000 \text{ h/ano} = 388.416 \text{ MJ /ano}$$

Este aforro valórase en 2.151 €/ano, polo que o aforro total sería de

$$\text{Aforro total} = 3.584 + 2.151 = 5.735 \text{ €/ano}$$

Considerando un investimento (tanque de revaporizado, intercambiador e accesorios, incluída instalación) da orde de 17.000 €, o período de retorno sitúase en arredor dos tres anos.

Investimento	Aforro económico	Amortización
17.000 €	5.735 €/ano	3 anos

4.7. Recuperación de calornos fumes: turbuladores e economizadores

TURBULADORES

Nas caldeiras pirotubulares, no caso de que a temperatura de fumes sexa excesivamente alta, estando os outros parámetros da combustión próximos aos valores recomendados, é aconsellable a instalación de turbuladores nos entubados dun dos pasos de fumes da caldeira, para aumentar a transferencia de calor dos fumes á auga. O período de amortización desta mellora é de 8 a 12 meses. Convén ter en conta que o ventilador do queimador ten que ser adecuado para vencer a perda de carga adicional debida aos turbuladores, o que pode ser un problema importante sobre todo en caldeiras con entubados longos e de tres pasos, aínda que neste tipo de caldeiras non adoitan ter problemas de temperaturas excesivas na saída de gases.

Exemplo: Aumento de rendemento por instalación de turbuladores

Nunha industria conserveira de tamaño medio emprégase para a xeración de vapor unha caldeira de fuel óleo de 5.200 kW. O consumo anual de fuel nesta caldeira ascende a 970 toneladas, valoradas en 194.012 €. Realizada a medición dos gases de cheminea obtivéronse os seguintes resultados:

Tª de saída dos fumes	255 °C
Temperatura ambiente	25 °C
Presenza de O ₂ en fumes	4 %

Instálanse turbuladores no último paso de gases, co que se reduce a temperatura de saída dos fumes a 210 °C.

Supoñendo outras perdas adicionais da caldeira do 2 %, o incremento de rendemento da caldeira é do 2,3 %, o que supón un aforro de combustible anual de 22 t de fuel óleo valoradas en 4.462 €.

A caldeira existente é de dous pasos de fumes e dispón de 82 entubados. Os turbuladores instalados consisten en catro espirais por tubo, unha de aceiro inoxidable e tres de aceiro ao carbono, sendo o investimento total de 2.920 €. Por tanto, o período de retorno do investimento estímase en 8 meses.

Investimento	Aforro de combustible	Aforro económico	Amortización
2.920 €/ano	22 t/ano	4.462 €/ano	8 meses

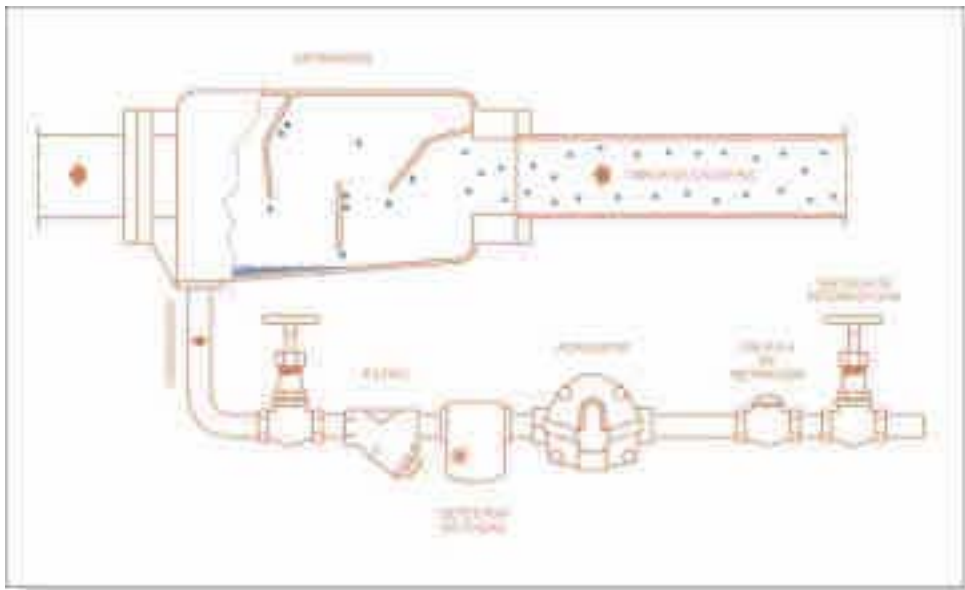
ECONOMIZADORES

Nalgúns casos pode ser de interese recuperar a calor dos gases de escape por debaixo da temperatura de xeración de vapor. Isto non é viable realizalo na caldeira xa que non é posible transmitir sen traballo calor dende un fluído de menos temperatura a outro de máis temperatura. A solución é poñer un economizador ou intercambiador gases-auga ou gases-aire, polo que se fai pasar os gases produto da combustión por un lado e o fluído a quentar polo outro. Estas instalacións son altamente recomendables en caldeiras con fluídos gasosos polo importante aumento de rendemento que se pode acadar (superior ao 4 %) sen problemas de corrosión. No caso do fuel óleo, combustible maioritariamente empregado na industria conserveira, a instalación dun economizador so é recomendable con temperaturas de saída moi elevadas, xa que se debe ter en conta que temperaturas de saída de gases do economizador por debaixo de 160 °C supón un elevado risco de corrosión que pode derivar nunha deterioración inmediata do economizador.

4.8. Control de saída de vapor

O vapor xerado na caldeira pode arrastrar unha elevada humidade por causas diversas. Así mesmo, na súa distribución, como consecuencia das perdas de calor, o vapor vai condensando, polo que en circuitos longos e sobre todo no momento do arranque, en que hai que quentar todos os entubados, poden xuntarse cantidades elevadas de auga. Esta pode provocar golpes de ariete, pero sen chegar a esta situación tan preocupante, unha elevada cantidade de auga prexudicará a transmisión da calor. Para evitar estes problemas é conveniente instalar un separador de humidade xusto na saída do vapor da caldeira. No seguinte gráfico amósase a disposición deste tipo de equipamentos, que, como se pode observar, consisten basicamente nunha cámara que obriga o vapor a cambiar a súa dirección, as gotas de auga non son capaces de facelo e deposítanse nun punto de drenaxe conectado a un purgador.

SEPARADOR DE HUMIDADE Á SAÍDA DA CALDEIRA



Estes equipamentos son útiles tamén para a eliminación do aire na posta en marcha e poden ir acompañados de equipamentos de medición de caudal.

AFO RRO EN ERX TICO NA D ISTRIBUCI N DE VAPO R

5.- AFO RRO EN ERX TICO NA D ISTRIBUC I N D E VAPO R

Se dende o punto de vista enerxético é fundamental a xeración de vapor, non se lle debe restar importancia á súa distribución aos equipamentos consumidores. Estas instalacións adoitan ser calculadas para unhas previsións de demanda iniciais e frecuentemente acaban traballando en condicións forzadas, debido a que estas demandas se incrementan ao tempo que a empresa medra. Isto, dende a perspectiva enerxética, dá lugar a funcionamentos alonxados do punto óptimo e a aparición de problemas como poden ser elevadas perdas de carga, ruído e desgastes.

A utilización do vapor de auga como fluído portador de calor é xeneralizada debido ás importantes vantaxes que supón e que se resumen a continuación:

- Para a súa produción utilízase auga, que é abundante, barata e doada de obter.
- É un fluído coñecido e controlable: a cada presión correspóndelle unha temperatura, unha enerxía específica e un volume específico coñecidos.
- Transporta grandes cantidades de enerxía por unidade de masa.
- O rango de temperaturas é adecuado ás necesidades do proceso da industria conserveira.
- Son instalacións amplamente empregadas polo que o servizo técnico está garantido.
- É un fluído relativamente estéril que non provoca excesivos problemas de corrosión.

Dende o punto de vista da eficiencia enerxética, a presión de subministración debe ser a menor posible, compatible coa temperatura demandada no proceso. Isto é así debido a que canto menor sexa a presión, maior é a enerxía de vaporización da auga, que é a que realmente se emprega no intercambiador. Non obstante, unha presión excesivamente baixa encarece a instalación xa que precisa maiores diámetros de entubado.

Nos seguintes apartados incídese nos tres aspectos de maior relevancia de cara a optimizar o consumo enerxético de xeito economicamente rendible: fugas, purgadores e calorifugado.

5.1. Fugas de vapor

Calquera fuga de vapor en entubados, válvulas e accesorios en xeral, representa unha perda de enerxía. Este tema debe ser obxecto de campañas de mentalización entre o persoal, xa que ás veces non se lle dá a importancia que realmente ten. Incluso é aconsellable establecer un programa de redución de fugas, para evitalas ou reparalas canto antes. Neste senso, aínda que na industria conserveira non hai un funcionamento continuado as 24 h do día, cómpre sinalar que existen empresas especializadas que eliminan as fugas sen necesidade de parar a produción de vapor. O método consiste en inxectar un material plástico antitérmico, que produce o selado da fuga. Se esta se produce na prensa dunha válvula tamén se pode empregar este método. Estes materiais son capaces de traballar con temperaturas de ata 500 °C e presións de 150 kg/cm², moi superiores as empregadas na industria conserveira.

Nunha fuga de vapor é imposible calcular as perdas exactas, non obstante, poden aproximarse empregando a seguinte fórmula empírica:

$$W = D^2 \cdot P \cdot 0,2473$$

Onde:

W = Fuga de vapor en kg / h

D = diámetro orificio de fuga en mm

P = presión absoluta en bares

FONTE: Spirax Sarco

Exemplo: Perda de enerxía e auga por unha fuga de vapor

No seguinte cadro recóllese a perda de vapor horario nun entubado que traballe a unha presión relativa de 10 bar (11 bar absolutos) en función do diámetro da fuga. Para o cálculo de aforro dunha caldeira de fuel óleo con rendemento 0,9, un funcionamento de 4.000 h /ano e un custo de combustible de 200 €/t.

Diámetro do orificio da fuga (mm)	Aforro horario (kg vapor /h)	Aforro anual (t de vapor)	Aforro anual (t fuel óleo)	Aforro económico (€/ano)
6	97,9	391,6	29,9	5.980
5	68,0	272,0	20,7	4.140
4	43,5	174,0	13,3	2.660
3	24,5	98,0	7,4	1.480

Táboa de aforro en función do diámetro da fuga para 4.000 h/ano, 11 bar(a) e fuel óleo a 200 €/t

De xeito máis sinxelo, o seguinte cadro indica unha valoración orientativa das perdas en función da lonxitude da lanza do vapor da fuga.

Lonxitude lanza vapor (m)	Vapor perdido (kg/h)
0,50	6,0
0,75	10,5
1,00	16,0
1,25	26,0
1,50	38,0
1,75	66,0
2,00	104,0
2,25	161,0



Fuga de vapor nunha empresa conserveira de tamaño medio

Exemplo: Período de retorno da reparación dunha fuga

Supoñendo unha planta que traballe 4.000 h/ano, e considerando unha fuga de vapor de 25 kg/h, o vapor perdido nun ano ascende a

$$25 \cdot 4.000 = 100.000 \text{ kg/ano}$$

que equivale a 8 t/ano de fuel óleo e 1.600 €/ano. O investimento para a súa reparación estímase en 300 € polo que o período de retorno sería de 2 meses, tal e como se resume na seguinte táboa.

Investimento	Aforro de combustible	Aforro económico	Amortización
300 €/ano	8 t/ano	1.600 €/ano	2 meses

Máis información sobre eficiencia no consumo de auga:

A industria conserveira presenta elevados consumos de auga. Esta auga, antes de ser consumida, precisa ser tratada quimicamente, transportada e distribuída ata cada punto de demanda. Unha vez consumida debe ser depurada e transportada de novo ata o punto de vertido. A vinculación do consumo de auga co consumo enerxético é tan ostensible que se pode asegurar que aforrar auga é aforrar enerxía.

Para optimizar o consumo de auga débese considerar tanto as perdas na distribución dentro do recinto da empresa como a eficiencia no consumo. A modo de referencia da importancia das perdas en distribución, é significativo dicir que as perdas medias en redes de distribución de auga na Unión Europea son dun 30 %, chegando nalgúns casos puntuais ao 60 %. Xa no ámbito empresarial privado, considérase oportuno poñer por exemplo unha empresa danesa que, tras reparar a súa instalación de auga, observou como o seu consumo anual descendía de 110.000 m³ a 45.000 m³ de auga.

Respecto das canalizacións, o feito de ser subterráneas dificulta a detección e reparación dos escapes. Así, non é estraño que un entubado enterrado perda ao ano cantidades importantes de auga, podendo ocasionar problemas en edificios e infraestruturas. Nas seguintes táboas, estímase as perdas por fugas en función do tamaño destas:

PERDAS DE AUGA POR UN ESCAPE (Orificio cunha presión de 4,5 bar)		
Diámetro do orificio (mm)	Perda de auga (m ³ /día)	Perda de auga (m ³ /ano)
0,5	0,32	117
1	1,20	438
2	5	1.825
4	20	7.300
6	45	16.425

PERDAS DE AUGA DUNHA VÁLVULA EN MAL ESTADO		
Tipo de escape	Perda de auga (litros/hora)	Perda de auga (m ³ /ano)
Escape gota a gota nunha billa	5	44
Escape dun fío de auga nunha billa	16 a 50	140 a 440
Escape nunha cisterna	25 a 50	220 a 440

FAGA A PROBA:

En vésperas dunha parada total da súa instalación (fin de semana, vacacións,...) realice unha lectura dos contadores. Repita a operación antes de volver a poñer en marcha a instalación e compare cifras para comprobar se existen perdas. Esta medida non será máis que aproximada, dado que os equipamentos non estarían en condicións de traballo durante o período de medición.

MEDIDAS PARA O AFORRO DE AUGA:

- *Instalación de contadores e lectura periódica.* A instalación de contadores e a súa lectura periódica xera aforros que oscilan entre o 5 e 10 % derivados, unicamente, do coñecemento do consumo e a mentalización do persoal responsable.
- *Sistemas centralizados de peche de caudal e pistolas de peche instantáneo.* Nas zonas de produción, recoméndase substituír as billas tradicionais por outras de peche automático como son as de tipo botón, ou por mangueras con dispositivos que corten o caudal cando deixen de ser presionadas polo operario, como as pistolas de peche instantáneo.

Os sistemas automáticos de peche de caudal garanten o consumo preciso en cada punto da instalación. A continuación preséntanse algúns exemplos:

- *Sistema centralizado de interrupción de caudal.* Este sistema permite cortar o fluxo de auga á zona desexada cando se detecta unha billa aberta ou unha perda durante un tempo previamente establecido.
 - *Electroválvulas temporizadas.* Estas electroválvulas, conectadas a un temporizador, cortan o caudal unha vez transcorrido o tempo programado.
 - *Electroválvulas accionadas por detectores de presenza.* O accionamento das válvulas tamén se pode vincular a detectores de presenza, como células fotoeléctricas ou detectores de contacto.
 - *Sistemas que prevén o desbordamento de tanques.* A instalación de detectores de nivel conectados a unha válvula evita o rebordamento dos tanques nas operacións de enchedura.
- *Retirada de residuos en seco.* Empregar a auga para arrastrar os residuos supón un consumo de auga elevado e innecesario. Por este motivo, é aconsellable, antes de lavar e aclarar o chan, limpar en seco a primeira capa de sucidade, mediante un raspador ou un cepillo coa finalidade de retirar os residuos de maior tamaño.

Deste xeito, non só se facilitará a limpeza posterior con auga, reducíndose ao mesmo tempo a cantidade de auga utilizada (pode chegar a reducirse un 65 % da auga empregada en limpeza), senón que tamén se reducirá a concentración de contaminantes nas verteduras, xa que retirariamos unha parte importante da carga contaminante.

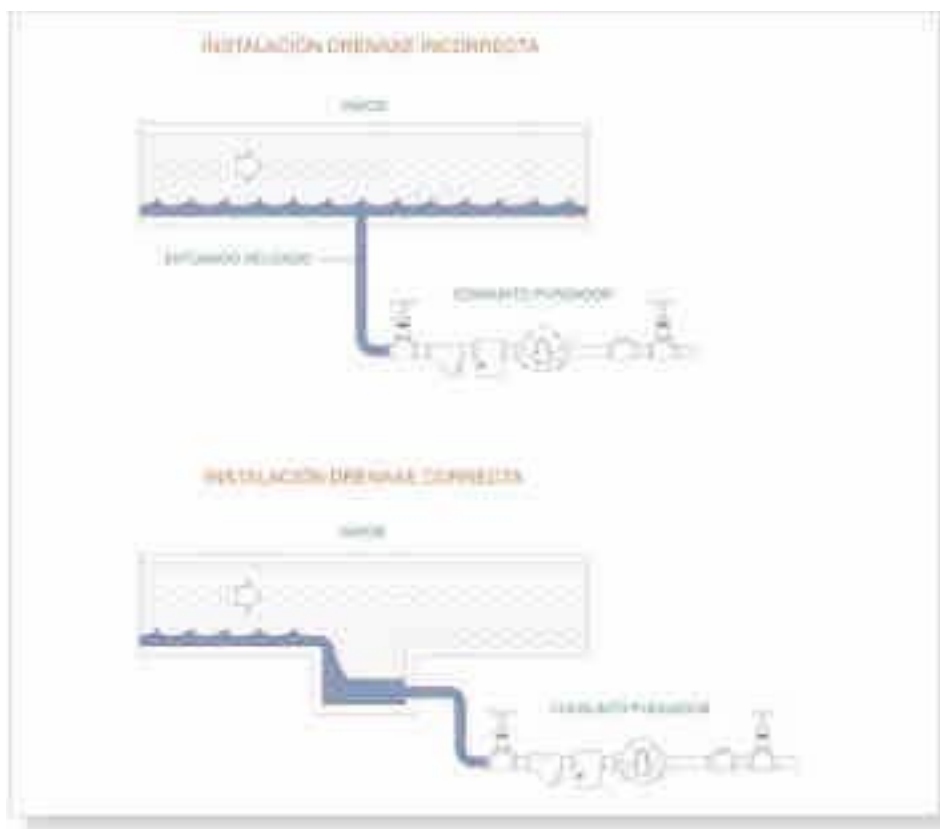
A utilización de aspiradores de residuos axuda a realizar unha primeira limpeza en seco. Estes equipamentos poden ser centralizados ou independentes.

- *Limpeza en dúas fases.* A limpeza en dúas fases, mediante a aplicación de espuma especial e aclarado con auga, mellora a limpeza das superficies empregando unha menor cantidade de auga. É recomendable o emprego de deterxentes sen fosfatos.
- *Adecuada elección da presión de auga para cada aplicación concreta.*

- *Lavadoras de material.* Neste tipo de máquinas de limpeza de material pequeno, adaptadas para recuperar a auga de lavado mediante centrifugación, pódese reducir o consumo por ciclo de lavado a 5 litros.
- *Túneles e armarios de lavado.* Trátase de lavadoras industriais para útiles como recipientes de plástico, moldes, táboas, carros transportadores, que permiten aforrar auga e deterxente, recuperando a auga de aclarado das fases limpas e utilizándoa naquelas fases de limpeza media ou baixa.
- *Reutilización de auga de choiva e das instalacións de calefacción e refrixeración.* A auga de choiva, a procedente de purgar as caldeiras (sen esquecer o seu posible contido en aditivos) ou dos circuitos de refrixeración, pódense, se a lexislación vixente en cada momento o permite, reutilizar para a primeira fase de limpeza bruta, sobre todo nos exteriores das instalacións.
- *Reutilización da auga depurada.* Do mesmo xeito, a auga depurada pódese reutilizar no lavado de vehículos de transporte, ou para rega de zonas verdes, sempre que non haxa posibilidade ningunha de contacto cos produtos. Para evitar riscos na transmisión de enfermidades, é importante desinfectar a auga depurada con cloro, ozono ou radiación ultravioleta antes da súa reutilización.

5.2. Purgadores

Os purgadores son uns elementos imprescindibles en toda rede de vapor, dado que, ao eliminar o vapor condensado, permiten o óptimo aproveitamento da calor latente do vapor. O purgador é, polo tanto, un elemento que crea unha zona de separación entre o vapor e o condensado. O seu obxectivo principal é descargar o condensado sen permitir o escape de vapor vivo. En consecuencia, os purgadores cun funcionamento defectuoso ou inadecuado, son importantes puntos de perda de enerxía.



