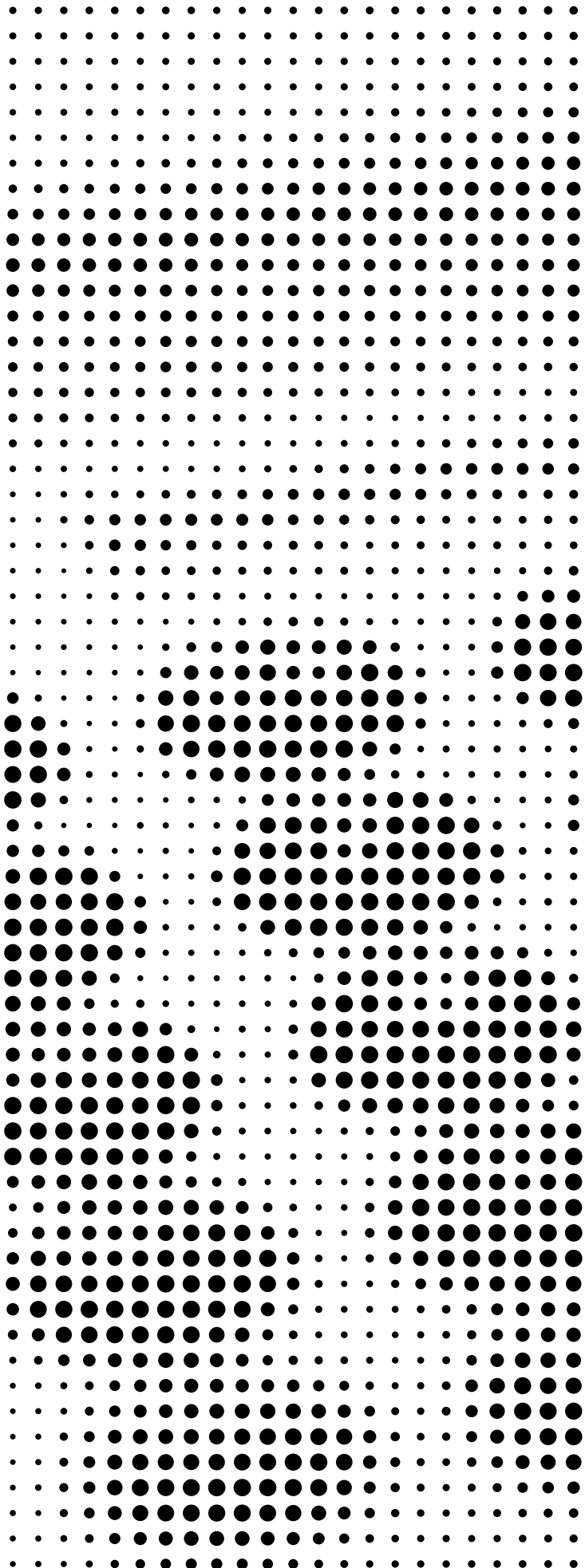




Guia metodològica per realitzar auditories energètiques



Col·lecció Quadern Pràctic
Número 7



Generalitat de Catalunya
Institut Català d'Energia

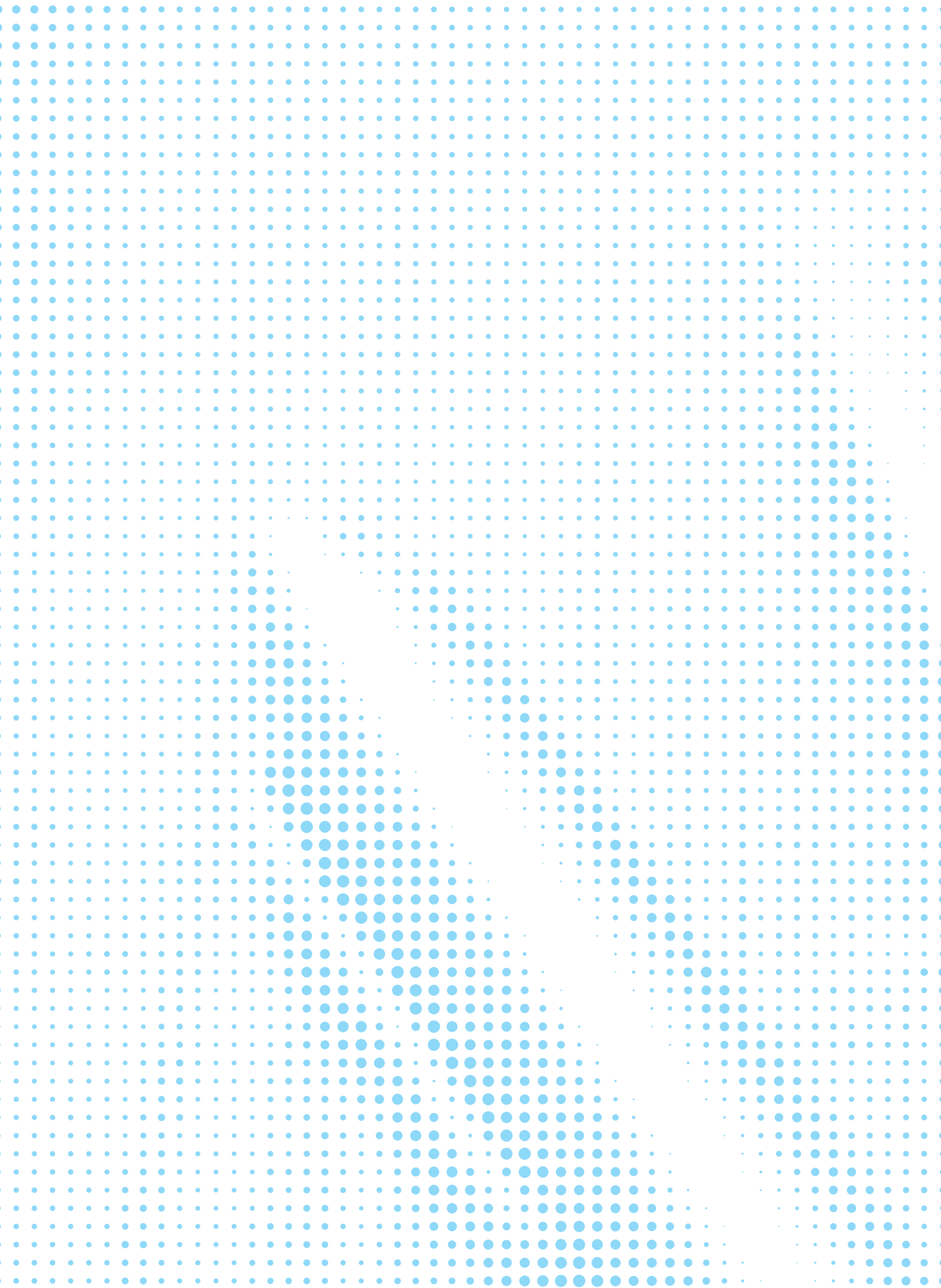
Guia metodològica per realitzar auditories energètiques



Col·lecció Quadern Pràctic
Número 7



Generalitat de Catalunya
Institut Català d'Energia





Guia metodològica per realitzar auditories energètiques



Col·lecció Quadern Pràctic
Número 7



Generalitat de Catalunya
Institut Català d'Energia

► © Generalitat de Catalunya
Institut Català d'Energia
gencat.cat/icaen

1a edició: Novembre de 2012

Dipòsit legal: B. 30463-2012

Contingut tècnic:

Eva Español. Institut Català d'Energia.
Elena Herrando. SGS Tecnos

Coordinació i edició:

Institut Català d'Energia



Versió electrònica:

gencat.cat/icaen/publicacions/07_auditories_energetiques.pdf

Disseny i maquetació: Oxigen, comunicació gràfica

Avís legal:

Aquesta obra està subjecta a la llicència Reconeixement -NoComercial- SenseObraDerivada 3.0 de Creative Commons. Se'n permet la reproducció, distribució i comunicació pública sempre que se'n citi l'autor i no se'n faci un ús comercial de l'obra original ni la generació d'obres derivades. La llicència completa es pot consultar a:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.ca>



Índex

Presentació	15
1. Introducció	17
1.1. Context	17
1.2. Tipologies d'anàlisis energètiques	18
1.2.1. Estudi energètic bàsic	18
1.2.2. Auditoria energètica	18
1.2.3. Auditoria energètica del cicle de vida	22
1.3. Normativa i legislació	22
1.4. Millors tècniques disponibles	23
2. El circuit de l'auditoria energètica i el cronograma	24
2.1. El circuit de l'auditoria energètica	24
2.2. Sol·licitud de dades	26
2.3. Revisió de documentació tècnica	26
2.4. Visita in situ al centre	26
2.5. Anàlisi energètica de la situació actual	26
2.6. Anàlisi econòmica de la situació actual	26
2.7. Definició de la situació de referència	26
2.8. Identificació de les propostes de millora	27
2.9. Anàlisi energètica i econòmica de les propostes de millora	27
2.10. Realització de l'informe final d'auditoria energètica	27
3. Bases de partida	28
3.1. Sol·licitud de dades	28
3.1.1. Dades generals del centre auditat	28
3.1.2. Esquema del procés productiu i del procés energètic	28
3.1.3. Característiques i qualitats dels materials i productes finals	29
3.1.4. Producció anual i/o ocupació del centre	29
3.1.5. Factures elèctriques i de combustible	29
3.1.6. Programa de treball	29
3.1.7. Característiques tècniques dels principals equips i punts de consum	30
3.1.8. Corbes de càrrega	30
3.1.9. Esquema unifilar de mitjana i baixa tensió	31
3.1.10. Esquema de distribució d'energies útils	31
3.1.11. Sistemes de gestió energètica del centre	32
3.1.12. Propostes realitzades de millora en eficiència energètica	32
3.2. Revisió de la documentació tècnica	33
3.3. Visita in situ al centre	33

3.3.1. Mesurament	34
3.3.2. Inventariat dels equips energètics	35
4. Anàlisi energètica	36
4.1. Introducció	36
4.2. Volum de control	37
4.3. Balanç de matèria	37
4.4. Balanç d'energia	38
4.5. Tipus de diagrames energètics	39
4.5.1. Diagrama de pastís	39
4.5.2. Diagrama de Sankey	39
4.5.3. Esquema de procés energètic	40
4.5.4. Corba monòtona	41
4.5.5. Mapes d'equips patró	42
4.5.6. Diagrama de Pareto	43
4.6. Anàlisi i comprovació de la coherència de dades	43
4.7. Avaluació energètica	44
4.8. Ràtios energètiques	45
4.9. Balanç d'emissions	46
4.10. Exemple d'anàlisi dels consums energètics	47
4.10.1. Anàlisi de la producció	47
4.10.2. Avaluació energètica	48
4.10.3. Anàlisi de les ràtios energètiques	49
5. Anàlisi econòmica	50
5.1. Escenari econòmic	50
5.2. Costos energètics	50
5.2.1. Distribució de l'electricitat per conceptes de facturació	51
5.2.2. Distribució de compres d'electricitat per períodes horaris elèctrics	51
5.2.3. Costos de combustible o d'altres energies	52
5.3. Costos d'operació i manteniment	52
5.4. Ràtios econòmiques	53
6. Situació de referència	54
6.1. Definició de la situació de referència	54-55
7. Identificació de propostes de millora	56
7.1. Introducció i objectius	56
7.2. Classificació de propostes de millora	56

7.2.1. Classificació segons la inversió associada	56
7.2.2. Classificació segons la tipologia de la proposta	57
7.2.3. Millors pràctiques	59
7.3. Descripció tècnica de les propostes de millora	60
7.3.1. Funcionament dels equips o sistemes	60
7.3.2. Descripció del procés	61
7.3.3. Equips principals i sistemes auxiliars que incorpora	61
7.3.4. Característiques tècniques dels equips principals	62
7.4. Inversions associades	62
7.4.1. Càlcul d'inversions en auditories energètiques	63
7.4.2. Mètodes d'estimació d'inversions	64
7.4.3. Auditories de seguiment	65
8. Avaluació energètica de les propostes de millora	66
8.1. Introducció	66
8.2. Energia de procés o serveis	66
8.3. Rendiment dels equips o del procés i necessitats energètiques	67
8.4. Compres o necessitats d'energia final	68
8.5. Estalvi energètic de les propostes de millora	69
8.5.1. Avaluació energètica quantitativa de les propostes de millora	69
8.5.2. Avaluació energètica qualitativa de les propostes de millora	70
9. Avaluació econòmica de les propostes de millora	71
9.1. Introducció	71
9.2. Costos energètics	71
9.2.1. Costos d'electricitat	72
9.2.2. Costos de combustible	72
9.2.3. Energies procedents d'empreses de serveis energètics	72
9.3. Costos d'operació i manteniment	73
9.4. Costos financers	73
9.5. Avaluació de l'estalvi econòmic	73
9.6. Anàlisi financera de les propostes de millora	74
9.6.1. Període de Retorn de la Inversió (PRI)	74
9.6.2. Valor Actualitzat Net (VAN)	75
9.6.3. Taxa Interna de Rendibilitat (TIR)	76
10. Realització de l'informe i presentació al client	77
10.1. Introducció	77
10.2. Contingut de l'informe d'auditoria energètica	77

10.3. Resum executiu	78
10.3.1. Abast de l'auditoria i dades del centre	78
10.3.2. Resum anual de consums, compres i costos d'energia	78
10.3.3. Ràtios energètiques	79
10.3.4. Ràtios econòmiques	80
10.3.5. Resum de recomanacions	81
10.4. Objectius i metodologia	83
10.5. Bases de partida i definició de la situació de referència.	83
10.5.1. Dades generals del centre auditat	83
10.5.2. Programa de treball	85
10.5.3. Produccions i/o variables de referència	85
10.5.4. Fonts de subministrament energètic i costos	86
10.5.5. Distribució de l'energia segons usos	87
10.5.6. Costos d'energia	87
10.6. Anàlisi del procés productiu i procés energètic	89
10.6.1. Diagrama del procés productiu	89
10.6.2. Descripció dels principals equips consumidors d'energia	90
10.7. Propostes de millora. Descripció tècnica i inversions	90
10.8. Avaluació energètica de les propostes de millora	90
10.9. Avaluació econòmica i financera de les propostes de millora	90
10.10. Annexos	91
10.11. Presentació de l'informe al client	91
Annexos	92-170
Annex I. Glossari de termes	92-94
Annex II. Taula d'unitats	95-97
Annex III. Mercats energètics	97-99
Annex IV. Models de check list	100-108
Annex V. Paràmetres de l'inventari d'equips	109-113
Annex VI. Estudi mínim d'energies renovables a incloure	114
Annex VII. Cas pràctic	115-122
Annex VIII. Fonts documentals	123-128
Annex IX. Fitxes de manteniment	126-161
Annex X. Llista de bref i mtd sectorials	162-163
Annex XI. Equips de mesura	164-170



Presentació

La Generalitat de Catalunya va aprovar el 9 d'octubre de 2012 el Pla de l'Energia i Canvi Climàtic de Catalunya 2012-2020 (PECAC 2020) que ha de servir de guia per a les polítiques energètiques i de mitigació del canvi climàtic a Catalunya. Un dels eixos principals és promoure i desenvolupar projectes d'estalvi energètic i energies renovables.

Les polítiques d'estalvi i eficiència energètica es configuren com un instrument de progrés de la societat, doncs contribueixen al benestar de la població, representen un element de responsabilitat social, projecten les activitats humanes cap al desenvolupament sostenible i estableixen un marc per al desenvolupament de la competitivitat empresarial.

Les auditories energètiques són una peça clau per identificar les oportunitats i potenciar les inversions en projectes d'estalvi energètic i energies renovables. Una auditoria energètica de qualitat aporta la informació necessària a un centre consumidor d'energia, ja sigui un edifici, indústria o flota de transport, per establir un full de ruta amb una estratègia de millora contínua del seu consum energètic.

Aquest document pretén ser una guia pràctica adreçada als professionals del sector de la consultoria energètica, però també als responsables energètics dels centres consumidors d'energia.

Amb aquesta guia es volen assolir quatre objectius prioritaris:

- Establir uns requisits mínims per aconseguir auditories de més qualitat amb diagnòstics fiables i fàcilment comparables.
- Proporcionar unes directrius per a les persones que han de contractar la realització d'una auditoria energètica.
- Donar eines de treball per als professionals que es dediquen a realitzar auditories energètiques.
- Cridar l'atenció sobre tipologies d'auditories menys comuns però amb un gran potencial, com ara auditories de manteniment, de sistemes de gestió energètica o de projecte.

El quadern s'adreça fonamentalment a auditories en establiments industrials i terciaris. Hi ha altres sectors, com el sector agrari i el transport, que per les seves particularitats no es veuran tan representats, tot i que poden aplicar molts dels principis d'aquesta guia.

El primer capítol del quadern fa una introducció a les diferents tipologies d'auditories i a la normativa aplicable. La resta de capítols s'estructuren seguint els passos que ha de fer l'auditor per realitzar l'auditoria energètica resumits al capítol dos.

Finalment, als annexos hi ha eines de suport per a l'auditor per tal d'elaborar qüestionaris, fitxes de presa de dades, propostes d'estalvi, etc.



1. Introducció

1.1. Context

Fa anys que s'impulsen i realitzen auditories energètiques a Catalunya. Tot i això, encara hi ha sectors, com ara vivendes i petites i mitjanes empreses, on no s'ha popularitzat la realització d'auditories. A més a més, l'auditoria energètica és una eina de millora contínua i per tant, s'aconsella la realització periòdica d'aquestes, una cada quatre o cinc anys.

Es per això que el volum d'auditories energètiques augmenta anualment i encara hi ha un potencial de creixement important en el mercat actual. Les polítiques energètiques a diferents nivells també han anat acompanyant aquest creixement amb ajudes econòmiques, acords i pactes. El 14 de novembre de 2012 es va aprovar la Directiva Europea 2012/27/UE relativa a l'eficiència energètica en la que es fa incidència en la importància de les auditories energètiques. Es diu *“Los Estados miembros fomentarán que todos los clientes finales puedan acceder a auditorías energéticas de elevada calidad, con una buena relación entre coste y eficacia”* i *“Los Estados miembros velarán para que se someta a las empresas que no sean PYME a una auditoría energética realizada de manera independiente y con una buena rentabilidad por expertos cualificados y/o acreditados o ejecutada y supervisada por autoridades independientes con arreglo al Derecho nacional a más tardar el 5 de diciembre de 2015, y como mínimo cada cuatro años a partir de la fecha de la auditoría energética anterior”*.

Un dels sectors que està experimentant un major creixement del número auditories és el dels edificis públics, degut a les polítiques que s'estan adoptant a nivell estatal, autonòmic i local (per exemple, el Pacte d'Alcaldes, iniciativa de la Comissió Europea per donar suport a l'esforç per mitigar el canvi climàtic de les autoritats locals). També, l'impuls que s'està donant a la contractació de serveis energètics, sobretot en l'àmbit d'instal·lacions públiques, incorpora la realització d'auditories de detall independents per tal de poder elaborar plecs de concursos de serveis energètics. És considerable el potencial d'indústries grans i mitjanes no intensives en energia que bé per reducció de costos, en un escenari d'increment de preus energètics, o bé per millorar la seva imatge ambiental inicien estratègies de millora energètica.

Davant d'aquest increment de demanda també s'ha incrementat l'oferta i moltes empreses estan enfocant els seus serveis cap a l'assessorament energètic. Aquest quadern pot ser d'utilitat a les empreses que comencen en aquest sector, així com a empreses que ja hi eren per tal de revisar la seva metodologia de treball.

És important recalcar que tot i que l'auditoria és una peça clau per implementar estratègies de millora energètica, sempre ha d'anar acompanyada d'una planificació d'accions, implementació i seguiment de resultats. La funció de l'assessor energètic hauria d'incloure l'acompanyament en aquestes fases posteriors a l'auditoria.

1.2. Tipologies d'anàlisis energètiques

L'auditoria energètica és una eina que permet als centres conèixer la seva situació energètica i comparar-la amb altres centres del seu sector. El fet que les auditories s'hagin realitzat de manera diferent segons el sector, l'empresa o la comunitat autònoma fa que els resultats obtinguts no siguin comparables entre ells i es perdi una font potencial de benchmarking.

Per tal de normalitzar la realització d'auditories energètiques, s'ha desenvolupat la *Norma UNE 216501:2009. Auditoria energètica. Requisitos* que fa la definició següent:

Un centre pot realitzar diferents tipus d'auditoria segons els objectius que vulgui aconseguir i els mitjans de què disposi. Abans d'iniciar la realització d'una auditoria s'han d'acordar amb el client uns criteris generals: abast de l'auditoria, aprofundiment que es vol aconseguir, temporalitat i època en la qual es farà l'auditoria. A continuació es descriuen alguns dels tipus més corrents d'auditories energètiques.

Auditoria energètica

Procés sistemàtic, independent i documentat per a l'obtenció de dades i la seva avaluació objectiva a una organització o a una part, amb l'objectiu de:

1. Obtenir un coneixement fiable del consum energètic i del seu cost associat.
2. Identificar i caracteritzar els factors que afecten el consum d'energia.
3. Detectar i avaluar oportunitats d'estalvi i diversificació d'energia, i la seva repercussió en el cost energètic i de manteniment, així com altres beneficis, costos associats i rendibilitat.

1.2.1. Estudi energètic bàsic

L'estudi energètic bàsic és una fase prèvia a l'auditoria. El seu objectiu principal és verificar la conveniència de fer una auditoria energètica, el seu abast i aprofundiment. No entra en l'anàlisi del procés. Consisteix en les fases següents:

1. Fer una visita a les instal·lacions.
2. Identificar els principals consumidors energètics.
3. Analitzar si s'estan utilitzant les millors tecnologies.
4. Fer una breu avaluació energètica i econòmica basant-se en les factures de compra d'energia i en la producció.
5. Detectar si els consums mitjans d'energia i els preus mitjans de compra d'energia es troben en un rang raonable.
6. Fer un diagnòstic en el qual es dictamini l'estat energètic del centre i definir si cal fer una auditoria energètica o n'hi ha prou amb l'estudi energètic bàsic.
7. Donar unes primeres recomanacions d'estalvi sense càlculs detallats d'estalvi o inversió.

Estudi energètic bàsic

En processos molt simples, o en edificis senzills, aquesta anàlisi dona prou informació al gestor energètic perquè conegui l'estat energètic del seu centre.

1.2.2. Auditoria energètica

L'auditoria té com a objectiu conèixer la relació entre les fonts energètiques, els usos energètics i els productes o serveis generats mitjançant l'ús de l'energia. S'aconsegueix obtenint el "mapa energètic" del centre.

L'objectiu del mapa energètic és definir quins són els usos als quals es destina l'energia final, que és la que es compra a les empreses subministradores d'energia o de serveis energètics.

A partir del mapa energètic i de l'anàlisi dels equips s'identifiquen les propostes de millora per tal d'aconseguir una millor eficiència energètica i estalviar costos de l'energia.

Un cop identificades les propostes de millora, s'avaluen tècnicament i s'analitzen les inversions associades.

L'auditoria energètica inclou l'avaluació energètica d'aquestes propostes de millora, així com l'avaluació econòmica, de manera que es poden analitzar els paràmetres financers que defineixen la viabilitat de la proposta de millora.

L'auditoria energètica és un instrument per als responsables energètics del centre, per tal de definir quines inversions cal escometre en millores energètiques.

L'abast de l'auditoria definirà el detall al qual es vol arribar: quan més gran sigui l'abast, les propostes es referiran més a equips principals o seran més generalistes, mentre que si l'abast es va reduint, les propostes de millora aniran baixant més al detall.

La metodologia explicada al llarg d'aquesta guia es pot aplicar a qualsevol tipus d'auditoria energètica, tot i que es fa especial incidència en l'auditoria energètica global que inclou el centre o el procés productiu en la seva globalitat.

Auditoria energètica

És una eina per conèixer en quins punts hem de posar els nostres esforços per tal d'analitzar amb més detall els consums energètics.

Exemple

A la figura adjunta podem veure un mapa energètic en el qual es veu que el principal consum es dona en forma d'energia mecànica, i el segon gran consum és en forma d'aigua freda obtinguda mitjançant electricitat.

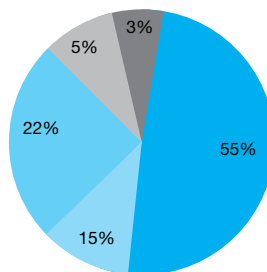
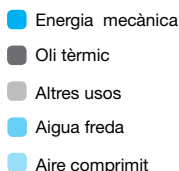
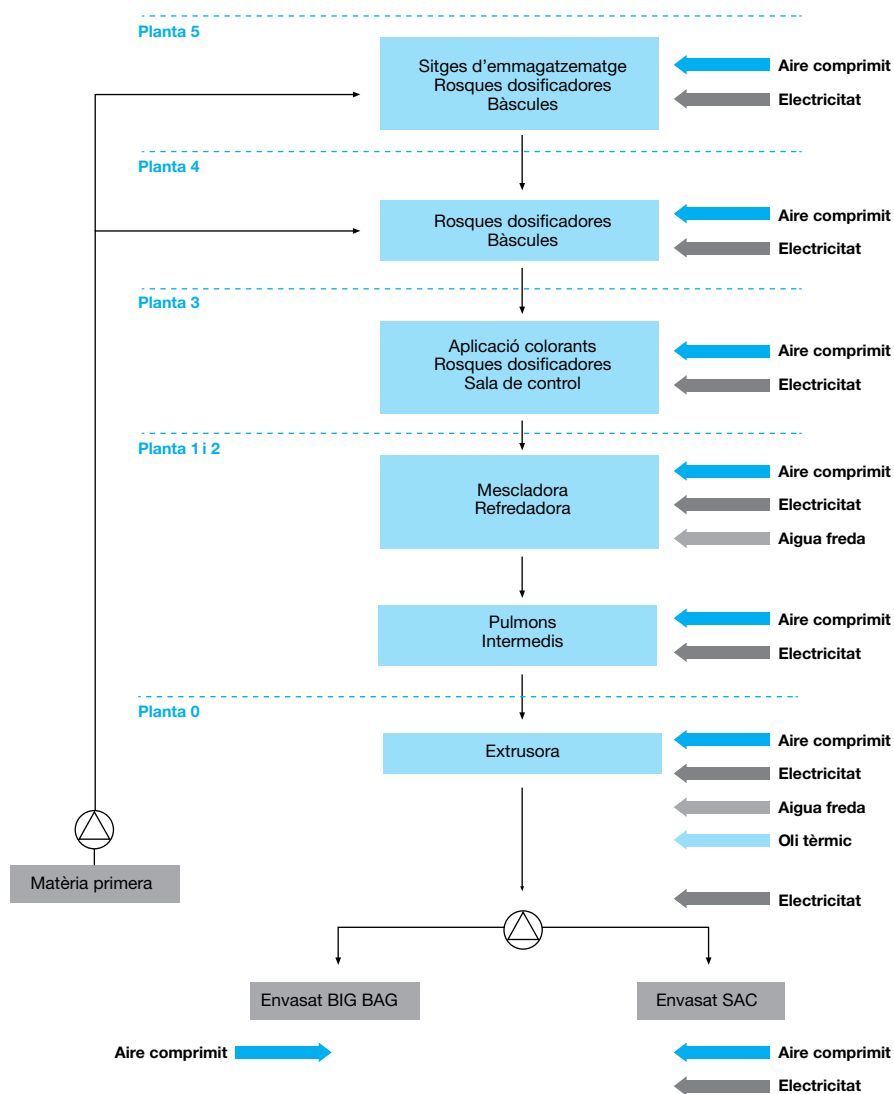


Fig 1.1. Exemple de distribució d'usos energètics.

A la figura següent es mostra el mapa energètic d'un centre amb les diferents energies emprades en cada etapa d'un procés.

Fig 1.2. Exemple de mapa energètic de procés.



A continuació es fa una breu descripció de diferents denominacions o classificacions d'auditories energètiques segons el seu abast o el seu objectiu.

A. Auditoria energètica global

L'auditoria energètica global fa una anàlisi energètica de la totalitat del centre, fent especial atenció als usos i orígens de l'energia. L'objectiu principal és analitzar l'ener-

gia i la seva relació amb el procés productiu.

B. Auditoria energètica parcial

Es coneix com a auditoria energètica parcial la que només tracta el consum energètic d'una part del centre, d'un tipus d'energia en particular o d'un tipus de producte determinat.

És habitual que aquest tipus d'auditoria es faci com a continuació d'una auditoria global prèvia, a partir de la qual s'han determinat els principals punts de consum energètic del centre.

L'objectiu de les auditories parcials és aprofundir més en detall en aspectes que no es poden considerar en una auditoria global, aprofitant que l'abast és més reduït i més concret.

Els tècnics que fan aquest tipus d'auditories energètiques, estan més especialitzats en la tecnologia horitzontal (aire comprimit, climatització, il·luminació, vapor, motors i accionaments elèctrics...) o tecnologia específica (màquines de paper, spa, serveis informàtics...) que s'analitza i permet estudiar mesures que en una auditoria energètica global no s'analitzarien.

C. Auditoria energètica de manteniment

L'auditoria energètica de manteniment té com a objectiu analitzar les tasques de manteniment només des del vessant energètic. S'avalua com afecten les tasques de manteniment preventiu, predictiu i correctiu sobre el rendiment energètic dels equips.

Té com a objectiu definir punts de millora en les funcions de manteniment dels equips per tal de millorar l'eficiència energètica de les instal·lacions.

D. Auditoria energètica de seguiment

Un cop finalitzada una auditoria energètica, s'han obtingut un conjunt de propostes de millora i les seves rendibilitats energètiques i econòmiques. Amb aquests paràmetres, i atès que la metodologia emprada per analitzar les diferents opcions ha estat la mateixa, s'han definit els punts en els quals una inversió és més rendible.

Un cop feta la inversió, l'auditoria energètica de seguiment és una eina per tal de determinar en quin grau les previsions fetes a l'auditoria s'han complert. Mitjançant l'auditoria de seguiment es poden analitzar les causes de les desviacions i proposar o fer les propostes necessàries per assolir els objectius. Es pot plantejar per a només un projecte o varis, podent realitzar-se una feina de suport energètic del centre consumidor durant un període llarg de temps.

E. Auditoria energètica de nou projecte

L'auditoria energètica de projecte té com a objectiu analitzar, únicament sota el vessant energètic, un projecte abans que es porti a terme. L'objectiu principal d'aquesta auditoria és avaluar si els equips, instal·lacions i sistemes de control proposats apliquen les millors tecnologies disponibles o es poden aplicar mesures que permetin millorar les propostes.

F. Auditoria de sistema de gestió energètica

Aquesta auditoria té com objectiu analitzar i proposar millores al sistema de gestió energètica del centre. Entenem com a sistema de gestió energètica el conjunt d'elements que estableixen la política energètica, els objectius energètics i els procediments per arribar a aquests objectius. Aquesta auditoria pot anar dirigida a la implantació de la Norma EN-16.001/ISO-50.001 i, per tant, determinar si el centre pot ser certificat. Aquesta gestió, posteriorment pot anar dirigida a certificar el bon funcionament del sistema al llarg del temps. No és objecte d'aquesta guia descriure la metodologia de realització d'aquestes auditories.

1.2.3. Auditoria energètica del cicle de vida

Aquesta tipologia d'auditoria energètica comporta l'avaluació energètica d'un producte o servei al llarg de tot el seu cicle de vida, incloent tots els processos, materials i energies implicades. Aquest tipus d'auditoria es realitza quan es vol comparar dues tecnologies o dos productes de manera global.

Exemple

En una auditoria energètica de vapor (auditoria energètica parcial), mitjançant termografies, es fa una anàlisi detallada de l'estat de l'aïllament de les canonades de distribució i s'avaluen les pèrdues degudes a un aïllament deteriorat, mentre que en una auditoria energètica global, l'anàlisi que es faria seria el del rendiment de la caldera de producció de vapor.

Exemple

En una auditoria energètica de manteniment seria aconsellable analitzar l'estalvi energètic que representa el fet de canviar un motor a classe EFF1, en comptes de fer un rebobinat d'aquest motor quan s'espalla.

Exemple

En una auditoria energètica de projecte, s'analitzaria el projecte, abans de fer la instal·lació, per tal de determinar si la sobreinversió d'un motor EFF1, en lloc de motors de classe EFF3, és tècnica i econòmicament rendible.

1.3. Normativa i legislació

Actualment, s'està desenvolupant un gran nombre de lleis i de normativa de caire energètic, tant pel que es refereix a eficiència energètica com a diversificació energètica.

L'única norma referida a la realització d'auditories energètiques és la:

Norma UNE 216501. Auditorías energéticas. Requisitos, aprovada l'octubre de 2009, que defineix la metodologia que s'ha de seguir per a realitzar una auditoria energètica.

Altres normatives i legislació que pot ser útil que conegui l'auditor energètic són les següents:

- Norma UNE-EN ISO 50.001 Sistemes de gestió de l'energia. Requisits amb orientació per al seu ús. Aprovada el mes de juny de 2011.
 - RITE: Reial decret 1027/2007, de 20 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques als Edificis. («BOE» 207, de 29-8-2007).
 - CTE: Reial decret 314/2006, de 17 de març, pel qual s'aprova el Codi Tècnic de l'Edificació.
 - Directiva IPPC: Directiva 2008/1/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 15 de gener de 2008, relativa a la prevenció i al control integrats de la contaminació.
 - Directiva 2006/32 CE de 5 d'abril sobre l'eficiència de l'ús final de l'energia i els serveis energètics, per la qual es deroga la Directiva 96/73 CEE del Consell.
- A l'Annex VIII. Fonts documentals, s'hi pot trobar bibliografia i pàgines web amb amplis continguts legislatius.

1.4. Millors tècniques disponibles

Les guies de millors tècniques disponibles (MTD) s'han elaborat arran de l'obligació de l'Administració general de l'Estat, segons l'article 8 de la Llei 16/2002 d'1 de juliol, de prevenció i control integrats de la contaminació, de subministrar la informació ambiental disponible i, si escau, d'elaborar les guies sectorials sobre millors tècniques disponibles.

BREF

El mes de febrer de l'any 2009 es va aprovar el Document *Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency*, en el qual es donen eines a l'auditor energètic per a realitzar auditories energètiques, així com valors de referència.



2. El circuit de l'auditoria energètica i el cronograma

2.1. El circuit de l'auditoria energètica

La planificació del circuit de l'auditoria energètica és summent important, ja que determinarà quins sistemes energètics s'analitzen i amb quina profunditat, a més de seleccionar les millores a analitzar i aplicar.

La base per definir el circuit d'auditoria s'inicia en preparar l'oferta, ja que és en aquesta primera visita al centre on es definirà l'abast de l'auditoria i, per tant, el procés que se seguirà fins arribar a l'obtenció de l'informe final.

Actualment les organitzacions estan portant a terme un gran nombre d'auditories energètiques, amb una gran diversitat de tipus de contractes amb les empreses que les realitzen, per exemple:

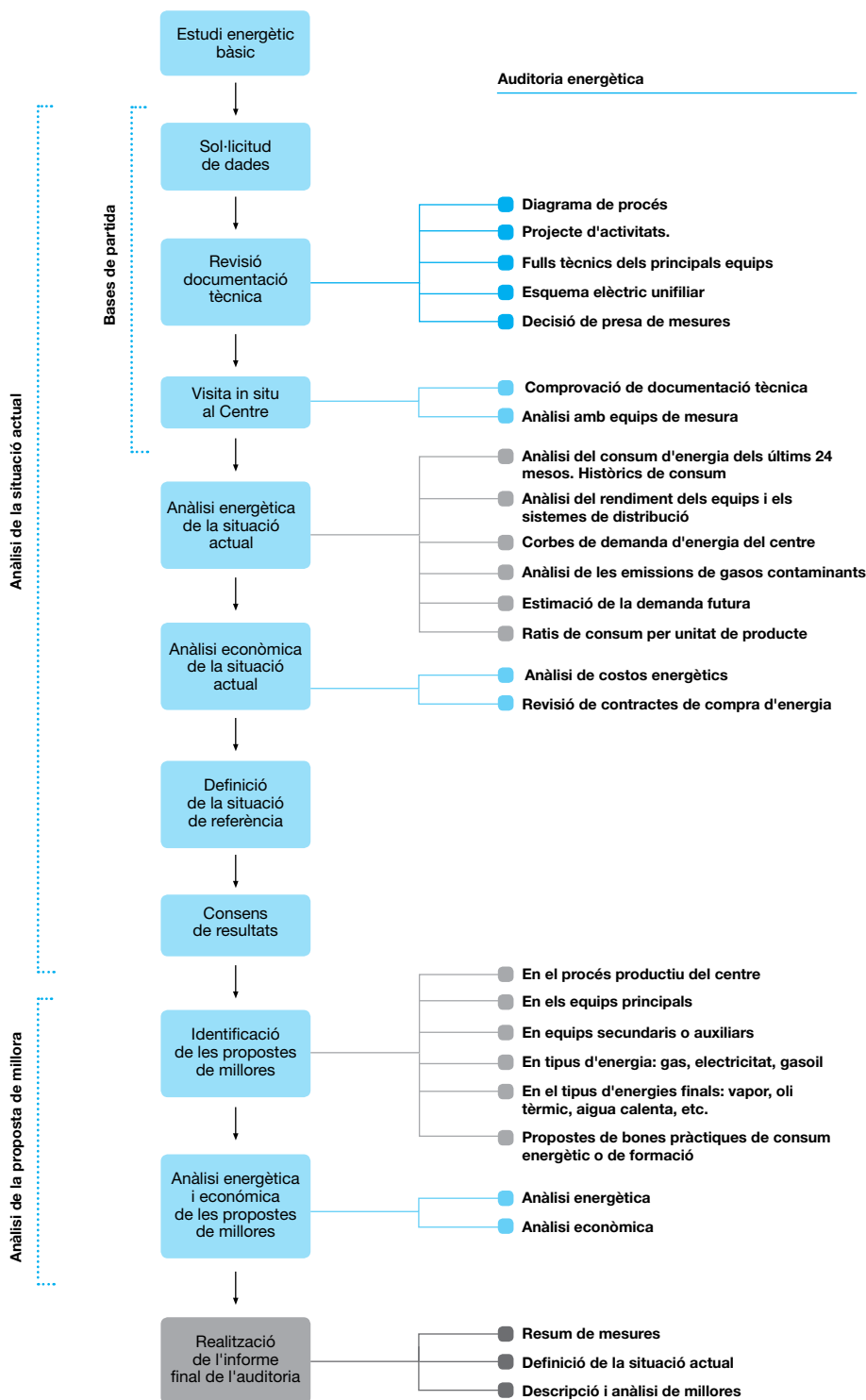
- Contractes a èxit: en aquesta modalitat, l'enginyeria rep els honoraris en funció de l'estalvi econòmic que es defineixi en les mesures finalment analitzades i proposades.
- Contractes a preu fix: l'enginyeria rep els seus honoraris en funció del temps i els recursos que dedica a realitzar l'auditoria.
- Contractes a estalvis compartits: l'enginyeria rep uns honoraris en funció del temps i els recursos dedicats i un percentatge addicional en funció dels resultats obtinguts de l'auditoria.

La tipologia de contracte no ha d'afectar la metodologia emprada, ni els resultats obtinguts. El que ha de quedar clar és l'abast de l'auditoria i quins objectius té.

A partir d'aquest punt, s'explica la metodologia per a realitzar una auditoria energètica global, tot i que, com ja s'ha esmentat anteriorment, es pot aplicar a qualsevol tipus d'auditoria energètica i a qualsevol tipus de procés o centre, tant si és del sector industrial, del sector terciari, del primari o d'edificis.

A continuació es mostra un cronograma indicatiu d'un procés d'auditoria energètica.

Fig 2.1. Cronograma d'un procés d'auditoria.



2.2. Sol·licitud de dades

La fase de sol·licitud de dades té com a objectiu recollir prou informació per conèixer el procés energètic del qual s'ha de realitzar l'auditoria energètica. Les dades a sol·licitar es refereixen principalment a usos de l'energia, els equips, les instal·lacions i les variables que poden donar lloc a importants variacions en els consums o produccions energètiques.

2.3. Revisió de documentació tècnica

Aquesta fase de revisió té com a objectiu conèixer des del vessant energètic: el centre, el procés productiu, les instal·lacions i/o els sistemes que han de ser objecte d'auditoria.

Normalment, amb la informació facilitada pels responsables del centre no n'hi ha prou i cal complementar-la amb informació addicional obtinguda de fonts bibliogràfiques especialitzades o de fabricants d'equips.

2.4. Visita in situ al centre

Aquesta fase té com a objectiu verificar la informació obtinguda mitjançant la informació aportada, resoldre dubtes sorgits durant l'anàlisi prèvia i obtenir les lectures de consum energètic o d'altres paràmetres necessaris a partir de la instal·lació d'equips de mesurament.

2.5. Anàlisi energètica de la situació actual

L'anàlisi energètica de la situació actual té com a objectiu definir el mapa energètic del centre, avaluar l'eficiència energètica i el rendiment energètic dels equips o processos.

La comparació d'aquests valors amb paràmetres obtinguts de benchmarking o de l'experiència de l'auditor permetrà a l'auditor energètic definir la situació energètica del centre en comparació amb altres centres i fer les propostes de millora que consideri adients.

2.6. Anàlisi econòmica de la situació actual

Un cop realitzada l'anàlisi energètica es té un coneixement en profunditat dels consums energètics, dels equips i dels sistemes implicats i els costos que cal considerar.

L'anàlisi econòmica té com a objectiu conèixer amb profunditat els costos energètics associats, els preus mitjans obtinguts, el cost per unitat de producte (o variable associada), el percentatge que el cost energètic representa sobre els costos totals de l'organització i els factors que influeixen en la formació d'aquests costos.

2.7. Definició de la situació de referència

Un cop realitzada l'anàlisi de la situació actual, cal definir la situació de referència que es prendrà per tal d'avaluar els resultats de les propostes de millora.

Aquesta situació de referència ha de tenir en compte tots els paràmetres que poden afectar el consum i el cost energètic, com poden ser augments o variacions de

producció, climatologia, preus energètics, canvis de programes de treball o de productes.

Cal consensuar aquesta situació amb els responsables energètics del centre, ja que serà la base de treball des d'aquest moment.

2.8. Identificació de les propostes de millora

A partir de l'avaluació energètica, de les emissions i de l'avaluació econòmica, l'auditor energètic estarà en disposició de definir les propostes de millora a analitzar.

Les propostes de millora es defineixen en funció dels objectius de l'auditoria, així com de la tipologia d'auditoria que s'estigui realitzant.

2.9. Anàlisi energètica i econòmica de les propostes de millora

Un cop definides les propostes de millora, la fase següent és l'anàlisi de la seva viabilitat tècnica i econòmica.

L'anàlisi energètica consisteix en valorar els consums energètics del centre un cop implantada la proposta de millora.

Es basa en fer una simulació energètica, de manera que s'avaluen les compres o els consums d'energia un cop instal·lats els nous equips o sistemes i donen com a resultat l'energia de procés o serveis definida a la situació de referència.

En funció de la tipologia d'auditoria, la simulació es farà amb més o menys detall. Si es tracta d'una auditoria global, es pot treballar amb rendiments mitjans, mentre que si s'està fent una auditoria de detall, la simulació tindrà en compte rendiments instantanis, estacionals i a càrregues parcials.

L'anàlisi econòmica avalua els costos energètics un cop implantada la proposta de millora. Ha de considerar bàsicament costos energètics, operacionals i de manteniment.

Cal considerar també els efectes dels costos mediambientals que, a vegades es deriven de la implantació de la proposta de millora, com poden ser les emissions de gasos.

En el cas d'auditories parcials o de seguiment, l'anàlisi econòmica inclourà sempre els costos totals d'energia d'un any (electricitat, combustibles, biomassa, altres energies) que serviran com a valors de referència a l'auditor i als responsables energètics per situar la part auditada en el marc energètic global del centre.

2.10. Realització de l'informe final d'auditoria energètica

L'informe final d'auditoria ha de permetre al lector fer-se una idea força exacta de:

- Els consums energètics actuals del centre.
- Els costos energètics actuals del centre.
- La situació energètica actual del centre: eficiència energètica i rendiment d'equips.
- Principals actuacions que permetin millorar la situació energètica.
- Punts en els quals és millor invertir en funció del resultat desitjat: millora d'eficiència energètica, millora d'emissions, millora de costos energètics.
- Estalvis econòmics que es poden aconseguir.
- Inversions a realitzar per tal d'aconseguir els estalvis econòmics.



3. Bases de partida

3.1. Sol·licitud de dades

El primer pas a l'hora de realitzar una auditoria energètica és sol·licitar al client les dades més rellevants que permetin conèixer i analitzar la situació del centre a auditar, prèviament a la visita. Amb aquesta finalitat, és necessària la col·laboració dels responsables del centre.

En funció de la documentació de què es disposi, l'auditor energètic es pot fer una idea prèvia de les característiques del centre i de les seves instal·lacions i planificar el treball de camp en conseqüència així com les dades a confirmar o ampliar.

S'ha de partir de la documentació del procés productiu, dels equips, així com de l'experiència pròpia en el funcionament del centre. En general, és important realitzar l'anàlisi de manera que es puguin detectar les influències d'una possible estacionalitat, canvis en el mercat, canvis en el programa de treball, etc.

Una gran part d'aquesta informació es pot obtenir dels projectes d'activitats, projectes bàsics o projectes d'instal·lacions i diagrames unifilars. A l'Annex IV s'adjunten dos check-list (indústria i terciari) amb la informació que, com a mínim, és convenient tenir abans de la visita.

A continuació es descriu la tipologia de la informació sol·licitada.

3.1.1 Dades generals del centre auditat

Les dades generals són la primera informació que s'ha de recollir i inclouen com a mínim la ubicació, l'activitat, els usos de l'establiment i el sector del centre auditat. Un paràmetre de classificació habitual és el CNAE (Codi Nacional d'Activitats Econòmiques), que permet ubicar el procés o el centre en funció de la seva àrea d'activitat.

El coneixement de l'activitat i del sector permet comparar els resultats obtinguts a l'auditoria energètica amb la d'altres centres del mateix sector o de característiques similars.

3.1.2 Esquema del procés productiu i del procés energètic

En qualsevol auditoria energètica, per a realitzar l'avaluació energètica, és imprescindible tenir un coneixement del procés productiu i energètic del centre auditat.

En la descripció del procés productiu del centre auditat, es defineix quines són les matèries primeres i quines transformacions pateixen, detallant quins són els equips implicats al llarg del procés, fins arribar al producte final. L'esquema de procés permet a l'auditor energètic fer-se una bona idea de les energies implicades.

Pel que fa a la descripció del procés energètic, cal indicar quines són les energies que intervenen en cadascuna de les etapes del procés productiu, indicant quines són

les energies d'entrada i quines les de sortida per a cada etapa del procés, de manera que es pugui definir i analitzar les energies útils.

3.1.3 Característiques i qualitats dels materials i productes finals

En alguns processos productius o energètics hi ha variacions de les característiques dels materials o incorporacions de matèries primeres que s'han de recollir durant la realització d'una auditoria energètica, ja que poden afectar sensiblement el balanç energètic global.

3.1.4 Producció anual i/o ocupació del centre

En una auditoria energètica cal quantificar les produccions del centre auditat o la variable que té una influència directa sobre el consum energètic. És un paràmetre del qual cal estudiar-ne l'evolució mensual, per tal d'establir l'existència o no d'estacionalitats. En processos industrials, cal estudiar la producció per línia o per producte, per tal de detectar possibles anomalies, així com focalitzar els esforços de millores energètiques.

En el sector industrial, la base de treball sol ser la producció, mentre que, en edificis, la base és l'ocupació, la climatologia o el confort.

Aquest paràmetre serà la base per a l'estudi posterior de les ràtios energètiques i econòmiques que permetin definir la situació de referència.

3.1.5 Factures elèctriques i de combustible

L'anàlisi de les compres d'energia, tant elèctrica com de combustibles, és un punt imprescindible a l'hora de realitzar una auditoria energètica.

En aquest punt, se sol·liciten les factures per analitzar les compres totals i la seva evolució mensual en el període de temps estudiat. Tot i que el període d'estudi més comú és de 12 mesos naturals, és convenient sol·licitar i fer una anàlisi de 24 mesos per tal d'avaluar efectes deguts a factors aliens a les condicions habituals.

Pel que fa a combustibles amb acumulació, cal fer especial atenció al nivell d'estoc.

Aquestes dades, juntament amb la producció o l'ocupació, permetran analitzar ràtios i establir possibles estacionalitats. Serà imprescindible per a analitzar ràtios energètiques, així com per a analitzar distribucions de consums per usos o línies de producció.

3.1.6 Programa de treball

El programa de treball permet conèixer com es distribueix el temps de funcionament del centre i dels equips. Ens indica quins dies i quantes hores al dia es troba operatiu el centre.

És necessari conèixer quan estaran en funcionament els equips productors i consumidors d'energia per tal de determinar en quins moments hi haurà puntes i valls de consum d'energia.

A part del programa de treball, és convenient analitzar també les hores de funcionament per línia de producció, per equip o per centre, ja que aquest paràmetre acostuma a estar registrat en alguns equips o en les línies de producció.

Amb aquesta informació es detectaran possibles estacionalitats, i permetrà obte-

nir ràtios per comparar les línies de producció.

És recomanable prendre com a referència dos anys per veure possibles variacions alienes a les condicions habituals.

3.1.7. Característiques tècniques dels principals equips i punts de consum

És necessari disposar de les característiques tècniques dels principals equips consumidors i productors d'energia, per tal de conèixer la corba de càrrega i el rendiment associat.

Les característiques tècniques es refereixen a característiques energètiques, que seran la base de treball per avaluar els consums energètics i el rendiment energètic tant del centre com dels equips o sistemes.

L'Annex V. Paràmetres de l'inventari d'equips, presenta un conjunt de taules amb les dades principals a reflectir dins l'auditoria energètica. En general, cal considerar:

- Potències nominals.
- Condicions de producció de l'energia: tensions, pressió, etc.
- Rendiment nominal.
- Rendiment a càrregues parcials.
- Sistemes de control o de regulació que incorpora.
- Consums en stand-by.

3.1.8. Corbes de càrrega

Les instal·lacions o equips estan dissenyats amb unes condicions nominals que representen els paràmetres màxims als quals pot arribar.

En general, els equips no treballen en les condicions nominals, atesa la potència màxima, sinó que el seu nivell de treball depèn de la demanda.

S'entén per càrrega la potència percentual a la qual treballa l'equip respecte a la seva capacitat màxima.

Les corbes de càrrega permeten obtenir informació sobre quin nivell respecte al nominal es troba una variable al llarg del temps, o sobre la forma en què evoluciona una variable al llarg d'un període determinat.

Les corbes de càrrega que s'han de sol·licitar als responsables energètics són les de consums energètics, de producció, d'aigua i d'altres fluids principals.

En general, no és fàcil disposar de corbes de càrrega, però l'auditor energètic pot determinar la realització d'una corba de càrrega a partir de les lectures dels comptadors principals de combustible i electricitat.

En cas que es facin les corbes de càrrega, es tindrà especial precaució en determinar els nivells de producció o d'ocupació del centre o les condicions climatològiques en el moment de fer el mesurament si el que es pretén és avaluar consums en climatització o calefacció.

Un bon instrument de treball són les corbes quart horàries que es poden obtenir dels comptadors de facturació d'electricitat, que faciliten la lectura del màximetre cada quinze minuts.

3.1.9. Esquema unifilar de mitjana i baixa tensió

Els esquemes unifilars donen informació sobre la distribució de l'energia elèctrica al centre a auditar, de manera que és possible definir el grau de pèrdues internes en funció del nombre de transformadors o, en el cas que es proposi un sistema de tele-mesura, la complexitat o el grau de detall al qual es podrà arribar.

L'esquema unifilar permet a l'auditor energètic plantejar punts de mesurament per a prendre dades puntuals o instal·lar analitzadors de xarxa en cas que ho consideri adient.