Fonte: Spirax Sarco. Elaboración: Inega

O primeiro factor que cómpre considerar é a adecuada selección do purgador para o tipo de aplicación a que vai destinado, e a súa correcta instalación. Un purgador que traballe defectuosamente, ben sexa por mala instalación, inadecuación ou deterioración, pode orixinar unhas perdas de vapor da orde de 15 a 25 kg/h. De feito, segundo datos proporcionados polos fabricantes, un purgador en mal estado pode perder ata un 45 % da calor entrante se purga á atmosfera, e ata un 25 % se purga á liña de retorno.

Na rede de distribución de vapor, o mal funcionamento e deterioración dos purgadores pode producir perdas superiores ao 10 % do total de vapor producido polas caldeiras.

Por todo o anterior, é evidente a importancia de realizar o mantemento preventivo dos purgadores dunha forma regular, cunha periodicidade máxima de seis meses.

O período de amortización do investimento da substitución de purgadores en mal estado é duns oito meses.

Dende o punto de vista do rendemento enerxético, os purgadores bimetálicos e de cubeta invertida son máis interesantes que os termostáticos e termodinámicos, polo que debe priorizarse a súa utilización sempre que sexa posible.

5.3. Calorifugado de entubados

En toda rede de distribución de vapor, existen unhas perdas de enerxía debidas á calor que se perde por radiación e convección a través das paredes dos entubados, tanto maiores canto máis grande sexa a diferenza de temperaturas entre o fluído e o seu contorno. Para reducir estas perdas ao mínimo óptimo recórrase ao illamento con materiais malos condutores da calor como la de rocha, poliuretano expandido,...

O espesor e o tipo de illador a instalar está supeditado á temperatura de traballo e ás dimensións do entubado en cuestión. A efectividade dun bo illamento debe supoñer unha redución das perdas do 85 ao 90 %.

TIPO DE MATERIAL	DENSIDADE (kg/m ³)	TEMPERATURA CARA QUENTE (°C)	TEMPERATURA CARA FRÍA (°C)	CONDUTIVIDADE $\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$
Coquilla de la mineral	100	300	35	0,056
		400	35	0,065
Manta de fibra mineral	50	100	25	0,058
		200	25	0,058
	70	180	30	0,052
		220	30	0,057
	100	300	35	0,059
		400	35	0,073
125	500	40	0,069	
600	40	0,077		
Manta de fibra de rocha	100	300	35	0,056
		400	35	0,065
Escuma de poliuretano expandido		38		0,036

Como exemplo da importancia do illamento, pode considerarse que un entubado espido exposto ao aire condensa entre 4 e 5 kg de vapor por hora e m², mentres que se se atopa adecuadamente illado, estas perdas redúcense a valores que oscilan entre 0,5 e 1 (kg/h)/m².

Nas instalacións xa illadas, debe vixiarse o bo estado dos illamentos, a fin de que manteñan as súas propiedades térmicas. No caso de que se atopen defectos, deben ser reparados de inmediato, procedendo, de ser necesario, á substitución do illador.

A amortización do illamento é moi variable en función da utilización da rede de vapor. Para un funcionamento dunhas 4.000 h/ano, o tempo de amortización adoita ser inferior aos 3-4 anos, reducíndose rapidamente este período ao aumentar as horas de utilización.

Exemplo: Calorifugado dun entubado

Unha industria conserveira de tamaño medio distribúe vapor a 9 bar (175 °C) en entubados de aceiro sen illar. Este entubado, de 50 m de lonxitude e 100 mm de diámetro, sitúase no interior do edificio. O funcionamento anual da caldeira é dunhas 4.000 h, e nela emprégase como combustible fuel cun rendemento térmico do 90 %.

Proxéctase un illamento (calorifugado) para diámetro exterior de 200 mm, temperatura de parede de 30 °C e revestimento de aluminio. A continuación expóñense os resultados dos parámetros económicos do investimento:

Investimento	Aforro de combustible	Aforro económico	Amortización
2.400 €/ano	9,3 t fuel/ano	1.852 €/ano	1,3 anos

AFO RRO EN ERX TICO
N O S EQ U IPAM EN TO S
CO N SUM ID O RES D E VAPO R

6.- AFO RRO EN ERX TICO NO S EQ U IPAM EN TO S CO NSUM IDO RES DE VAPO R

Como se adiantou en capítulos anteriores, o consumo de vapor céntrase principalmente nos procesos de cocción e esterilización, representando estas dúas aplicación da orde do 90 % do consumo térmico.

6.1. Cocción

Os sistemas de cocción presentes na actualidade na industria conserveira consisten en balsas ou cocedoiros de vapor (véxase fotografías). As balsas supoñen un menor investimento inicial e, segundo fontes do sector, producen unha menor mingua do produto e maior calidade. Pola contra, os cocedoiros de vapor permiten unha cocción máis rápida.

Existen balsas quentadas por inxección directa de vapor e outras mediante a utilización de serpentíns de intercambio de calor, o que permite a recuperación do vapor condensado e que adicionalmente poden estar apoiados por inxección directa nas arrancadas e outros momentos puntuais de elevada demanda.



Liña de balsas para o cocido de atún



Cocedoiros de vapor válidos para a esterilización e a cocción.



Serpentín de intercambio de calor dunha balsa.

Do mesmo xeito, é frecuente a existencia de balsas sen tapar, sen illar e cos purgadores en mal estado (cando existen). Nestas condicións, un balance enerxético medio sería:

- Perdas por paredes.....5 %
- Perdas por purgas.....30 %
- Perdas por evaporación e radiación.....20 %
- Calor a produto.....45 %

De xeito xenérico, partindo da situación anterior suxírense as medidas de aforro que a continuación se detallan:

- **Recuperación de condensados.** Nas empresas en que aínda non se realice a recuperación de condensados do proceso de cocción, recoméndase a instalación de serpentíns e purgadores con este fin, polas seguintes razóns:
 - Aforro superior ao 7 % do combustible empregado para a xeración do vapor para cocción, debido ao prequentamento da auga de alimentación á caldeira coa enerxía do condensado recuperado.
 - Aforro de auga e do seu tratamento para alimentación á caldeira. O condensado recuperado é auga xa tratada e apta para a caldeira se non se contamina no seu percorrido.
 - Aforro da auga que se inxecta unicamente con fins enerxéticos.

O período de amortización deste tipo de investimentos varía entre 14 e 20 meses.

- **Illamento de paredes.** Conséguese un aforro do 4 % sobre a calor entrante no equipamento. O prazo de amortización desta medida sitúase entre os 6 e 20 meses.
- **Revisión de purgadores.** Supón a substitución dos purgadores que se atopan en mal estado, e a instalación de purgadores naqueles equipamentos que non contan con eles. O aforro obtido é da orde do 15 % do consumo en cocción supoñendo que o 50 % dos purgadores non funcionan correctamente. A amortización desta medida conséguese entre os 3 e 12 meses segundo a utilización.
- **Tapado de balsas.** Con esta mellor redúcense as perdas por evaporación e radiación da superficie libre das balsas, que poden supoñer ata un 20 % da calor entrante no cocedoiro. Consiste na colocación de tapas illadas e practicables, que reducirían as citadas perdas, o que pode supoñer un 80 % da calor entrante ao equipamento, cun tempo de amortización de 5 a 10 meses, segundo a utilización.

Con esta serie de melloras, o novo balance enerxético quedaría como segue

-Perdas por paredes.....	1 %
-Perdas por purgas.....	15 %
-Perdas por evaporación e radiación.....	10 %
-Calor a produto.....	74 %

Polo que nalgunhas empresas podería acadarse un aforro no consumo das balsas de:

$$\frac{(74 - 45) \cdot 100}{74} = 39,2 \%$$

Exemplo: Illamento lateral de balsas

Unha industria conserveira de tamaño medio presenta as seguintes características:

Temperatura das balsas na cocción: 100 °C

Nº de horas de funcionamento: 18 h/día durante 250 días/ano

Nº de balsas e dimensións: 8 ud. de 1m x 2m x 1m de aceiro sen recubrir

$$S_{\text{lateral balsa}} = 6 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{lateral total}} = 48 \text{ m}^2$$

Temperatura ambiente: 20 °C.

Tomando como referencia para as perdas de calor en aceiro sen recubrir dentro dun edificio (para unha diferenza de temperatura de 80 °C) o valor de 723 (kcal/h)/m².

Total de perdas de calor:

$$Q = 723 \text{ (kcal/h)/m}^2 \cdot 48 \text{ m}^2 \cdot 18 \text{ h/día} \cdot 250 \text{ día/ano} = 156.168.000 \text{ kcal/h}$$

$$Q = 156.168 \text{ te/ano}$$

Poñendo un illador adecuado poderíanse reducir as perdas ata nun 85 % (por exemplo illando ata reducir a diferenza de temperatura co ambiente a 30 °C e recuberto exteriormente con aluminio), o cal suporía un aforro de:

$$156.168 \cdot 0,85 = 132.743 \text{ te/ano}$$

Considerando o prezo actual do fuel óleo de 20 cent€/kg e un rendemento de caldeira e distribución do 85 %, obteríase un aforro de:

$$\text{Aforro anual} = \frac{132.743 \text{ te/ano}}{9,6 \text{ te/kg} \cdot 0,85} \cdot 0,20 \text{ €/kg} = 3.253 \text{ €/ano}$$

O illamento proposto tería un custo aproximado de 2.000 € polo que o período de retorno ascendería a 7 meses.

Investimento	Aforro económico	Amortización
2.000 €/ano	3.253 €/ano	7 meses

Os cocedoiros de vapor funcionan de xeito similar a un autoclave, polo que lles son de aplicación as melloras que se expoñen a continuación.

6.2. Esterilización

A esterilización dos produtos xa enlatados é o segundo punto de consumo enerxético. Os métodos de esterilización varían lixeiramente dunhas empresas a outras, sendo o máis frecuente a utilización de autoclaves horizontais descontinuos. A continuación explícase, de xeito xenérico, o seu funcionamento.

Normalmente traballan con sobrepresión, polo que, unha vez cargada o autoclave con latas e pechada, se inxecta aire no seu interior mesturado co vapor mediante un homoxeneizador para crear unha correcta distribución da temperatura de traballo. O tempo de tratamento diminúe a medida que se incrementa a temperatura deste, variando tamén en función do tipo de lata e o seu contido. A temperatura de esterilización máis habitual é de 115 °C e os tempos empregados, de 30 a 90 minutos.

Ao final do proceso de esterilización realízase o arrefriamento das latas, que debe ser rápido pero progresivo para evitar un choque térmico ou unha caída brusca de presión. O arrefriamento a temperatura ambiente ou en balsas de auga fría no exterior do autoclave é unha técnica practicamente en desuso debido ao risco de deformacións. O arrefriamento habitual por sobrepresión consiste na inxección de auga en forma de duchas, e de aire a presión que evite o abombamento das latas por unha brusca redución da presión exterior.

As augas de arrefriamento adoitan verterse a uns 70 °C, aínda que a temperatura ideal sería de 40 °C, que é a temperatura que debería acadar a lata. Isto faise por unha maior rapidez, admitíndose a miúdo unha temperatura de manipulación de 80 °C.

Na situación anteriormente descrita, máis do 10 % da enerxía pérdese na calor sensible do condensado. Na actualidade, están completamente desenvolvidos e funcionando **autoclaves con intercambiadores de calor** e ducha de auga ou sistema de pulverizado (spara). Estes sistemas traballan recirculando un caudal de auga que se quenta e arrefría mediante un intercambiador de calor. Isto permite que o vapor de auga procedente da caldeira poida retornar ao tanque de alimentación da auga xa que non foi contaminado e, do mesmo xeito, a auga de refrixeración tampouco está en contacto directo coas latas

polo que se arrefría nunha torre de refrixeración e pode reutilizarse. Ademais, para o caso de desexar arrefriar envases de cristal, o intercambiador reduce o risco de rotura por choque térmico.

Con este sistema conséguese un aforro enerxético que se resume nos seguintes tres puntos:

- Aforro de auga tratada de alimentación á caldeira.
- Aforro de combustible debido ao aproveitamento da calor da auga condensada que se retorna ao tanque de alimentación da caldeira.
- Aforro de auga de arrefriamento que se recircula unha e outra vez.

De xeito xenérico, no seguinte cadro cuantifícase o sobrecusto de investimento de empregar esta tecnoloxía (incluíndo a parte proporcional á torre de refrixeración), os aforros e o período de retorno do investimento:

Capacidade do autoclave	Sobrecusto (€)	Aforro de combustible (kg fuel/ano)	Aforro auga caldeira (m ³ /ano)	Aforro de auga sen tratar (m ³ /ano)	Aforro total (€/ano)	Período de retorno (anos)
2 gaiolas	8.500	1.982	217	2.410	3.046	2,79
3 gaiolas	9.600	2.504	275	3.615	4.418	2,17
4 gaiolas	11.000	3.359	368	4.820	5.897	1,87
5 gaiolas	13.000	4.118	452	6.025	7.346	1,77
6 gaiolas	15.000	4.723	518	7.230	8.745	1,72

Para o cálculo económico empregáronse os seguintes custos:

- **0,20 €/kg de fuel óleo**
- **1,1 €/m³ de auga de achega á caldeira, incluíndo o custo de depuración previa á súa vertedura**
- **1,0 €/m³ de auga de arrefriamento, incluíndo o custo de depuración previa á súa vertedura**

Outra recomendación que cómpre ter en conta no momento da renovación das autoclaves, en función do nivel de produción da empresa, é utilizar **autoclaves do maior tamaño posible**, dado o importante aforro enerxético que supoñen. No seguinte cadro resúmense os aforros que poden acadarse.

AFORROS EN FUNCIÓN DO TAMAÑO DO AUTOCLAVE

Aforro de vapor na esterilización empregando autoclaves de 4 carros a plena carga respecto á utilización de autoclaves de 2 gaiolas de capacidade	10 %
Aforro de vapor na esterilización empregando autoclaves de 6 carros de capacidade respecto á utilización de autoclaves de 2 gaiolas de capacidade	20 %

Máis información sobre autoclaves:

A esterilización no autoclave convencional está a ser mellorada día a día mediante procedementos máis sofisticados, coa finalidade de conseguir unha maior homoxeneidade da temperatura en calquera punto do recipiente e unha maior penetración da calor no envase. Isto conséguese por medio de duchas de auga e o sistema de pulverizado.

Sistemas por ducha de auga:

Un volume de auga recircula constantemente mediante unha potente bomba, cubrindo a totalidade de envases, independentemente do número de cestas que se atopen no interior. Debido a que o fluxo de auga (vertical) é igual en todos os puntos non hai diferenza de temperatura dentro do autoclave.



Autoclave co sistema de duchas

Esta auga pode ser descalcificada para evitar a sedimentación de partículas nos envases, xa que se quenta e se arrefría por medio dun intercambiador de placas de aceiro inoxidable que evita o contacto directo do vapor e da auga de arrefriamento cos envases do interior. Este volume de auga só se renova unha vez por quenda de traballo (8 horas).

Sistemas de pulverizado:

Neste tipo de autoclaves realízase un control temperatura-presión-tempo de forma estática, é dicir, as gaiolas que se aloxan no interior do autoclave están fixas, sen ningún tipo de movemento, de tal forma que a auga incide sobre os laterais dos envases. Este sistema pulveriza a auga en recirculación a través dunhas bocas especiais situadas ao longo de entubados interiores, colocadas na parte superior e nos laterais do autoclave. Tamén é un sistema adecuado para esterilizar bolsas e bandexas.



Autoclave co sistema de pulverizado

Modo de funcionamento das autoclaves:

1.- Quentamento e esterilización:

Unha vez cerrada a porta e activado o sistema de seguridade e peche, a auga que se atopa na cuba comeza a recircular e é quentada por medio do intercambiador, pasando a continuación ao interior do autoclave, onde cae sobre unha bandexa perforada por unha gran cantidade de buratos, formando así unha choiva perfecta que flúe directamente sobre os envases de forma homoxénea e constante en todos os puntos.



Cortesía de Maquinaría Ferlo, S.A.

A apertura da válvula de quentamento está regulada por un microprocesador, segundo a temperatura de consigna do programa. Así mesmo, a presión régulase de xeito independente da temperatura por medio de aire comprimido. Unha vez acadada a temperatura desexada, comeza a esterilización do produto. A válvula de quentamento regulará a temperatura de esterilización, modulando mediante breves impulsos e reducindo deste xeito ao mínimo o consumo de vapor.

Os condensados poden ser recollidos e conducidos outra vez á caldeira, conseguindo así un notable aforro de enerxía.

A converxencia de todos estes parámetros dá como resultado unha mellora da calidade ao mínimo custo, en beneficio do acabado final do produto, así como un importante aforro de enerxía.



Cortesía de Maquinaría Ferlo, S.A.

2.-Arrefriamento:

Unha vez terminado o proceso de esterilización, comeza a circular polo intercambiador a auga de arrefriamento, controlada automaticamente polo microprocesador segundo a curva de arrefriamento do programa. Esta auga de arrefriamento está completamente separada da auga de esterilización, polo que se pode usar calquera tipo de auga sen ensuciar nin contaminar os envases. Os recipientes arrefríanse coa mesma auga que previamente se empregara na esterilización.

A utilización do intercambiador permite recuperar toda a auga utilizada e enviala a unha torre de arrefriamento. En caso de empregar auga potable para arrefriar, esta non perde a súa potabilidade, podéndose reutilizar para outros usos.

A regulación de presión realízase igual que no proceso de quentamento e esterilización.

3.-Memoria:

Estes equipamentos permiten memorizar distintos programas de esterilización, así como realizar impresión de históricos tanto de forma individual como conxunta e a presentación de informes de anomalías diarias por autoclave.

Exemplo: Utilización de autoclave con intercambiador

Unha industria conserveira de tamaño medio dispón de 9 autoclaves horizontais de funcionamento descontinuo con capacidade para dúas gaiolas de latas en cada ciclo. O consumo anual de vapor en autoclaves equivale a 253 t de fuel óleo.

Se no momento da renovación das autoclaves se opta por instalar 3 autoclaves de 6 gaiolas de capacidade con intercambiador, o sobrecurso respecto a autoclaves sen intercambiador ascenderá aproximadamente a 45.000 € pero conseguirá un aforro anual en auga, tratamento de auga de caldeiras e combustible, valorado en 26.235 €, que permitiría amortizar o devandito sobrecurso en 1,7 anos.

Ademais, esta mellora suporía un aforro adicional respecto á situación actual de 51 t de fuel óleo/ano (10.200 €/ano) como consecuencia da redución do consumo de vapor actual dos autoclaves polas razóns de tamaño citadas con anterioridade.

6.3. Outros

As posibilidades de melloras noutros puntos da instalación presentan unha menor potencialidade de aforro e unha maior dificultade de realización práctica. Non obstante, dado o seu posible interese en casos particulares, trátanse a continuación outras posibilidades de optimización.

6.3.1.-Recuperación de calores residuais

O condensado procedente do vapor empregado, a auga quente, os bafos resultantes do proceso,... poden recuperarse de dúas formas distintas e ben definidas:

a) Recuperación directa:

Cando o efluente en cuestión (sexa vapor, bafo ou auga) está perfectamente limpo pode retornarse directamente como auga de alimentación á caldeira. Neste caso atópanse as purgas da rede de distribución de vapor e dos equipamentos en xeral.

b) Recuperación indirecta:

O aproveitamento dos efluentes contaminados non pode facerse directamente, sendo precisa a instalación de intercambiadores para a súa recuperación. Os períodos de amortización para este tipo de mellora dependen do nivel de utilización do equipamento, do caudal e da temperatura dos efluentes e, de ser o caso, do tipo de intercambiador empregado.

6.3.2.-Recuperación de aceites

Un punto importante de aforro é a recuperación do aceite que arrastra a auga de limpeza de latas, os efluentes de cocción de sardiñas e outros. Esta recuperación pode supoñer unha cifra significativa ao longo do ano.

A separación da auga e o aceite pode facerse por filtrado, centrifugado,... sendo preciso o estudo da técnica óptima en cada caso.

AFO RRO EN ERX TICO NO
CO NSUM O EL CTRICO E
XERACI N DE FR 'O

7.- AFO RRO ENERX TICO NO CONSUMO EL CTRICO E XERACI N DE FR O

7.1. Facturaci n e lctrica

O custo enerxético pode reducirse optimizando a facturación da enerxía eléctrica. Para isto, debe comprobarse a idoneidade da potencia contratada, que o consumo de enerxía reactiva estea convenientemente compensado e que a tarifa contratada ou contrato de subministración no mercado liberalizado sexa o máis adecuado ao perfil de consumo da empresa.