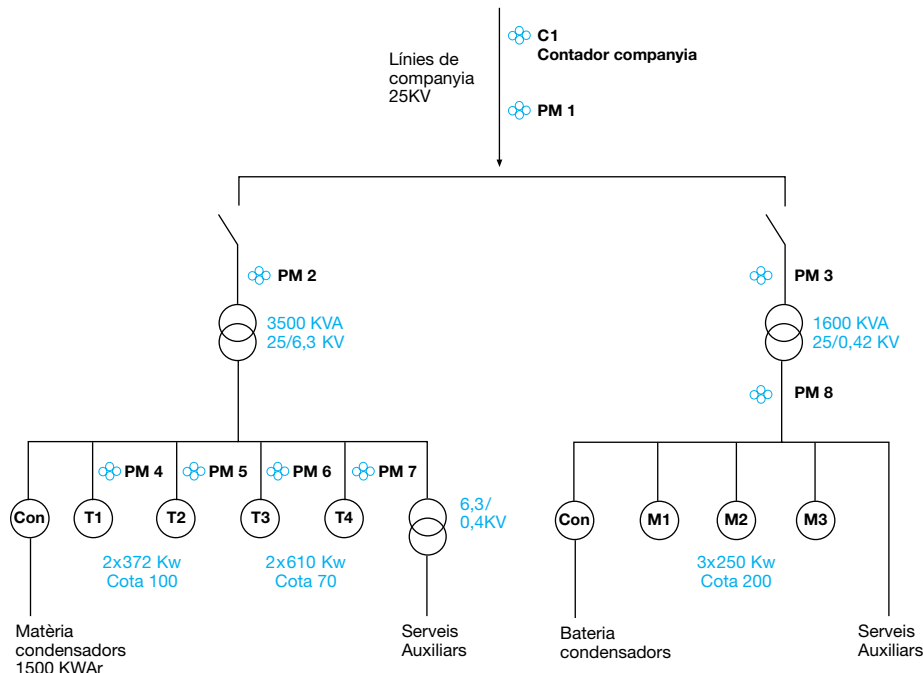


Fig 3.1. Esquema unifilar simplificat.

Exemple

L'esquema unifilar simplificat mostra que hi ha analitzadors de xarxa instal·lats amb els quals es pot obtenir la corba diària de càrrega de les turbines i analitzar-ne l'eficiència energètica.

3.1.10. Esquema de distribució d'energies útils

Anàlogament als esquemes unifilars, aquests esquemes permeten observar de manera ràpida i simple com es distribueixen les diferents energies de procés o serveis pel centre així com els principals equips involucrats en les seves transformacions d'energia final a energia útil.

3.1.11. Sistemes de gestió energètica del centre

Cal tenir en compte si el centre disposa de sistema de gestió energètica, fent especial atenció als comptadors energètics, periodicitat amb la qual es prenen les lectures dels comptadors, si es calculen ràtios o indicadors energètics, si hi ha implantades millors pràctiques, la conscienciació energètica dels treballadors o altres mesures de seguiment i millora de l'eficiència energètica del centre.

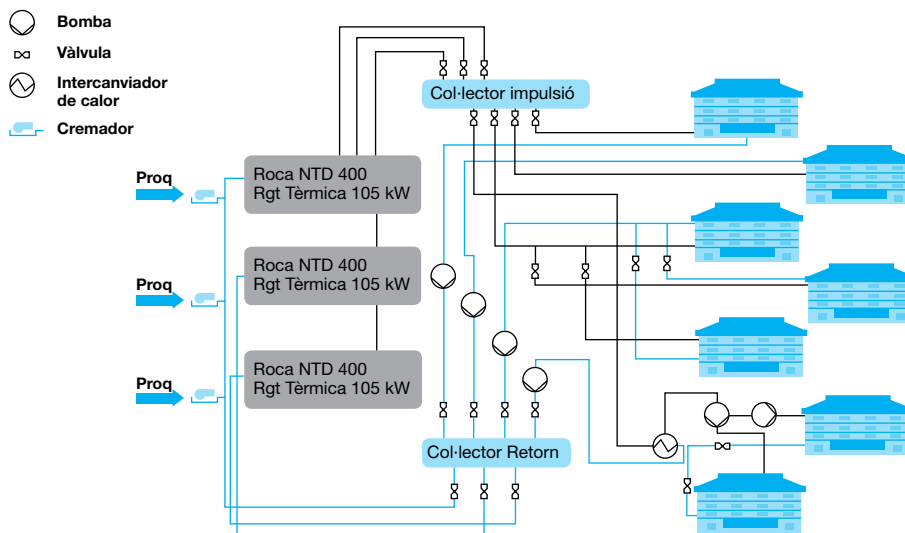
3.1.12. Propostes realitzades de millora en eficiència energètica

És important conèixer quines són les propostes de millora en eficiència energètica realitzades pel personal de la planta en els darrers dos anys. És freqüent que hi hagi estudis o propostes de millora que no han anat endavant a causa de manca de pressupostos o que, per la metodologia utilitzada en l'anàlisi no s'hagi arribat a avaluar els avantatges energètics i econòmics. Recollir aquestes propostes pot facilitar als responsables del centre una anàlisi feta amb una mateixa metodologia i definir quines són millors en funció del criteri de decisió

Exemple

El diagrama següent mostra un esquema de distribució d'energies útils en el qual es veuen les principals transformacions energètiques de l'energia final (gas natural) que es compra a l'empresa, es transforma en una caldera en aigua calenta, i es distribueix a diferents edificis, retornant aigua freda.

Fig 3.2. Esquema de distribució d'energia d'una xarxa de calor de districte.



3.2. Revisió de la documentació tècnica

A partir de la revisió de la documentació tècnica, l'auditor energètic és capaç d'emplenar una gran part dels punts de la check-list i d'incorporar-hi els nous que consideri adient.

Abans de desplaçar-se al centre, l'auditor energètic ha de ser capaç d'identificar els principals punts a analitzar. Per tant, és convenient fer un diagrama energètic en el qual s'identifiquin els punts que haurà de comprovar o mesurar.

Normalment, no n'hi ha prou amb la informació que faciliten els responsables del centre, i s'ha de complementar amb informació addicional obtinguda de fonts bibliogràfiques especialitzades o de fabricants d'equips. Cal definir sempre les fonts de les quals s'ha obtingut la informació utilitzada, ja que la gran diversitat de paràmetres que hi ha en el sector energètic fa que sorgeixin diverses denominacions o formes de càlcul per a un mateix paràmetre, donant valors diferents i no comparables.

Un cop revisada la documentació i analitzada, l'auditor energètic estarà en situació de definir el circuit a seguir durant la primera visita d'auditoria energètica.

Documents que solen aportar informació útil

1. Projecte d'activitat: sol incorporar una llista dels equips consumidors elèctrics i tèrmics.
 2. Projecte bàsic: sol incloure un diagrama de procés.
 3. Esquema unifilar: permet definir les distribucions en el consum elèctric i els punts que és possible mesurar.
 4. Factures d'energia: permeten detectar estacionalitats i canvis significatius en els consums energètics.
-

3.3. Visita in situ al centre

A partir de l'anàlisi prèvia de dades, es planificarà la visita per tal de fer un seguiment de tots els punts i de les àrees més crítiques, amb més potencial o interès.

Durant la visita al centre, és convenient fer una verificació dels valors i les característiques obtingudes a partir de la revisió de la documentació.

La visita permet complir els objectius següents:

- Aclarir conceptes.
- Fer els mesuraments.
- Comprovar les dades facilitades pel client.

En general, en aquesta visita és convenient disposar de les persones que tenen una influència directa en les decisions que poden influir sobre l'eficiència energètica.

Com a guia es poden considerar els següents:

- Responsable energètic.
- Cap de manteniment.
- Cap d'enginyeria.
- Cap de fàbrica.
- Responsable de compres d'energia.

3.3.1. Mesurament

Un dels punts més importants a l'hora de preparar la visita al centre, és el mesurament in situ, de manera que es pugui establir un calendari representatiu.

El mesurament té dos objectius:

- Verificar o contrastar les dades facilitades.
- Obtenir dades de les quals no disposen els responsables del centre auditat.

Per fer una auditoria energètica, cal disposar d'un conjunt de dades del centre auditat, que no sempre estan disponibles. Això fa que sigui necessari instal·lar equips de mesuraments puntuals, o bé prendre lectures d'equips que ja tinguin.

Els mesuraments a realitzar poden ser:

- Puntuals.
- Registres en continu.
- Dades històriques preses en altres ocasions.

La qualitat de les dades mesurades tindrà una influència determinant en els resultats de les propostes de millora obtingudes a l'auditoria energètica. Per tant, és important una bona selecció del mètode d'obtenció de dades. Les bases per a un bon mesurament són:

- El període de temps: cal que el mesurament es prengui en un període de temps significatiu, en el qual la variable analitzada tingui valors representatius i, també, que garanteixi la presa de dades de la variable de referència que l'afecta directament.
- Mètode de mesurament: segons com es faci, el mesurament serà més o menys precís. Cal que el punt de mesura sigui representatiu del paràmetre que es vol mesurar.
- Element sensor: cal que sigui adequat al paràmetre que es vol mesurar, a la magnitud prevista i a la precisió que es desitja.
- Equip de mesurament: cal que sigui adequat al tipus de dades que es desitgen (puntuals o en continu), adequat al sensor escollit i amb la precisió desitjada.

Les tasques de mesurament s'han de realitzar:

- Amb coneixement i acord previ de l'organització.
- Evitant que els operadors de l'establiment modifiquin les seves pràctiques i punts de consigna habituals.
- Amb els equips adequats, i de precisió coneguda.
- Amb les mesures de seguretat per a persones i equips.
- Complint la normativa i legislació existent.
- Registrant la data i mètode de mesurament en la presentació dels resultats.

A l'Annex XI. Equips de mesurament, hi ha la descripció, el mode d'utilització i recomanacions aplicables a aquests equips.

Exemple

En cas de fer mesuraments de climatització, cal escollir un període de temps en què aquesta variable sigui significativa. Les dades de climatització preses durant el mes d'abril no donen valors ni distribucions horàries representatives. En aquest cas, és millor prendre una corba de distribució estimada que una corba obtinguda a partir de mesures in situ.

En cas de prendre mesures d'una variable que es veu afectada pel procés de producció, cal mantenir sempre en paral·lel la mesura de la variable i de la producció,

de manera que es puguin relacionar ambdues variables. Per a la climatització caldria seguir la climatologia i l'ocupació.

3.3.2. Inventariat dels equips energètics

Una part molt important a l'hora de la recopilació de dades per a establir la situació de referència, és tenir identificats els grans equips consumidors i transformadors d'energia del centre a auditar.

Per aquest motiu és necessari realitzar un inventari dels principals equips del centre recollint les dades energètiques més importants de cadascun d'ells. Durant la visita al centre, es comprovarà que la informació continguda en els projectes o en la documentació aportada coincideix amb els equips realment instal·lats. A l'Annex V, Paràmetres de l'inventari d'equips, s'adjunten les fitxes d'inventari d'equips i a l'Annex IX. Fitxes de manteniment, es tracta el manteniment, sempre des del punt de vista de l'eficiència energètica. Aquests annexos incorporen només les tecnologies horitzontals i no inclouen els equips de procés.

Pel que fa als rendiments dels equips, a més del rendiment nominal s'ha de considerar el rendiment estacional i el rendiment a càrregues parcials per tal de poder avaluar el consum energètic en funció del règim de treball.

Exemple

En el cas d'una màquina refredadora és important conèixer el seu rendiment o EER (*Energy Efficiency Ratio*) a càrregues parcials. El gràfic següent mostra el rendiment de dues màquines refredadores al 25, 50, 75 i 100% de la seva capacitat.

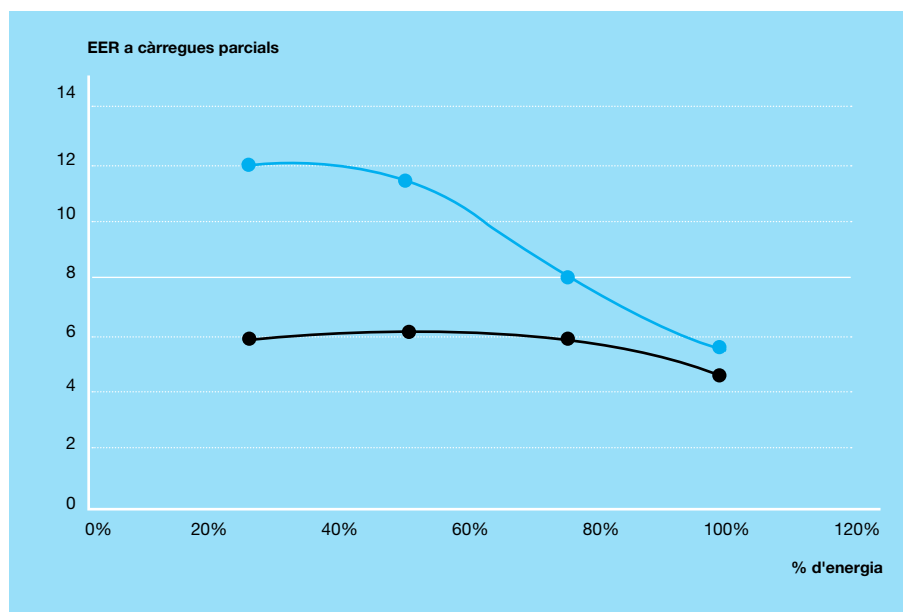


Fig 3.3. Rendiment de dues refredadores en càrregues parcials.



4. Anàlisi energètica

4.1. Introducció

Un dels objectius d'aquest capítol és donar eines teòriques i pràctiques a l'auditor energètic, per tal de realitzar els balanços energètics, ja que són la base fonamental de l'auditoria energètica.

En qualsevol centre consumidor d'energia, aquesta pateix una sèrie de transformacions des de l'energia final (electricitat, gas natural, altres combustibles) fins l'energia de procés o de serveis consumida. Durant aquestes transformacions, part de l'energia es perd, és a dir, es transforma en energia no útil, donant lloc al concepte de rendiment.

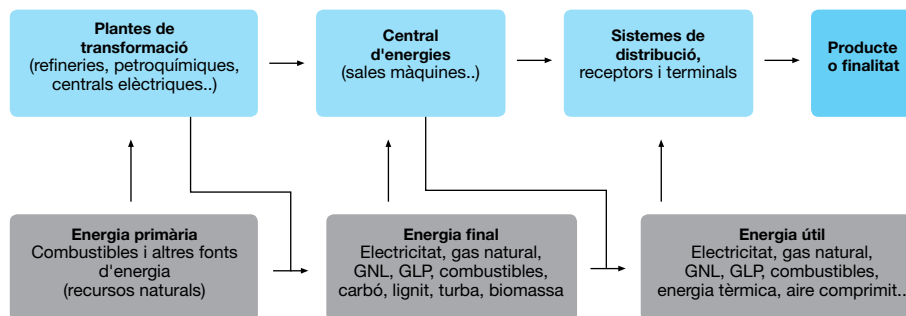
Per a poder obtenir una imatge de la distribució energètica del centre a estudiar és necessari realitzar balanços d'energia i de matèria.

Mitjançant els balanços de matèria s'analitzen les matèries primeres, els productes obtinguts, i els diferents materials o fluids que s'incorporen al llarg del procés i que tenen influència sobre el consum energètic. Mitjançant els balanços d'energia s'avaluen les energies de procés o de serveis i les pèrdues i s'obtenen els paràmetres d'eficiència energètica que permeten caracteritzar el centre.

L'auditoria energètica, en molts casos haurà d'entrar a la fase de producte o finalitat, i no quedar-se a nivell d'energia útil, incloent tots els sistemes de distribució, receptors i terminals.

Qualsevol ràtio que es doni en l'auditoria energètica, haurà d'explicar els punts frontera o volum de control en el qual ha estat calculat.

Fig 4.1. Etapes de transformació d'energia.



4.2. Volum de control

A l'hora de realitzar un balanç és molt important definir quin abast tindrà, el qual vindrà definit generalment per l'abast de l'auditoria energètica. Es defineix el volum de control sobre el qual es treballarà en tots els càlculs i balanços que es realitzaran.

Volum de control

Un volum de control és una regió definida sobre la qual es realitza l'estudi.

Un volum de control pot ser des d'un equip (com una bomba o un compressor) fins a un centre de producció.

El volum de control defineix les fronteres entre les quals es realitzen els balanços d'entrades i sortides.

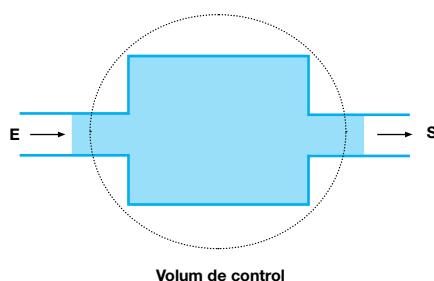


Fig 4.2. Definició de volum de control.

4.3. Balanç de matèria

Un balanç de matèria és un model matemàtic que representa el procés que es vol reproduir basat en el principi de conservació de la massa. La forma general del balanç de matèria d'un volum de control és el següent:

$$E \cdot S = A$$

E= Entrades
S= Sortides
A= Acumulacions

en què es planteja que, per a un volum de control donat, la diferència entre la quantitat de matèria que entra i la que abandona el volum de control és la matèria que queda acumulada.

El terme d'acumulació es pot representar com la variació de massa del volum de control amb el temps, i les entrades i sortides com la suma dels cabals màssics d'entrada i sortida del sistema.

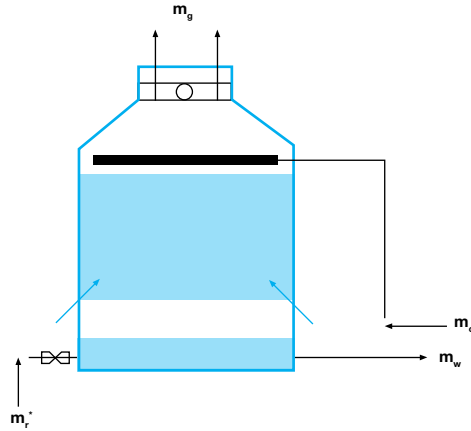
Exemple

A continuació es presenta el balanç de matèria de l'aigua d'una torre de refrigeració. Prenent la torre de refrigeració com a volum de control; com a corrents d'entrada tenim l'aigua de retorn de procés (m_c) i l'aigua de reposició de la torre (m_r^*); com a corrents de sortida, ens trobem l'aigua enviada a procés (m_w) i l'aigua arrossegada per l'aire (m_g) i les purgues.

Prenent l'equació general del balanç de matèria i considerant que a la torre no es produeix acumulació, l'equació del balanç de matèria pren la forma següent:

$$\bullet m_e^e = \bullet m_s^s$$

Fig 4.3. Diagrama de fluxes de matèria en una torre de refrigeració.



$$m_c + m_r = m_w + m_g + \text{purgues}$$

L'aigua enviada a procés, en ser utilitzada per a refrigeració, no es consumeix sinó que torna el mateix cabal, però a una temperatura superior. Per tant, $m_w = m_c$.

El balanç de matèria se simplifica de la manera següent: $m_r = m_g + \text{purgues}$

4.4. Balanç d'energia

El primer principi de la termodinàmica postula que l'energia ni es crea ni es destrueix, només es transforma.

Primer principi de la termodinàmica

Si es realitza treball sobre un sistema o bé si aquest intercanvia calor amb un altre, l'energia interna del sistema canviarà.

El segon principi, en canvi, postula que qualsevol transformació energètica representa unes pèrdues en forma d'energia no útil. Aquestes pèrdues es veuen reflectides en el concepte de rendiment.

Segon principi de la termodinàmica

No hi ha cap dispositiu que, operant per cicles, absorbeixi calor d'una única font (E. absorbida) i la transformi íntegrament en treball (E. útil).

Sempre que es realitzin balanços energètics, cal tenir en compte els rendiments dels equips que permetran avaluar els avantatges energètics i mediambientals del sistema.

El balanç d'energia ha de permetre conèixer l'origen de les energies, i els usos que tenen, expressant amb claredat les pèrdues energètiques, que seran la base de treball per a definir les propostes de millora.

Al material per al curs de balanços energètics amb instruments de mesurament hi ha exemples de balanços energètics de diversos equips de tecnologies transversals.

4.5. Tipus de diagrames energètics

Els diagrames energètics mostren variables energètiques d'una manera gràfica, i permeten determinar l'origen, els usos de l'energia, o la distribució horària per tal que es puguin seguir amb claredat les aplicacions, els rendiments, la corba de càrrega, el grau d'utilització o altres paràmetres importants a l'hora de realitzar l'avaluació energètica.

A continuació es mostren alguns tipus de diagrames utilitzats habitualment en estudis energètics. Alguns d'ells s'utilitzen també en anàlisis estadístiques o de qualitat.

Els diagrames o gràfics han de portar sempre alguna explicació respecte a les conclusions que se'n poden treure. És feina de l'auditor energètic interpretar els gràfics ja que deixar-ne la interpretació a criteri dels lectors pot donar lloc a errades o males interpretacions.

4.5.1. Diagrama de pastís

El mapa energètic, es pot mostrar de diferents maneres, però, una bona eina és el diagrama de pastís, ja que permet veure de manera molt intuïtiva els aspectes energètics i detectar els que són significatius o tenen més influència en el procés productiu.

El gràfic següent mostra una distribució del consum elèctric de les tres línies de producció d'un centre. S'observa que la línia 2 és la que consumeix una quantitat més gran d'energia elèctrica i, per tant, la que en aquests moments té més despesa energètica global.

Distribució consum elèctric per línies de producció

- L1 31%
- L2 42%
- L3 28%

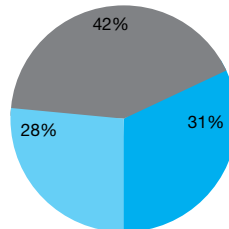


Fig 4.4. Diagrama de pastís del consum elèctric de 3 línies de producció.

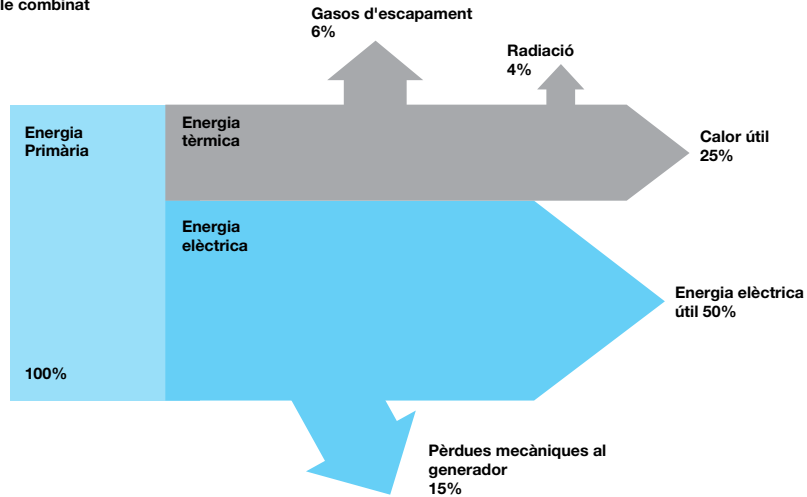
4.5.2. Diagrama de Sankey

El diagrama de Sankey representa la distribució de les energies involucrades en un procés o transformació energètica donada. És un bon instrument per a analitzar els fluxos i avaluar les pèrdues i els rendiments.

El cas següent mostra el diagrama de Sankey d'una instal·lació.

Fig 4.5. Diagrama de Sankey d'una central de cycle combinat.

Diagrama de Sankey d'una central de cycle combinat



Cal remarcar que el diagrama de Sankey sempre s'expressa en valors percentuals, de manera que la suma d'entrades sempre és 100 i la suma de sortides també és 100. En aquest cas les pèrdues venen determinades pels gasos d'escapament, les pèrdues mecàniques i les pèrdues de radiació. El seu valor és del 25%, de manera que el rendiment global de la instal·lació és d'un 75%.

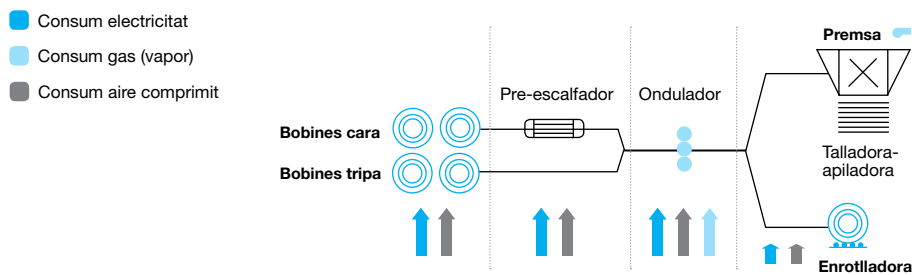
4.5.3. Esquema de procés energètic

Els esquemes de procés energètic mostren la distribució de l'energia del centre i permeten identificar els tipus d'energia que s'utilitzen així com les transformacions energètiques.

En un esquema de procés energètic hi han de constar les principals energies emprades, a les diferents etapes del procés productiu o a l'edifici que s'estigui auditant.

La figura següent mostra un exemple d'un diagrama de procés energètic d'una línia de format de cartró ondulat.

Fig 4.6. Diagrama de procés energètic d'una línia de format de cartró ondulat.



4.5.4. Corba monòtona

La corba monòtona mostra el valor que pren una variable energètica al llarg del temps, amb els seus valors ordenats de major a menor.

Per a realitzar la corba monòtona es parteix del valor horari (com a mínim) per cada hora del dia durant els 365 dies de l'any. Aquests valors s'ordenen en ordre decreixent i es mostren de manera gràfica.

Exemple

El cas següent mostra les dades de producció de vapor d'una caldera, mesurades per un comptador que enregistra les produccions instantànies en una base de dades.

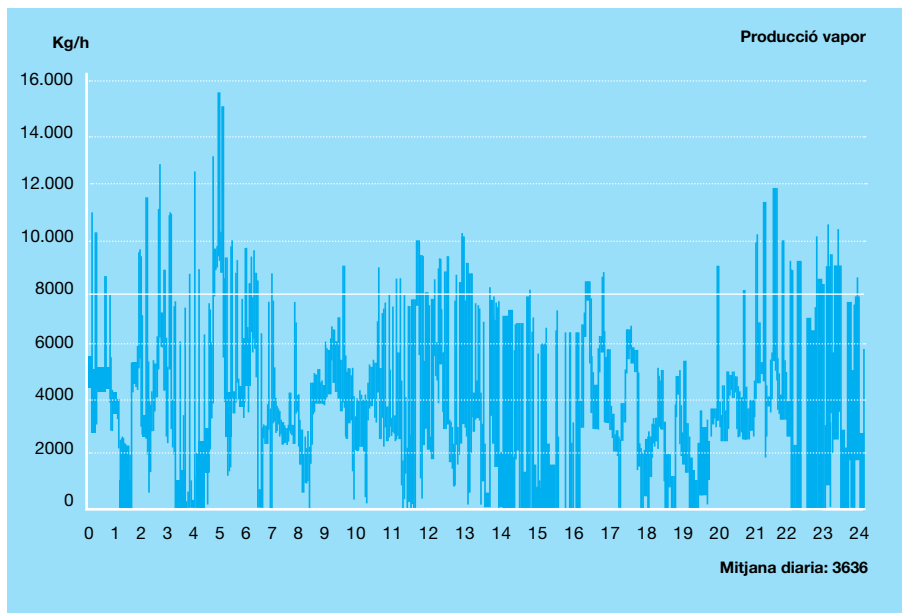
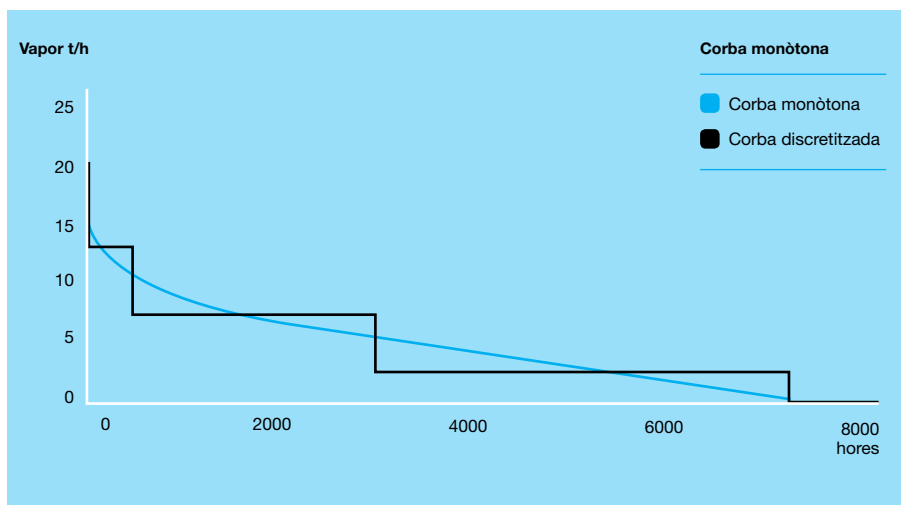


Fig 4.7. Gràfic de producció instantània de vapor durant un dia.

En aquest cas concret, es pot veure que la producció de vapor és inferior a 2.000 kg/h durant diverses hores al dia. La capacitat nominal de la caldera és de 20.000 kg/h, per la qual cosa es veu que l'equip està treballant moltes hores a càrregues parcials baixes. Caldria considerar si el cremador és modulant o quin tipus de regulació té.

Si transformem el gràfic de consums horaris durant totes les hores de l'any (8.760 hores) ordenant els valors de manera decreixent, obtenim la "corba monòtona de vapor".

Fig 4.8. Corba monòtona de demanda de vapor d'una caldera.



Aquesta corba és molt útil quan es tracta d'avaluar el règim de funcionament d'un equip, i saber si és convenient instal·lar un equip que treballi a càrregues parcials o és millor instal·lar diversos equips, anar modulant o parar algun dels grups.

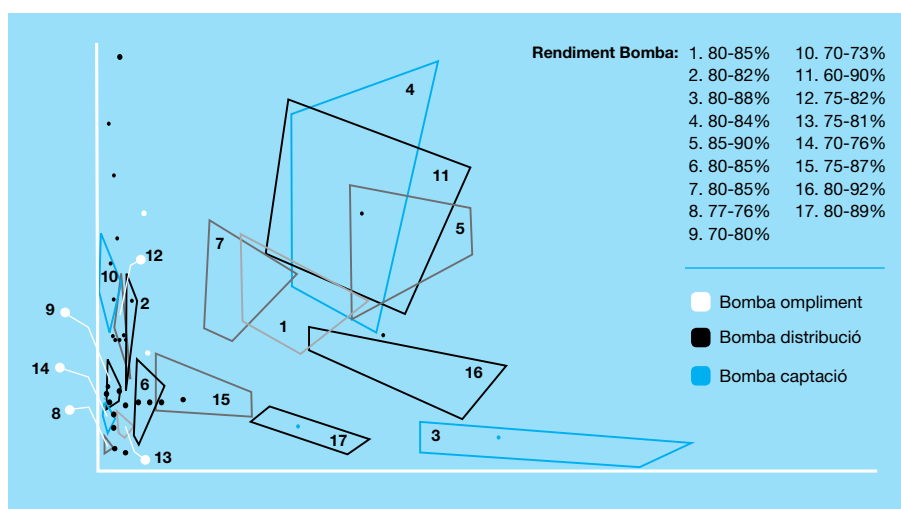
4.5.5. Mapes d'equips patró

Un mapa d'equips patró és un diagrama que mostra equips de mercat en funció de les variables que afecten més significativament el seu rendiment energètic.

L'objectiu del mapa d'equips patró és tenir identificats els millors equips disponibles al mercat en funció de les característiques de funcionament que tinguin. D'aquesta manera, es pot identificar de manera ràpida i senzilla quin és l'equip que millor s'adapta a les necessitats del centre i en quina situació es troben els equips del centre auditat respecte a les tecnologies existents.

El diagrama següent mostra un conjunt de 17 tipus de bombes amb el seu rendiment i el rang de cabal i altura on poden treballar.

Fig 4.9. Mapa d'equips patró de bombes d'ompliment, distribució i captació.



4.5.6. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto és un gràfic que organitza les dades de manera descendent, d'esquerra a dreta en forma de barres, així com el valor percentual acumulat.

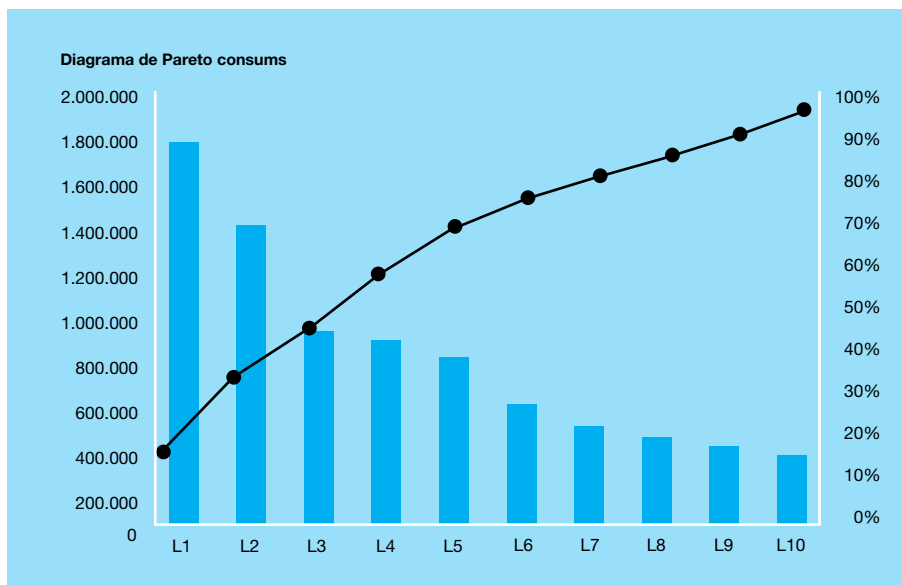


Fig 4.10. Diagrama de Pareto del consum elèctric de 10 línies de producció.

Aquest diagrama permet determinar quina és la importància de cadascuna de les variables que es comparen i el seu grau d'influència.

El gràfic adjunt mostra un diagrama de Pareto on es representa el consum elèctric de deu línies de producció d'un centre.

S'observa que entre les línies 1, 2 i 3 consumeixen més del 50% de l'energia elèctrica del centre.

4.6. Anàlisi i comprovació de la coherència de dades

Una de les parts més importants d'una auditoria energètica és l'anàlisi energètica de la situació actual del centre auditat i la definició de la situació de referència. Aquesta és la base que servirà per a definir les propostes de millora a estudiar i comparar.

Per tal que els resultats que s'obtinguin a l'anàlisi de la situació actual siguin correctes i permetin prendre decisions adequades, cal que les bases d'aquesta anàlisi estiguin contrastades.

L'anàlisi de la coherència de les dades té com a objectius principals:

- Detectar dades incorrectes: detectar els registres que no siguin correctes, i els valors que no s'ajusten a la realitat. Pot succeir tant amb produccions, com característiques d'equips consumidors d'energia, o altres dades.
- Detectar errors en els mesuraments: es pot deure a que la mesura no s'ha realitzat en les condicions adequades (climàtiques, o de funcionament del centre). També es pot deure a que els equips no estiguin ben calibrats, o a que s'estiguin fent servir mesuraments realitzats en un període determinat que no és representatiu.

- Detectar altres errors: sovint, s'han de fer hipòtesis de treball per a obtenir valors que, sense ser els reals, s'ajustin el màxim possible a la realitat. Aquestes hipòtesis, poden donar resultats que no siguin del tot correctes, per la qual cosa s'han de contrastar amb els responsables energètics del centre.
- Detectar punts significatius en el funcionament del centre auditat: en el moment en què l'auditor energètic es troba amb algunes dades o resultats incoherents cal analitzar si aquests valors incoherents són errors, o és el resultat d'un mal funcionament de l'equip o del centre auditat en un moment determinat. S'ha d'analitzar aquesta situació amb profunditat, ja que pot tractar-se de dades de partida incorrectes, errors de mesuraments, errors del propi auditor energètic, de funcionament dels equips, de la gestió, de l'operació o d'un manteniment no adequat sobre el qual es pot incidir amb alguna proposta de millora.

En la majoria de casos, la detecció d'incoherència de dades s'aconsegueix a partir de l'anàlisi de les ràtios, ja que amb valors absoluts resulta difícil detectar valors incoherents, mentre que a través de l'evolució de les ràtios és més fàcil detectar discrepàncies.

4.7. Avaluació energètica

L'avaluació energètica, té com a objectiu definir el mapa energètic del centre, les compres d'energia final, els usos de l'energia útil, i les pèrdues que es produeixen durant els processos de transformació energètica.

A partir de l'avaluació energètica, podem relacionar el consum energètic amb la producció o amb les variables externes que tenen influència significativa sobre el consum energètic.

Mitjançant l'avaluació energètica és possible definir els consums energètics fixos i els variables, així com la seva dependència de la variable de referència.

Quan no es disposa de comptadors, es podran fer estimacions a partir de l'experiència de l'auditor, informant sempre de manera detallada de la metodologia emprada.

Atès que, en general, és difícil aconseguir dades específiques de les energies útils, s'utilitzen mètodes d'estimació que permeten avaluar la demanda energètica.

Qualsevol estimació s'ha de contrastar amb alguna dada de referència que permeti confirmar la bondat del mètode d'estimació.

Com a paràmetres de referència es consideraran sempre els valors de compra d'energia, ja que, en general, és fàcil accedir a les compres d'energia.

- Compra d'energia elèctrica.
- Compra de gas natural.
- Compra d'energia calorífica.
- Compra d'energia frigorífica.

Hi ha diversos mètodes d'estimació de les energies útils, en funció de l'energia de procés o serveis o de la tecnologia analitzada. Un mètode estimatiu es basa en la potència nominal dels equips, el factor d'utilització i els rendiments a càrregues parcials.

A partir de les estimacions fetes pels equips principals consumidors, i mitjançant les factures de subministrament energètic, és possible realitzar els balanços energètics anuals i quadrar-los sense grans diferències.

Cal tenir en compte sempre les modulacions mensuals, que vindran donades per les distribucions de les compres d'energia reflectides en les factures energètiques.

En les fases d'avaluació energètica i, en cas de disposar de dades de comptadors interns, cal tenir en compte que, en general, els comptadors de facturació estan calibrats, mentre que els comptadors interns no solen estar-ho, donant lloc a petites discrepàncies que l'auditor energètic ha de saber interpretar.

Les dades obtingudes a partir de les estimacions energètiques s'han de verificar i consensuar amb els responsables energètics del centre.

Algunes eines permeten detectar ràpidament resultats erronis.

- Fer un gràfic amb la distribució percentual de les energies, confirmar que la suma de percentatges no és superior al 100 %.
- Comprovar rendiments i assegurar que no són superiors al 100%.
- Avaluar potències mitjanes i detectar que no són superiors al valor nominal.

4.8. Ràtios energètiques

Una ràtio és una relació o proporció que s'estableix entre dues variables. Les ràtios energètiques ens permeten preveure el consum energètic en funció de la variable que prenem com a referència.

Les ràtios són una eina molt útil a l'hora d'analitzar evolucions de consums energètics, comparar diferents centres, diferents línies de producció o processos productius. També són una bona eina per a avaluar l'eficiència energètica del centre, establir objectius energètics i veure l'evolució del sistema de gestió energètica implantat al llarg del temps.

Sempre que s'avalui una ràtio cal especificar l'energia que s'està considerant, si és energia útil, energia final, condicions de l'energia, etc. Cal indicar les fronteres tal i com es descriu al punt 4.1.

En el cas d'edificis, la ràtio de consum específic ens permet comparar diferents centres tot i que tinguin una tecnologia de climatització diferent.

A continuació se n'enumeren algunes de les més rellevants.

- Consum específic d'energia final: relaciona el consum energètic amb la producció obtinguda. Les més comunes són el consum específic d'energia final elèctrica i de combustible, tot i que es pot calcular per a qualsevol tipus d'energia. Pot ser per unitat de producte o per pes de producte. La segona permet englobar línies de producció amb diferents productes.

$$kWh_e / kg, kWh_{(PCS)} / kg$$

- Producció específica per unitat d'energia: relació entre la producció i el consum energètic en un període de temps donat. És invers a la ràtio anterior.

$$kg / kWh_e, kg / kWh_{(PCS)}$$

- Producció específica per hores treballades: relaciona la producció del centre durant un cert període de temps amb les hores en què el centre ha estat en funcionament.

$$kg/h$$

- Consum específic de climatització: energia de procés o servei consumida per unitat de superfície.

$$kWh/m^2$$

- Consum específic de bombament: energia de procés o servei consumida per unitat de volum i de pressió.

$$kWh/m^3 \cdot bar$$

El benchmarking és una tècnica utilitzada per a comparar el rendiment d'un sistema amb un altre o amb valors de referència que permetin determinar si cal millorar l'eficiència.

Les ràtios que s'utilitzaran seran les habituals del sector al qual pertany el centre que s'estigui analitzant.

Exemple

Dues fàbriques de material ceràmic per a la construcció fabriquen el mateix producte amb un procediment molt similar. La fàbrica A produeix 43.370 tones anuals de material amb un consum anual de gas natural de 45.680 MWh(PCS). La fàbrica B en produeix 35.250 tones amb un consum de gas de 39.570 MWh(PCS).

Tot i que el consum absolut de la fàbrica B és inferior, per a poder assegurar quina de les dues presenta un consum inferior de gas natural és necessari calcular la ràtio de consum específic:

$$c.e._A = \frac{45.680 MWh (PCS)}{43.370 t} = 1,053 MWh (PCS)/t = 1,053 kWh/kg$$

$$c.e._B = \frac{39.570 MWh (PCS)}{32.250 t} = 1,227 MWh (PCS)/t = 1,227 kWh/kg$$

Com s'observa, la fàbrica A consumeix quasi un 20% menys d'energia per cada unitat de producte fabricat que la fàbrica B.

Una de les opcions de l'auditoria energètica és analitzar els motius d'aquest consum superior i veure si es pot disminuir aquest 20%.

4.9. Balanç d'emissions

El consum de combustibles fòssils provoca l'emissió de gasos que contenen, entre d'altres, components de CO₂, provocant l'efecte d'hivernacle.

Cada combustible té un factor d'emissió associat: una relació de la quantitat de CO₂ que s'emet per unitat de massa que és resultat de la seva composició química. Els factors d'emissió estan basats en el contingut de carboni dels combustibles i s'expressen en tCO₂/TJ. La biomassa, els combustibles residuals o l'hidrogen, tenen un factor d'emissió zero, uns per ser renovables i altres perquè no produeixen CO₂.

Les dades d'emissions de CO₂ de l'electricitat depenen de l'estructura de generació del mix espanyol i canvien cada any.

Aquest factor permet comparar els efectes mediambientals de les diferents propostes de millora i veure la seva influència en l'àmbit mediambiental i econòmic.

Exemple:

Una indústria utilitza gas natural i electricitat a mitjana tensió per al seu procés. A partir de les compres d'energia i de les ràtios d'emissions del mix espanyol de l'any 2007, considerant els factors d'emissions que especifica el protocol de Kyoto per combustions tradicionals, s'obtenen els valors següents:

Concepte	Total	Unitats
Consum de gas natural	287.000	MWh _{PCI}
Consum de gas natural	1.033	TJ _{PCI}
Ràtio d'emissions de gas natural	56	tCO ₂ /TJ
Emissions degudes a gas natural	57.859	tCO ₂
Consum d'electricitat	239.042	MWh/a
Ràtio d'emissions d'electricitat	411,5	g/kWh
Emissions degudes a electricitat	98.366	tCO ₂
Emissions totals degudes a l'energia	156.225	tCO ₂

Fig 4.11. Exemple de balanç d'emissions d'una empresa.

Les ràtios d'emissions de la combustió de gas natural s'obtenen del document *España, Informe Inventarios GEI 1990-2007 (2009)*. Anexo 8 fent servir els factors utilitzats per a calcular les emissions de GEI a les verificacions del protocol de Kyoto.

4.10. Exemple d'anàlisi dels consums energètics

4.10.1. Anàlisi de la producció

A continuació s'analitza la relació entre tres línies de producció que són similars. Es parteix de les dades de producció i de les hores de funcionament de cada línia i cada mes. Les dades recollides durant la visita es mostren a la taula següent.

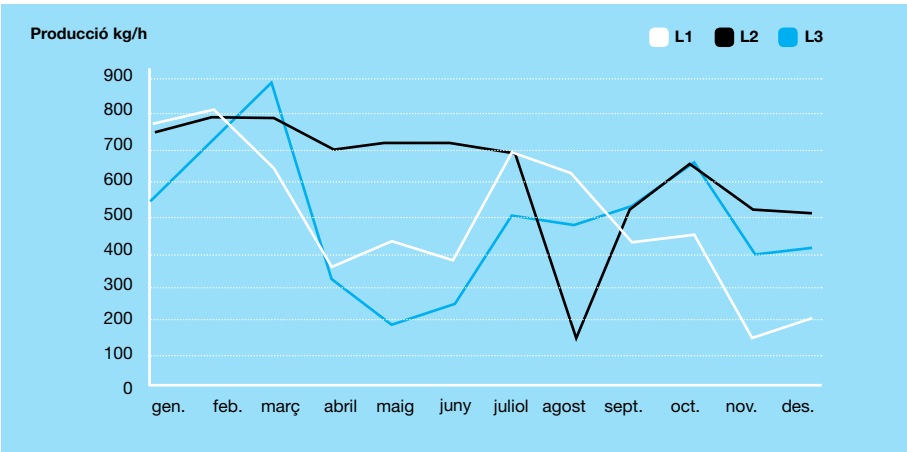
Concepte	Unit.	gen.	feb.	mar.	abr.	mai.	jun.	juliol	ago.	set.	oct.	nov.	des.	Total
Dades de partida														
Producció total	tn	1050	1242	1056	759	774	716	1.162	205	635	981	452	314	9.345
L1		370	431	312	206	221	179	458	86	186	220	52	33	2.751
L2		428	438	325	379	450	412	416	29	283	373	249	168	3.949
L3		252	374	420	175	104	126	288	90	167	389	151	113	2.645
Hores treballades total	Hores	600	576	504	576	656	600	686	196	547	616	492	338	6.386
L1		504	552	504	576	520	488	686	144	448	498	312	152	5.383
L2		600	576	432	568	656	600	640	176	547	591	492	338	6.216
L3		480	528	496	528	512	480	594	196	323	616	392	272	5.417

Fig 4.12. Exemple de taula resum de dades de producció i hores treballades d'una empresa

En aquest cas, el total d'hores treballades pel centre correspon al valor màxim de les hores mensuals treballades per cadascuna de les tres línies:

A partir d'aquestes dades, s'analitza la ràtio de producció mitjana (kg/h) a fi de determinar la corba de càrrega de cadascuna de les tres línies.

Fig 4.13. Gràfica d'anàlisi de la productivitat de tres línies de producció d'una empresa.



S'observa que la línia 2 té una distribució diferent que la 1 i la 3. Un dels objectius de l'auditoria és analitzar com influeix aquesta variació en el consum energètic específic del centre.

4.10.2. Avaluació energètica

El centre auditat consumeix electricitat i gas natural que s'utilitza per a produir vapor de procés. Es parteix dels consums de les factures dels últims 12 mesos d'electricitat i de gas natural.

El centre té instal·lat un comptador elèctric per a cadascuna de les línies que permet conèixer els consums elèctrics de manera independent.

Pel que fa al gas natural, no es disposa de comptador de vapor, i tampoc de comptadors individualitzats.

Per aquest motiu, es fa una estimació del consum específic de gas natural, repartint el consum total de gas natural amb la mateixa modulació que el consum elèctric per a cadascuna de les línies.

Atès que es tracta d'una auditoria en la qual l'objectiu és comparar les tres línies, no s'analitza l'eficiència de la transformació del vapor en gas natural, sinó que aquesta anàlisi és part d'una fase posterior.

Els resultats obtinguts són els que es mostren a la taula següent:

Fig 4.14. Exemple de taula resum de consums energètics per línies de producció.

Concep.	Unit.	gen.	feb.	mar.	abr.	mai.	jun.	jul.	ago.	set.	oct.	nov.	des.	Total
Consum enèrgetic														
Electri-citat	kWh _e	1.040.699	1.009.554	960.944	965.274	841.923	871.558	1.005.999	271.146	706.642	894.137	720.103	485.568	9.773.545
L1		403.218	360.983	317.400	292.711	247.406	243.951	456.336	115.632	219.092	224.270	93.194	55.875	3.030.068
L2		403.330	319.993	278.148	457.901	479.322	460.948	345.819	38.067	306.061	319.493	385.075	250.172	4.046.330
L3		234.151	328.577	365.395	214.662	115.195	166.657	203.843	117.448	179.490	350.374	241.833	179.521	2.697.147
Gas natural	kWh (PCS)	433.625	403.822	417.802	371.259	366.053	348.822	437.391	123.248	294.434	388.755	327.320	194.227	4.106.558
L1		142.043	130.374	110.893	89.452	95.036	81.026	169.077	46.376	75.786	79.226	33.739	18.323	1.071.362
L2		180.437	156.441	135.086	207.631	248.805	240.495	158.187	17.827	146.695	166.987	205.710	114.662	1.978.965
L3		111.145	117.006	171.823	74.166	22.213	27.101	110.126	59.045	71.952	142.542	87.870	61.242	1.056.231

La figura següent mostra els gràfics de distribució per línia de producció del consum específic d'electricitat i gas natural

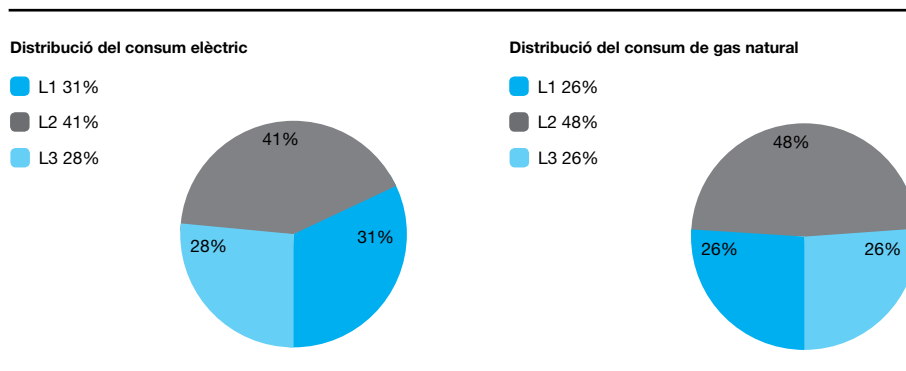


Fig 4.15. Gràfiques de repartiment de consum elèctric i tèrmic per línia de producció.

4.10.3. Anàlisi de les ràtios energètiques

En aquest punt s'estudien les ràtios de consum específic d'energia (kWh_e/kg) i ($\text{kWh}_{\text{PCS}}/\text{kg}$). Aquestes ràtios haurien de ser constants per les tres línies de producció, ja que tenen les mateixes característiques.

S'ha de tenir en compte, però, que no tot el consum energètic va relacionat amb la producció; hi ha una sèrie de consums fixos que es produeixen mentre funciona la línia, encara que no hi hagi producció. En augmentar la producció mitjana, els consums fixos queden més diluïts i adquireixen una significació inferior respecte als consums variables.

S'observa com els consums específics d'electricitat i de gas natural segueixen una mateixa tendència, però el seu valor no és constant al llarg de tot l'any. La tendència general és que una disminució de la producció produeix un augment del consum específic, així com que un augment de la producció provoca l'efecte contrari.

Analtzant cada línia, s'obtenen els gràfics de consums específics següents.