Máis información sobre facturación eléctrica:

A maioría das industrias conserveiras visitadas no presente estudo sectorial son consumidores cualificados cun prezo medio no ano 2003 de 0,069 €/kWh. Non obstante, aínda quedan bastantes instalacións que continúan sendo subministradas pola súa empresa distribuidora a prezo regulado (tarifa eléctrica establecida polo Real decreto 1802/2003), sendo nestes casos a tarifa máis utilizada a 1.1 de alta tensión.

Na maioría dos centros, a potencia de contrato está ben axustada á potencia realmente demandada e predomina o control da demanda de potencia mediante máxímetros.

O 80 % das instalacións dispoñen de batería de condensadores para realizar a adecuada corrección do factor de potencia, presentando valores aceptables de color, o que motiva que non se paguen penalizacións na factura polo concepto de enerxía reactiva.

Propostas de optimización da facturación de enerxía eléctrica

1.-Acceso ao mercado liberalizado

Segundo o artigo 19 do Real decreto lei 6/2000, dende o 1 de xaneiro de 2003, todos os consumidores de enerxía eléctrica poden elixir o subministrador e pactar con el as condicións e prezos da subministración.

Para comprar enerxía eléctrica, un consumidor cualificado ten as seguintes opcións:

- a) Continuar sendo subministrado a tarifa polo seu distribuidor habitual.
- b) Contratar a subministración de electricidade a prezo pactado libremente (a un comercializador, produtor, autoprodutor ou axente externo).
- c) Comprar a enerxía no mercado eléctrico (*pool*) a prezo de mercado (facéndose axente do mercado e cumprindo, por tanto, coas súas regras de funcionamento).

Nos dous últimos casos, o prezo da subministración descomponse da seguinte maneira:

a) Prezo da enerxía

Se se compra a enerxía a un comercializador, deberase pactar con el o prezo, para o que é conveniente pedir previamente ofertas a distintos comercializadores.

- Impostos

A facturación da enerxía está gravada secuencialmente con:

- O imposto especial sobre o consumo de electricidade, co tipo do 5,113 % (1,05113 x 4,864%).
- O imposto xeral: IVE, co tipo do 16%, unha vez repercutido o imposto sobre o consumo de electricidade.

b) Prezo do uso das redes eléctricas (tarifas de acceso)

As tarifas de acceso constitúen o cargo polo uso das redes de transporte e distribución, polo que inclúen a peaxe e as cotas con destinos específicos. Estas tarifas pagaránse ao distribuidor ao que fisicamente se está conectado, ou formarán parte do prezo pactado co comercializador.

Para todos os *abastecementos en alta e baixa tensión*, as tarifas de acceso veñen reguladas no **Real decreto 1164/2001, do 26 de outubro**.

No caso da *alta tensión*, establécense uns prezos polos termos de enerxía e de potencia para cada un dos bloques horarios en que se divide o ano. Estes prezos serán diferentes segundo o nivel de tensión da subministración. No caso de *baixa tensión*, as tarifas de acceso teñen unha estrutura similar á da tarifa eléctrica integral.

- Impostos:

A facturación por acceso á rede está gravada cun IVE do 16%.

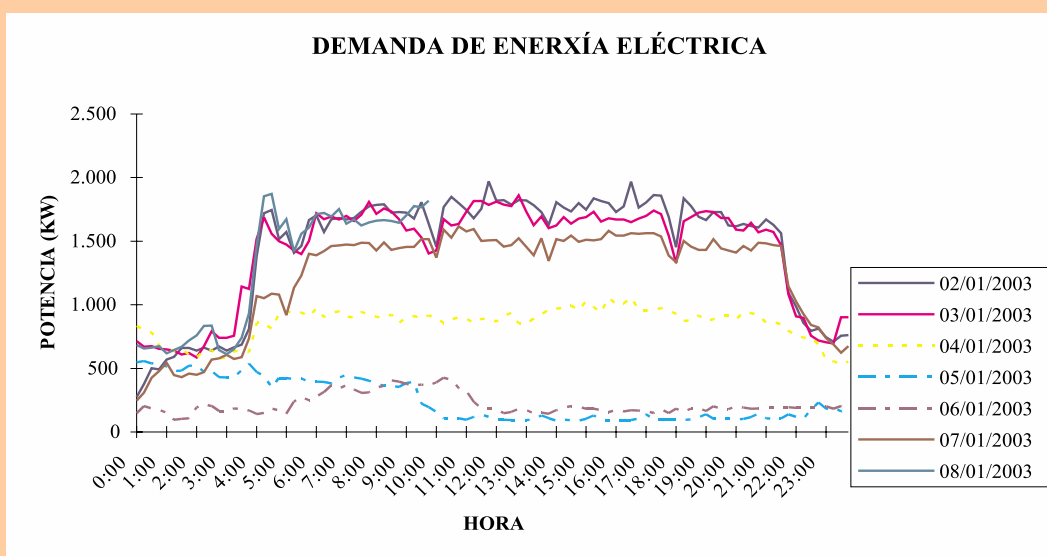
Antes de solicitar oferta a un subministrador, débense coñecer as características actuais da subministración, nivel de consumo anual, necesidades de potencia e tensión da subministración e a distribución temporal do consumo. Neste aspecto, canto máis se poida desagregar o consumo (canto máis se poida prever a demanda ao longo do día e do ano), máis axustada será a determinación do prezo que poida ofrecer o subministrador.

A continuación, coas características da subministración débense solicitar ofertas a distintos subministradores e comparar o prezo resultante entre as dúas alternativas:

- Manter o contrato de subministración a tarifa.
- Contratar a subministración libremente e pagar a tarifa de acceso correspondente.

Evidentemente, existen outros factores distintos do prezo, a considerar no servizo eléctrico proporcionado por un subministrador: atención comercial, asesoramento, formas de pagamento, outros servizos, ... Pero en ningún caso entra en xogo **a calidade da subministración, que terá que ser garantida polo distribuidor habitual.**

Exemplo: Variación do consumo dunha empresa (Curva de carga)



As empresas comercializadoras de enerxía deben estar autorizadas e inscritas no **Rexistro Administrativo de Distribuidores, Comercializadores e Consumidores Cualificados e Axentes Externos, sección 2ª Comercializadores**, do **Ministerio de Economía**. Para coñecer a lista de empresas coas que pode contratar a subministración de enerxía eléctrica poden dirixirse ao Instituto Enerxético de Galicia (INEGA).

Equipamentos de medida para a compra de enerxía no mercado

A norma básica relativa á medida da enerxía é o **Real decreto 2018/1997, do 26 de decembro (modificado polo R.D. 385/2002)**, polo que se aproba o Regulamento de puntos de medida de consumos e tránsitos de enerxía eléctrica, desenvolvido pola **Orde ministerial do 12 de abril de 1999** na que se ditan as instrucións técnicas complementarias ao regulamento anterior.

Os puntos de medida dos consumidores en alta tensión (>1 kV) clasifícanse en tipo 1 (aqueles que teñen unha potencia contratada igual ou superior a 10 MW ou cuxa enerxía anual intercambiada coa rede sexa igual ou superior a 5 GWh), tipo 2 (aqueles con potencia contratada igual ou superior a 1,5 MW ou cuxa enerxía anual intercambiada coa rede sexa igual ou superior a 0,75 GWh) e tipo 3 (aqueles non incluídos nos tipos anteriores).

A precisión esixida aos contadores resúmese na táboa seguinte:

ALTA TENSIÓN (>1kV)	Clase dos contadores	
	Activa	Reactiva
Tipo de punto de medida		
Tipo 1	≤ 0,2S ou mellor	≤ 0,5 ou mellor
Tipo 2	≤ 0,5S ou mellor	≤ 1 ou mellor

Segundo o **R.D. 1433/2002**, do 30 de decembro, para aquelas medidas que se efectúen en baixa tensión (≤1kV) -incluídas as subministracións en alta tensión medidas en baixa- os puntos de medida clasifícanse en: tipo 4 (aqueles consumidores con potencia contratada superior a 15 kW) e tipo 5 (para potencias contratadas inferiores a 15 kW). O tipo 4 ten dúas opcións, discriminación mínima en seis períodos ou ben rexistro horario. O tipo 5 ten tres opcións, un período (dous períodos no caso de tarifa nocturna), seis períodos ou ben rexistro horario da enerxía consumida.

BAIXA TENSIÓN ($\leq 1\text{kV}$)	Clase dos contadores	
	Activa	Reactiva
Tipo de punto de medida		
Tipo 4 ($>15\text{ kW}$)	clase 1 ou mellor	clase 2 ou mellor
Tipo 5 ($\leq 15\text{kW}$)	clase 2 ou mellor	clase 3 ou mellor

Deben dispor de equipamentos de medida horarios, é dicir, que permitan discriminar o consumo realizado hora a hora durante todo o ano, os seguintes consumidores:

Consumidores en alta tensión.

De forma opcional, consumidores en baixa tensión de potencia superior a 15 kW que exerzan a súa condición de cualificados, e os de potencia inferior a 15 kW que contraten cun produtor ou adquiren enerxía no mercado.

Os consumidores en baixa tensión de potencia inferior a 15 kW que adquiren a enerxía a un comercializador poden manter o seu equipamento de medida actual, sempre que ese equipamento cumpra as esixencias establecidas no Real decreto 1433/2002.

Para poder exercer como consumidor cualificado é necesario que os consumidores que se acollan ás tarifas de acceso 2.0A e 2.0NA, dispoñan dun dispositivo de control da potencia demandada (I.C.P. ou maxímetro).

Non obstante, antes de tomar calquera decisión acerca dos equipamentos de medida, é recomendable contactar co distribuidor da zona, ou con calquera comercializador, se se vai contratar a subministración con algún deles, para verificar se o actual equipamento de medida cumpre as especificacións esixidas.

2.- Corrección do factor de potencia

Todos os equipamentos eléctricos necesitan enerxía activa (kWh) para o seu funcionamento, e esta é a subministrada fundamentalmente polas compañías eléctricas. Moitos destes equipamentos necesitan ademais para o seu funcionamento enerxía reactiva (kVARh). Esta subministración pode realizala tamén a compañía distribuidora que debe transportala polas súas redes de distribución ou ben pode producila, totalmente ou en parte, a propia instalación mediante baterías de condensadores.

O consumo excesivo de enerxía reactiva é, polo tanto, penalizado polas compañías subministradoras, mediante a recarga por factor de potencia.

Para consumidores a tarifa

Con obxecto de reducir os custos enerxéticos da instalación, deben realizarse controis periódicos do factor de potencia, xa que se este é menor de 0,9 na facturación eléctrica, aparece a recarga de reactiva, que incide proporcionalmente sobre os termos de potencia e enerxía podendo chegar a ser ata dun 47%.

Polo tanto, é aconsellable a medición do factor de potencia (FP) e a súa posterior corrección, mediante a instalación de baterías de condensadores con regulación automática, coa finalidade de evitar pagar a recarga de reactiva citada e, dado o caso, beneficiarse da bonificación máxima do 4% que se pode obter para un factor de potencia igual a 1.

O tanto por cento de bonificación ou penalización calcúlase segundo a seguinte formula.

$$K_r (\%) = \frac{17}{FP^2} - 21$$

Para consumidores cualificados

Penalízase fortemente o exceso de consumo de enerxía reactiva para factores de potencia por baixo de 0,95, con valores actualizados anualmente.

Exemplo: Compensación do consumo de enerxía reactiva

Nunha industria conserveira de pequeno tamaño, o consumo de enerxía eléctrica ten as seguintes características:

Tipo de tarifa	1.1
Potencia media demandada	261 kW
Factor de potencia actual medio	0,79
Penalización por reactiva	1.942 €/ano

Na actualidade o factor de potencia (0,79) é inferior a 0,90, polo cal aparecen penalizacións na factura.

A forma de evitar este pagamento é compensando o consumo de enerxía reactiva cunha batería de condensadores. A capacidade a instalar calcúlase do seguinte modo:

$$C = P.M.M. \cdot \{ \text{tg} (\arccos (FP)) - \text{tg} (\arccos(x)) \}$$

Onde:

C = capacidade en kVAr

P.M.M. = Media de potencia máxima de maxímetro en kW

X = factor de potencia que se quere alcanzar.

Neste caso, para corrixir o factor de potencia a 0,99 (co que se obtería unha bonificación do 3,7 %), precísase a seguinte capacidade de condensadores:

$$\text{Capacidade} = 261 \cdot \{ \text{tg}(\arccos(0,79)) - \text{tg} (\arccos(0,99)) \} = 165 \text{ kVAr}$$

Polo tanto, recoméndase a instalación dunha batería de condensadores cunha potencia mínima de 165 kVAr para corrixir o consumo de enerxía reactiva e conseguir bonificacións. Esta instalación tería un custo aproximado de 5.100 €, e permitiría ter un aforro duns 3.300 €/ano, polo que o período de retorno do investimento quedaría amortizado en 1,5 anos.

Investimento	Aforro	Amortización
5.100 €	3.300 €/ano	1,5 anos

7.2. Iluminación

A iluminación é un consumo eléctrico presente en todas as industrias conserveiras. O usual é que se distinga ao menos entre tres zonas claramente diferenciadas:

- Iluminación localizada para a limpeza manual do peixe que habitualmente se realiza en base a luminarias con lámpadas fluorescentes.
- Sistema xeral de iluminación, normalmente efectuada con lámpadas de vapor de mercurio.
- Iluminación exterior e en zonas en que non é preciso unha distinción nidia das cores, onde as luminarias recomendadas son as de vapor de sodio.

Polo observado nas visitas técnicas efectuadas no sector existen importantes posibilidades de aforro no campo da iluminación, entre as que cabe destacar as seguintes:

- **Instalación de balastros electrónicos nas luminarias fluorescentes (adaptados a condicións de traballo en ambientes húmidos).** A maioría das instalacións de luminarias fluorescentes empregan reactancias electromagnéticas. Substituíndo estas reactancias por balastros electrónicos pódese conseguir un aforro enerxético do 10-15 %, ademais de alongar a vida útil das lámpadas, evitar escintileos e reducir o consumo de enerxía reactiva.



Zona iluminada localmente con pantallas de tubos fluorescentes

Exemplo: Substitución de balastros

Na seguinte táboa amósanse os resultados dun estudo de substitución de balastros electromagnéticos por electrónicos nunha industria conserveira de tamaño medio-grande.

H. funcionamento	Nº fluorescentes	Investimento	Aforro (*)	Amortización
3.750 h/ano	200 pantallas de 2 x 58 W	8.000 €	1.480 €/ano	5,4 anos

(*) O aforro económico é proporcional ás horas de funcionamento, e inclúe o aforro enerxético e o correspondente a custos de substitución.

- **Instalación de lámpadas de vapor de sodio de alta presión** nas zonas en que non se require unha elevada reprodución das cores. Este tipo de lámpadas proporcionan un aforro enerxético de ata un 40 % respecto ás de vapor de mercurio, en función da potencia das luminarias. En iluminacións exteriores, esta mellora pode complementarse coa instalación de reloxos astronómicos que controlen dun xeito óptimo o acendido e apagado durante todo o ano.



Lámpada de vapor de mercurio nun lugar no que non é necesario un elevado rendemento cromático

Exemplo: Substitución de lámpadas

Na seguinte táboa expóñense os resultados da substitución de dez lámpadas de vapor de mercurio de 250 W por outras dez de vapor de sodio de 150 W. No cálculo do investimento tívose en conta unicamente a substitución do equipamento de arranque, pois a substitución das lámpadas considérase gradual, a medida que estas van depreciando o seu nivel de iluminación.

H. funcionamento	Nº lámpadas	Investimento	Aforro	Amortización
2.600 h/ano	10 x 150 W	250 €	200 €/ano (*)	1,25 anos

(*) O aforro é proporcional ás horas de funcionamento.

Como se pode observar no seguinte cadro, o nivel de iluminación das lámpadas recomendadas (vapor de sodio) é superior ao das substituídas (vapor de mercurio) sendo o seu consumo substancialmente inferior.

	Lámpadas de vapor de mercurio de alta presión	Lámpadas de vapor de sodio de alta presión
Potencia	250 W	150 W
Prezo lámpada	24 €	27 €
Vida útil	13.000 h	14.000 h
Fluxo luminoso	13.000 lumens	17.000 lumens
Índice de reprodución cromática	Bo	Lixeiramente inferior ás de vapor de mercurio.
Rosca	E-40	E-40 (para a tubular clara)

Máis información sobre iluminación:

Existen múltiples solucións para a iluminación dunha empresa, e diferentes criterios de elección en función do tipo de estancia e da utilización desta (oficinas, corredores, zonas de produción, cámaras frigoríficas,...). A iluminación debe proporcionar, ademais do nivel apropiado de luminosidade, unha sensación de confort agradable para o traballador, que aumente a súa satisfacción e rendemento no posto de traballo, polo que é preciso aproveitar ao máximo as posibilidades de optimización da instalación de iluminación.

O consumo de enerxía dun sistema de iluminación dependerá en gran medida da eficiencia dos diferentes compoñentes, pero tamén será necesario realizar un control da instalación e dos niveis de iluminación, ademais dun mantemento adecuado.

A continuación, trátanse os parámetros luminotécnicos máis significativos a ter en conta na iluminación dunha instalación. Estímase que con todas as medidas propostas se poden acadar aforros da enerxía eléctrica en iluminación entre o 30% e o 50%.

1.-Importancia da cor

O grao de iluminación dunha estancia depende tamén da cor elixida para pintar os cerramentos. Deste xeito, reflectirase máis ou menos luz, en función da cor elixida, o que fará que a cantidade da luz da estancia varíe. A continuación expónse unha táboa comparativa dunha serie de cores e o seu índice de reflexión:

COR	% de reflexión da luz na parede
Branco	95 %
Amarelo	94 %
Marfil	88 %
Azul celeste	85 %
Verde	79 %
Rosa	71 %
Beixe	68 %
Laranxa	62 %
Azul	41 %

Polo tanto, é conveniente ter en conta que as paredes e mobiliario de cor clara permiten ter un mellor rendemento da iluminación en comparación con paredes e mobiliario de cor escura, que farán que os puntos de luz teñan que estar máis tempo acendidos, polo que o consumo de electricidade para iluminación será maior.



2.-Tipo de lámpadas

2.1.-Lámpadas fluorescentes compactas (baixo consumo)

As lámpadas incandescentes disipan un 80% da enerxía que consomen en forma de calor, e utilizan tan só o 20% restante para iluminar. Polo tanto, é aconsellable a substitución deste tipo de lámpadas por outras dun maior rendemento luminoso, como poden ser as lámpadas de baixo consumo.

Con esta simple medida pódense chegar a acadar aforros de ata un 80% de enerxía, mantendo os niveis de iluminación e de confort. O investimento que supón o cambio deste tipo de lámpadas amortízase nun curto período de tempo.

No seguinte cadro compáranse as potencias de ambos os dous tipos de lámpadas para os mesmos niveis de iluminación, destacando o aforro enerxético que se obtén coa súa substitución.

			
Incandescente	Baixo consumo	Fluxo	Aforro de
Potencia(W)	Potencia (W)	luminoso (lm)	enerxía (%)
40	9	400	78
60	11	600	82
75	15	900	80
100	20	1.100	80
120	23	1.500	81

A continuación especificáanse os aforros enerxéticos e económicos anuais que se poden acadar substituíndo diferentes tipos de lámpadas para un horario de funcionamento de 3 horas ao día.

Substitución lámpadas		Aforro de enerxía (kWh/ano)	Aforro económico (€/ano)
Incandescentes	Baixo consumo		
40 W	9 W	33	3,18
60 W	11 W	52	5,07
75 W	15 W	64	6,19
100 W	20 W	85	8,25
120 W	23 W	104	10,02

2.2.-Lámpadas de descarga de alta presión

A utilización deste tipo de lámpadas é recomendable naquelas zonas onde se necesite iluminar grandes volumes, como poden ser zonas de carga, almacenamento,... Con este sistema pódense acadar aforros de enerxía de ata un 35%.

A continuación expónse unha táboa resumo dos aforros medios que se poden conseguir por substitución de lámpadas, tanto na iluminación exterior como no interior.

Lámpada existente	Substitución proposta	% Aforro enerxético
Vapor de mercurio	Vapor sodio alta presión	40
Halóxena convencional	Vapor sodio alta presión	78
Halóxena convencional	Haloxenuros metálicos	70

2.3.- Melloras de lámpadas fluorescentes

En xeral, as lámpadas fluorescentes utilízanse nas zonas onde se necesita luz de boa calidade e onde se realizan poucos apagados-acendidos.

Nas lámpadas fluorescentes que permanezan acendidas un número elevado de horas ao día, recoméndase a substitución de balastros convencionais polos electrónicos. Con esta medida obtense unha redución do consumo dun 10-15 % ademais de aumentar a vida das lámpadas nun 50% e reducir os custos de mantemento e reposición. A continuación expóñense as vantaxes deste sistema fronte ao convencional.