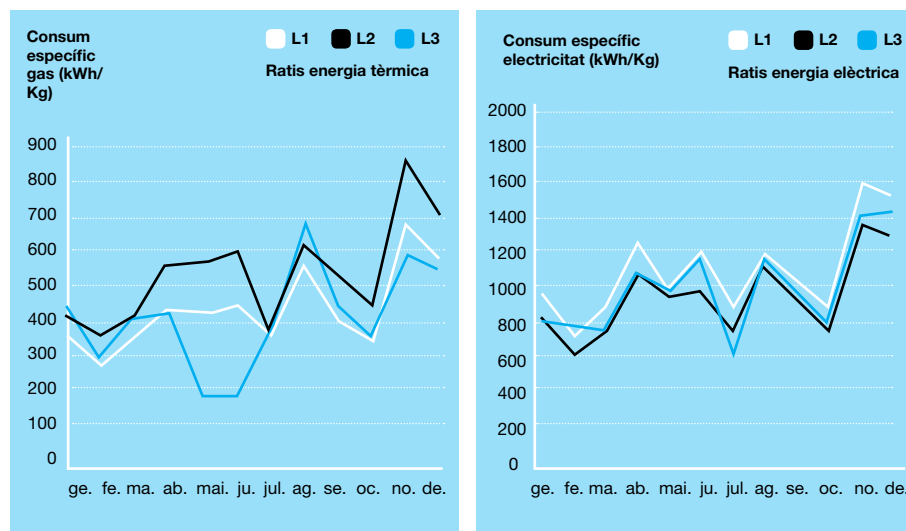


Fig 4.16. Gràfiques de l'evolució del consum específic tèrmic i elèctric de 3 línies de procés.



5. Anàlisi econòmica

5.1. Escenari econòmic

Els preus energètics són variables al llarg del temps, i no tenen un model fix d'evolució ja que el mercat energètic està liberalitzat. L'escenari econòmic defineix els paràmetres econòmics que s'utilitzaran per a realitzar els càlculs econòmics.

Atès que l'anàlisi es fa en un període de temps prolongat, cal definir clarament sobre quines bases es fan les anàlisis. En general, es prenen com a preus energètics els més recents, és a dir, els corresponents a l'últim mes del qual es té factura de la companyia.

Els costos energètics han d'estar calculats sobre una mateixa base tant per la situació actual com per la situació de referència i per les propostes de millora.

L'escenari econòmic definirà:

- Preus d'energia elèctrica i estructura de preus.
- Preus d'energia tèrmica i estructura de preus.
- Preus d'emissions.
- Preus de referència d'operació i manteniment.
- Inflació de preus d'energia.
- Inflació de preus d'operació i manteniment.
- Taxes d'actualització del VAN.

Escenari econòmic de referència

És l'instrument base per tal d'avaluar econòmicament totes les propostes amb un mateix model i poder comparar-les.

5.2. Costos energètics

Els costos energètics són els associats a les energies comprades i als mitjans necessaris per a disposar-ne en les condicions esperades. En general, aquests mitjans es refereixen a operació i manteniment dels equips.

En general, els costos energètics aniran associats a les energies finals, que són les que s'adquireixen normalment a les companyies comercialitzadores com l'electricitat i el gas natural o a les empreses de serveis energètics per energies com l'aigua calenta i la freda.

En aquests moments, els mercats energètics estan completament liberalitzats, de manera que es pot comprar electricitat o gas natural a qualsevol companyia comercialitzadora.

Això fa més laboriosa la feina de l'auditor energètic, ja que el model econòmic a aplicar en els preus energètics haurà de ser definit en cada centre, i no es disposa de paràmetres regulats que permetin determinar si el preu aconseguit és correcte. Tot i així, hi ha unes normes bàsiques i legislació dels mercats energètics (Annex III. Mercats energètics) mitjançant els quals es poden establir criteris comparatius entre preus energètics de centres diferents.

Els costos energètics s'obtenen de l'energia consumida segons l'estructura i els valors establerts en el Mapa Energètic del centre i els preus definits en l'escenari de referència.

5.2.1. Distribució de l'electricitat per conceptes de facturació

Els costos de l'electricitat es poden desglossar en costos fixos i variables. Els costos fixos corresponen a la potència contractada i es facturen mensualment. Estan regulats a través de les tarifes d'accés. Cal tenir en compte que aquests costos no depenen del consum, però que poden variar en cas d'instal·lar o variar equips, ja que es pot haver d'ampliar o reduir la potència contractada. Els costos variables són directament atribuïbles a l'energia consumida en cada període. Inclouen els costos d'electricitat i les tarifes d'accés, i cal tenir en compte les possibles variacions en la seva distribució, ja que el preu de l'electricitat depèn de l'hora del dia i del mes en què es consumeixi.

L'anàlisi de les penalitzacions per excés de potència donen indicacions de si la potència contractada és adequada o cal fer modificacions en aquest valor.

Les penalitzacions per energia reactiva indiquen si la reactiva està correctament compensada o cal fer una optimització del factor de potència.

5.2.2. Distribució de compres d'electricitat per períodes horaris elèctrics

Un factor molt important del cost de les compres d'energia és la distribució dels consums en funció dels períodes elèctrics. Els períodes elèctrics depenen de la zona geogràfica, del tipus de dia i de l'hora del dia.

Per tant, és convenient analitzar la distribució de compres d'energia elèctrica per períodes i avaluar si la distribució horària i la tarifa d'accés aplicada és la més adient.

Cal analitzar i definir bé la corba de demanda elèctrica del centre, ja que és un bon instrument a l'hora de negociar els preus de compra d'electricitat.

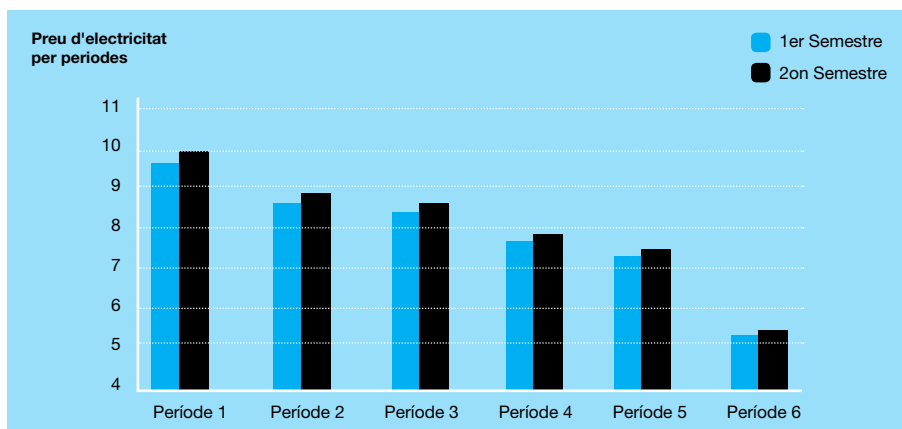


Fig 5.1. Exemple d'evolució de preus elèctrics per períodes.

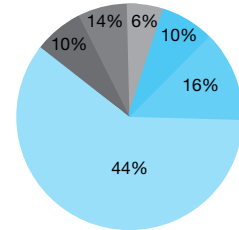
Exemple

La figura següent mostra l'evolució dels preus del terme d'energia de 6 períodes durant un any. Com a escenari de referència es considera el corresponent al segon semestre, per a realitzar tots els càlculs econòmics de la situació actual i de la de referència.

Fig 5.2. Exemple de distribució del consum per períodes.

Distribució del consum

- Consum P1
- Consum P2
- Consum P3
- Consum P4
- Consum P5
- Consum P6



S'observa com, durant el període 6, es realitzen el 44% de les compres d'energia, de manera que s'intenta aprofitar el període d'energia elèctrica més barata.

5.2.3. Costos de combustible o d'altres energies

En general, els costos de combustible i d'energies tèrmiques tenen una estructura menys complexa que la de les tarifes elèctriques tot i que, en general, sempre incorporen una part fixa i una variable.

Pel que fa al gas natural, el mercat està liberalitzat, però hi ha un terme regulat corresponent a les tarifes d'accés i que el defineix l'Estat.

Per a avaluar els costos de combustible o d'altres energies, s'han de considerar sempre les dues parts, els termes fixos i els variables, tenint en compte els que depenen de la producció o del consum i els que no.

5.3. Costos d'operació i manteniment

Els costos de l'energia no són únicament els corresponents als consums energètics sinó que també s'han de tenir en compte els costos d'operació, de manteniment, de substitució, mediambientals, etc.

5.4. Ràtios econòmiques

En el cas de calcular ràtios econòmiques, cal tenir molt en compte els períodes en què s'estan analitzant les ràtios ja que, com s'ha esmentat anteriorment, el preu de l'electricitat és variable en el temps. Aquest factor pot donar lloc a confusions si es comparen preus mitjans.

Exemple

Al gràfic següent s'observa com el preu energètic té fortes oscil·lacions, però una gran part d'aquestes oscil·lacions es deuen a les variacions dels preus, i no a variacions dels consums energètics.

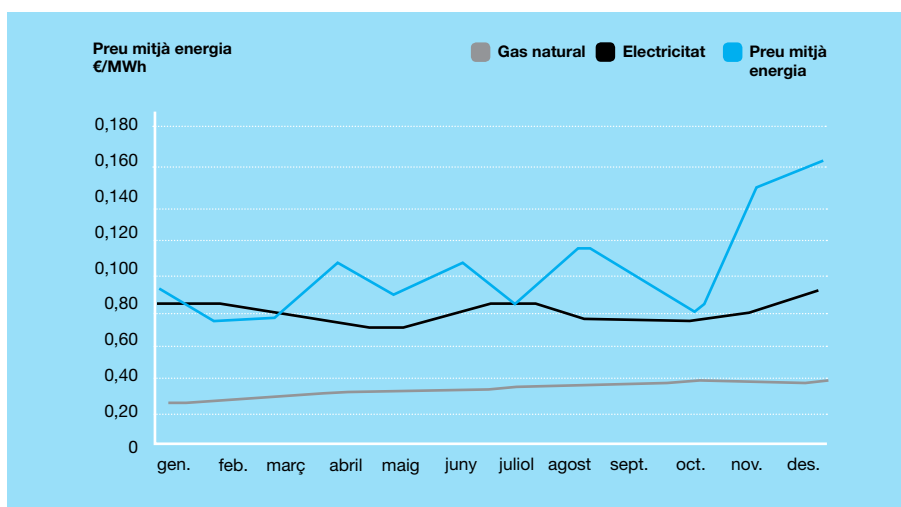


Fig 5.3. Exemple d'oscil·lacions de preus energètics.



6. Situació de referència

6.1. Definició de la situació de referència

La situació de referència no té perquè ser la situació actual, sinó que ha de ser la situació que es preveu més possible en el moment d'implantació de les propostes de millora i ha de reflectir els paràmetres energètics i econòmics que es faran servir per a comparar les propostes de millora.

Aquests paràmetres s'obtidran de les dades facilitades pels responsables del centre auditat, dels mesuraments fets in situ per l'auditor energètic i de les anàlisis energètiques i econòmiques que realitza l'auditor energètic. Els paràmetres principals que definiran la situació de referència són:

- Compres energètiques anuals (energia comprada).
- Consums energètics anuals (energia útil).
- Costos energètics anuals.
- Distribució d'usos energètics del centre.

La definició final de la situació de referència es consensuarà amb els responsables energètics del centre auditat, ja que és la base de treball per a avaluar i quantificar les propostes de millora.

Qualsevol canvi en la situació de referència afecta tot el procés posterior de l'auditoria energètica.

Aquest fet té una incidència especial en períodes de crisi, d'ampliacions de procés o de variacions de procés. S'ha de considerar si el centre auditat preveu modificacions pel que fa a les seves produccions, ocupació, usos, etc., per tal d'establir la situació de referència d'acord amb aquestes modificacions.

A fi d'avaluar energèticament i econòmicament la situació de referència, es parteix de les ràtios energètiques i econòmiques definides en els apartats anteriors, tenint sempre en compte les influències de les parts fixes i variables.

Exemple

A continuació es mostra un exemple d'una fàbrica de paper, de la qual es disposa de les dades de la situació actual, obtingudes l'any 2009, i que té previst incrementar la seva producció treballant més hores durant l'any.

Les ràtios unitàries es mantindran, mentre que s'incrementaran els consums anuals previstos.

La situació de referència s'obté a partir de les dades de l'any 2009, incrementant les hores de treball de la fàbrica i mantenint les ràtios unitàries de consums i produccions.

		Situació actual	Situació de referència
Any		2009	2010
Hores de treball		6.277	8.160
Produccions-consums			
Producció de paper	kg/any	52.648.564	68.443.133
Consum de vapor	kg/any	132.100.829	171.731.078
Calor equivalent	kWh/any	91.452.114	118.887.748
Consum gas natural	kWh(PCI)/any	101.613.460	132.097.497
Consum d'electricitat	kWh/any	29.403.994	38.225.192
Ràtios energètiques			
Consum vapor/paper	kg/kg	2,51	2,51
Consum calor/paper	kWh/kg	1,74	1,74
Consum gas/paper	kWh(PCI)/kg	1,93	1,93
Consum electricitat/paper	kWh/kg	0,56	0,56
Preus unitaris			
Preu vapor	€/t	21,80	21,80
Preu gas natural	€/MWh _(PCI)	31,43	31,43
Preu electricitat	€/MWh	93,20	93,20
Costos energètics			
Vapor	€/any	2.879.798	3.743.738
Electricitat	€/any	2.740.452	3.562.588
Total costos	€/any	5.620.250	7.306.325
Ràtios econòmiques			
Cost vapor/paper	€/kg	0,055	0,055
Cost electricitat/paper	€/kg	0,052	0,052
Cost energia/paper	€/kg	0,107	0,107

Fig 6.1. Exemple de càlcul de la situació de referència per a una fàbrica de paper que té previst augmentar la seva producció.

La situació de referència és la situació que s'utilitzarà per a avaluar i comparar les propostes de millora de l'auditoria energètica.



7. Identificació de propostes de millora

7.1. Introducció i objectius

L'eficiència energètica és un camp molt ampli, i que inclou disciplines de tecnologies, de processos productius, de necessitats energètiques, de demanda energètica, d'energies renovables i d'altres afins a tots els sectors industrials o terciaris.

No és l'objectiu d'aquesta guia enumerar propostes de millora a estudiar en una auditoria energètica¹.

Codi QR
per accedir al mapa
de mesures.



Mapa de mesures

Es poden consultar propostes de millora d'estalvi en aquest enllaç al Mapa de mesures de l'ICAEN, <http://aplicacions.icaen.cat/mapamesures/>. El Mapa de mesures és una eina dissenyada per identificar el conjunt de mesures d'estalvi i eficiència energètica que es poden implantar per reduir el consum energètic. Consta d'un cercador on s'hi poden trobar les solucions més adequades classificades per tipus d'actuació, tipus de tecnologia i paraules clau. L'eina també disposa d'un seguit d'infografies que mostren les mesures específiques més rellevants en diferents tipus d'instal·lacions industrials. També als annexos IX i XI s'inclouen recursos documentals on trobar propostes de millora.

Aquest capítol dona eines a l'auditor energètic sobre com proposar les millores i els punts principals que es poden considerar.

Una auditoria energètica s'ha de prendre com a instrument per a detectar l'estat energètic actual del centre i trobar punts d'actuació que donin com a resultat una millora de l'eficiència energètica. Algunes comporten inversions i d'altres no.

Les millores que es proposin poden tenir un o més d'un dels objectius següents:

- La reducció del consum d'energia de procés o servei.
- La reducció del cost associat al consum energètic.
- La diversificació de la forma d'energia consumida cap a formes més eficients, d'origen renovable, més barates, de menor impacte ambiental.
- L'augment del rendiment d'algun equip, sistema, operació o línia de procés del centre.
- L'ús o implantació de les millors tècniques disponibles (MTD).

7.2. Classificació de propostes de millora

7.2.1. Classificació segons la inversió associada

Les millores es poden classificar de diferents maneres i un dels paràmetres principals

1. Hi ha instruments normatius i altres eines per a implantar l'eficiència energètica a les organitzacions. El document Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency en reflecteix algunes.

de classificació és la inversió associada ja que en definirà la rapidesa d'implantació.

Classificació segons inversió

Classificar les millores segons la inversió:

1. Millores sense inversió: solen anar associades a millors pràctiques i una gran majoria són generalistes, de manera que es poden aplicar a diversos sectors o àrees.
 2. Millores que comporten inversió: són específiques del centre o del procés, tot i que, poden establir-se criteris d'aplicació comuns a diversos sectors o àrees.
-

7.2.2. Classificació segons la tipologia de la proposta

Les propostes de millora d'estalvi energètic es poden classificar segons la seva aplicació:

- Estalvi en el consum d'energia del procés o del servei, reflectit directament en la disminució del consum del centre per la millora de la gestió energètica, de les condicions de consum o de la conscienciació del personal.
- Estalvi en la compra d'energia final: derivat de la millora del rendiment dels equips o de la millora de la facturació energètica.
- Estalvi d'energia primària: derivat de la introducció de tecnologies d'energia renovable o d'alta eficiència i reflectit en un augment de la sostenibilitat.

La selecció de les millores que s'analitzen a cadascun dels apartats anteriors queda a criteri de l'auditor energètic, i dependrà del grau de profunditat de l'auditoria energètica. L'Annex VIII. Fonts documentals, conté una llista de documents, alguns dels quals els pot fer servir l'auditor energètic a l'hora de definir les propostes de millora energètica. Tot i així, hi ha unes propostes de millora mínimes que s'han d'analitzar i que es descriuen a continuació:

A. Estalvi en el consum d'energia del procés o del servei

El millor mètode de millorar l'eficiència energètica és el que va encaminat a l'estalvi en el consum d'energia del procés o del servei i és, per tant, el primer que s'ha de considerar.

El consum energètic incideix directament en el procés productiu o en els hàbits de les persones, per la qual cosa, a l'hora de definir les propostes de millora s'ha de tenir en compte les necessitats del procés productiu o del confort de les persones. S'ha de buscar l'equilibri entre l'eficiència energètica i la qualitat del producte o el confort.

Estalvi d'energia útil

El millor estalvi és l'energia que no es consumeix

Algunes de les propostes que s'analitzen en una auditoria energètica i que permeten disminuir la demanda són:

- Sistemes de regulació i control automatitzats d'equips o de sistemes, que permetin apagar els equips quan no hi ha producció o necessitats de confort, per exemple.
- Variacions dels sistemes de treball, dels horaris, de les condicions d'operació o d'altres factors.

B. Estalvi en els costos de compra d'energies finals

Les propostes associades a l'estalvi energètic en la compra d'energia final van sempre normalment associades a la millora de les condicions contractuals de compra o de les condicions de qualitat de la demanda.

El mercat energètic està liberalitzat, amb la qual cosa, la gestió de la compra d'energia passa a ser una tasca que requereix una activitat quotidiana i de seguiment. Una bona gestió de compres pot aconseguir estalvis econòmics en el conjunt dels costos energètics.

Un dels paràmetres que s'ha d'analitzar en tota auditoria energètica és el preu de les diferents energies del centre i, mitjançant tècniques de benchmarking, establir comparatives amb altres centres similars per tal de determinar possibles millores o, com a mínim, donar indicacions de la situació del centre.

D'altra banda, són habituals les propostes de millora referides a la qualitat o la gestió de la compra que repercuteixen en un estalvi energètic directe i indirecte (per al país) i que tenen una gran incidència en els costos de la factura elèctrica, com poden ser:

- Possibilitats de millora del cosinus de fi. Disminució de la compra d'energia reactiva.
- Qualitat de la demanda: disminució d'harmònics mitjançant la instal·lació de filtres.
- Qualitat de la demanda: equilibri del consum de les fases.
- Adaptació de la potència contractada a la demanda màxima d'electricitat.
- Adequar la corba de consum per a poder negociar el millor preu de compra d'energia final.
- Adequar els consums als períodes de menys cost.
- Canvis en el tipus de combustible utilitzat.
- Augment de la capacitat de tancs d'emmagatzematge de combustible.

C. Millora del rendiment dels equips o dels processos

La millora del rendiment dels equips o dels processos és habitual en les propostes de millora d'eficiència energètica.

L'ús continuat dels equips, la manca d'un manteniment preventiu o predictiu, les tecnologies obsoletes, l'antiguitat del parc d'equips, el canvi de les corbes de demanda o el sobredimensionament d'equips són factors fonamentals a analitzar en l'auditoria energètica.

Les minves de producció també són un factor a millorar que pot influir sobre l'eficiència energètica.

Les tecnologies avancen cada dia més en l'àmbit del rendiment energètic, per la qual cosa és imprescindible que l'auditor energètic faci un reciclatge continuat de les millors tècniques disponibles.

L'anàlisi de rendiment d'equips permet avaluar-ne la degradació i determinar mesures correctores per a millorar-lo o propostes de substitució dels equips.

Cal tenir en compte la recuperació d'energies residuals del procés o dels sistemes de la central d'energia.

En casos d'indústria de procés, fent servir els documents de Millors Tècniques Disponibles (MTD)² es poden trobar millores a analitzar. En general es poden trobar guies d'eficiència energètica per sectors (vegeu l'Annex VIII. Fonts documentals) i empreses i fabricants amb un coneixement ampli de les millores actuals per a diferents processos i equips. És important fer una bona recerca per a obtenir un bon resultat de l'auditoria.

2. Es poden trobar diferents documents MTD sectorials a la pàgina web del PRTR -Espanya (és, des de l'1 de gener de 2008, el *Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes*)
<http://www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html>

Estalvi d'energia final

La millora del rendiment d'equips o dels processos disminueix les pèrdues energètiques i, per tant, la compra d'energia final.

D. Millora deguda a una adequada gestió energètica

S'entén per gestió energètica la mesura i el seguiment d'una forma contínua del consum d'energia útil, de la compra d'energia final, dels costos energètics i dels indicadors de rendiment i d'eficiència energètica del centre, del procés i dels equips. En funció dels diferents graus de gestió energètica que es portin a terme es podran obtenir estalvis energètics i econòmics més o menys significatius i preveu:

- Política energètica del centre i grau d'implicació de la direcció.
- Sistemes de comptatge que permetin conèixer els consums energètics de les diferents energies de procés o de serveis dels diferents processos.
- Recursos de personal i econòmics dedicats a la gestió energètica.
- Sistemes de gestió energètica que permetin proposar objectius i fer un seguiment d'aquests sistemes de conscienciació del personal del centre i del seu grau d'implicació.

La proposta de gestió energètica sempre queda inclosa a qualsevol auditoria i, en funció de la gestió que es faci, es determinarà l'abast de la proposta de millora, les inversions associades, els costos operacionals, els estalvis energètics i els econòmics.

El document BREF Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency planteja diversos models de gestió energètica i els resultats aconseguits amb aquesta proposta.

La Norma EN 16001. Sistemas de Gestión Energética. Requisitos defineix els paràmetres que ha de complir un sistema de gestió energètica perquè el certifiqui una entitat externa.

E. Estalvi d'energia primària i augment del grau de sostenibilitat

Un cop avaluades les possibilitats de reducció de consum, és el moment d'estudiar la manera més sostenible d'abastir-se d'energia per a aquest consum. L'auditoria energètica, ha de preveure de manera preliminar, propostes que afavoreixin la implantació d'energies renovables; sobretot en els casos en què és d'aplicació per normativa o, en casos en què es detecta un estalvi potencial d'energies fòssils.

No és l'objectiu d'una auditoria energètica analitzar amb detall i definir les solucions d'energies renovables o de cogeneració a aplicar (això seria objecte d'un estudi de viabilitat), però sí identificar la previabilitat de propostes que, posteriorment, serien objecte d'un estudi específic de viabilitat. Es consideraran en aquest apartat:

- Les energies renovables.
- La cogeneració d'alta eficiència o trigeneració.
- El canvi de combustible.

L'Annex VI. Estudi mínim d'energies renovables a incloure, mostra el check-list d'energies renovables i/o alternatives que es consideren tècnicament viables actualment i que cal tenir en compte durant la realització de l'auditoria de procés o global.

7.2.3. Millors pràctiques

A l'apartat de millores se sol afegir un punt de recomanacions i millors pràctiques.

Es consideren com a tals, els consells d'actuació per a l'ús de l'energia de manera més racional. El seu efecte no és fàcilment quantificable ja que depèn molt del comportament i dels hàbits de les persones i usos de les instal·lacions. Les millors pràctiques es basen en propostes sense inversió o propostes de formació.

Les recomanacions i millors pràctiques estaran adaptades específicament a l'estructura, funcionalitats i utilització del centre analitzat.

7.3. Descripció tècnica de les propostes de millora

La descripció tècnica que cal incloure en una auditoria energètica o una anàlisi energètica en general, és la que permet que el lector conegui el següent:

- Funcionament de l'equip o del sistema fent una incidència especial en les diferències respecte al sistema actual i el proposat que donen com a resultat l'estalvi energètic.
- Equips principals i sistemes auxiliars que incorpora.
- Característiques tècniques dels equips principals.

Cal tenir en compte que l'objectiu d'una auditoria energètica és realitzar una anàlisi energètica i econòmica de les energies consumides i aportades, per la qual cosa la informació aportada serà de caire energètic.

7.3.1. Funcionament dels equips o sistemes

La descripció tècnica de les millores ha de permetre al lector entendre el funcionament de l'equip o sistema, tant en la part de principi físic com el principi tecnològic de la proposta aplicada. Les definicions que es corresponen amb aquests dos conceptes són les següents:

- El principi físic es refereix a les transformacions energètiques que tenen lloc.
- El principi tecnològic es refereix al funcionament dels equips o elements que permeten les transformacions energètiques.

La descripció d'aquests dos conceptes tant per la situació actual com per a la situació prevista, han de permetre al lector comprendre els principis fonamentals que fan que el sistema aplicat comporti una reducció del consum energètic i, per tant, un estalvi.

Exemple:

Incorporació d'un economitzador en una caldera de vapor

Principi físic: un economitzador és un element en el qual s'aprofita la calor residual continguda en uns gasos (en general, fums d'una caldera) per a escalfar l'aigua abans que entri en una caldera per a produir vapor.