- Melloran a eficiencia da lámpada e do sistema.
- Non producen efectos de escintileo e estroboscópicos.
- Arranque instantáneo sen necesidade dun arrancador adicional.
- Incrementan a vida da lámpada.
- Ofrecen excelentes posibilidades de regulación do fluxo luminoso.
- Factor de potencia próximo á unidade.
- Conexión máis sinxela.
- Menor aumento da temperatura.
- Non producen zunchos nin rúidos.
- Posúen menos peso.

2.4.- Iluminación exterior

Neste tipo de iluminación, aconséllase a instalación de lámpadas de alto rendemento luminoso como as de vapor de sodio de alta presión, coas que, cun menor consumo enerxético se obtén unha maior cantidade de luz.

Así mesmo, resulta de grande interese a instalación dun sistema de **redución de fluxo** (dobre nivel), que permita regular o nivel de iluminación en función das horas, por exemplo reducindo o fluxo luminoso ao 40% entre a unha e as seis da mañá, obtendo deste xeito unha diminución do consumo enerxético e consecuentemente do gasto da instalación.

Outro tipo de medida de aforro para a iluminación exterior é a instalación de **programadores astronómicos**, que son interruptores automáticos solares deseñados para o acendido e apagado da iluminación exterior, coincidindo exactamente cos ortos e cos ocasos diarios. Con estes sistemas pódense obter aforros de entre un 10 e un 20%.

2.5.-Recomendacións que supoñen escaso ou nulo investimento

- Control dos niveis excesivos de iluminación artificial.
- Emprego de pinturas e cores que favorezan o aforro en iluminación.
- Mantemento correcto e periódico do sistema de iluminación.
- Limpeza de pantallas.
- Utilización de programadores horarios.
- Utilización de detectores de presenza en zonas comúns: corredores, lugares de paso que non se utilicen habitualmente.
- Instalación de iluminación localizada que, ademais de conseguir un ambiente acolledor, consegue reducir o consumo, posto que moitas veces non é necesario iluminar toda a dependencia.
- Instalación de reguladores de intensidade de luz, o que supón unha redución do gasto enerxético e a vantaxe de poder axustar en cada momento ao nivel de iluminación adecuado ás necesidades.
- Instalación de pulsadores temporizadores de apagado/acendido de luces, en zonas comúns.

Con estas medidas os aforros que se poden acadar varían entre un 5 e un 10%.

7.3. Cámaras frigoríficas

Cada vez é máis frecuente a instalación de cámaras frigoríficas na industria conserveira. Moitas delas constrúense en empresas de gran antigüidade nas que nun primeiro momento non foron necesarias. A continuación recóllense unha serie de recomendacións para optimizar tanto o seu deseño como o seu funcionamento.

En primeiro lugar, considérase interesante destacar a posibilidade da instalación de cortinas de aire seco nas entradas das cámaras, non só polo aforro enerxético que poden acadar se están correctamente dimensionadas senón máis ben polo incremento da seguridade laboral, que se traduce nun maior rendemento no traballo. Seguidamente enuméranse as principais vantaxes destas instalacións:

- *Evítase a formación de xeo* nas paredes, teito e chan, reducindo deste xeito a frecuencia dos desxeos co conseguinte aforro enerxético e a mellora das condicións de traballo no interior das cámaras.
- *Condicións constantes*: a redución da carga de humidade suporá unha estabilización no rendemento do equipamento de refrixeración, independente das condicións exteriores.
- *Incremento da eficacia*: a redución case total de xeo nos evaporadores provocará que os equipamentos de frío teñan unha maior eficiencia.
- *Inferior tempo de parada*: dado que a porta e a cámara terán menos xeo, a deterioración da estrutura (posible oxidación, corrosión,...) será menor e, por conseguinte, o mantemento e as paradas na zona serán reducidas. Do mesmo xeito, será preciso empregar menor tempo para a limpeza da cámara.
- *Ambiente máis saudable*: a eliminación da formación de néboa e xeo no chan implicará un lugar de traballo máis seguro para os operarios, o que permitirá realizar este con máis rapidez e, por tanto, reducirase o tempo de apertura da cámara frigorífica. Por outro lado, redúcese a formación de bacterias e mofos que precisan humidade para o seu desenvolvemento.



Acumulación de xeo no teito dunha cámara de conxelación

Para a instalación dun deshumidificador ou cortina de aire seco é preciso dispor de espazo suficiente á entrada da cámara frigorífica para a construción dun corredor de acceso. Tamén se debe ter en conta que esta instalación, debido ao desecamento que se produce no ambiente, **pode causar problemas de presentación e minguas** a produtos que non dispoñan dunha protección superficial como cubertas de xeo ou embalaxes.

Máis información sobre instalacións frigoríficas

Hai moitos tipos de instalacións frigoríficas, adaptables ás diversas necesidades. A tendencia actual é o desenvolvemento da tecnoloxía cara ao aforro.

1. Medidas que cómpre ter en conta no deseño

As medidas de aforro máis eficaces relacionadas co deseño da instalación son as seguintes:

- Deseño da industria: a planta en si non debe favorecer a perda de enerxía de refrixeración, e debe permitir os intercambios de calor entre correntes para aproveitar ao máximo a enerxía. Mesmo a localización dos aparatos é importante: a produción de frío, por exemplo, non debe estar afastada da cámara nin próxima a fontes de calor. Este tipo de medidas non ofrecen moitas dificultades sobre o primeiro deseño, pero en reformas resultan case imposibles.
- Deseño e execución do illamento: dende os materiais e o seu grosor ata a propia construción da cámara: sistema de peche das portas, estrutura,... A forma e o tamaño dos bloques das cámaras son factores decisivos no consumo enerxético, sendo a forma cúbica a máis eficiente (sempre convén a menor relación posible da ratio superficie/volume). Do mesmo xeito, hai que evitar as fugas (entre pranchas, nas portas, ...) e as achegas de calor innecesarias (substituír as lámpadas incandescentes por fluorescentes, ...). Moitas cámaras teñen o teito a maior altura da utilizable, polo que se refrixera un volume de aire que non ten uso.

2. Temperatura adecuada

Antes de entrar en posibilidades de aforro que requiran un investimento ou a recomendación dun tipo de equipamento como o que máis se adecua a unhas circunstancias, convén lembrar que unha das principais medidas de economización que se poden tomar na xestión dunha cámara frigorífica industrial é a regulación correcta das temperaturas dunha forma acorde ás necesidades. Así, por exemplo, o peixe con xeo precisa dunha temperatura de 1,1 °C para un almacenamento curto;

se o peixe ten que permanecer dúas semanas na cámara a temperatura necesaria é de $-1,1\text{ }^{\circ}\text{C}$; e no caso de almacenamentos de ata seis meses a temperatura necesaria sería de $-17,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

En moitos casos o consumo de enerxía para a refrixeración é moi superior ao correspondente ás necesidades da planta. Aínda que o investimento inicial sexa maior, compensa construír, por exemplo, unha cámara frigorífica para conxelación a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ e outra para almacenamento fresco de produtos que son expedidos no mesmo día a 0°C en vez de usar unha soa cámara para ambos os fins.

3. Minimización da entrada de aire

Outro dos puntos en que convén incidir é a renovación do aire da cámara; se as portas son abertas con frecuencia o illamento da cámara non será efectivo. A minimización da entrada de aire supón non só a redución do intercambio térmico co exterior, senón tamén a redución da formación de xeo, xa que o contido de humidade do aire a temperatura ambiente é moi superior ao do aire dentro da cámara. Esa auga é arrefriada e conxelada, o que supón un gasto de enerxía, e despois ese xeo creará unha serie de problemas de cara á operación da cámara.

Unha medida para minimizar este efecto é a construción dunha antecámara entre a porta e a cámara, o que reduce as perdas. Unha mellora moito máis sinxela pero aplicable na gran maioría dos casos con moito éxito é a xestión do almacenamento, de forma que as carretillas vaian cargadas ao máximo de capacidade cada vez que entran. Deste xeito, o número de veces que han de entrar na cámara será menor, coa conseguinte redución de fugas. Ademais, as carretillas consumirán menos enerxía para transportar unha carga determinada se o fan no menor número posible de viaxes, sempre dentro dos límites da seguridade e o permitido pola mecánica da propia máquina.

A instalación de lamias na porta pode reducir a entrada de aire cando esta está aberta ata nun 70%. As lamias teñen certa perigosidade cando hai tráfico intenso de carretillas (o condutor entra case a cegas) o que ralentiza o ritmo dos traballos, ademais de que se poden manchar moi facilmente con certo tipo de produtos, polo que, como xa se comentou, cada vez son máis usadas as cortinas de aire seco. O dispositivo recolle aire, e unha vez desecado impúlsao, creando unha cortina que non permite a entrada de aire exterior.

Tamén resulta interesante a “trampa de xeo”. En instalacións frigoríficas de conserveiras, a humidade do aire produce xeo, sobre todo nos puntos máis fríos,

coma as aletas dos evaporadores. O xeo dificulta a transmisión de calor, reducindo a eficiencia da instalación. A separación diferencial de aletas implica que o aire húmido, en canto chega ás aletas, atopa unha separación moi grande entre estas, e alí produce xeo sen obstruír, e máis adiante, onde a separación entre aletas é menor, o aire chega moito máis seco.

4. Acumulación térmica de xeo

A acumulación térmica de xeo consiste nun circuíto de auga/glicol e duns corpos acumuladores (xeo). Así, en horarios nocturnos ou cando por algún motivo existe un exceso de enerxía, prodúcese xeo, e nos momentos de demanda de frío da cámara úsase o xeo para arrefriar a mestura auga/glicol que arrefriará o circuíto da cámara mediante un intercambiador de calor. Os sistemas acumuladores de xeo poden ser usados tanto para aforrar enerxía destinada á produción de frío ou como sistema para afrontar un corte de enerxía sen que isto afecte á calidade da refrixeración. A acumulación de xeo é recomendada principalmente para cámaras de conservación, que pola súa temperatura de traballo (0 °C) permiten máis facilmente o uso deste tipo de equipamentos.

5. Equipamentos regulables

Un equipamento que sempre produce aforro son os ventiladores de dúas velocidades, xa que en moitas ocasións (a maior parte do tempo) polas condicións ambientais ou de carga da instalación non é necesaria toda a potencia destes para a evaporación, polo que a unha velocidade menor tamén cumpren a súa función e aforran enerxía.

6. Compresores

O uso de compresores de parafuso, sós ou combinados con compresores alternativos, permite o aforro cando non se traballa a carga completa, xa que os compresores de parafuso permiten unha variación de entre o 10% e o 100% da súa potencia nominal. Isto é de grande importancia, porque a condensación inflúe máis cá evaporación no consumo de enerxía; e por iso tamén resulta conveniente que a presión de condensación sexa a menor posible, polo cal convén revisar as válvulas de expansión e escoller unhas que permitan acadar moi baixas presións.

7. Mantemento

Ademais, cómpre lembrar que un bo mantemento (limpeza de filtros, desxeamento regular, axuste de equipamentos mecánicos...) supón un aforro considerable.

7.4. Outras medidas para o aforro de enerxía eléctrica

A continuación, recóllense outras medidas de eficiencia que poden axudar a rebaixar os custos enerxéticos das empresas.

- **Instalación de variadores de frecuencia en compresores, ventiladores e bombas.** Con esta mellora conséguese reducir o consumo de enerxía eléctrica nas rampas de aceleración destes equipamentos e regular a velocidade ás necesidades do proceso. Unha vantaxe engadida é que aumenta a vida útil dos equipamentos, xa que ao regular constantemente a frecuencia da enerxía eléctrica, redúcese o desgaste daqueles. Cabe salientar tamén que no caso das bombas se reduce o risco de danos por golpes de ariete, posto que estas non se deteñen de forma instantánea senón que se reduce a enerxía potencial da auga de xeito gradual.
- **Control da calidade dos parámetros eléctricos na distribución interior da fábrica, especialmente do factor de potencia.** A instalación dunha batería de condensadores no punto de interconexión coa rede de subministración reduce o consumo de enerxía reactiva, pero iso non implica que a distribución da electricidade no interior da fábrica se realice correctamente. Así pois, é frecuente en instalacións de tamaño medio que esta distribución non se efectúe axeitadamente, o que pode dar lugar a problemas de funcionamento en motores e outros equipamentos. En instalacións de gran tamaño e con grandes consumos recoméndase realizar compensacións da enerxía eléctrica por zonas, e mesmo por motor se fose preciso.
- **Automatización das paradas dos equipamentos eléctricos.** Deste xeito evítase que a maquinaria funcione cando a cadea de produción estea parada, por exemplo liñas de enlatado, transportadoras,...
- **Desprazamento de determinadas actividades a horarios en que a enerxía eléctrica é máis barata.** Nas horas centrais do día a enerxía eléctrica é máis cara que noutras franxas horarias; **isto é así aínda que a empresa teña pactado un prezo fixo** para todos os períodos horarios. Se a empresa despraza o seu consumo a horas punta, na renovación dos contratos, este prezo verase claramente incrementado para o seguinte ano, e do mesmo xeito, se o consumo se despraza a períodos val este prezo diminuír. Na medida do posible, deberase tratar de desprazar os consumos non prioritarios a períodos horarios en que a enerxía

eléctrica sexa máis barata. Esta medida non supón un aforro enerxético, senón un aforro económico. Un bo exemplo sería tratar de desprazar os picos de consumo dos equipamentos de frío a horas chan ou val, o que pode facerse programando o horario das cargas e descargas.

- **Instalación de aparellos que reduzan o consumo de auga.** Dentro desta medida incluíríanse dende a instalación de maquinaria máis eficiente, ata a instalación de bocas con válvulas manuais nas mangueriras de limpeza e baldeo.

Con estas medidas pódense conseguir aforros en dous sentidos:

- Redución da enerxía eléctrica dedicada ao bombeo, ao diminuír o consumo de auga.
- Aforro de combustible na produción de auga quente.



Boca dunha mangureira sen válvula manual

AFO RRO EN ERX TICO
NO TRAN SPO RTE

8.- AFORRO ENERXÉTICO NO TRANSPORTE

A maioría das empresas conserveiras teñen subcontratado o servizo de distribución e dispoñen de poucos vehículos en propiedade. Non obstante, considérase de interese comentar a importancia de formar os condutores con criterios de aforro enerxético, recomendacións que se poden transmitir ás subcontratas e aos traballadores que o desexen aplicar no seu vehículo particular.

Á hora de conducir, a primeira prioridade debe ser a seguridade e o cumprimento das normas de circulación. En segundo lugar, estaría a rapidez no servizo e o consumo de carburante.

As recomendacións deben transmitirse aos condutores tanto de xeito oral como por escrito nunha reunión. Previa e posteriormente a esta xuntanza, é recomendable rexistrar o consumo e calcular ratios por quilómetro para cada tipo de vehículo, con total transparencia para os condutores.

Estímase que con esta medida de formación se pode reducir un 5 % o consumo de combustibles en transporte.

Máis información sobre conducción eficiente:

O Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE) realizou experiencias que demostran que as seguintes prácticas, recollidas na súa publicación *Manual de conducción eficiente para condutores del Parque Móvil del Estado*, **aforran enerxía, reducen o tempo do desprazamento e alongan a vida útil dos vehículos.**

a) Fundamentos teóricos:

1.-Arranque e posta en marcha

Arrancar o motor sen pisar o acelerador.

En motores de gasolina, iniciar a marcha inmediatamente despois do arranque.

En motores diésel, esperar uns segundos antes de comezar a marcha.

2.-Primeira marcha

Usala unicamente para o inicio da marcha; cambiar a 2ª aos dous segundos ou 6 metros, aproximadamente.

3.-Cambios de marcha

Varían en función da pendente e das circunstancias do tráfico. En terreo chan e boas condicións de circulación, recoméndanse os seguintes cambios nun turismo:

Aceleración:

Acelerar tras a realización do cambio.

- Segundo revolucións:
 - En motores de gasolina: entre 2.000 e 2.500 r.p.m.
 - En motores diesel: entre 1.500 e 2.000 r.p.m.
- Segundo velocidade:
 - a 2ª marcha a partir de 6 metros ou dous segundos
 - a 3ª marcha a partir duns 30 km/h
 - a 4ª marcha a partir duns 40 km/h
 - a 5ª marcha a partir duns 50 km/h

En caso de que a circulación o permita e en estradas chás, cambiar directamente de 2ª a 4ª marcha. O mesmo pode aplicarse para pasar de 3ª a 5ª.

Deceleración:

Levantar o pé do acelerador e deixar rodar o vehículo coa marcha engrenada nese momento.

Frear de forma suave co pedal do freo.

Reducir de marcha o máis tarde posible, con especial atención nas baixadas.

- Segundo revolucións
 - Reducir de 5ª a 4ª marcha por baixo de 1.500 r.p.m.
 - Reducir de 4ª a 3ª marcha por baixo de 1.000 r.p.m.
 - Reducir de 3ª a 2ª marcha por baixo de 1.000 r.p.m.

Detención:

Sempre que a velocidade e o espazo o permitan, deter o coche sen reducir previamente de marcha.

Circulando a máis de 20 km/h cunha marcha engrenada, se non pisa o acelerador, o consumo de carburante é nulo.

En cambio, a ralentí, o coche consome entre 0,5 e 0,7 litros/hora.

4.-Utilización das marchas

Circular o máis posible nas marchas máis longas e a baixas revolucións. É preferible circular en marchas longas co acelerador pisado en maior medida que en marchas curtas co acelerador menos pisado. En cidade, sempre que sexa posible, utilizar a 4ª e 5ª marchas.

5.-Velocidade de circulación

Debe manterse o máis uniforme posible; buscar fluidez na circulación, evitando as freadas, aceleracións e cambios de marcha innecesarios.

Gardar unha suficiente distancia de seguridade para evitar acelerar e frear ao ritmo do anterior.

6.-Paradas

En paradas prolongadas (por enriba de 60 segundos), é recomendable apagar o motor.

7.-Anticipación e previsión

- Conducir sempre cunha adecuada **distancia de seguridade** e un amplo campo de visión que permita ver 2 ou 3 vehículos por diante.
- No momento en que se detecte un obstáculo ou unha redución de velocidade de circulación na vía, levantar o pé do acelerador para anticipar as seguintes manobras.

8.-Seguridade:

Na maioría das situacións, aplicar as regras da condución eficiente contribúe ao aumento da seguridade vial.

Pero, obviamente, existen circunstancias que requiren accións específicas distintas, para que a seguridade non se vexa afectada.

b) Beneficios asociados:

- Diminución global da contaminación ambiental.
- Diminución da contaminación acústica. Un só coche a 4.000 r.p.m. produce tanto ruído coma 32 coches a 2.000 r.p.m.
- Redución da tensión do condutor. Diminución do risco de accidentes.
- Maior confort de condución.
- Aforro medio do 10 % do carburante, e aforro nos custos de mantemento do vehículo: sistema de freado, embrague, caixa de cambios e motor.

c) Resultados de aplicación práctica:

A modo de exemplo, a continuación reflíctense os resultados dun estudo realizado polo IDAE:

Antecedentes:

320 profesionais do transporte por estrada participaron nun curso sobre condución económica de tres días. Cada un destes profesionais realizou un circuíto de 40 km antes e despois da realización do curso.

Resultados:

- Redución do 33,6 % na utilización do embrague.
- Redución do 56,4 % na utilización do freo.
- Aumento dun 4,9 % da velocidade.
- Diminución dun 6,5 % do consumo enerxético.

PROGRAMA DE EFICIENCIA
ENERGÉTICA EM ANTEMENTO
DAS INSTALACIÓNS

9.- PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERXÉTICA E MANTENIMENTO DAS INSTALACIÓNS

9.1. Programa de eficiencia enerxética

A maioría dos industriais poden coñecer o consumo global de enerxía das súas instalacións, só é necesario para iso que a contabilidade da empresa lles facilite as sumas totais dos principais puntos de consumo. Non obstante, este coñecemento global non é suficiente para saber se a enerxía está sendo ben administrada. É necesario coñecer os consumos de equipamentos similares e en situacións análogas, para saber discernir se unha elevación do consumo se debe a unha diminución da temperatura ambiente propia da estación do ano, ou a un mal funcionamento dalgún equipamento.

Un exame detallado da utilización da enerxía pode tamén servir de estímulo para aumentar a eficiencia xeral da instalación. **O feito de que o consumo estea sendo controlado produce un efecto beneficioso na empresa e a miúdo motiva claras reducións deste.**

Para a consecución práctica de resultados aceptables, precísase dun labor continuada que obedeza a unha planificación previa e da que se deduza unha acción planificada en tempo e custo. Esta acción poderíase chamar “**Programa de eficiencia enerxética**” e a súa implantación dunha maneira directa e sistemática pode facerse con eficacia sen necesidade de distorsionar a boa marcha da empresa.

No seguinte cadro esbózase a estrutura dun programa deste tipo:

Programa de eficiencia enerxética

1. – Obxectivos

O establecemento e fixación de obxectivos é a base inicial do programa coa finalidade de canalizar e xuntar forzas en prol do aforro.

O plan debe ser a tradución concreta da vontade da dirección: “Mellorar a utilización da enerxía na empresa”.

Comporase dunha serie de medidas coordinadas, a través de accións cuantificables en custo e tempo.

Os obxectivos fixaranse tendo en conta a evolución dos consumos enerxéticos e deberán ser, polo tanto:

- Claros
- Específicos
- Medibles (cuantificables en custo e tempo)
- Razoables (establecendo prioridades para levalos a cabo)

2.- Elaboración do plan

En primeiro lugar, débese realizar unha análise enerxética exhaustiva da instalación, necesaria para identificar:

- Áreas de consumo
- Fontes de enerxía
- Consumos anuais

Para o que é indispensable a elaboración de:

- Un diagrama de distribución de enerxía na instalación.
- Un balance de materia e enerxía das operacións e equipamentos principais

A elaboración do plan, en definitiva, será o resultado dun labor de traballo e coordinación entre os diferentes departamentos de fabricación implicados. Polo tanto, deberá facerse por departamentos cunha participación activa do persoal que despois terá que intervir nel. Non obstante, establecerase un responsable do *programa de eficiencia* que coordinará todos estes traballos.

3.- Análise dos consumos específicos

Cos datos obtidos no estudo anterior, deseñárase un criterio de reparto de consumos enerxéticos directos e indirectos por liñas de produción, coa finalidade de sentar unha base razoable de partida que sirva posteriormente de comparación e referencia para avalíar as futuras accións a tomar. Defíniranse **ratios** comparativas de doado cálculo.

4.- Elaboración dunha listaxe coas posibles melloras

A partir de todos os datos recollidos elabórase unha listaxe de posibilidades de aforro.

5.- Execución do plan

A dirección encargárase de dar a prioridade correspondente a cada unha das diferentes posibilidades de aforro, e definir os obxectivos concretos e as previsións de evolución das principais ratios fixadas. Estas previsións coincidirán cunha gran **difusión** delas, presentándoas como necesidades imperiosas.

Aínda que a responsabilidade de execución de certos traballos estea confiada a outras persoas, o responsable enerxético estará informado dos avances conseguidos.

6.- Seguimento do plan

Os resultados obtidos deben ser confrontados coas previsións. Os desvíos existentes deberán ser analizados e facer as revisións oportunas.

É conveniente a realización periódica de auditorías internas coa participación de todos os departamentos vinculados, o que permitirá localizar e valorar as perdas, o rendemento térmico e eléctrico, o consumo específico das operacións e as enerxías residuais.

9.2. Mantemento preventivo

Un programa continuado de mantemento preventivo é esencial para un efectivo esforzo de aforro enerxético e require uns procedementos sistemáticos e un equipamento humano dotado do instrumental apropiado.

O mantemento preventivo incide en dúas actividades básicas:

- Inspección periódica dos equipamentos para detectar perdas.
- Actuación coordinada co departamento de produción para reducir custos de operación e consumos de enerxía.

Para lograr que as condicións adversas, ou potencialmente adversas, sexan detectadas e corrixidas, elaborárase unha “**lista de inspección**” para cada centro consumidor de enerxía.

A continuación, enuméranse algunhas prácticas de mantemento preventivo que resultan beneficiosas nos programas de aforro enerxético.

- Substituír e reparar illamentos deficientes.
- Limpar periodicamente os queimadores.
- Mellorar os sistemas de control.
- Reparar perdas de vapor.
- Inspeccionar e reparar refractarios e calorifugado de caldeiras.
- Substituír filtros sucios de aire.
- Manter a relación óptima aire/combustible en queimadores.
- Limpar periodicamente as superficies de transferencia de calor.
- Determinar todas as perdas de aire comprimido.

Para desenvolver as técnicas de conservación, é indispensable contar cun certo número de instrumentos, portátiles ou fixos, que permitan medir os consumos enerxéticos. A continuación indícanse algúns tipos básicos.

Fixos:

Contadores eléctricos
Medidores de gases
Contadores de fuel e vapor
Analizador de osíxeno

Portátiles:

Vatímetros
Analizador de osíxeno
Detector ultrasónico
Cámara de infravermellos
Termómetros
Manómetros



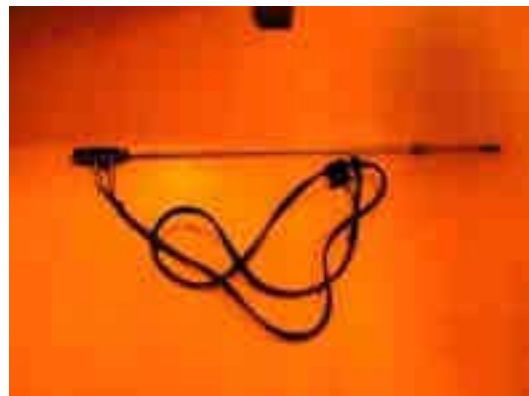
Analizador de redes eléctricas coas correspondentes pinzas



Luxómetro para a medición do nivel de iluminación para a medida de tensións e intensidades



Analizador de gases de combustión e sonda estándar do mesmo



Termómetro de contacto con sonda de superficie



Termómetro a distancia por infravermellos



Detector de fugas por ultrasóns



Medidor de caudal por ultrasóns

O mantemento preventivo debe cubrir todas as áreas da instalación, identificando as perdas e o excesivo consumo enerxético que poden ser corrixidos mediante operacións de mantemento.

Non se debe esquecer que un programa de aforro de enerxía só será positivo se mantén o interese participativo do persoal da instalación. Se os empregados participan e colaboran na xestión e seguimento do programa este será máis realista. Para manter o interese de todo o persoal, pódense incluír os seguintes puntos entre as actividades a desenvolver polo responsable do programa:

- Organizar regularmente charlas a persoal seleccionado.
- Invitar a membros de todos os departamentos para facilitar a comunicación entre o responsable e o persoal de planta.
- Solicitar suxestións de aforro.
- Calcular o consumo enerxético por unidade de produción e, unha vez determinados os niveis que se queren conseguir, recomendar periodicamente niveis de consumo menores.
- Participar en seminarios de aforro, fóra da compañía.
- Valorar a posibilidade de contratación de asesoramento externo en situacións específicas.
- Facilitar a cada empregado unha “lista” de medidas de aforro en función das características da instalación.
- Publicar información relativa ao aforro enerxético e informar periodicamente ao persoal dos resultados obtidos.

A continuación, preséntase un modelo de “lista” para divulgar entre os empregados:

1. Apagar as luces innecesarias
2. Minimizar o caudal de auga de refrixeración
3. Recoñecer os purgadores de vapor
4. Optimizar a combustión das caldeiras
5. Eliminar as fugas en servizos xerais
6. Revisar os medidores de caudais
7. Reducir a temperatura de auga quente ao mínimo requirido
8. Manter as portas e ventás pechadas cando funcione a calefacción ou climatización.
9. Apagar o monitor se non utiliza o ordenador.
10. Optimizar o factor da potencia da instalación.

9.3. Técnicas e recomendacións de mantemento

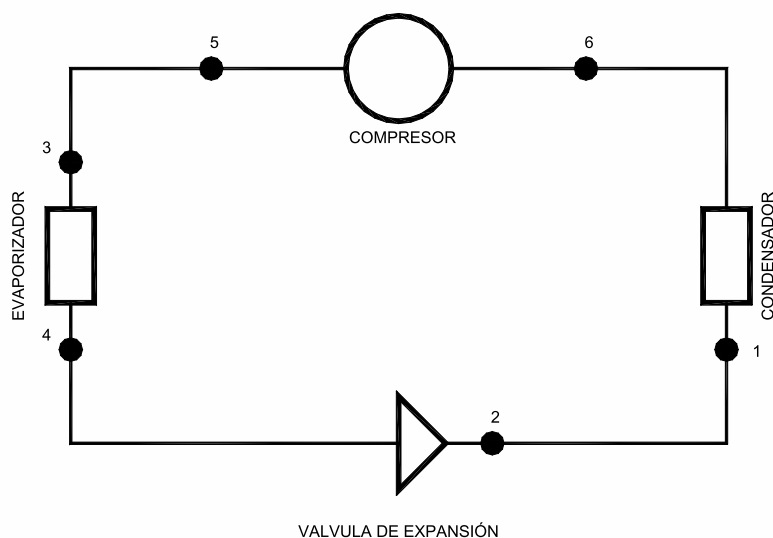
9.3.1. Refrixeración

Estes procesos utilizan dous tipos de sistemas:

- Sistemas de compresión, nos cales se consome enerxía mecánica.
- Sistemas de absorción (xeralmente ciclos de amoníaco para baixas temperaturas ou de bromuro de litio para aplicacións de climatización) nos cales se consome enerxía térmica, e que se empregan principalmente cando se dispón de enerxía térmica a baixo custo ou residual.

No ciclo de compresión, o compresor de parafuso helicoidal rotatorio reúne as vantaxes dos compresores alternativos e centrífugos.

O control deste tipo de ciclo realízase por medición de temperaturas e presións en determinados puntos do circuito. A seguinte figura presenta o número ideal de termómetros para un ciclo simple de refrixeración para efectuar un control exhaustivo.



Por outra parte, cómpre salientar que moitos motores eléctricos están sobredimensionados debido a que o custo de capital para aumentar a potencia do motor é significativamente pequeno.

9.3.2. Xeración de vapor

O primeiro que se debe considerar no sistema é o propio xerador. Como xa se comentou en apartados anteriores, o seu rendemento depende do exceso de aire de combustión e do deseño de transferencia de calor. Para que alcance niveis normais, existen dúas condicións esixibles:

- Combustión correcta co menor exceso de aire posible.
- Boa transferencia de calor, logrando baixa temperatura de fumes.

Outros factores que deben considerarse na conservación e operación do sistema de vapor son:

- Correcto illamento de todos os compoñentes da instalación.
- Limpeza periódica e axuste dos queimadores.
- Purga mínima requirida.
- Adecuada viscosidade do combustible líquido.
- Mantemento adecuado do sistema de control de combustión.
- Limpeza dos entubados, interior e exterior.
- Recuperación da calor dos tanques de purgas.

9.3.3. Distribución de vapor e condensado

En primeiro termo, deben evitarse as fugas directas de vapor en liñas, válvulas, xuntas e accesorios en xeral. Existen táboas que permiten determinar as perdas en función do tamaño do orificio e da presión da liña. Así, por exemplo, un orificio de 1,6 mm de diámetro, nunha liña de vapor a 7 kg/cm² de presión con funcionamento ininterrompido, provoca unha perda mensual de 7.700 kg de vapor, o que supón 570 kg de fuel óleo.

Unha cantidade considerable de calor pode disiparse por radiación cando os entubados, unións e bridas carecen de calorifugado. De forma aproximada, as perdas de calor nunha brida descuberta equivalen ás de 60 cm de entubado sen calorifugar.

É conveniente colocar válvulas de seccionamento nos ramais en que o servizo é descontinuo.

Nas modificacións e ampliacións de instalacións é interesante reformular o seu deseño para conseguir unha distribución máis eficaz e incrementar a eficiencia enerxética.

Nas liñas de vapor é necesaria a colocación e mantemento dos purgadores. O condensado recollido ao longo da liña contén unha cantidade apreciable de calor sensible. O seu aproveitamento debe ser norma común nas instalacións. Algunhas plantas recuperan ata o 90% deste condensado para alimentación das caldeiras, o que supón un aforro importante de combustible.

9.3.4. Aire comprimido

A continuación enuméranse algunhas recomendacións prácticas para a operación e mantemento do aire comprimido de planta.

- Empregar un compresor central optimizado en lugar de compresores de zona.
- Seleccionar o lugar de aspiración para usar aire frío, limpo e seco.
- Realizar un mantemento correcto das partes críticas do compresor.
- Comprobar que as liñas de auga de refrixeración non están bloqueadas.
- Utilizar sistemas de control automáticos.
- Reparar as fugas en liñas de distribución como parte dun programa de mantemento periódico.
- Usar cúbados de raio longo e unións soldadas, para reducir as perdas de carga.

- Establecer un mantemento preventivo dos filtros reguladores de presión.
- Non traballar por riba da presión de operación recomendada polo fabricante.
- Reducir a presión de aire ao menor nivel permisible.
- Usar o aire quente de refrixeración para calefacción de locais nos casos en que sexa técnica e economicamente viable.
- Estudar o emprego de auga quente de retorno da refrixeración para outros usos na planta.

9.3.5. Producción e capacidade da instalación

As instalacións en liña foron deseñadas para unha certa capacidade de produción. Cando por diversas circunstancias (déficit de materia prima, estancamento do consumo,...) se opera a baixa carga, elévase o consumo de enerxía por unidade de produto obtido. Na medida do posible, debe programarse a produción para evitar este incremento de gasto enerxético.

9.3.6. Instrumentación e control

A instrumentación, ademais de ser imprescindible para realizar un balance de enerxía, pode, en certos casos, actuar como un factor condicionante do consumo.

RESIDUOS XERADOS PO LA
INDUSTRIA CONSERVEIRA

10.-RESIDUOS XERADOS PO LA INDUSTRIA CONSERVEIRA

10.1. Aplicacións xenéricas

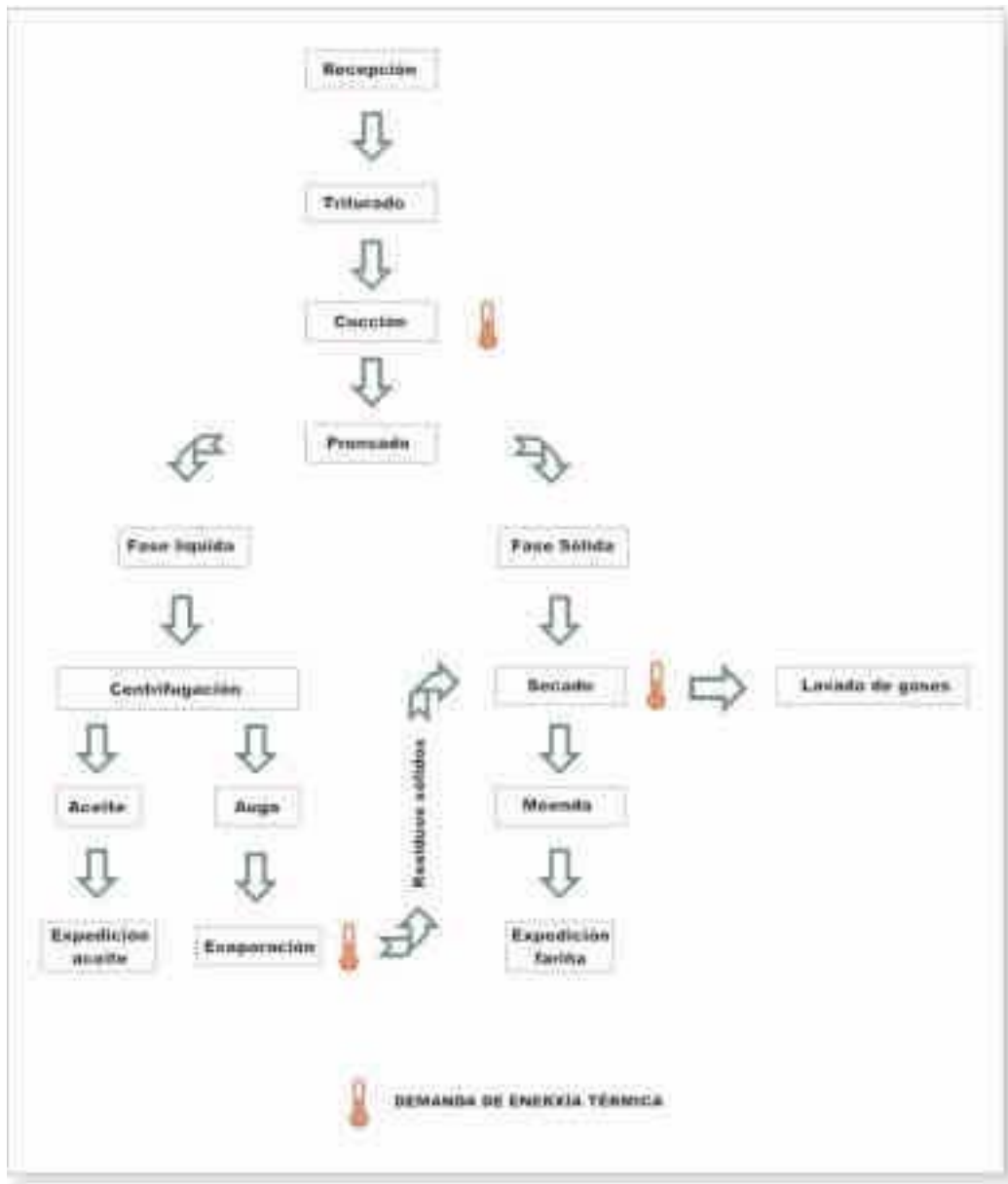
As plantas conserveiras xeran un grande volume de residuos (pel, espiñas, vísceras, cabezas...), que na maior parte das ocasións é utilizado en conxunto para producir fariña e aceite de peixe. Estes dous produtos poden ser utilizados para a alimentación humana, aínda que a fariña de peixe é usada principalmente para fabricar pensos de gando. O aceite emprégase para a fabricación de margarinas, aínda que tamén se usa noutros sectores da alimentación e a cosmética, así coma para base de pinturas e vernices.



Carga dos restos de peixe procedentes dunha conserveira antes da súa transformación en fariña e aceite

A continuación amósase o proceso típico para a obtención de fariña e aceite:

DIAGRAMA DO PROCESO PARA OBTENCIÓN DE FARIÑA E ACEITE



- O primeiro paso é a **trituration**, para homoxeneizar o tamaño dos residuos.
- O seguinte paso é unha **cocción** dos residuos con vapor.



Instalación para a cocción de residuos

- A continuación ten lugar o **prensado**, que se fai cunha achega de vapor a maiores. É neste proceso onde se separa unha fase líquida composta por auga, graxas e algúns sólidos en suspensión dunha tórta sólida.
- Posteriormente, a fase **sólida** pasa por un proceso de secado e moenda, para garantir o tamaño de grao da fariña de peixe. Despois é ensacado ou vendido a granel.



Enscadora de fariña

A fase líquida é sometida a **centrifugación** para separar a fase acuosa da oleosa. A fase acuosa é evaporada, e os residuos secos son agregados á fariña. A fase oleosa é o aceite de peixe, produto que é vendido a outras empresas.

Hoxe en día empézase a pensar en obter produtos de maior valor engadido que a fariña de peixe. Así, por exemplo, pódense separar por extracción unha gran cantidade de subprodutos orgánicos utilizables industrialmente. Mediante extracción con CO₂ supercrítico e unha posterior estabilización pódense obter lípidos, para o seu uso en cosmética, industria farmacéutica ou alimentación. Da pel, vísceras ou proteínas pódense obter hidrolizados de proteína. As cunchas dos moluscos tamén poden ser recuperadas, principalmente coma fonte de carbonato cálcico, para diversos usos. Mesmo se poden usar as peles para distintas aplicacións: segundo a especie pódense empregar en moi distintos campos, que van dende a peletaría ata os abrasivos.

Unha aplicación que xa comeza a ser habitual nas empresas de maior tamaño polos seus bos resultados é a elaboración de conservas para animais domésticos, especialmente para cans e gatos.

Estes procesos de recuperación producen produtos de maior valor engadido que a fariña, pero para a súa elaboración faise necesario reestruturar a xestión dos residuos xa que neste momento practicamente non hai factorías que os clasifiquen adecuadamente. Se os residuos son, pola contra, clasificados segundo a súa tipoloxía (pel, espiñas, carne, vísceras...) é posible obter produtos específicos que resultan máis valiosos. Sen acadar un grao de separación tan alto pódese obter outro tipo de produtos que tamén teñen un gran interese comercial, coma xelatinas, fertilizantes e colas.

Nestes momentos en Galicia non se realiza a produción destes derivados do peixe, porque precisan dunha estrutura tecnolóxica e económica máis desenvolvida, con capacidade de produción e unha demanda estable que absorba todos eses produtos. Ademais, require a modernización do sector pesqueiro-conserveiro, para adaptalo a unha economía de maior nivel.