Els fums que surten de la caldera, tenen una temperatura elevada (propera a la temperatura de saturació corresponent a la pressió del vapor produït) i, per tant, tenen encara una energia. Segons la composició dels gasos, una part d'aquesta calor encara es pot aprofitar si es troba un fluid fred per a escalfar. L'aigua d'entrada a la caldera, en general, té una temperatura inferior a la de sortida dels fums, de manera que es pot aprofitar part de la calor d'aquests per a preescalfar-la.

Principi tecnològic: un economitzador es compon d'un feix de tubs per l'interior del qual circula l'aigua i per una caixa exterior, per la qual circulen els gasos.

Els tubs tenen unes característiques de material i constructives que permeten un bon intercanvi tèrmic entre els gasos i l'aigua. S'utilitzen materials amb una bona

conductivitat tèrmica i, en la proposta que ho permet la composició dels fums, s'utilitzen tubs aletejats per tal de millorar la transferència tèrmica entre ambdós fluids.

7.3.2. Descripció del procés

Les descripcions del procés han de ser sempre des d'un punt de vista energètic, definint les transformacions energètiques que tenen lloc, els controls que s'incorporen i les energies sobre les quals actuen, el funcionament i la relació entre els equips principals i els sistemes auxiliars, els aprofitaments energètics, etc. A partir d'aquesta informació s'ha de poder fer el diagrama de procés energètic de la millora, de manera que es puguin identificar:

- Energies d'entrada.
- Energies de sortida.
- Pèrdues.
- Variables que intervenen en el procés.

El diagrama de procés és un bon instrument a l'hora d'aclarir conceptes quan es fa una descripció tècnica d'una proposta de millora.

Exemple:

Incorporació d'un economitzador

Es mostren uns esquemes bàsics de procés d'una caldera per a producció de vapor, abans de la proposta de millora (situació actual) i amb la proposta de millora implantada, que consisteix en la incorporació d'un economitzador per a millorar el rendiment de la caldera.

Calderes de vapor
amb i sense economitzador

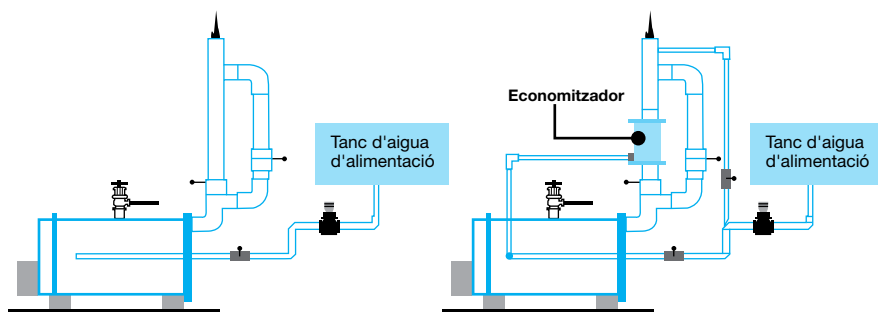


Fig 7.1. Esquemes bàsics de procés d'una caldera amb i sense economitzador.

7.3.3. Equips principals i sistemes auxiliars que incorpora

Algunes propostes comporten únicament el canvi d'un equip, però d'altres comporten el canvi de diversos equips. La descripció tècnica ha de permetre conèixer quins equips o sistemes es canvien o s'incorporen al centre.

Els equips principals són els que tenen com a funció les principals transformacions d'energia i tenen prou entitat per a ser considerats independentment de la resta d'equips (per la inversió associada o per paràmetres energètics que en determinin la importància), mentre que els sistemes auxiliars alimenten un equip principal i solen ser sistemes que han d'estar, però no tenen prou entitat com per a ser considerats de

forma independent, en una fase d'auditoria. Aquests sistemes auxiliars són els que es desenvolupen quan es fa l'enginyeria de detall.

Exemple:

Millora en el sistema d'aire comprimit

Equips principals: es considerarien equips principals els següents:

- Compresors d'aire
- Sistema de control

Sistemes auxiliars: es considerarien sistemes auxiliars les instal·lacions que comporten canonades, vàlvules, instal·lació, instrumentació, dipòsits acumuladors, etc.

7.3.4. Característiques tècniques dels equips principals

Les característiques tècniques que cal descriure a l'auditoria són les que permeten posteriorment fer el balanç energètic del sistema. Com a mínim, han d'incloure les dades següents:

- Potència nominal de l'equip i dels seus components quan pertoqui.
- Característiques de l'energia d'entrada.
- Característiques de l'energia de sortida.
- Rendiment energètic en condicions nominals.
- Rendiment energètic a càrregues parcials.

En general, l'auditoria energètica no dona prou instruments per a definir la marca i el model dels equips a instal·lar, per la qual cosa no es considera imprescindible donar dades constructives (dimensions, pesos, etc.), ja que aquests varien en funció del fabricant.

Tot i això, no es pot perdre de vista altres conceptes a tenir en compte a l'hora d'avaluar tècnicament les propostes. Alguns d'aquests aspectes poden ser:

- Espais físics.
- Necessitats d'operació.
- Necessitats de manteniment.

L'Annex V. Paràmetres de l'inventari d'equips, incorpora una check-list amb les característiques principals a incloure a l'auditoria per a alguns equips de transformació energètica.

7.4. Inversions associades

Qualsevol projecte d'enginyeria passa per diverses fases des que es planteja si té sentit la tecnologia, fins que es posa en marxa i s'inicia l'explotació.

De manera breu, es poden definir les etapes següents:

- Etapa de previabilitat o d'auditoria: consisteix en fer una primera anàlisi, senzilla per a determinar si és adient seguir analitzant la solució tecnològica o no.
- Etapa de viabilitat: un cop decidit que la solució tecnològica és aplicable, s'analitzen diverses opcions per tal d'avaluar quines de les alternatives és la millor per al cas en estudi.
- Etapa d'enginyeria conceptual: en aquesta fase, els responsables tècnics ja han decidit tirar endavant el projecte i es busca com a objectiu definir els equips principals i els esquemes bàsics de procés.
- Etapa d'enginyeria bàsica: a partir de l'enginyeria conceptual, cal definir els sis-

temes, equips i elements auxiliars. S'aprofundeix en la solució adoptada i dóna lloc a una definició més acurada de les bases principals com poden ser: esquemes de procés (P&ID), esquemes unifilars, implantacions d'equips...

- Etapa d'enginyeria de detall: consisteix en definir amb detall tots i cadascun dels elements implicats en el projecte, tant des del punt de vista d'equips com d'interconnexió entre ells, d'operació i de manteniment.
- Etapa de construcció o muntatge: consisteix en la instal·lació dels equips i sistemes a l'emplaçament o als tallers del fabricant.
- Etapa de posada en marxa i recepció provisional: consisteix en posar en funcionament els equips i sistemes en les condicions definides a l'enginyeria conceptual. Té com a objectiu regular els equips i sistemes en les condicions òptimes de funcionament i fer les modificacions necessàries per a assolir els objectius definits a l'enginyeria conceptual.
- Etapa de recepció definitiva: aquesta etapa acaba amb la fita de recepció definitiva. Quan es produeix aquesta fita, la instal·lació ja ha funcionat i s'han comprovat les condicions de funcionament establertes.

En cadascuna d'aquestes fases, es va avançant en la definició del projecte i, per tant, en el grau d'aproximació de la solució tant tècnica com econòmica. L'auditoria energètica, es pot correspondre, amb l'etapa de previabilitat.

Tal com es mostra a la figura següent, la dispersió de l'estimació d'inversions comença aproximadament amb un $\pm 25\%$ a la fase d'auditoria i, s'arriba al 0% un cop feta la recepció definitiva.

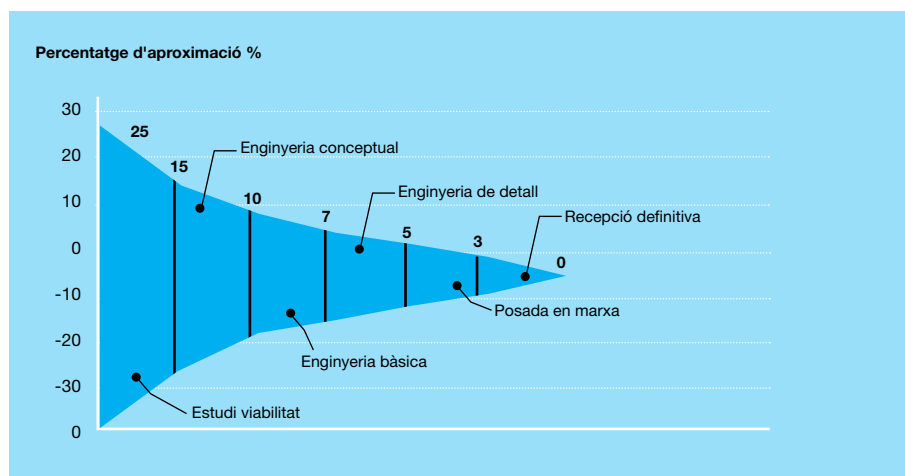


Fig 7.2. Esquema de la precisió dels càlculs de viabilitat segons el tipus d'estudi realitzat.

Cal remarcar que el mètode d'estimació de les inversions ha de ser el mateix en totes les propostes o alternatives analitzades, de manera que el percentatge d'aproximació sigui el mateix i es puguin comparar entre elles. Només d'aquesta manera serà possible definir prioritats a l'hora d'emprendre les accions a implantar.

7.4.1. Càlcul d'inversions en auditories energètiques

El grau d'aproximació de les inversions pot variar segons el tipus d'auditoria que s'estigui fent, ja que la tipologia del tècnic auditor energètic i la informació o l'abast

al qual es podrà arribar variarà sensiblement.

En el cas d'auditories globals, en general, el grau de definició de les instal·lacions al qual es pot arribar és inferior a les auditories parcials, per la qual cosa el marge d'aproximació de la inversió serà inferior en les auditories globals que en les parcials.

En auditories globals, és habitual tenir definits preus aproximats dels equips principals (que poden representar entorn d'un 60 % de la inversió) i fer una estimació de la resta de sistemes o instal·lacions.

Exemple: motors elèctrics

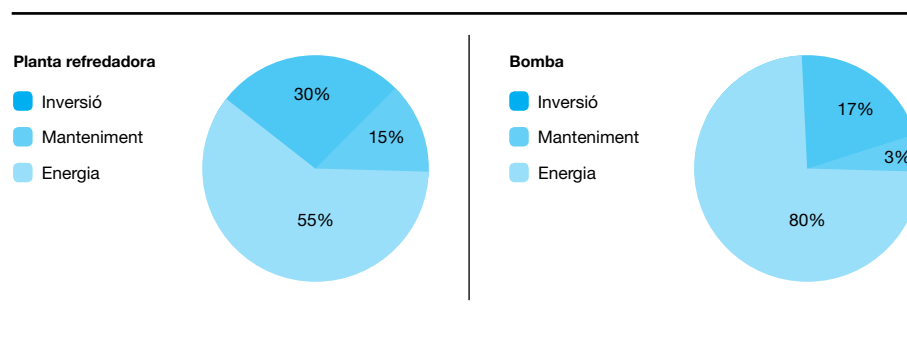
Els motors poden tenir eficiències IE1, IE2 o IE3, en una auditoria s'haurà de considerar la major disponible al mercat (IE3) pel motor analitzat i la inversió corresponent.

En cas que el període de retorn de la inversió sigui raonable, en una fase posterior s'analitzarà amb més detall diferents fabricants amb les seves eficiències corresponents i inversions associades.

Un cop finalitzada l'auditoria global, es fa una auditoria parcial, un estudi de viabilitat o l'enginyeria conceptual, d'acord amb la tipologia de la proposta plantejada, en la qual s'analitza amb més detall la solució i les inversions associades.

Cal remarcar que, durant la vida útil d'una instal·lació, la inversió no és la part que representa el cost més important, sinó que els costos energètics representen un elevat percentatge dels costos globals.

Fig 7.3. Distribució típica de costos al llarg de la vida útil d'una planta refredadora i una bomba.



7.4.2. Mètodes d'estimació d'inversions

Un mètode habitual d'estimació d'inversions en equips principals és a partir de bases de dades pròpies o catàlegs d'equips dels fabricants. El temps que es dedica a una auditoria, en general, no permet fer una sol·licitud d'ofertes detallada.

Els costos d'instal·lació, se solen estimar a partir d'experiències prèvies i no s'acostuma a desglossar els conceptes (p.ex. hores d'instal·lació, transport, dietes, etc.), ja que això comportaria demanar ofertes basant-se en uns estats d'amidament.

Hi ha programes amb bases de dades de preus d'instal·lacions tot i que, en cas d'utilitzar-los, cal tenir present el grau d'aproximació que tenen i els paràmetres que utilitzen per a fer les estimacions.

Cal tenir present que, tant en la fase d'auditoria com en la fase d'estudi de viabilitat, cal preveure una partida d'imprevistos que poden sorgir. Aquesta partida, es considera com un percentatge de la inversió i el seu valor depèn del mètode utilitzat

per a calcular les inversions anteriors. Els valors habituals són del 10 al 15%, en funció de la tipologia del projecte.

Hi ha mètodes d'estimació d'inversions que relacionen la inversió en funció dels principals paràmetres dels equips principals. Aquests mètodes es basen en un recull d'experiències a partir de les quals, i mitjançant mètodes estadístics, s'han obtingut regressions que relacionen el preu amb els paràmetres de disseny dels equips.

Exemple:**Compressors d'aire**

Es pot obtenir una regressió que relacioni el preu, bàsicament amb:

- Cabal d'aire.
- Pressió d'entrada d'aire.
- Pressió de sortida d'aire.
- Tipus d'equip.
- Eficiència de l'equip.

7.4.3. Auditories de seguiment

En el cas d'auditories de seguiment, el grau d'aproximació ha de ser zero, és a dir, la inversió ja està totalment realitzada i, per tant, es disposa de totes les despeses realitzades.

És important fer un recull de totes les inversions realitzades, així com el que inclouen i el que no inclouen, per tal de fer una bona auditoria energètica de seguiment.

Inversions en auditories de seguiment

Cal desglossar les inversions per partides:

- Equips principals.
 - Sistemes auxiliars.
 - Obra civil.
 - Enginyeria.
 - Legalitzacions.
 - Instal·lació.
 - Desviacions respecte al pressupost inicial.
-



8. Avaluació energètica de les propostes de millora

8.1. Introducció

A partir de les propostes de millora definides, el pas següent a realitzar per part de l'auditor energètic és avaluar els nous consums del centre un cop implantades aquestes actuacions.

Aquest procés consisteix en fer una simulació energètica de manera que s'avaluin els consums d'energia i les compres un cop instal·lats els nous equips o sistemes i comparar-les amb la situació de referència. Es parteix de les característiques tècniques i dels rendiments energètics dels equips definits en capítols anteriors, i se'n simula el funcionament adaptat al programa de treball del centre.

Els apartats següents defineixen els conceptes principals que s'han de considerar per a calcular els consums i les compres necessàries d'energia per tal de satisfer l'energia demandada per l'usuari o pel centre.

8.2. Energia de procés o serveis

L'energia de procés o serveis és l'energia necessària per tal d'abastir les necessitats energètiques del centre. És l'energia que ja no ha de ser sotmesa a cap altra transformació i que, per tant, no té pèrdues. L'energia de procés o serveis a considerar a l'hora de fer la quantificació energètica de millores, és la definida a la situació de referència i no s'ha de variar en cap cas.

Exemple:

Un centre utilitza aigua a pressió. Es tenen dades històriques de l'any 2009 que defineixen la situació actual a partir de registres i es preveu un augment de la demanda d'un 20%. En aquest cas, l'energia de procés o de serveis és l'energia hidràulica per a bombar l'aigua.

Fig 8.1. Definició del consum energètic d'una bomba en la situació de referència.

		Situació actual	Situació de referència
Energia de procés			
Producció de paper	kg/any	52.648.564	68.443.133
Cabal	m³/any	1.246.909	1.620.982
Hores	h/any	2.651	2.651
Salt de pressió	mca	144	144
Cabal mitjà	m³/h	470	611
Potència de procés mitjà	kW	185	240
Energia de procés anual	kWh/any	489.287	636.073

La taula defineix els paràmetres de la situació energètica actual i la de referència:

En aquest cas, la situació de referència a comparar en les propostes de millora és la situació de bombar 611 m³/h durant 2.651 hores/any amb un salt de pressió de 14,4 bar, és a dir, una potència hidràulica de 240 kW, ja que és la situació real que es trobarà el centre l'any 2010.

En la majoria de casos, la situació de referència coincidirà amb la situació actual, però cal tenir en compte les situacions de davallada o els augments de producció.

8.3. Rendiment dels equips o del procés i necessitats energètiques

El factor probablement de més rellevància a l'hora de realitzar l'avaluació energètica és el procés i el rendiment dels equips implicats en la proposta de millora.

Tots els equips transformadors d'energia tenen unes pèrdues associades a les transformacions energètiques i, en molts casos, aquests rendiments varien en funció de la càrrega de treball o del procés energètic utilitzat.

El rendiment de l'equip ve definit pel fabricant i, en general, s'ha de considerar el rendiment en funció de la càrrega, aplicant els valors corresponents a la corba de demanda del centre.

En el cas de variacions de procés, cal tenir en compte tots els equips associats al nou procés, amb els seus respectius rendiments.

És en aquest punt on es troben els estalvis energètics, ja que les propostes de millora molt sovint comporten millora en el rendiment dels equips transformadors d'energia.

Un bon instrument de decisió per l'auditor és comparar el rendiment dels equips actuals amb els proposats, ja que li proporciona un índex de magnitud del resultat de millora.

És important que, en fer les anàlisis amb detall, es consideri els rendiments dels equips a càrregues parcials, ja que aquests poden tenir força influència en els resultats finals i, en qualsevol cas, s'indicarà els rendiments aplicats, tant si són nominals com estacionals i les fonts d'origen d'aquests rendiments.

Exemple:

Continuant amb l'exemple anterior, a continuació es mostra l'avaluació energètica per a dos propostes de millora:

- Canvi d'un grup motobomba per un altre de més eficient, en el qual millora el rendiment de la bomba i el rendiment del motor elèctric que l'acciona.
- Canvi del motor elèctric del grup motobomba per un altre motor més eficient.

		Situació actual	Situació de referència	Proposta de canvi de bomba i motor	Proposta de canvi de motor
Energia de procés					
Cabal	m ³ /any	1.246.909	1.620.982	1.620.982	1.620.982
Hores	h/any	2.651	2.651	2.651	2.651
Salt de pressió	mca	144	144	144	144
Cabal mitjà	m ³ /h	470	611	611	611

Fig 8.2. Avaluació tècnica de dues propostes de millora energètica d'una bomba.

Com s'observa a l'avaluació energètica, en ambdues situacions el cabal bombat és el corresponent a la situació de referència, quedant la situació actual només com a variables indicadores per tal de conèixer l'origen de les dades.

A partir d'aquest cabal, i mitjançant els rendiments proposats s'avalua el nou consum energètic amb les dues propostes i, com es veu, l'energia de procés o serveis anuals es manté amb el valor de la situació de referència.

Fig 8.3. Avaluació de consum d'energia útil de dues propostes d'estalvi energètic en una bomba.

		Situació actual	Situació de referència	Proposta de canvi de bomba i motor	Proposta de canvi de motor
Potència de procés	kW	185	240	240	240
Energia de procés anual	kWh/any	489.287	636.073	636.073	636.073
Rendiments energètics equips i necessitats energètiques					
Rendiment hidràulic bomba	%	70	70	85	70
Potència mecànica	kW	264	343	282	343
Rendiment elèctric del motor	%	95	95	97	97
Potència elèctrica	kW	278	361	291	353
Energia elèctrica útil	kWh/any	735.770	956.501	771.465	936.779

8.4. Compres o necessitats d'energia final

Les compres d'energia o energia final es refereixen a la quantitat d'energia que s'ha d'adquirir a la companyia distribuïdora, per tal de satisfer les necessitats energètiques de l'equip o procés.

En aquest apartat, cal considerar les transformacions pròpies del sistema que comporten un canvi en les condicions tècniques de l'energia final adquirida, i que comporten variacions en el balanç energètic.

Es tracta d'aplicar els rendiments dels equips principals del centre que estan implicats en la proposta de millora, tot i que no siguin modificats o substituïts, però que, pel fet de treballar en diferents condicions, poden tenir un comportament energètic diferent, variant el seu rendiment.

A partir d'aquí, ja s'està en disposició de comparar la nova situació energètica amb la situació de referència.

Exemple

Continuant amb l'exemple anterior, es fa l'anàlisi de la compra d'energia, ja que el centre en qüestió compra l'electricitat a mitjana tensió a la companyia distribuïdora.

Amb aquestes consideracions, l'avaluació energètica resultant és la que mostra la taula següent:

En aquest cas, no s'ha considerat variació del rendiment del transformador degut al canvi de la càrrega, ja que aquest paràmetre és difícil d'avaluar en el conjunt del centre, i no té una gran representativitat en l'avaluació energètica.

		Situació actual	Situació de referència	Proposta de canvi de bomba i motor	Proposta de canvi de motor
Energia de procés					
Cabal	m³/any	1.246.909	1.620.982	1.620.982	1.620.982
Hores	h/any	2.651	2.651	2.651	2.651
Salt de pressió	mca	144	144	144	144
Cabal mitjà	m³/h	470	611	611	611
Potència de procés	kW	185	240	240	240
Energia de procés anual	kWh/any	489.287	636.073	636.073	636.073
Rendiments energètics equips i necessitats energètiques					
Rendiment hidràulic bomba	%	70	70	85	70
Potència mecànica	kW	264	343	282	343
Rendiment elèctric	%	95	95	97	97
Potència elèctrica	kW	278	361	291	353
Energia elèctrica	kWh/any	735.770	956.501	771.465	936.779
Compres d'energia					
Tensió d'interconnexió	V	25.000	25.000	25.000	25.000
Rendiment transformador	%	95	95	95	95
Compra d'energia elèctrica	kWh/any	774.495	1.006.843	812.069	986.084

Fig 8.4. Avaluació de consum d'energia final de dues propostes d'estalvi energètic en una bomba.

8.5. Estalvi energètic de les propostes de millora

8.5.1. Avaluació energètica quantitativa de les propostes de millora

L'estalvi energètic resultat de la proposta de millora, s'obtindrà com a diferència entre les energies comprades en la situació de referència, per a satisfer la demanda d'energia de procés o de serveis establerta i les energies finals comprades en la situació obtinguda un cop implantada la millora.

Cal remarcar que, en alguns casos, les propostes de millora poden afectar la compra d'energies finals de diferents tipus com, per exemple, l'electricitat i el combustible.

L'estalvi energètic es refereix a totes les energies implicades en el procés que s'està analitzant i que, en algunes ocasions, pot comportar disminucions d'un tipus d'energia i augments d'un altre tipus d'energia.

En aquests casos, és convenient analitzar l'estalvi d'energia primària per tal de quantificar els estalvis energètics que comporta per al país.

En el cas de la cogeneració, de renovables o de canvis de combustibles, cal passar a energia primària segons la ràtio del mix espanyol expressat en tep.

A partir de l'avaluació energètica, s'obtenen els estalvis energètics, tal i com mostra la taula següent:

Fig 8.5. Avaluació energètica de dues propostes de millora per una bomba.

		Situació actual	Situació de referència	Proposta de canvi de bomba i motor	Proposta de canvi de motor
Compra d'energia elèctrica	kWh/any	774.495	1.006.843	812.069	986.084
Estalvi energètic					
Consum d'electricitat	kWh/any			185.036	19.722
Pèrdues en el transformador (5%)	kWh/any			9.738	1.038
Compra d'energia elèctrica	kWh/any			194.774	20.760
Energia primària	Teps			16,89	1,80

8.5.2. Avaluació energètica qualitativa de les propostes de millora

El consum energètic un cop aplicada la proposta de millora no es pot estimar en tots els casos de manera quantitativa. Hi ha propostes de millora que, per la seva naturalesa o pel seu abast, resulta realment complex definir el consum energètic que tindran.

En aquests casos, l'avaluació energètica s'ha de basar en tècniques de benchmarking, de manera que els valors d'estalvi energètic s'obtenen a partir de valors percentuals obtinguts d'experiències prèvies.

En aquest cas, l'experiència i les referències de l'auditor energètic són clau per a fer una bona estimació.

Una font de referència per a obtenir paràmetres d'estimació d'estalvis energètics és el document *Reference Document on Best Available Techniques for Energy Efficiency*.

Cal indicar les fonts a l'hora de presentar l'informe al client.

Exemple:

Un cas habitual d'estimació qualitativa de proposta de millora és la implantació d'un sistema de telemesura o gestió energètica.

Segons diversos estudis mundials, l'estalvi energètic en implantar un sistema de gestió energètica varia entre un 3 i un 15%.

En el cas de centres en els quals no es porta cap tipus de comptabilitat energètica, és probable que l'estalvi energètic pugui arribar a ser del 15%, mentre que en centres en els quals es porta una comptabilitat energètica, es fan auditories energètiques periòdiques i hi ha un responsable energètic, la implantació d'un sistema de gestió no comportarà estalvis superiors al 5 %.



9. Avaluació econòmica de les propostes de millora

9.1. Introducció

L'avaluació econòmica ha de permetre al lector conèixer els costos totals que tindrà, no només energètics, un cop implantada la proposta de millora. Ha de comprendre els conceptes que inclouen aquests costos i la metodologia que s'ha emprat per a obtenir-los.

A partir d'aquests nous costos i per diferència amb els costos de la situació de referència, s'obtindran els estalvis econòmics obtinguts deguts a la implantació de la millora i els paràmetres financers que permetran als responsables energètics del centre prendre la decisió d'analitzar amb més detall la proposta de millora o escometre directament la inversió.

L'anàlisi econòmica de les propostes de millora sempre ha de considerar com a mínim els tres paràmetres que poden veure's afectats per la seva implantació.

- Costos energètics. S'avaluen com a costos reals que tindrà el centre un cop implantada la proposta de millora.
- Costos d'operació: inclouen l'augment o disminució de costos respecte a la situació de referència resultat de la implantació de la proposta de millora. Es refereixen, en general, a costos de personal o de matèria primera.
- Costos de manteniment: inclouen l'augment o disminució de costos respecte a la situació de referència resultat de la implantació de la proposta de millora.
- Costos financers: es consideraran en casos en què els responsables del centre portin a terme les inversions.