10.2. Alternativas enerxéticas para os subprodutos da industria conserveira

Os residuos de peixe non teñen un poder calorífico moi elevado e poden transformarse en produtos de moito máis valor, polo que en xeral non resulta interesante a súa valorización enerxética.

Un dos usos posibles sería a transformación do aceite en biodiésel mediante unha reacción de transesterificación. Isto non resulta rendible polo prezo do aceite de peixe e a mala calidade do biodiésel obtido, xa que o seu alto grao de insaturación pode dar lugar a moitos depósitos no motor, emitir produtos perigosos e deteriorarse facilmente en pouco tempo, polo que non se recomenda o seu emprego en motores de automóbiles sen modificar. Dado que o combustible de automoción ten maior valor no mercado que o combustible de caldeiras, debería promoverse a investigación neste eido.

A produción de biogás é unha alternativa que si podería resultar posible nun futuro próximo en plantas de gran tamaño. Como xa se indicou, os restos de peixe dan produtos moi valiosos como para usalos na obtención de enerxía. Para esta utilización poderían usarse os restos que se tratan na depuradora. Así, nun dixestor anaerobio descomporíase a materia orgánica, para producir metano, que pode ser aproveitado enerxeticamente mediante combustión. Só unha das conserveiras máis grandes de Galicia realiza este aproveitamento na actualidade.

CONCLUSI NS

11.- CONCLUSI NS

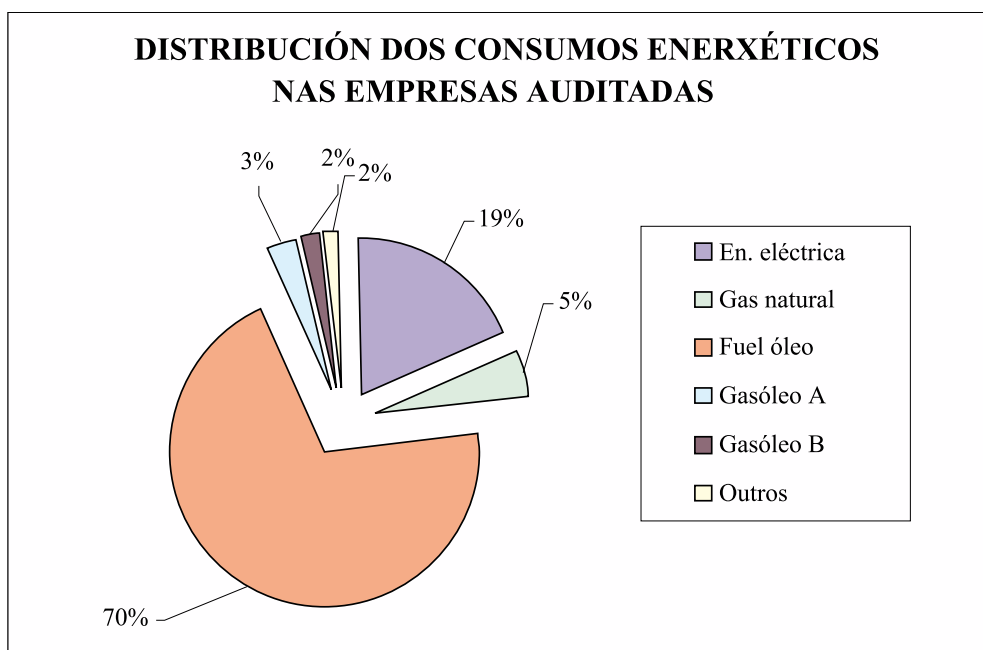
11.1. Resultados das auditoras

A industria de fabricación de conservas de peixe e marisco é un pilar básico da economía galega polas súas ligazóns cos sectores primarios. Ademais, é un sector que leva un longo período de tempo nun proceso de concentración de cara a mellorar a súa competitividade.

Como xa se indicou en apartados anteriores, o presente estudo sectorial centrouse en coñecer os perfís de consumo enerxético co fin de establecer as ratios máis significativas do uso da enerxía e posibilitar así a súa comparación con instalacións ou usos similares.

O punto de partida deste estudo foi a elaboración de auditorías enerxéticas en 12 instalacións e a recompilación dos datos precisos doutras 12 empresas. O conxunto da mostra suma o 76 % da produción galega e inclúe pequenas e grandes empresas para ampliar a súa representatividade. As melloras recomendadas, sempre baixo o punto de vista dun mellor uso da enerxía sen diminuír o nivel de prestacións, poden ser aplicables a calquera industria conserveira.

Neste sector, a enerxía representa unha pequena porcentaxe nos custos totais dos produtos (da orde do 2 %), destacando o consumo de fuel óleo (70 % da enerxía demandada), seguido da enerxía eléctrica (19 %) e o gas natural (5 %). No seguinte gráfico, amósase a distribución dos consumos enerxéticos das empresas auditadas, en función dos diferentes produtos enerxéticos que empregan para realizar a súa actividade.



Estes produtos enerxéticos poden clasificarse en función da súa utilización final en consumo eléctrico, térmico e enerxía para o transporte. No seguinte cadro recóllense as ratios de consumo medio por tonelada de produto nos principais procesos consumidores de enerxía.

RATIOS DE CONSUMO ENERXÉTICO

Actividade	Consumo eléctrico (tep/t) (1)	Consumo térmico (tep/t)	Consumo en transporte e distribución (tep/t)
Conservación	0,018	-	0,006
Cocción	-	0,069	
Esterilización	-	0,052	
Outros	-	0,016	
Enerxía eléctrica (Forza)	0,015	-	
Total	0,033	0,138	0,006 (2)

(1) **tep**: tonelada equivalente de petróleo, enerxía equivalente á producida na combustión dunha tonelada de cru de petróleo.

(2) Esta é só unha pequena parte dos consumos reais en transporte, dado que xeralmente esta actividade se encontra subcontratada a outras empresas.

A partir das ratios de consumo calculadas e da produción total do sector, obtéñense os seguintes datos de consumo enerxético:

CONSUMO ENERXÉTICO TOTAL DO SECTOR CONSERVEIRO

Produto enerxético	Consumo de enerxía (ktep/ano)	Custo da enerxía (M€)
Enerxía eléctrica	8,0	5,5
Combustible para xerar enerxía térmica	33,3	6,9
Combustible para transporte (*)	1,4	0,9
TOTAL	42,7	13,3

(*) Esta é só unha pequena parte dos consumos reais en transporte, dado que xeralmente esta actividade se encontra subcontratada a outras empresas.

O consumo enerxético total do sector é da orde de 42,7 ktep/ano, valorados en 13,3 millóns de euros. Esta cantidade representa unha pequena porcentaxe nos custos totais; non obstante, existen importantes posibilidades de aforro por eficiencia enerxética que se poden converter nunha vantaxe competitiva, especialmente nas empresas de maior tamaño.

O aforro enerxético que representaría a realización do conxunto de medidas recomendadas amortizables nun período de tempo inferior a 5 anos supón o 10,9 % do consumo e o 13,6 % dos custos enerxéticos totais. As melloras amortizables nun período superior a 5 anos poden chegar a supoñer un aforro adicional dos custos enerxéticos do 29,1 %.

PORCENTAXES DE AFORRO ACADABLES

Período de amortización da mellora	Aforro económico respecto ao total de custos
Inferior a 1 ano	3,5 %
Entre 1 e 5 anos	10,1 %
Superior a 5 anos	29,1 %

O potencial de aforro de todo o sector en medidas amortizables a curto, medio e longo prazo recóllese no seguinte cadro.

POTENCIAL DE AFORRO NO SECTOR

Período de amortización da mellora	Potencial de aforro enerxético (ktep/ano)	Potencial de aforro económico (M€/ano)
Inferior a 1 ano	1,2	0,5
Entre 1 e 5 anos	3,4	1,3
Superior a 5 anos	9,9	3,9
TOTAL	14,5	5,7

Obsérvase que o aforro total dos custos enerxéticos pode chegar aos 5,7 millóns de euros anuais, o que supón unha diminución do 43 % do gasto enerxético. É de destacar que non se requiren grandes investimentos para realizar as melloras que presentan un período de retorno inferior a un ano. Emporiso, si serían importantes os que se precisan para as melloras cun período de retorno igual ou superior a 5 anos, por incluírse neste apartado a instalación de centrais de coxeración con gas natural licuado (GNL). No seguinte cadro cuantifícanse os investimentos necesarios para levar a cabo as medidas de eficiencia recomendadas.

INVESTIMENTOS REQUIRIDOS EN AFORRO ENERXÉTICO

Período de amortización da mellora	Investimentos (M€)
Inferior a 1 ano	0,1
Entre 1 e 5 anos	3,0
Superior a 5 anos	31,4

Cabe salientar que estes aforros enerxéticos van acompañados de importantes aforros de auga e da diminución da emisión de substancias contaminantes á atmosfera.

A continuación resúmense en catro puntos as principais medidas de aforro aplicables a este sector:

- Mellora do deseño da distribución en planta

Moitas das instalacións existentes foron ampliadas a partir doutras deseñadas para unhas condicións de mercado e produción distintas ás actuais. A súa distribución en planta non resulta nestes casos a máis eficiente dende o punto de vista tanto produtivo como enerxético.

En instalacións de nova construción e en reformas importantes das existentes, o deseño da distribución en planta debe ser a primeira medida de aforro, prestando especial coidado en separar adecuadamente as zonas cálidas (caldeira, cocción e esterilización) das zonas frías (cámaras frigoríficas e de conservación) e aproximando os puntos de consumo aos de xeración.

- Centrais de coxeración

En segundo termo, dado que o principal consumo é de enerxía térmica, debe considerarse a posibilidade de instalar centrais de coxeración ben axustadas a esta demanda. A diminución nas esixencias de autoconsumo eléctrico que establece o R.D. 436/2004 respecto á lexislación anterior, fai que estas instalacións se tornen rendibles en empresas en que antes non o eran. O seguinte cadro resume os períodos de amortización dos investimentos necesarios, tal e como se xustifica no anexo de coxeración que figura no presente estudo.

Potencia	Período de retorno (anos)	
	Gas natural (1)	G.N.L.(2)
1 MW	5,06	8,07
5 MW	4,91	6,00

(1) Gas natural a presións superiores a 4 bar, dispoñible en poucas industrias conserveiras.

(2) Gas natural licuado, dispoñible en todas as industrias con espazo para a construción dunha planta satélite.

Cómpre salientar que, na actualidade, varias empresas conserveiras se benefician do aforro de custos que supón a maior eficiencia enerxética que achegan as centrais de coxeración e prevese que o futuro do sector siga ligado á utilización desta tecnoloxía con gas natural.

- Autoclaves e cocedoiros

En terceiro lugar, as maiores posibilidades de aforro sitúanse nos autoclaves e cocedoiros, que deben tender a traballar con sistemas de intercambio de calor que permitan recuperar o condensado e tamén a auga de refrixeración no caso das autoclaves, sendo ademais preciso levar un control rigoroso dos purgadores. O conxunto destas medidas suporán tamén un importante aforro no consumo de auga.

- Outras medidas de aforro

No caso de empresas que poidan optar á subministración de gas natural debe estudarse a posibilidade de utilización deste combustible nas caldeiras e a instalación de economizadores.

No apartado eléctrico cómpre destacar a importancia da instalación de equipamentos estabilizadores e redutores de tensión nos circuítos de iluminación, a compensación local do consumo de enerxía reactiva nas zonas con motores e a instalación de compresores de parafuso nos circuítos frigoríficos.

En canto ao vapor, debe asegurarse que os condensados recollidos se aproveiten adecuadamente, sendo a opción máis interesante a reinxección directa á caldeira á máxima presión que permita a instalación.

Finalmente, é importante o adecuado mantemento da instalación reparando na maior brevidade posible as fugas de vapor, as deterioracións dos illamentos, os desaxustes dos queimadores, a sucidade na caldeira, ...

11.2.- Clasificación das melloras por período de retorno

A continuación clasifícanse as medidas de aforro enerxético propostas en función do seu período de retorno simple, calculado como o investimento preciso para levalas a cabo dividido entre o aforro económico anual que xeran. Entre parénteses amósase o apartado do presente estudo en que se pode obter información con máis detalle de cada unha das melloras propostas.

- ***Melloras amortizables nun período inferior a 1 ano:***

- Optimización da facturación de enerxía eléctrica. (*Véxase apartado 7.1*).
- Posta a punto dos queimadores das caldeiras (redución da entrada de aire e axuste do tiro). (*Véxase apartado 4.4*).
- Cambio das bocas das mangueiras de limpeza e baldeo. (*Véxase apartado 7.4*).
- Reparación de fugas de vapor (mantemento de purgadores). (*Véxase apartado 5.1*).
- Illamento lateral das balsas de cocción. (*Véxase apartado 6.1*).
- Realización de cursos de conducción eficiente para os condutores de vehículos de transporte. (*Véxase capítulo 8*).
- Instalación de turbuladores na caldeira para un maior aproveitamento dos gases de combustión. (*Véxase apartado 4.7*).

- ***Melloras amortizables nun período entre 1 e 5 anos:***

- Illamento superficial de entubados e outros elementos a elevada temperatura. (*Véxase apartado 5.3*).
- O sobrecusto da instalación de autoclaves con intercambiadores de calor e torres de arrefriamento no momento da renovación destes. (*Véxase apartado 6.2*).
- Instalación de autoclaves de gran tamaño. (*Véxase apartado 6.2*).
- Instalación de equipamentos estabilizadores-reductores de tensión nos circuitos de iluminación. (*Véxase apartado 7.2*).
- Instalación de baterías de condensadores para corrixir o factor de potencia. (*Véxase apartado 7.1*).
- Substitución de equipamentos de iluminación por outros máis eficientes. (*Véxase apartado 7.2*).
- Equipos de reinxección directa dos condensados na caldeira. (*Véxase apartado 4.2*).
- Instalación de economizadores en caldeiras de gran tamaño. (*Véxase apartado 4.7*).
- Instalacións de coxeración que utilicen como combustible gas natural a presións superiores a 4 bar. (*Véxase Anexo: Coxeración*).

- ***Melloras amortizables nun período superior a 5 anos:***
 - Instalación de balastos electrónicos nas lámpadas fluorescentes. (*Véxase apartado 7.2*).
 - Instalación de cortinas de aire seco á entrada das cámaras frigoríficas (*Véxase apartado 7.3*).
 - Instalación de equipamentos de medida de consumo nos distintos procesos para detectar variacións anómalas de consumo e establecer ratios por unidade de produción. (*Véxase apartado 9.2*).
 - Instalación de centrais de coxeración alimentadas por gas natural licuado (GNL). (*Véxase Anexo: Coxeración*).

ANEXO I:
COXERACI N



ANEXO I-COXERACIÓN

A coxeración é a produción local e simultánea de electricidade e calor útil a partir dunha mesma fonte de enerxía primaria. Trátase dunha das solucións máis eficaces para reducir os custos enerxéticos en sectores cunha elevada demanda tanto térmica coma eléctrica, entre os que se atopa a industria conserveira.

A viabilidade das plantas de coxeración depende de diversos factores, entre os que cabe destacar: o combustible empregado (na planta e na fábrica), o aproveitamento da calor (vapor, auga quente, frío, aceite térmico,...), as horas de funcionamento, o custo de mantemento, os prezos de venda e compra da enerxía eléctrica, e a calidade da súa subministración.

Na actualidade, desaconséllase a instalación de centrais de coxeración que empreguen como combustible gasóleo ou gases licuados do petróleo (GLP), debido a que o elevado custo destes produtos reduce os beneficios de operación ata situalos en cotas negativas. Do mesmo xeito, non se recomenda a instalación de centrais de coxeración a fuel óleo por razóns ambientais, a pesar de que nestes momentos poden resultar economicamente rendibles. A opción máis interesante en canto ao combustible é o emprego de gas natural a presións de subministración superiores a 4 bar e, se non se dispón deste, gas natural licuado (GNL).

Por outra parte, o rango relativamente baixo de temperaturas da demanda térmica fai que a tecnoloxía máis recomendable para maximizar o rendemento global sexa a de motores alternativos de combustión interna, debido o seu elevado rendemento eléctrico. Esta é, ademais, a tecnoloxía máis difundida en Galicia e, polo tanto, a de máis doado servizo técnico.

A continuación realízase un breve estudo económico para este tipo de instalacións. En primeiro lugar analízanse os diversos custos xerados, de seguido valóranse os distintos ingresos para, finalmente, por diferenza, calcular os beneficios e deducir o limiar de rendibilidade destas instalacións en función dos parámetros estudados.

I.1. Estudo dos custos de xeración

Os custos de xeración inclúen os seguintes conceptos:

- custo de investimento
- custo de combustible
- custo de mantemento

Para calcular o custo total da xeración eléctrica, subtraerase da suma destes tres factores o valor da calor recuperada.

Para facilitar a comparación entre os distintos conceptos incluídos no custo de xeración, exprésanse todos eles en céntimos de euro por quilowat-hora eléctrico xerado (cent €/kWh). Así, por exemplo, o custo de investimento traducirase nun custo de amortización por kWh.

I.1.1.1. Custo de investimento

O custo de investimento por kW instalado varía en función da potencia, diminuindo a medida que esta aumenta como consecuencia da economía de escala. Así, para instalacións de menos de 5 MW pode tomarse como referencia un valor medio de 600 €/kW, incluíndo todos os custos, salvo o terreo para a súa instalación.

No caso da instalación dunha central de coxeración a gas natural licuado (GNL) haberá que incrementar o investimento preciso para a construción da planta satélite de almacenamento e regasificación, que para a demanda media neste sector rondará os 300.000 €.

A continuación, no seguinte cadro, recóllese o custo dunha planta de almacenamento segundo a súa capacidade (60 m³ e 120 m³).

Custo dunha planta de almacenamento e regasificación de GNL

Capacidade de almacenamento (m³ GNL)	60 m ³	120m ³
Capacidade de almacenamento (MWh) (*)	358	716
Capacidade de emisión horaria máxima (MW)	6,5	21,7
Custo aproximado (€)	270.000	340.000

(*) Para un PCI do gas natural de 10,83 kWh/m³

Para repercutir o custo de investimento no kWh xerado, considerouse unha vida útil do motor de 60.000 horas. Debe terse en conta que a vida útil da instalación será acorde coa calidade do mantemento.

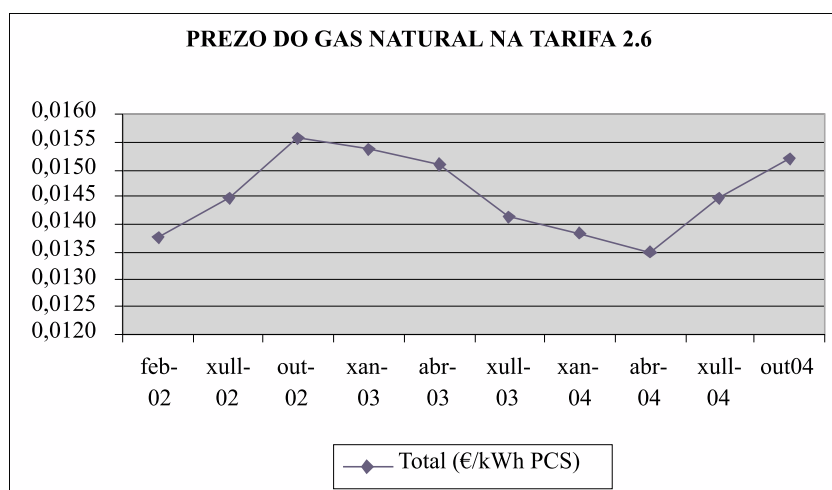
Deste xeito, dividindo o investimento realizado entre a enerxía eléctrica xerada (kWh) durante a vida útil da planta resulta un custo de amortización por kWh eléctrico de 1,0 cent€/kWh.

I.1.2. Custo de combustible

Corresponde ao combustible o maior peso específico (60 % - 80 % do total) dentro da estrutura de custos destes sistemas, merecendo por iso unha atención especial.