9.2. Costos energètics

L'avaluació dels costos energètics té com a objectiu conèixer les despeses en concepte d'energia un cop implantada la proposta de millora.

A partir dels consums energètics avaluats per l'auditor en capítols anteriors, i aplicant els preus energètics i la metodologia definida a l'escenari econòmic de referència, es calculen els costos energètics en la nova situació.

Els costos energètics futurs han de tenir en compte totes les energies que s'han de comprar en aplicar la proposta de millora i tots els paràmetres que es veuen afectats per cada tipus d'energia.

En els casos en què hi hagi introducció de noves energies finals i calgui definir preus, caldrà establir-los sempre de manera relacionada amb els preus de les energies convencionals establerts a l'escenari econòmic de referència.

Cal destacar que no es consideraran com a costos energètics, els costos derivats de canvis en infraestructures, que molt sovint es consideren com a despeses energètiques perquè s'apliquen a les factures d'energia.

Exemple

No s'han de considerar com a costos energètics els drets d'escomesa. Si la proposta de millora comporta algun d'aquests conceptes, es tindran en compte com a inversió associada a la millora.

El lloguer d'equips de mesurament es pot considerar com una despesa associada a l'energia, però no com a cost energètic. En cas d'incloure aquesta despesa en calcular preus mitjans i comparar-los amb altres preus de referència, pot donar lloc a confusions.

9.2.1. Costos d'electricitat

A l'hora d'avaluar els costos de l'electricitat s'haurà de tenir en compte les possibles variacions en la distribució anual (o per períodes), en la potència absorbida i contractada, o en la qualitat de l'energia consumida (cos fi), ja que els resultats obtinguts poden variar sensiblement.

Els preus que s'utilitzaran seran sempre els definits a l'escenari econòmic.

En cas que la proposta de millora no modifiqui termes de facturació com pot ser la distribució anual o diària (per períodes), la potència màxima registrada o l'energia reactiva consumida, es poden avaluar els costos d'electricitat a partir de preus mitjans del terme d'energia.

En cas que hi hagi modificacions de corbes diàries o canvis substancials de potències màximes, cal fer simulacions de les factures elèctriques considerant tots els termes especificats al contracte.

9.2.2. Costos de combustible

Pel que fa al combustible, en general la manera de calcular els costos és més senzilla que per l'electricitat, tot i que, com ja s'ha esmentat anteriorment, el mercat està liberalitzat.

Per al gas natural, s'haurà de tenir en compte les variacions de la quantitat diària contractada, o el canvi de condicions de consum que poden donar lloc a canvis en les tarifes d'accés o en el preu aplicat per la companyia.

En el cas de combustibles que no se subministren a través de canonada, com pot ser el gasoil o altres combustibles líquids o sòlids, caldrà tenir en compte les possibles variacions en els preus deguts a paràmetres de transport o altres factors que puguin afectar el preu unitari.

Tal com passa en el cas de l'electricitat, els preus aplicats i la metodologia de facturació seran definits en l'escenari econòmic.

9.2.3. Energies procedents d'empreses de serveis energètics

En alguns casos, el centre pot estar abastit amb altres tipus d'energia que procedeixin de centrals o tecnologies no convencionals, com pot ser una xarxa de districte. En aquests casos, cal considerar els preus establerts als contractes i que han d'estar en línia amb els corresponents a les energies finals establerts a l'escenari econòmic.

Un factor a comparar és si els preus són competitius amb els preus energètics que s'obtindrien amb tecnologies i energies convencionals.

9.3. Costos d'operació i manteniment

L'avaluació econòmica d'una proposta de millora ha de tenir en compte també les variacions dels costos d'operació i manteniment a la situació prevista, ja que aquests poden influir en la seva viabilitat econòmica.

Els costos d'operació es tenen en compte quan hi pot haver increment de la plantilla per tal d'operar nous equips o equips que necessitin una supervisió contínua o les variacions de materials. Els preus aplicats són els habituals al centre analitzat, tot i que es poden tenir preus- patró per a tipologies d'operadors.

Els costos de manteniment s'obtenen normalment basant-se en estimacions o en dades de fabricants, en el cas d'equips principals. Cal considerar els manteniments preventius i predictius mentre que no es fan estimacions per a considerar costos de manteniment correctiu.

Exemple:

La implantació d'un sistema de gestió energètica en una fàbrica comporta una inversió de 100.000€. Amb aquesta proposta de millora s'incrementarà amb una persona l'equip d'energia del centre auditat.

Es considera que el cost del responsable energètic serà de 25.000€/any i que el manteniment del sistema de gestió energètica comportarà un 1% del cost d'inversió anual repartit equitativament durant 12 mesos.

Per tant, a la proposta de millora s'han de considerar els costos següents:

- Cost d'operació: 25.000€/any
- Cost de manteniment: 1.000€/any

9.4. Costos financers

Es consideraran com a costos financers els derivats de l'obtenció del capital per portar a terme la inversió. En general, aquests costos no es consideren en una auditoria energètica ja que formarien part d'una anàlisi més en profunditat.

Tot i així, en cas que l'auditor vulgui aplicar costos financers, se solen incloure els costos de sol·licitud de préstecs, en el supòsit que la inversió associada a la proposta de millora es cobreixi mitjançant un crèdit bancari. L'avaluació econòmica de la millora se simularà en un període plurianual de devolució a un període de temps determinat, que sol ser entre 10 i 25 anys.

L'anàlisi inclourà durant el període d'explotació determinat els conceptes següents:

- Quantitat a finançar.
- Termini del crèdit.
- Taxa d'interès.
- Tipus de devolució: en general, es considera anualitat fixa.
- Despeses d'obertura de crèdit.
- Despeses d'amortització del capital.
- Despeses en concepte d'interessos.

9.5. Avaluació de l'estalvi econòmic

L'estalvi econòmic derivat de la implantació de la proposta de millora s'obté com a diferència entre els costos actuals i els costos futurs.

Estalvi econòmic

Costos energètics futurs - Costos energètics actuals ± Costos diferencials d'operació i manteniment ± Despeses financeres

9.6. Anàlisi financera de les propostes de millora

Durant les etapes anteriors de l'auditoria energètica s'han avaluat les variables principals que defineixen les propostes de millora des del punt de vista econòmic:

- Inversió associada a la proposta de millora.
- Estalvi econòmic resultat de la implantació de la proposta de millora.

Aquestes dues variables permeten avaluar alguns paràmetres financers a través dels quals es defineix la viabilitat econòmica i serveixen com a instrument per a comparar les diferents propostes de millora analitzades.

El principal paràmetre financer que s'utilitza en una auditoria energètica és el període de Retorn de la Inversió (PRI).

Altres paràmetres financers que s'utilitzen quan es tracta d'analitzar amb més profunditat una inversió són:

- Valor Actualitzat Net (VAN).
- Taxa Interna de Rendibilitat (TIR).

La rendibilitat de les millores es mesura segons la seva inversió associada, sense ajudes, ja que una millora ha de ser rendible per si mateixa i la subvenció només es considera un ajut per a disminuir riscos tecnològics o per a promoure la implantació de tecnologies innovadores.

Així doncs, en l'anàlisi financera no es tindran en compte les subvencions que es puguin aconseguir de les administracions públiques, però sí que es tindrà present en la presentació de l'informe al client.

9.6.1. Període de Retorn de la Inversió (PRI)

El període de retorn de la inversió permet establir el temps en què es recuperarà la inversió sobre la base dels estalvis aconseguits gràcies al millor funcionament de l'equip o sistema proposat.

Període de Retorn energètic de la Inversió

L'estalvi econòmic considera l'estalvi en costos energètics i els costos d'operació i manteniment. No es consideren les despeses financeres ni els augments de producció.

$$PRI = \frac{\text{Inversió (Anys)}}{\text{Estalvi econòmic}}$$

En general, les millores que tenen un període de retorn de la inversió inferior a 4 anys solen ser implantades en la majoria de centres.

Exemple

Continuant amb l'exemple anterior, es consideren les inversions associades i els paràmetres financers obtinguts següents:

		Situació actual	Situació de referència	Proposta de canvi de bomba i motor	Proposta de canvi de motor
Energia de procés anual	kWh/any	489.287	636.073	636.073	636.073
Costos energètics					
Cost energia	€/any	74.352	96.657	77.959	94.664
Increment cost operació	€/any			0	0
Increment cost manteniment	€/any			0	0
Total costos	€/any	74.352	96.657	77.959	94.664
Estalvi econòmic	€/any			18.698	1.993
Inversió associada	€			60.000	11.500
Període retorn inversió	anys			3,2	5,8

Fig 9.1. Avaluació de l'estalvi econòmic de dues propostes de millora per una bomba.

Veiem que la proposta de canviar el grup motor-bomba té un període de retorn de la inversió més petit que la de canvi de motor.

A més, el període de retorn de la inversió és inferior a 4 anys, per la qual cosa es considera convenient aconsellar l'aplicació d'aquesta proposta de millora.

9.6.2. Valor Actualitzat Net (VAN)

El valor actualitzat net indica el valor net en el moment actual d'una inversió, a partir d'una taxa de descompte i d'una sèrie de pagaments futurs i ingressos (fluxos de caixa).

La metodologia consisteix en actualitzar al moment actual (és a dir, actualitzar mitjançant una taxa) tots els fluxos de caixa futurs associats a la proposta de millora i, posteriorment, a aquest valor se li resta la inversió inicial.

Valor Actualitzat Net

VAN= Valor Actualitzat Net (€)

n= nombre d'anys considerats.

Vt= representa el flux de caixa per a cada període t (cada any) (€).

I= Inversió inicial (€)

k= taxa d'actualització (tant per 1)

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

En l'anàlisi de les propostes de millora, els fluxos de caixa corresponen als estalvis econòmics obtinguts per a cada any i la inversió inicial correspon a la inversió d'aquesta millora.

Per a obtenir el flux de caixa de cada any s'ha de considerar la taxa d'inflació considerada pels diferents conceptes i definida a l'escenari de referència.

La taxa d'actualització dependrà de la situació econòmica global del moment de

l'anàlisi, la situació financera de cada companyia i la seva ràtio d'endeutament.

9.6.3. Taxa Interna de Rendibilitat (TIR)

La taxa interna de rendibilitat (TIR) es defineix com la taxa d'interès a la qual s'hauria de posar un capital igual al de la inversió per a obtenir uns ingressos iguals als fluxos de caixa deguts a l'estalvi energètic.

Un mètode de comprovació d'aquest paràmetre és avaluar el VAN i comprovar que amb la TIR, el VAN es fa igual a zero. És un indicador de la rendibilitat econòmica d'un projecte: quan la TIR és més gran, hi ha més rendibilitat.

Igual que amb el càlcul del VAN, els fluxos de caixa corresponen als estalvis econòmics associats a la millora implantada per a cada any i la inversió inicial correspon a la inversió d'aquesta millora.

Per a obtenir el flux de caixa de cada any, igual que per a l'obtenció del VAN, s'haurà de tenir en compte les mateixes condicions de costos, tant energètics com d'operació i manteniment. El període de temps a estudiar és el mateix que en el cas del VAN.

Exemple

A l'exemple següent es mostra un càlcul dels paràmetres financers d'escometre una inversió en una planta d'un grup de bombament

Fig 9.2. Avaluació de la rendibilitat econòmica de dues propostes de millora d'una bomba.

		Situació actual	Situació de referència	Proposta de canvi de bomba i motor	Proposta de canvi de motor
Energia de procés anual	kWh/any	489.287	636.073	636.073	636.073
Costos energètics					
Cost energia	€/any	74.352	96.657	77.959	94.664
Increment cost operació	€/any			0	0
Increment cost manteniment	€/any			0	0
Total costos	€/any	74.352	96.657	77.959	94.664
Estalvi econòmic	€/any			18.698	1.993
Inversió associada	€			60.000	11.500
Període retorn inversió	anys			3,2	5,8
Taxa d'actualització VAN	%				
Període calcul VAN	anys	5			
VAN	€	15		127.694,14€	8.749,20€
TIR	%			31%	15%



10. Realització de l'informe i presentació al client

10.1. Introducció

El principal resultat d'una auditoria energètica és la “fotografia” de la situació energètica actual del centre auditat i una sèrie de propostes de millores energètiques valorades energèticament i econòmicament.

De fet, l'auditoria energètica és un instrument per a definir punts d'inversió i s'ha de considerar com una part de l'anàlisi que permeti a la direcció del centre definir plans d'inversió a mitjà i llarg termini.

El resultat final d'una auditoria energètica es reflecteix en l'elaboració d'un informe en el qual es documenta tot el procés realitzat tant pel que fa a les fonts de dades com als càlculs i resultats.

L'informe descriu l'objecte i l'abast tècnic de l'auditoria inicialment definit entre l'organització i l'auditor energètic, així com la metodologia utilitzada en totes les fases.

En aquest capítol es presenta un índex indicatiu per a un informe d'auditoria energètica, amb alguns detalls dels continguts que ha d'incloure cadascun dels capítols.

A l'Annex VII. Cas pràctic, es mostra un cas pràctic d'auditoria energètica.

10.2. Contingut de l'informe d'auditoria energètica

El contingut de l'informe d'auditoria energètica és, com a mínim, el següent:

Índex d'informe d'auditoria energètica

0. Resum executiu.

- a. Abast de l'auditoria i dades del centre
- b. Resum anual de consums, compres i costos d'energia
- c. Ràtios energètiques
- d. Ràtios econòmiques
- e. Resum de recomanacions

1. Objectius i metodologia.

2. Bases de partida i definició de la situació de referència.

- a. Dades generals del centre auditat
- b. Programa de treball
- c. Produccions i/o variables de referència
- d. Fonts de subministrament energètic i costos
- e. Distribució de l'energia segons usos
- f. Costos d'energia

3. Anàlisi del procés productiu/establiment i procés energètic.
 - a. Diagrama de processos (en indústria)
4. Característiques dels principals consumidors d'energia.
5. Propostes de millora. Descripció tècnica i inversions.
6. Propostes de millora. Avaluació energètica.
7. Propostes de millora. Avaluació econòmica i financera.
8. Annexos.

10.3. Resum executiu

Aquest capítol ha de permetre al lector de l'informe fer-se una idea real de la situació energètica actual del centre auditat, de les possibles millores a implantar i de les seves prioritats, que vindran definides per l'estalvi energètic, d'emissions o per la rendibilitat financera.

S'inclou un quadre resum de l'auditoria energètica en el qual es mostren els principals resultats que estan desenvolupats i justificats al llarg de l'informe.

Els principals punts a presentar en el resum executiu són:

10.3.1. Abast de l'auditoria i dades del centre

Ha de reflectir el tipus d'auditoria realitzada, l'abast de l'auditoria pel que fa a sistemes, centres, etc. i les dades principals del centre auditat, de manera que el lector pugui identificar què trobarà en el document.

És important definir les dades de l'empresa i el personal auditor, així com els objectius que es volen assolir amb l'auditoria.

10.3.2. Resum anual de consums, compres i costos d'energia

Permet identificar els punts de consum, les transformacions energètiques i els costos associats, de manera que el lector pot situar-se en un entorn energètic global.

Exemple:

Un edifici destinat a oficines, en el qual l'energia que es compra és només elèctrica podria tenir una distribució semblant a la indicada a continuació:

- Situació actual (any 2008): • Compres i costos d'electricitat
- Compres= 843.754 kWhe/any // • Cost (sense IVA)= 87.666 €/any
- Preu unitari= 103,9 €/MWhe

Fig 10.1. Quadre resum de distribució de consums i costos elèctrics d'un edifici.

Situació actual (any 2008)		
Concepte	Consum (kWhe)	Cost (€/any)
Calefacció	230.209	23.919
Refrigeració	165.186	17.163
Il·luminació	185.317	19.254
Ofimàtica	134.508	13.975
Elevació	23.167	2.407
Producció ACS	17.492	1.817
Altres	87.875	9.130
TOTAL	843.754	87.666

Distribució d'energia expressada en forma d'energia final (electricitat comprada). Els consums són els habituals en un edifici d'oficines.

Distribució de consums per a usos finals

- Calefacció
- Refrigeració
- Il·luminació
- Ofimàtica
- Elevació
- Producció ACS
- Altres

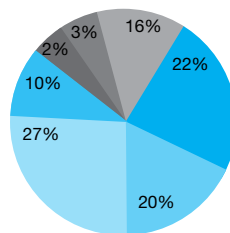


Fig 10.2. Gràfica de distribució d'usos energètics en un edifici.

10.3.3. Ràtios energètiques

Són una font de comparació amb altres centres i donen una eina de seguiment de l'eficiència energètica del centre. Aquests paràmetres permeten avaluar desviacions i possibles errors, i són un instrument per a focalitzar els esforços de millora per tal de reduir els consums energètics del centre auditat.

Exemple

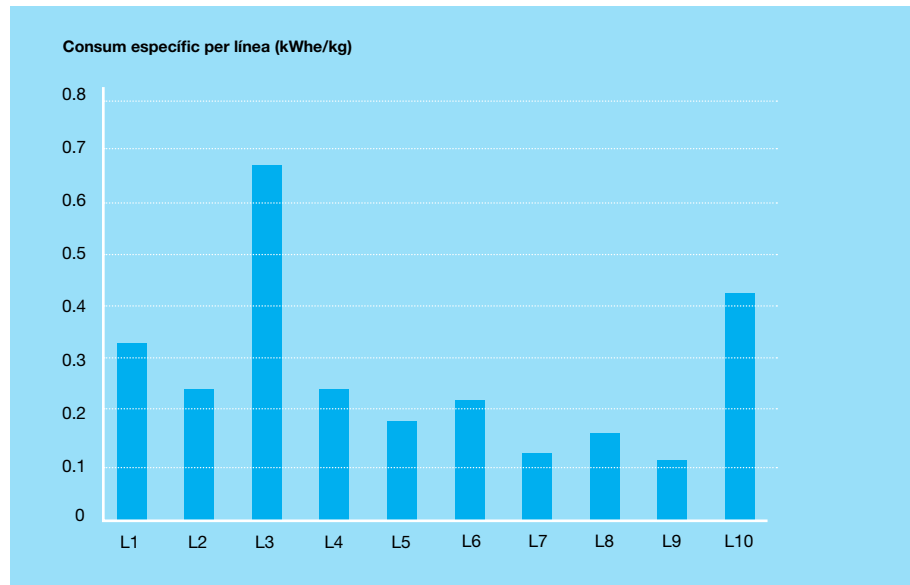
La taula i el gràfic següents mostren la distribució del consum elèctric d'un centre de producció en les seves línies de producció i els consums específics (ràtios) per a cada línia.

Línia	Produc. (t)	Consum específic (kWhe/kg)
Línia 1	2.751	0,3334
Línia 2	3.949	0,2379
Línia 3	2.645	0,6914
Línia 4	1.616	0,2417
Línia 5	1.897	0,1871
Línia 6	3.919	0,2255
Línia 7	3.652	0,1227
Línia 8	3.749	0,1611
Línia 9	3.348	0,1087
Línia 10	3.553	0,4149

Fig 10.3. Taula de consums específics per línia de producció d'un centre.

En aquest exemple s'observa que les línies 3 i 10 tenen consums específics clarament superiors a les altres, i fins i tot a la mitjana. Al llarg de l'informe es podrà conèixer les causes que provoquen aquests consums més elevats.

Fig 10.4. Gràfica de representació dels consums específics per línia de producció d'un centre.



10.3.4. Ràtios econòmiques

Tal com passa amb les ràtios energètiques, les ràtios econòmiques permeten detectar possibles anomalies, desviacions i possibles errors en el funcionament habitual del centre. Aquestes ràtios permeten focalitzar els esforços de millora per tal de reduir els costos energètics del centre auditat.

Un possible paràmetre a presentar en aquest apartat és el cost de l'energia comprada, tant si és elèctrica, en forma de combustible o en forma d'aigua calenta o freda.

Es pot utilitzar també com a paràmetre de referència el cost unitari per energia final, de manera que es puguin comparar energies de procés o serveis obtingudes a partir de diferents sistemes de transformació.

Exemple

Partint de l'exemple de l'edifici, i considerant els preus d'electricitat indicats anteriorment, obtenim les ràtios de cost energètic final en funció de l'energia de procés o servei obtinguda.

Aquesta ràtio permetria comparar el preu unitari de la calefacció d'aquest centre amb un altre que tingui un sistema de calefacció amb gas natural, o amb una altra tecnologia.

Energia de serveis			
Concepte	Consum kWh	Cost €	Preu unitari €/MWh
Calefacció	161.146	23.919	148,4
Refrigeració	61.180	17.163	280,5
Il·luminació	148.254	19.254	129,9
Ofimàtica	107.606	13.975	129,9
Elevació	18.534	2.407	129,9
Producció ACS	12.244	1.817	148,4
Altres	87.875	9.130	103,9
TOTAL	596.839	87.666	

Fig 10.5. Taula de preus unitaris per servei d'un edifici.

10.3.5. Resum de recomanacions

El resum de recomanacions ha de permetre als responsables del centre conèixer els principals paràmetres energètics, mediambientals i econòmics de les millores proposades.

Es presenten en forma de taula que ha d'incloure, com a mínim, per a cadascuna de les millores proposades, la informació següent:

- Identificació: breu definició de la millora a implantar.
- Estalvi d'energia elèctrica: indica en valor absolut els estalvis d'energia elèctrica associats a cadascuna de les millores proposades.
- Estalvi d'energia tèrmica: indica en valor absolut els estalvis d'energia tèrmica associats a cadascuna de les millores proposades.
- Estalvi d'emissions: indica en valor absolut els estalvis d'emissions a l'atmosfera associats a cadascuna de les millores proposades.
- Estalvi econòmic: indica en valor absolut els estalvis econòmics associats a cadascuna de les millores proposades.
- Inversió: indica el cost econòmic que comporta la implantació de cadascuna de les millores proposades.
- Període de Retorn de la Inversió: indica el temps que es triga en recuperar la inversió un cop posada en marxa la millora indicada. Permet comparar les millores a nivell econòmic.
- Percentatge d'estalvi d'energia elèctrica: permet comparar el grau d'eficàcia energètica que té la millora proposada i en quina magnitud afecta el consum elèctric global.
- Percentatge d'estalvi d'energia tèrmica: permet comparar el grau d'eficàcia energètica que té la millora proposada i en quina magnitud afecta el consum tèrmic global.
- Percentatge d'estalvi econòmic: permet comparar el grau d'eficàcia econòmica que té la millora proposada i en quina magnitud afecta els costos energètics globals.

Fig 10.6. Quadre resum de recomanacions d'una auditoria a un centre productiu.

	Identificació	Estalvi d'energia elèctrica	Estalvi d'energia tèrmica	Estalvi d'emissions	Estalvi econòmic	Inversió	PRI	Percentatge d'estalvi d'energia elèctrica	Percentatge d'estalvi d'energia tèrmica	Percentatge d'estalvi econòmic
		kWh/any	kWh/(PCS) any	tCO ₂ any	€/any	€	any	%	%	%
1	Reducció de fuites en el sistema d'aire comprimit	10.962	–	5,0	1.139	3.000	2,63	1,60%		0,60%
2	Pre-escalfament del paper primari	–	91.431	16,8	2.651	0	0		2%	1,30%
3	Dipòsit de condensats	–	163.059	30,0	4.729	11.000	2,33		3,50%	2,30%
4	Transport i distribució de vapor. Aïllament vapor (10m)	–	56.382	10,3	1.635	1.450	0,89		1,20%	0,80%
5	Transport i distribució de vapor. Aïllament condensats (10m)	–	4.153	0,8	120	1.050	8,75		0,10%	0,10%
6	Substitució de 3 motors per motors estàndards	30.228	-	12,0	3.140	3.200	1,02	4,40%		1,50%
7	Eliminació del segon transformador	15.753	–	6,0	1.637	8.000	4,90	2,30%		0,80%
8	Potència elèctrica contractada	0	–	0,0	244	1.800	7,38			0,10%
9	Implantació d'un sistema de Gestió Energètica 3%**	20.761	138.416	34,0	6.171	50.000	8,10	3,00%	3,00%	3%
10	Qualitat d'ona elèctrica (Harmònics)	33.021	–	13,6	3.431	13.000	3,80	4,80%		1,70%
	TOTAL	110.725	453.441	128.5	24.897	92.500	3,72			

10.4. Objectius i metodologia

El capítol d'objectius i metodologia defineix els punts bàsics mitjançant els quals el lector és capaç de situar l'auditoria energètica en l'entorn global del seu centre, així com la metodologia i les eines utilitzades per portar-la a terme.

Inclou com a paràmetres principals els següents:

- L'objecte de l'auditoria: defineix el tipus d'auditoria: de procés, parcial, de seguiment, i el motiu pel qual es fa.
- L'abast de l'auditoria: quins equips, sistemes i/o processos s'analitzen.
- La metodologia: ha d'incloure el període de temps que s'analitza, l'origen de les dades, els mètodes i les fonts utilitzades per a fer càlculs energètics, econòmics i d'inversions. La metodologia i els criteris per tal de definir les recomanacions de millores, així com les dates de les visites.
- Normativa aplicable: normativa energètica aplicable al centre d'estudi i a l'auditoria realitzada.

10.5. Bases de partida i definició de la situació de referència

Aquest capítol recull tota la informació energètica del centre auditat, de manera que els responsables del centre es facin una idea real de la seva situació energètica i el grau d'eficiència energètica.

A partir de la informació facilitada pels responsables del centre, les observacions realitzades per l'auditor energètic durant les visites i els mesuraments fets s'obté el mapa energètic del centre. Aquest capítol reflecteix tota la informació que tingui incidència sobre els consums energètics, les compres energètiques, els costos energètics i el grau de sostenibilitat.

La situació actual queda definida pels paràmetres que defineixen la situació energètica actual real, mentre que la situació de referència reflecteix els paràmetres energètics que es consideraran per tal d'avaluar les propostes de millora.