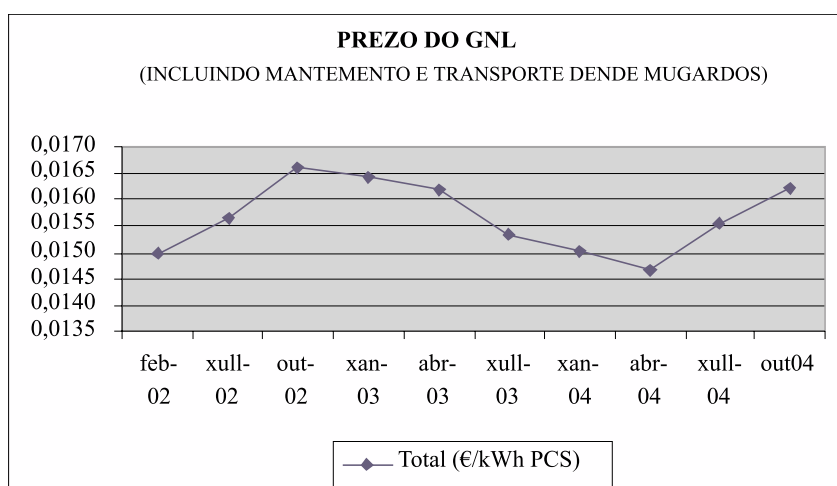
A incerteza asociada ao custo do petróleo nos mercados internacionais fai imprevisible a evolución dos prezos dos carburantes, o que supón o principal factor de risco neste tipo de investimentos.

Na seguinte gráfica reflíctese a evolución do prezo do gas natural na tarifa 2.6 dende a súa definición en febreiro do 2002 ata o momento actual, novembro 2004.



NOTA: Supúxose unha repercusión do termo fixo da tarifa de 0,12 cent€/kWh PCS que é o correspondente a unha utilización anual de 4000 h.

A continuación represéntase a evolución dos prezos do GNL para o mesmo período de tempo. Estes dependen do volume de compra e o custo do transporte, que varía en función da distancia a percorrer. Así, para un lugar situado na ría de Arousa o custo de transporte pode variar dende aproximadamente 0,6 cent€/kWh se se realiza dende Bilbao ata o entorno dos 0,2 cent€/kWh se se leva dende a futura planta regasificadora de Mugar dos.



NOTA: Tómase como referencia de custo da materia prima o da tarifa industrial con carácter de interrompibilidade sobre o que se aplica un desconto do 10 %.

Tendo en conta o consumo de gas preciso para a xeración dun kWh eléctrico, e os prezos máximo e mínimo que acadou o gas no período bianual considerado, no seguinte cadro, calcúlase o custo en combustible preciso para a xeración dun kWh eléctrico.

COMBUSTIBLE	CONSUMO POR kWh XERADO	PREZO ESPECÍFICO (mínimo /máximo)	CUSTO COMBUSTIBLE XERACIÓN (Cent€/kWh)
GAS NATURAL	2,75 kWh PCS/kWh	1,34-1,56 cent€/kWh	3,68-4,29
GNL	2,75 kWh PCS/kWh	1,46-1,67 cent€/kWh	4,01-4,59

I.1.3. Custo de mantemento

O correcto funcionamento dos motores require un mantemento periódico (cambio de aceite, recambio de pezas, control de temperaturas, reparación de avarías,...) o que provoca unha serie de custos que se valoraron a partir dos datos obtidos nas plantas auditadas, amosándose na táboa seguinte o seu rango de variación.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN	RANGO DE MANTEMENTO (cent€/kWh)
MOTOR GAS	0,9-1,4

I.1.4. Valor da calor recuperada

Para determinar o custo de xeración do kWh eléctrico, terá que descontarse dos custos totais o valor económico da calor recuperada. Este valor dependerá do combustible substituído, é dicir, aquel que se empregaría para xerar a calor se esta non se producise mediante a coxeración.

Por exemplo, se a calor se obtén mediante resistencias eléctricas, o aforro económico sería importante. Se, pola contra, se utiliza algún residuo do propio proceso industrial (labras, estelas,...) o aforro sería entón moi baixo.

Cada caso merece un estudo particular. Non obstante, para poder comparar entre as distintas tecnoloxías, valorouse a calor recuperada ao custo do fuel óleo a un prezo de mercado de 0,20 €/kg cun rendemento de caldeira do 90 %.

Ademais, haberá que ter en conta a cantidade de calor que se recupera por cada kWh xerado, xa que a relación rendemento térmico/rendemento eléctrico fai variar o valor da calor recuperada para cada tecnoloxía. Existe un valor máximo que vén imposto polas características técnicas da instalación e un valor mínimo que vén determinado polo correcto dimensionamento da planta e que debería asegurar o cumprimento do rendemento eléctrico equivalente (Ree) esixido pola actual lexislación. Este valor mínimo de aproveitamento térmico sitúase no entorno do 25 % da enerxía introducida en forma de combustible, mentres que o valor máximo acadada valores do 45 %.

A continuación, móstrase o rango de variación da valoración da calor recuperada.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN	VALOR CALOR RECUPERADA (cent€/kWh)
MOTOR GAS	1,24-2,24

Na industria conserveira a calor aproveitada utilizarase para o prequentamento da auga de alimentación á caldeira, para quentar auga para limpeza e, sobre todo, na xeración de vapor para cocción e esterilización.

I.1.5.- Custos totais

Como xa se indicou nos apartados anteriores deste estudo, o custo total obterase como suma do custo de amortización, do custo de combustible e do custo de mantemento, aos que se subtraerá o valor da calor recuperada.

A continuación, recóllese un resumo dos valores obtidos en apartados anteriores.

TÁBOA DE CUSTOS DE COXERACIÓN ENTRE 2002-2004

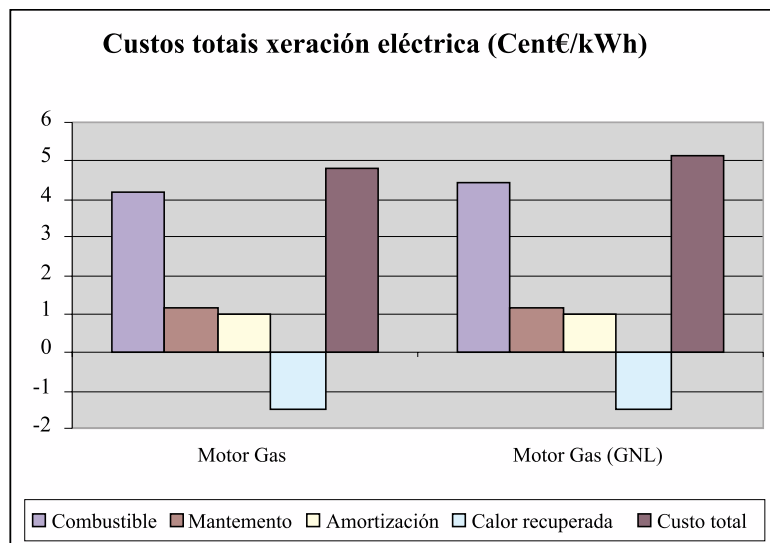
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	CUSTO COMBUSTIBLE (cent€/kWh)	CUSTO MANTEMENTO (cent€/kWh)	CUSTO AMORTIZACIÓN (cent€/kWh)	VALOR CALOR RECUPERADA (cent€/kWh)	CUSTO TOTAL XERACIÓN ELÉCTRICA (cent€/kWh)
MOTOR GAS NATURAL	3,68-4,29	0,90-1,40	1,0	-(2,24-1,24)	3,34-5,45
MOTOR GAS (GNL)	4,01-4,59	0,90-1,40	1,0 (*)	-(2,24-1,24)	3,67-5,75 (*)

(*) Sen incluír o custo de amortización da planta de almacenamento e regasificación

TÁBOA DE CUSTOS ACTUAIS DE COXERACIÓN (novembro 2004)

SISTEMA DE PRODUCCIÓN	CUSTO COMBUSTIBLE (cent€/kWh)	CUSTO MANTEMENTO (cent€/kWh)	CUSTO AMORTIZACIÓN (cent€/kWh)	VALOR CALOR RECUPERADA (cent€/kWh)	CUSTO TOTAL XERACIÓN ELÉCTRICA (cent€/kWh)
MOTOR GAS NATURAL	4,18	1,15	1,0	-1,49	4,84
MOTOR GAS (GNL)	4,45	1,15	1,0	-1,49	5,11

Considérase un custo de mantemento intermedio de 1,15 cent€/kWh e un aproveitamento térmico do 30 % da enerxía entrante en forma de combustible



I.2. Marco retributivo

No referente ao marco retributivo aplicable ás centrais de coxeración, na actualidade están convivindo tres réximes económicos, definidos polo RD 2366/1994, o RD 2818/1998 e o RD 436/2004. Os dous primeiros están derogados e desfrutan dun período transitorio, sendo o terceiro o de aplicación no caso da construción de novas centrais.

A continuación analízanse as condicións de venda da enerxía segundo este último real decreto.

I.2.1. Réxime económico segundo o RD 436/2004:

O capítulo IV do RD 436/2004 establece os mecanismos de retribución da enerxía eléctrica producida en réxime especial.

Segundo este real decreto, os titulares das instalacións de coxeración deberán elixir entre dúas opcións, que se especifican a continuación:

- **Ceder a enerxía eléctrica á empresa distribuidora:** neste caso, o prezo de venda da enerxía virá expresado en forma de tarifa regulada e única para todos os períodos de programación, expresada en cent€/kWh.

- **Vender a enerxía libremente ao mercado eléctrico** a través do sistema de ofertas xestionado polo operador de mercado, do sistema de contratación bilateral ou ben a través dunha combinación de ambos. Neste caso o prezo de venda será o prezo que resulte no mercado liberalizado ou o prezo libremente negociado no contrato bilateral. A estes prezos haberá que engadirlle un incentivo, un complemento por garantía de potencia e no caso en que corresponda unha prima, ambos expresados en cent€/kWh.

Independentemente da opción de venda elixida, todos os titulares das instalacións de coxeración recibirán un **complemento por enerxía reactiva**. Este complemento fíxase como unha porcentaxe da tarifa eléctrica media ou de referencia de cada ano, que se amosa no seguinte cadro:

Tipo de factor de potencia (F.P.)	Enerxía reactiva	Bonificación en tanto por cento		
	F.P.	Punta	Chan	Val
Indutivo	< 0,95	-4	-4	8
	< 0,96 e ≥ 0,95	-3	0	6
	< 0,97 e ≥ 0,96	-2	0	4
	< 0,98 e ≥ 0,97	-1	0	2
	< 1 e ≥ 0,98	0	2	0
	1	0	4	0
Capacitivo	< 1 e ≥ 0,98	0	2	0
	< 0,98 e ≥ 0,97	2	0	-1
	< 0,97 e ≥ 0,96	4	0	-2
	< 0,96 e ≥ 0,95	6	0	-3
	< 0,95	8	-4	-4

As porcentaxes de complemento aplicaranse con periodicidade cuarto-horaria, realizándose, ao finalizar cada mes, un cómputo do acumulado mensual que será facturado e liquidado segundo corresponda.

I.1.2.1. Tarifa regulada

Aos titulares das instalacións de coxeración que opten por vender os excedentes de enerxía eléctrica nesta opción, aplicaráselles a tarifa regulada correspondente, que consistirá nunha porcentaxe da tarifa eléctrica media ou de referencia de cada ano, que se publica anualmente no real decreto de tarifas.

Para o ano 2004 a tarifa eléctrica media (t.e.m.) é de: **t.e.m. = 7,2072 cent€/kWh**

Deste xeito, para as instalacións de coxeración a retribución polo kWh exportado sería:

$$\text{Retribución (cent€/kWh)} = \text{Tarifa regulada} + \text{Complemento por e. reactiva}$$

• **TARIFA REGULADA PARA INSTALACIÓN DO GRUPO A.1.1 (GAS NATURAL)**

Gas natural						
P<1 MW		1 MW <P ≤ 10 MW		10 MW <P ≤ 25 MW		25 MW <P ≤ 50 MW
Antigüidade < 10 anos	Antigüidade > 10 anos	Antigüidade < 10 anos	Antigüidade > 10 anos	Mentres existen CTC	A partir da supresión dos CTC	Sen limitación
90% tem	50% tem	80 % tem	50 % tem	55 % da tem	50% da tem	50 % da tem

Co valor da tem para o ano 2004, a tarifa regulada quedaría do seguinte xeito:

Gas natural						
P< 1 MW		1 MW < P ≤ 10 MW		10 MW <P ≤ 25 MW		25 MW <P ≤ 50 MW
Antigüidade < 10 anos	Antigüidade > 10 anos	Antigüidade < 10 anos	Antigüidade > 10 anos	Mentres existen CTC	A partir da supresión dos CTC	Sen limitación
6,4865 (cent€/kWh)	3,6036 (cent€/kWh)	5,7658 (cent€/kWh)	3,6036 (cent€/kWh)	3,9640 (cent€/kWh)	3,6036 (cent€/kWh)	3,6036 (cent€/kWh)

A tarifa regulada para instalacións con outro tipo de combustibles (grupo a.1.2) coincide exactamente coa indicada no cadro.

I.2.1.2. Mercado eléctrico

Neste caso a retribución que perciben os titulares das instalacións de coxeración (con potencia > 1 MW) que opten por esta opción será a resultante da aplicación da seguinte fórmula:

$$\text{Retribución (cent€/kWh)} = \text{Prezo mercado eléctrico} + \text{Prima} + \text{Incentivo} + \text{G.P.} + \text{C.R.}$$

- **Prezo do mercado eléctrico:** o que corresponda por casación do mercado eléctrico (prezo hora a hora). No final do presente apartado realízase un resumo dos resultados do mercado nos últimos dous anos.
- **Prima:** consiste nunha porcentaxe da tarifa eléctrica media que varía en función do grupo a que pertence a instalación, así como da potencia instalada.
- **Incentivo:** é unha porcentaxe da tarifa eléctrica media que varía en función do grupo a que pertence a instalación, así como da potencia instalada.
- **Garantía de potencia (G.P.):** aquelas instalacións acollidas ao réxime especial que opten por vender a súa enerxía libremente no mercado teñen dereito ao cobramento dunha retribución por garantía de potencia. Esta será de aplicación nas mesmas condicións que para as instalacións de réxime ordinario.
- **Complemento por enerxía reactiva (C.R.):** calcúlase do xeito especificado ao principio deste capítulo.

As porcentaxes para o cálculo da prima e do incentivo determínanse en función do tipo de combustible e da potencia da instalación, tal e como queda reflectido nas seguintes táboas:

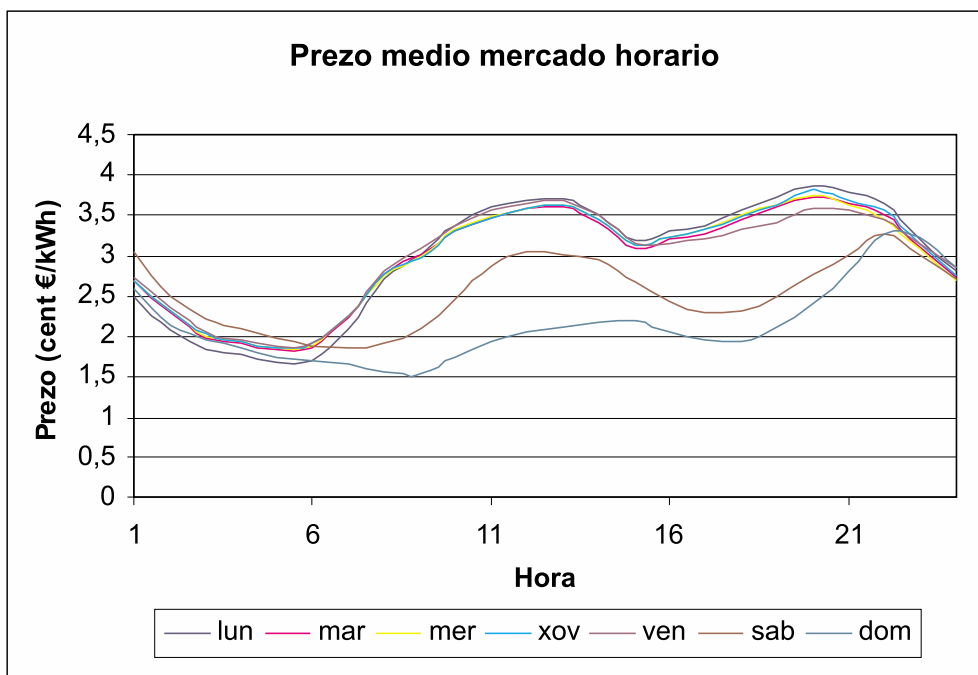
	Gas natural					
	1 MW < P ≤ 10 MW		10 MW < P ≤ 25 MW		25 MW < P ≤ 50 MW	
Prima	Antigüidade < 10 anos	Antigüidade > 10 anos	Mentres existan CTC ⁽¹⁾		Non teñen prima	
	30 % tem	***	5 % tem			
Incentivo	Antigüidade < 10 anos	Antigüidade > 10 anos	Antigüidade < 15 anos	Antigüidade > 15 anos	Antigüidade < 20 anos	Antigüidade > 20 anos
	10% tem	20% tem	20 % tem	15 % tem	25 % tem	15 % tem
G. P. (*)	0,48 (cent€/kWh)	0,48 (cent€/kWh)	0,48 (cent€/kWh)	0,48 (cent€/kWh)	0,48 (cent€/kWh)	0,48 (cent€/kWh)

(*) RD Lei 6/2000, valor que pode variar en función dos custos do sistema.

	Outros combustibles			
	1 MW < P ≤ 10 MW		10 MW < P ≤ 25 MW	25 MW < P ≤ 50 MW
Prima	Antigüidade < 10 anos	Antigüidade > 10 anos	Mentres existen CTC	*****
	30 % tem	****	5 % de tem	
Incentivo	10% tem		10 % tem	10 % tem
G.P. (*)	0,48 (cent€/kWh)		0,48 (cent€/kWh)	0,48 (cent€/kWh)

(*) RD Lei 6/2000, valor que pode variar en función dos custos do sistema.

No seguinte gráfico representáanse os prezos medios horarios do mercado eléctrico diario no período outubro 2002-outubro 2004 en función do día da semana. Como se pode observar, o prezo é practicamente idéntico hora a hora para todos os días da semana, de luns a venres, experimentando unha baixada importante das 6 ás 22 h dos sábados e, sobre todo, os domingos. O menor prezo do kWh dáse no período comprendido entre as dúas e as seis da mañá, cando se acadaba o menor prezo do kWh; a partir desa hora o prezo sobe ata as doce do mediodía, onde se estabiliza. Entre as 13 e 15 h experimenta unha leve baixada para volver a subir aos niveis anteriores e incluso acadar máximos arredor das 20 h. A partir de aquí o prezo baixa constantemente ata as 6 h do día seguinte.



A continuación amósanse os prezos medios por kWh de cada período horario dos últimos dous anos. Recóllense dous cadros, un no cal se inclúen todos os días do ano e outro no cal non se consideraron os festivos nin os sábados e domingos.

Prezo medio do mercado Sen incluír fins de semana nin festivos outubro 2002 -outubro 2004		
Horario	Cent€/kWh	%
0 - 1 h	2,66	70,3
1 - 2 h	2,27	59,9
2 - 3 h	1,99	52,5
3 - 4 h	1,90	50,3
4 - 5 h	1,83	48,4
5 - 6 h	1,86	49,2
6 - 7 h	2,25	59,4
7 - 8 h	2,80	74,0
8 - 9 h	3,06	80,8
9 - 10 h	3,38	89,4
10 - 11 h	3,57	94,3
11 - 12 h	3,66	96,8
12 - 13 h	3,70	97,9
13 - 14 h	3,51	92,9
14 - 15 h	3,17	84,0
15 - 16 h	3,26	86,3
16 - 17 h	3,34	88,4
17 - 18 h	3,52	93,0
18 - 19 h	3,64	96,4
19 - 20 h	3,78	100,0
20 - 21 h	3,69	97,5
21 - 22 h	3,54	93,6
22 - 23 h	3,16	83,6
23 - 24 h	2,77	73,3
Valor medio	3,01	
Media 0 -8 h	2,19	
Media 8 -24 h	3,42	

Prezo medio do mercado Incluindo todos os días do ano outubro 2002 -outubro 2004		
Horario	Cent€/kWh	%
0 - 1 h	2,70	71,4
1 - 2 h	2,28	60,3
2 - 3 h	2,01	53,2
3 - 4 h	1,92	50,8
4 - 5 h	1,84	48,6
5 - 6 h	1,83	48,5
6 - 7 h	2,09	55,4
7 - 8 h	2,46	65,2
8 - 9 h	2,67	70,6
9 - 10 h	2,98	78,8
10 - 11 h	3,20	84,6
11 - 12 h	3,30	87,4
12 - 13 h	3,34	88,4
13 - 14 h	3,21	84,9
14 - 15 h	2,94	77,6
15 - 16 h	2,94	77,7
16 - 17 h	2,96	78,3
17 - 18 h	3,08	81,6
18 - 19 h	3,23	85,5
19 - 20 h	3,41	90,3
20 - 21 h	3,44	91,0
21 - 22 h	3,45	91,2
22 - 23 h	3,14	83,0
23 - 24 h	2,77	73,3
Valor medio	2,80	
Media 0 -8 h	2,14	
Media 8 -24 h	3,13	

NOTA: A porcentaxe está referida ao valor máximo.

I.2.2.-Revisión de tarifas, primas, incentivos e complementos para novas instalacións:

A partir de 2006, cada catro anos, realizarase unha revisión das tarifas, primas, incentivos e complementos definidos no RD 436/2004.

As modificacións resultantes da revisión entrarán en vigor a partir do 1 de xaneiro do segundo ano posterior a aquel en que se efectúe a revisión. Estas modificacións soamente afectarán aquelas instalacións que entren en funcionamento con posterioridade a esa data, sen retroactividade sobre as tarifas e primas anteriores.

I.3. Viabilidade técnico-económica da coxeración

Como xa se comentou, a viabilidade das plantas de coxeración depende de diversos factores, entre os que cabe destacar: o aproveitamento da calor, as horas de funcionamento da fábrica e da planta, o custo de mantemento, os prezos de venda dos excedentes de enerxía eléctrica, os prezos de compra e a calidade da subministración eléctrica.

A continuación analízase a viabilidade das plantas de coxeración acollidas ao RD 436/2004, para as instalacións de gas natural e GNL. Para iso considéranse as seguintes hipóteses de partida:

- a) Para o prezo de venda da electricidade considérase unha instalación de menos de 1 MW, e outra de 5 MW, representativa do rango de potencia de 1 a 10 MW. Para este último caso terase en conta tanto a posibilidade de acollerse a tarifa como de ir a mercado.

	Tarifa (cent€/kWh)	Mercado (cent€/kWh)
1 MW	6,81 ⁽¹⁾	-
5 MW	6,05 ⁽¹⁾	6,90 ⁽²⁾ 6,28 ⁽³⁾

- (1) Ao prezo calculado no apartado anterior sumóuselle 0,32 cent€/kWh correspondentes a unha bonificación media por boa regulación do factor de potencia (enerxía reactiva).
- (2) Considerouse o prezo medio do mercado para un funcionamento de 8 h a 24 h dos días laborais (3,42 cent€/kWh). A este termo sumóuselle 2,16 cent€/kWh en concepto de prima, 0,72 cent€/kWh en concepto de incentivo, 0,48 cent€/kWh de garantía de potencia, 0,32 por enerxía reactiva e restóuselle 0,20 cent€/kWh como custo aproximado da xestión de venda no mercado.
- (3) Cálculase do mesmo xeito que (2) pero emprégase o valor medio do mercado eléctrico para un funcionamento de todas as horas do ano (2,80 cent€/kWh)

Como pode observarse, nos períodos horarios considerados, a unha central de coxeración no rango de potencias de 1 a 10 MW compénsalle participar no mercado eléctrico por razóns económicas, polo tanto só se analiza esta posibilidade.

b) Para facilitar os cálculos, no presente estudo considerouse o mesmo prezo para a electricidade autoconsumida que para os excedentes vendidos á rede, dado que o consumo eléctrico destas empresas é reducido en comparación ao seu consumo térmico e ambos os prezos son similares.

c) A calor emprégase unicamente para produción de calor.

I.3.1. Instalación con motor alternativo de gas natural para unha potencia de 1 MW

- Considéranse as seguintes características técnico-económicas da central de coxeración:
- Inversión específico: 600 €/kW instalado. As instalacións de GNL presentarán a maiores un sobrecusto de 270.000 € correspondentes á planta satélite de almacenamento e regasificación de 60 m³.
- Consumo de combustible: 2,75 kWh PCS/kWh xerado.
- Custo de mantemento: 1,15 cent€/kWh xerado.
- Valor da calor recuperada: 1,49 cent€/kWh xerado.
- Electricidade autoconsumida na propia central de coxeración: 2 % da xerada.



Motores de coxeración a gas natural



Estación de regulación e medida

Nas táboas seguintes móstrase o custo de xeración dun kWh (custo de combustible + custo mantemento – valor da calor recuperada) para distintos prezos do combustible. Para facilitar o cálculo do período de retorno do investimento non se consideraron os custos de amortización da instalación. A marxe ou beneficio medio por kWh xerado obtense restando do prezo de venda os custos de xeración (neste caso o prezo de venda non depende do período horario que se considere).

Ademais, indícase a rendibilidade do investimento, representado polo período de retorno simple para dúas posibles situacións de funcionamento, 4.000 h/ano (en horario de 8 a 24 h de luns a venres non festivos) e 8.000 h/ano (funcionamento continuo descontando paradas de mantemento).

Instalación de gas natural (GN)

Prezo G.N. (cent€/kWh) PCS	Custo xe ración sen amortización (cent€/kWh)	Prezo venda		Marxe horas laborais (cent€/kWh)	Marxe todas as horas (cent€/kWh)	Período retorno 4.000 h/ano (anos)	Período retorno 8.000 h/ano (anos)
		Horas laborais	Todas as horas				
1,0	2,410	6,81	6,81	4,400	4,400	3,48	1,74
1,1	2,685	6,81	6,81	4,125	4,125	3,71	1,86
1,2	2,960	6,81	6,81	3,850	3,850	3,98	1,99
1,3	3,235	6,81	6,81	3,575	3,575	4,28	2,14
1,4	3,510	6,81	6,81	3,300	3,300	4,64	2,32
1,5	3,785	6,81	6,81	3,025	3,025	5,06	2,53
1,6	4,060	6,81	6,81	2,750	2,750	5,57	2,78
1,7	4,335	6,81	6,81	2,475	2,475	6,18	3,09
1,8	4,610	6,81	6,81	2,200	2,200	6,96	3,48
1,9	4,885	6,81	6,81	1,925	1,925	7,95	3,98
2,0	5,160	6,81	6,81	1,650	1,650	9,28	4,64
2,1	5,435	6,81	6,81	1,375	1,375	> 10	5,57
2,2	5,710	6,81	6,81	1,100	1,100	> 10	6,96
2,3	5,985	6,81	6,81	0,825	0,825	> 10	9,28
2,4	6,260	6,81	6,81	0,550	0,550	> 10	> 10

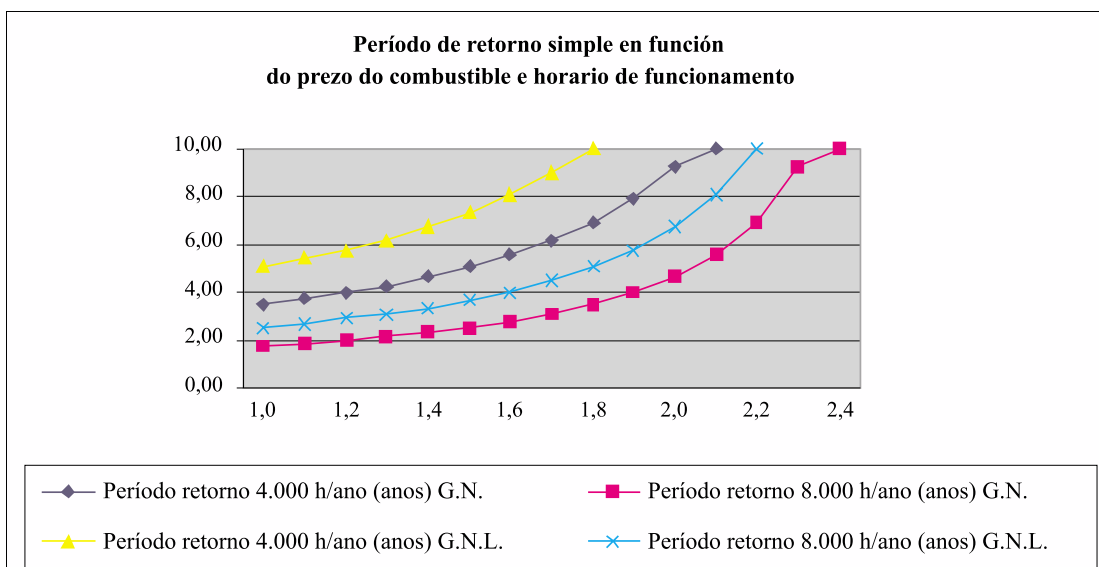
Instalación de gas natural licuado (GNL)

Prezo G.N.L. (cent€/kWh) PCS	Custo xeración sen amortización (cent€/kWh)	Prezo venda		Marxe horas laborais (cent€/kWh)	Marxe todas as horas (cent€/kWh)	Período retorno 4.000 h/ano (anos)	Período retorno 8.000 h/ano (anos)
		Horas laborais	Todas as horas				
1,0	2,410	6,81	6,81	4,400	4,400	5,04	2,52
1,1	2,685	6,81	6,81	4,125	4,125	5,38	2,69
1,2	2,960	6,81	6,81	3,850	3,850	5,76	2,88
1,3	3,235	6,81	6,81	3,575	3,575	6,21	3,10
1,4	3,510	6,81	6,81	3,300	3,300	6,73	3,36
1,5	3,785	6,81	6,81	3,025	3,025	7,34	3,67
1,6	4,060	6,81	6,81	2,750	2,750	8,07	4,04
1,7	4,335	6,81	6,81	2,475	2,475	8,97	4,48
1,8	4,610	6,81	6,81	2,200	2,200	> 10	5,04
1,9	4,885	6,81	6,81	1,925	1,925	> 10	5,76
2,0	5,160	6,81	6,81	1,650	1,650	> 10	6,73
2,1	5,435	6,81	6,81	1,375	1,375	> 10	8,07
2,2	5,710	6,81	6,81	1,100	1,100	> 10	> 10

Como se pode observar, para un funcionamento anual de 4.000 h, e considerando os custos do gas actuais (marcados en azul) o período de retorno simple da instalación para subministración na tarifa 2.6 sitúase no entorno dos 5 anos, e aproximadamente en 8 anos no caso das centrais de GNL, considerando os custos de transporte dende a futura planta de Mugardos.

Cómpre destacar tamén que, ao aumentar o número de horas de funcionamento anual, se reduce o período de retorno. Porén, débese indicar que en período val o prezo de compra da electricidade é inferior ao que se podería obter coa venda da electricidade exportada, e polo tanto, na táboa anterior os períodos de retorno calculados para un funcionamento de 8.000 h/ano son algo mellores que os que se conseguen na práctica, posto que o autoconsumo neste período debería de considerarse ao prezo de compra, que é inferior ao prezo de venda. A diferenza é tanto maior canto maior sexa o autoconsumo.

A continuación represéntase o período de retorno simple en función do prezo do gas natural e as horas de funcionamento. Obsérvase que, cun funcionamento de 4.000 h/ano, para amortizar o investimento nun período inferior a dez anos o prezo do combustible non debe superar os 2,1 cent€/kWh no caso do gas mercado na tarifa 2.6 e os 1,8 cent€/kWh no caso do GNL. Lembrando os prezos do combustible facilitados no apartado de custos da coxeración, compróbase que nos dous últimos anos en ningún momento se superou este custo, polo que, de manterse estas condicións, estas plantas constitúen unha mellora a considerar polos xestores das industrias conserveiras.



I.3.2. Instalación con motor alternativo de gas natural para unha potencia de 5 MW

Considéranse os resultados económicos dunha central con potencia eléctrica instalada de 5 MW como un exemplo representativo do rango de potencias de 1 a 10 MW. Non se consideraron factores de escala que poderían favorecer os resultados. Partíuse das seguintes características técnico-económicas da central de coxeración:

- Investimento específico: 600 €/kW instalado. As instalacións de GNL presentarán a maiores un sobrecusto de 340.000 € correspondentes á planta satélite de almacenamento e regasificación (120 m³).
- Consumo de combustible: 2,75 kWh PCS/kWh xerado.
- Custo de mantemento: 1,15 cent€/kWh xerado.
- Valor da calor recuperada: 1,49 cent€/kWh xerado.
- Electricidade autoconsumida na propia central de coxeración: 2 % da xerada.

Igual que no apartado anterior, nas táboas seguintes móstrase, para distintos prezos do combustible, o custo de xeración dun kWh (custo de combustible + custo mantemento – valor da calor recuperada). Non se consideraron os custos de amortización da instalación, para facilitar o cálculo do período de retorno do investimento. A marxe ou beneficio medio por kWh xerado obtense restando do prezo de venda os custos de xeración.

Ademais, indícase o período de retorno simple do investimento en función do período de retorno simple para dúas posibles situacións: 4.000 h/ano (en horario de 8 a 24 h de luns a venres non festivos) e 8.000 h/ano (funcionamento continuo descontando paradas de mantemento).

Instalación de GN

Prezo G.N. (cent€/kWh)	Custo xeración sen amortización (cent€/kWh)	Prezo venda		Marxe horas laborais (cent€/kWh)	Marxe todas as horas (cent€/kWh)	Período retorno 4.000 h/ano (anos)	Período retorno 8.000 h/ano (anos)
		Horas laborais	Todas as horas				
1,0	2,410	6,9	6,28	4,490	3,870	3,41	1,98
1,1	2,685	6,9	6,28	4,215	3,595	3,63	2,13
1,2	2,960	6,9	6,28	3,940	3,320	3,88	2,31
1,3	3,235	6,9	6,28	3,665	3,045	4,18	2,51
1,4	3,510	6,9	6,28	3,390	2,770	4,52	2,76
1,5	3,785	6,9	6,28	3,115	2,495	4,91	3,07
1,6	4,060	6,9	6,28	2,840	2,220	5,39	3,45
1,7	4,335	6,9	6,28	2,565	1,945	5,97	3,93
1,8	4,610	6,9	6,28	2,290	1,670	6,68	4,58
1,9	4,885	6,9	6,28	2,015	1,395	7,60	5,49
2,0	5,160	6,9	6,28	1,740	1,120	8,80	6,83
2,1	5,435	6,9	6,28	1,465	0,845	> 10	9,06
2,2	5,710	6,9	6,28	1,190	0,570	> 10	> 10

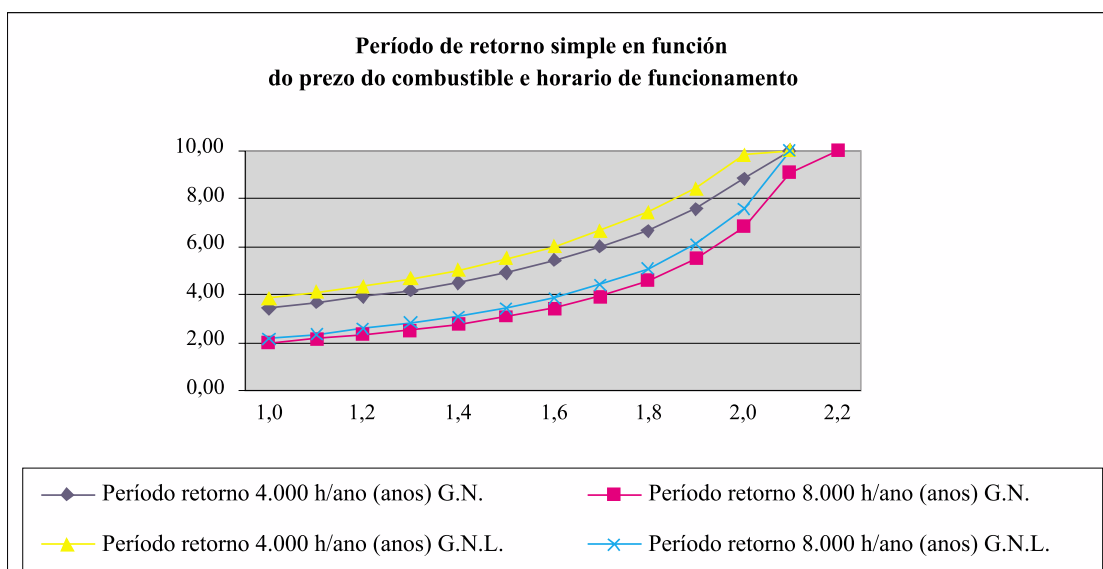
Instalación de GNL

Prezo GNL (cent€/kWh)	Custo xeración sen amortización (cent€/kWh)	Prezo venda		Marxe hor as laborais (cent€/kWh)	Marxe todas as horas (cent€/kWh)	Período retorno 4.000 h/ano (anos)	Período retorno 8.000 h/ano (anos)
		Horas laborais	Todas as horas				
1,0	2,410	6,9	6,28	4,490	3,870	3,80	2,20
1,1	2,685	6,9	6,28	4,215	3,595	4,04	2,37
1,2	2,960	6,9	6,28	3,940	3,320	4,33	2,57
1,3	3,235	6,9	6,28	3,665	3,045	4,65	2,80
1,4	3,510	6,9	6,28	3,390	2,770	5,03	3,08
1,5	3,785	6,9	6,28	3,115	2,495	5,47	3,41
1,6	4,060	6,9	6,28	2,840	2,220	6,00	3,84
1,7	4,335	6,9	6,28	2,565	1,945	6,64	4,38
1,8	4,610	6,9	6,28	2,290	1,670	7,44	5,10
1,9	4,885	6,9	6,28	2,015	1,395	8,46	6,11
2,0	5,160	6,9	6,28	1,740	1,120	9,79	7,61
2,1	5,435	6,9	6,28	1,465	0,845	> 10	> 10

Como se pode observar, para un funcionamento anual de 4.000 h, e considerando os custos do gas actuais (marcados en azul), o período de retorno simple da instalación para subministración na tarifa 2.6 sitúase no entorno dos 5 anos, e aproximadamente en 6 anos no caso das centrais de GNL, considerando os custos de transporte dende a futura planta de Mugarodos.

Cómpre destacar de novo que, ao aumentar o número de horas de funcionamento anual, se reduce este período de retorno. Porén, débese indicar que en período val o prezo de compra da electricidade é inferior ao que se podería obter coa venda da electricidade exportada, e polo tanto, na táboa anterior os períodos de retorno calculados para un funcionamento de 8.000 h/ano son algo mellores que os que se conseguen na práctica, posto que o autoconsumo neste período debería considerarse ao prezo de compra, que é inferior ao prezo de venda. A diferenza é tanto maior canto maior sexa o autoconsumo.

A continuación represéntase o período de retorno simple en función do prezo do gas natural e as horas de funcionamento. Obsérvase que, cun funcionamento de 4.000 h/ano, para amortizar o investimento nun período inferior a dez anos, o prezo do combustible non debe superar os 2,1 cent€/kWh no caso do gas mercado na tarifa 2.6 e os 2,0 cent€/kWh no caso do GNL. Lembrando os prezos do combustible facilitados no apartado de custos da coxeración, compróbase que nos dous últimos anos en ningún momento se superou este custo, polo que, de manterse estas condicións, estas plantas constitúen unha mellora a considerar polos xestores das industrias conserveiras.



I.4. Conclusións

No presente anexo estudouse a viabilidade da instalación dunha planta de coxeración de potencia inferior a 10 MW nunha industria conserveira tipo, utilizando un ou varios grupos motor-xerador a gas natural, mercado á rede a presións superiores a 4 bar ou ben a granel de xeito licuado.

Á hora de valorar a conveniencia económica desta instalación observouse que o parámetro clave é o prezo do gas natural. Canto máis baixo sexa o prezo deste combustible máis rendible vai ser a instalación de coxeración.

Aínda que as situacións son moi variadas, dependendo do tipo de empresa, considérase que este estudo é válido como punto de partida de cara a analizar a viabilidade económica dunha central deste tipo, obténdose os seguintes períodos de retorno do investimento para un período de funcionamento da instalación de 4.000 h/ano:

Potencia	Período de retorno (anos)	
	Gas natural (1)	G.N.L.(2)
1 MW	5,06	8,07
5 MW	4,91	6,00

(1) Gas natural a presións superiores a 4 bar, dispoñible en poucas industrias conserveiras.

(2) Gas natural licuado, dispoñible en todas as industrias con espazo para a construción dunha planta satélite.

As industrias conserveiras son grandes consumidoras de calor, cunha demanda moderada de enerxía eléctrica. Neste sentido, a redución nas esixencias do autoconsumo eléctrico para as centrais de coxeración que legisla o RD 436/2004 (10 %) respecto ao anterior RD 2818/1998 (30 %), supón que a instalación de centrais de coxeración resulte rendible en empresas en que anteriormente non o era.

No ámbito enerxético, o futuro das industrias conserveiras de gran e medio tamaño continuará ligado ás centrais de coxeración, tendéndose a unha progresiva substitución do fuel óleo ao gas natural por esixencias ambientais.