Situació actual i situació de referència

Aquest capítol és la base de treball a partir de la qual es faran totes les anàlisis energètiques i econòmiques. És important consensuar aquest capítol amb el responsable energètic del centre del qual s'està fent l'auditoria energètica, ja que qualsevol rectificació afecta totes les fases posteriors.

10.5.1. Dades generals del centre auditat

Reflecteix les dades del centre que permeten situar-lo dins l'entorn social global (activitat) i recull les principals variables que afecten la situació energètica del centre.

Exemples

Els paràmetres que defineixen un edifici són els següents:

Fig 10.7. Exemple de quadre de dades generals d'una auditoria a un edifici.

DADES GENERALS DEL CENTRE	
Ús de l'edifici	Oficines
CNAE	
Ubicació	Tarragona
Tipus d'edifici	Aïllat
Tipus constructiu	Tot vidre
Tipus de teulada	Terrat pla
Superfície total	4.000 m2
Nombre de plantes	5
Ús plantes	4 plantes d'oficines
Planta baixa	Locals per a botigues
Superfície oficines	3.200 m²
Ocupació oficines	275 persones
Ràtio d'ocupació	11,6 m²/persona
Dades energètiques disponibles	Any 2008 complet
Any de construcció	1997
Tipus de climatització	Xarxa de districte
Calefacció	Aigua calenta
Climatització	Aigua freda
Gestió energètica	Si. Ràtios mensuals
Responsable energètic	Sr. Francesc Pau

En el cas d'una indústria, les dades generals dependran força de l'activitat que es realitzi, però com a guia es pot utilitzar l'exemple següent.

Fig 10.8. Exemple de quadre de dades generals d'una auditoria a una indústria química.

DADES GENERALS DEL CENTRE	
Nom de l'empresa	Grup AUDITORIA
Tipus d'empresa	Multinacional
Ubicació del centre	Barcelona
Sector	Sector químic
Activitat principal	Producció de grana de plàstic
Codi CNAE	
Any d'anàlisi	2008
Producció any 2008	50.000 t/any
Producció de referència	60.000 t/any
Nombre de línies de procés	8
Tipus de productes	8 (1 per línia)
Ubicació	La Pobla de Claramunt
Superfície climatitzada	200 m²
Gestió energètica	Si. Ràtios mensuals
Responsable Energètic	Sr. Pere Xavier

En el cas d'una indústria, les dades generals dependran força de l'activitat que es realitzi, però com a guia es pot utilitzar l'exemple següent.

10.5.2. Programa de treball

El programa de treball indica els períodes de funcionament del centre, i de cadascun dels serveis energètics, entenent com a serveis energètics els que satisfan les necessitats energètiques dels usuaris del procés productiu.

10.5.3. Produccions i/o variables de referència

La variable que definirà l'eficiència energètica és el quocient entre el consum energètic i la producció final o una altra variable que sigui significativa a l'hora d'avaluar el consum energètic.

És un paràmetre del qual s'ha d'estudiar l'evolució mensual per tal d'establir l'existència o no d'estacionalitats.

Aquest paràmetre serà la base per a analitzar la situació actual i per a definir la situació de referència.

Exemple

La distribució de la demanda de climatització d'un edifici depèn bàsicament de la climatologia i de l'ocupació. En funció del grau de profunditat de l'auditoria i dels objectius, s'entrarà en més o menys detall en la climatologia.

La figura següent mostra un mètode d'estimació i de relació entre la climatologia i la demanda energètica, tot i que n'hi ha d'altres més acurades.

Els gràfics diaris mostren un exemple d'evolució diària de necessitats de calefacció i refrigeració.

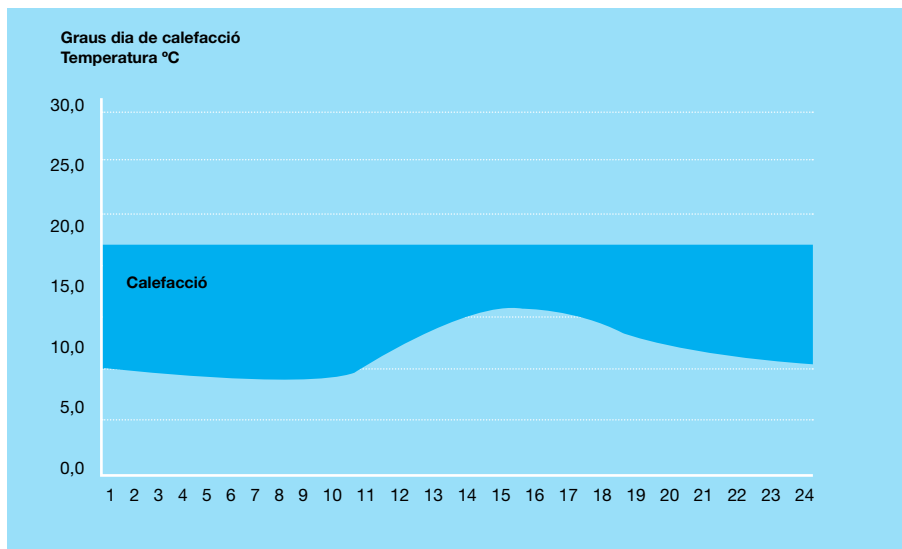
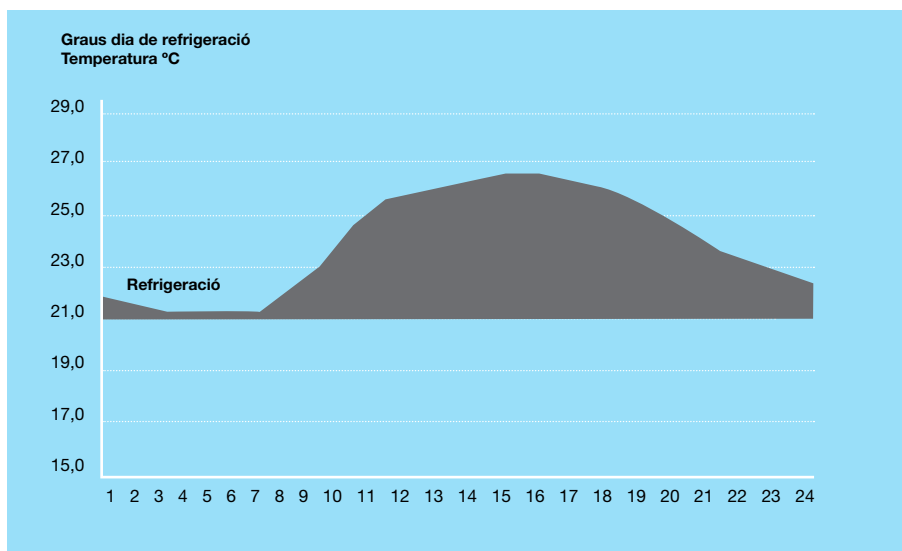


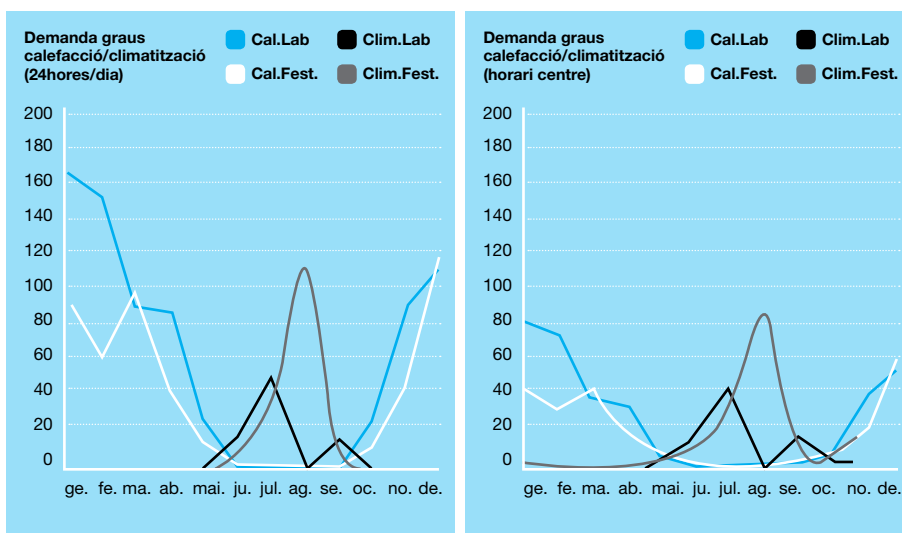
Fig 10.9. Evolució dels graus dia de calefacció en un dia d'hivern en la localitat de l'auditoria.

Fig 10.10. Evolució dels graus dia de refrigeració en un dia d'estiu en la localitat de l'auditoria.



De manera gràfica es poden visualitzar les diferències entre dues situacions, considerant 24 hores de funcionament o considerant només l'horari del centre:

Fig 10.11. Demanda de calefacció i climatització en uns laboratoris.



La situació de referència es definiria considerant la mateixa distribució estacional, però amb els valors de temperatura i d'ocupació que es vulguin considerar per a comparar les propostes de millora al centre.

10.5.4. Fonts de subministrament energètic i costos

Les compres d'energia de la situació actual es correspondran sempre amb les dates de les produccions o de les variables de referència, de manera que es puguin establir ràtios a partir de les quals es definirà la situació de referència.

10.5.5. Distribució de l'energia segons usos

La distribució de les compres d'energia permetran al responsable energètic del centre i a l'auditor energètic tenir paràmetres de referència per tal de situar l'eficiència energètica del centre.

Inclou també la distribució energètica per a usos finals, de manera que s'obtingui el mapa energètic del centre – vegeu l'apartat 4.5 sobre diagrames energètics.

Exemple

A continuació es mostra un gràfic indicatiu d'una indústria que compra gas natural i electricitat. La figura de l'esquerra mostra la situació actual, mentre que la figura de la dreta mostra la situació de referència que ve definida per un augment de la producció que dóna lloc a un canvi en la distribució.

Distribució consums situació actual

- Electricitat 7.317.965 kWh
- Gas natural 6.016.942 kWh (PCS)

Distribució consums situació de referència

- Electricitat 6.586.168 kWh
- Gas natural 7.220.331 kWh (PCS)

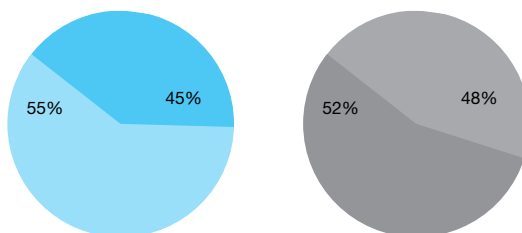


Fig 10.12. Distribució de consums en la situació actual i la de referència d'una indústria.

10.5.6. Costos d'energia

Els costos energètics permeten al responsable energètic del centre i a l'auditor energètic conèixer els costos globals en concepte d'energia, i tenir ordres de magnitud de la seva importància en el conjunt del centre.

La primera fase a l'hora d'avaluar els costos energètics és definir els preus energètics a aplicar i l'escenari econòmic de referència.

A partir d'aquests i dels consums energètics s'obtenen els costos energètics per a cada energia comprada. La metodologia de càlcul dels costos energètics es descriu en aquest capítol, ja que depèn de cada centre pel fet que els mercats energètics estan liberalitzats.

Exemple

Escenari econòmic. Defineix els preus energètics que s'utilitzaran durant l'auditoria.

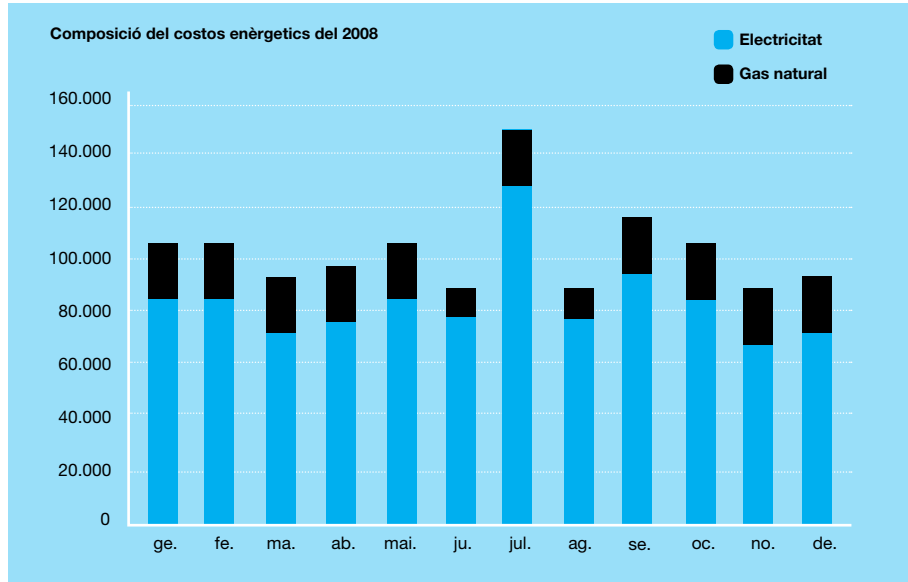
ENERGIA	Valor anual
Consum de gas natural	7.107.477 kWh(PCS)
Cost del gas natural	222.209 €
Preu mitjà	31,3 €/MWh(PCS)
Consum d'electricitat	10.755.818 kWh
Cost de l'electricitat	1.004.870 €
Preu mitjà	93,4 €/MWh
Total de costos energètics	1.227.079 €

Fig 10.13. Exemple de resum de consums, costos i preus d'una auditoria.

El gràfic següent mostra la distribució mensual dels costos energètics d'un centre que utilitza gas natural i electricitat.

S'observa la variació mensual, de manera que els costos del mes de juliol augmenten sensiblement. En aquest cas, l'augment de costos es deu a un augment de consum d'electricitat per a producció d'aigua freda.

Fig 10.14. Distribució mensual de costos energètics d'un centre consumidor.



10.6. Anàlisi del procés productiu i procés energètic

L'auditoria energètica ha de reflectir el procés productiu del centre o els usos de l'edifici i les energies implicades a cada fase.

10.6.1. Diagrama del procés productiu

No cal fer una descripció exhaustiva del procés productiu, sinó que cal definir les energies implicades en cada fase així com el diagrama de procés energètic.

A la descripció del procés productiu del centre auditat, s'han de definir quines són les energies implicades des que entren les matèries primeres fins arribar al producte final. Cal indicar quines són les energies que intervenen en cadascuna de les etapes del procés productiu, indicant quines són les energies d'entrada i quines les de sortida per a cada part del procés.

En aquest capítol també s'inclou una descripció tècnica de la central d'energies. És a dir, la descripció tècnica dels principals processos de transformació d'energia i els equips implicats, de manera que es pugui obtenir una distribució de l'energia comprada en funció de l'ús a què es destina.

Cal descriure els equips energètics i les seves característiques principals des del punt de vista energètic. La descripció d'aquests processos ha d'anar acompanyada d'un esquema per a facilitar la comprensió al lector.

Exemple

La figura següent mostra un procés productiu i les energies de procés o serveis emprades en cada fase, de manera que tant el responsable energètic del centre com l'auditor energètic poden obtenir un coneixement profund de la situació energètica actual.

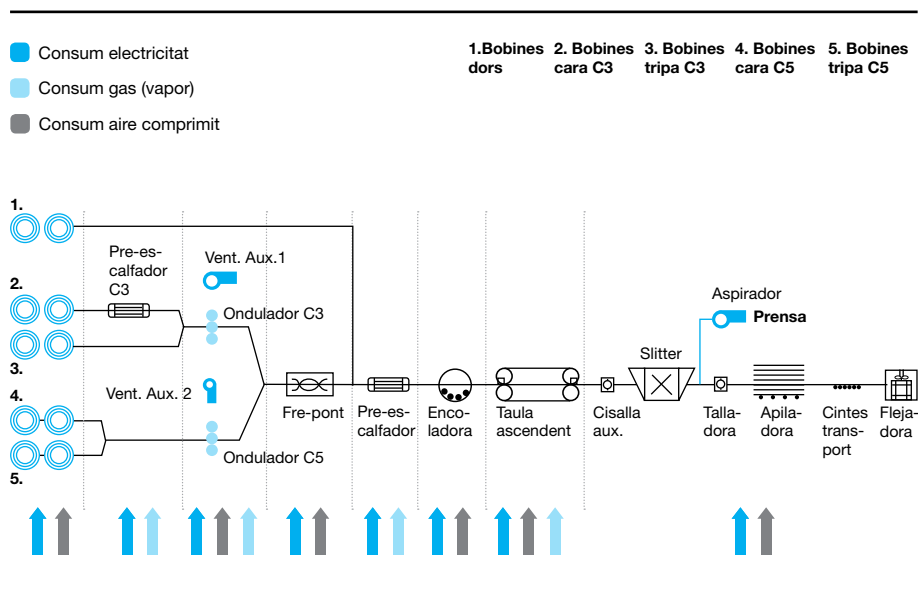


Fig 10.15. Esquema del procés productiu d'una onduladora de cartró.

A partir d'aquest esquema es poden definir les energies emprades al centre i les tecnologies que hi intervenen.

10.6.2. Descripció dels principals equips consumidors d'energia

La descripció dels equips consumidors d'energia ha de permetre al lector tenir prou coneixement dels principals equips que transformen l'energia comprada, les seves potències nominals i els seus rendiments.

S'inclourà una descripció tècnica que permeti entendre com es consumeix l'energia i en quin tipus d'energia es transforma.

10.7. Propostes de millora. descripció tècnica i inversions

A partir de l'avaluació energètica, d'emissions i de l'avaluació econòmica es defineixen les propostes de millora a analitzar. Aquestes propostes es defineixen en funció dels objectius de l'auditoria, així com de la tipologia d'auditoria que s'estigui realitzant.

La descripció tècnica de la millora proposada ha de permetre al lector comprendre les bases de funcionament del sistema i les energies requerides, així com els motius que donen lloc a l'estalvi energètic. Inclou les característiques tècniques dels equips principals des del punt de vista energètic.

Un cop definida tècnicament la proposta, s'inclou al capítol les inversions necessàries per a escometre la instal·lació.

10.8. Avaluació energètica de les propostes de millora

Consisteix en fer una avaluació energètica de totes les solucions proposades. El fet de fer una avaluació al mateix capítol permet realitzar una taula comuna en la qual es mostren els principals resultats obtinguts a fi de comparar les diferents opcions.

L'avaluació energètica permet al lector conèixer els consums energètics previstos, els estalvis i el percentatge de reducció respecte a la situació de referència, així com la seva incidència global.

L'avaluació d'emissions permet conèixer la incidència global deguda a la reducció de consum o a la diversificació o canvi de les fonts energètiques.

10.9. Avaluació econòmica i financera de les propostes de millora

Finalment, per a cadascuna de les millores estudiades es fa l'avaluació econòmica i financera.

En l'avaluació econòmica s'obtiniran els costos energètics a la situació futura, un cop implantada la proposta de millora. Tal com passa a l'apartat anterior, es fa una taula resum mitjançant la qual es poden comparar les propostes analitzades.

Fent la diferència entre els costos de referència i els futurs, s'obté l'estalvi econòmic associat a la millora estudiada.

S'han de tenir en compte els costos d'operació i manteniment quan la millora implica una variació d'aquests costos.

L'anàlisi financera ha de permetre als responsables del centre definir quines propostes de millora són més rendibles econòmicament. Un paràmetre habitual és el Període de Retorn de la Inversió (PRI), mentre que per a inversions a llarg termini

es poden utilitzar el Valor Actualitzat Net (VAN) o la Taxa Interna de Rendibilitat (TIR).

10.10. Annexos

S'inclouran com a annex totes les dades o informacions addicionals que es considerin adients, com poden ser:

- Recomanacions no incloses al cos general perquè tenen un període de retorn de la inversió molt elevat o són tècnicament inviables o altres raons.
- Càlculs i dades d'equips de mesurament.
- Informació amb les línies de subvenció de l'ICAEN.

10.11. Presentació de l'informe al client

L'auditoria energètica presenta una complexitat tècnica important, que moltes vegades no queda ben reflectida a l'informe final.

La presentació al client permetrà a l'auditor energètic donar el missatge que consideri adient en funció dels resultats de l'auditoria.

La presentació ha de recollir la informació més important de l'auditoria, en funció de la tipologia de la persona a la qual vagi destinada. Cal tenir en compte si la presentació es fa al cap de manteniment, al cap d'enginyeria o al gerent de l'empresa.

Final de l'auditoria

La finalització de l'auditoria no ha de ser el final d'un camí sinó que és l'inici d'una tasca de millora contínua.

Annex I:

Glossari de termes

GLOSSARI DE TERMES	
Concepte	Definició
Auditor energètic:	És el tècnic que, mitjançant els seus coneixements d'instal·lacions i processos energètics i gràcies a l'ajuda d'equips de mesurament, reproduïx el model energètic del centre auditat, defineix les propostes de millora energètiques i coordina l'equip que analitza i avalua les millores definides.
Combustió:	Reacció química en què un element combustible (normalment carbó o hidrocarbur) es combina amb un element comburent (oxigen) produint un òxid (CO_2) i en què s'allibera calor.
Consum d'energia:	Despesa d'energia utilitzada per a realitzar les activitats d'una organització o d'una part.
Condicions estàndard d'un gas:	Les condicions estàndard de pressió i temperatura són, respectivament, 1 atm i 15 °C ³ .
Condicions normals d'un gas:	Les condicions normals de pressió i temperatura són, respectivament, 1 atm i 0°C.
Companyia comercialitzadora:	És la companyia que té com a finalitat comprar energia final al mercat i vendre-la a l'usuari.
Companyia distribuïdora:	És la companyia que té com a finalitat fer arribar l'energia final (electricitat, gas natural) a l'usuari a través de les seves infraestructures.
Eficiència energètica:	Relació entre la quantitat d'energia consumida i la prestació d'un servei, bé o producte. Exemple: kWh/t paper; kWh/grau climatització; kWh/m ² , etc.
Empresa de Serveis Energètics (ESE):	Una persona física o jurídica que proporciona serveis energètics o de millora de l'eficiència energètica a les instal·lacions o locals d'un usuari i afronta cert grau de risc econòmic en fer-ho. El pagament dels serveis prestats es basarà (en part o totalment) en obtenir millores d'eficiència energètica i en complir els altres requisits de rendiment convinguts.
Energia:	Capacitat d'un cos o sistema per a realitzar un treball.
Energia activa:	Energia elèctrica que demanda un receptor o conjunt de receptors i que és transformada en treball o calor.
Energia de procés o serveis:	Energia que satisfà unes necessitats específiques del consumidor final. El concepte "energia útil" inclou el rendiment dels aparells i màquines que transformen energia final.
Energia final:	Energia lliurada al consumidor final per a satisfer les seves necessitats energètiques útils. Poden ser primàries directament o primàries transformades.
Energia no renovable:	Són les fonts d'energia que es troben de manera limitada al planeta i que s'esgoten a mesura que es van consumint.
Energia primària:	Energia continguda als combustibles i altres formes d'energia que són extrets o captats directament dels recursos naturals, amb la possibilitat de ser transformats en energia final, amb la finalitat de cobrir una necessitat energètica útil. És el resultat de la suma de l'energia final, més les pèrdues que hi hagi hagut en la distribució, transport i generació, fins a la font primària esmentada. Es poden considerar fonts d'energia primària el petroli, el gas natural, el carbó, els elements fissionables i fusibles, l'energia eòlica, la solar, l'aerotèrmica, la geotèrmica, l'hidrotermica i l'oceànica, la hidràulica, la biomassa, els gasos d'abocador, els gasos de plantes de depuració i el biogàs.

GLOSSARI DE TERMES

Concepte	Definició
Energia reactiva:	Energia elèctrica que utilitzen alguns receptors per a crear camps elèctrics i magnètics (com motors, transformadors, reactàncies, etc.). Aquesta energia no es transforma en treball útil.
Energia renovable:	La que arriba en forma contínua a la terra i que, a escala de temps real, sembla ser inesgotable.
Estalvi d'energia:	Reducció del consum d'energia abans i després d'aplicar una o més mesures de millora d'eficiència energètica, avaluat en les mateixes condicions externes.
Estàndard metre cúbic:	L'estàndard metre cúbic (Sm ³) és el volum que ocuparia un gas que es troba en unes condicions de pressió i temperatura estàndard.
Factor de potència o Cosinus de ψ :	És la proporció que hi ha entre la potència activa i la potència aparent, el cosinus de l'angle de desfasament entre potència activa i potència aparent.
Mapa energètic:	Diagrama, esquema o gràfic que mostra l'estat energètic d'un centre, indicant les energies finals que compra i/o les energies útils que demanda.
Normal metre cúbic:	El normal metre cúbic (Nm ³) és el volum que ocuparia un gas que es troba en unes condicions normals de pressió i de temperatura.
Poder calorífic superior (PCS):	És la quantitat de calor alliberada quan es crema completament una unitat (de massa o de volum) de combustible en condicions determinades i es resta l'aigua resultant de la combustió en estat líquid.
Poder calorífic inferior (PCI):	És la quantitat de calor alliberada quan es crema completament una unitat (de massa o de volum) de combustible en condicions determinades, considerant l'aigua resultant de la combustió que passa a estat líquid.
Potència activa:	És l'energia elèctrica activa per unitat de temps.
Potència reactiva:	És l'energia elèctrica activa per unitat de temps.
Potència aparent:	Potència real demandada a la xarxa de distribució.
Procés:	Conjunt d'activitats mútuament relacionades o que interactuen, les quals transformen elements d'entrada en resultats.
Procés energètic:	Conjunt de transformacions energètiques destinades a convertir l'energia final en energia de procés o de serveis. Exemple: procés de producció de vapor, d'aire comprimit, etc.
Reacció exotèrmica:	Una reacció exotèrmica és la que allibera calor quan es produeix (per exemple, en una combustió).
Reacció endotèrmica:	Una reacció endotèrmica és la que requereix una font de calor externa per tal de produir-se (per exemple, les reaccions que es donen als forns de ciment per a obtenir clínquer a partir de cru de ciment).
Rendiment energètic:	Relació entre l'energia de procés o servei obtinguda i l'energia consumida.

GLOSSARI DE TERMES

Concepte	Definició
Responsable energètic o gestor energètic:	Energia elèctrica que utilitzen alguns receptors per a crear camps elèctrics i magnètics (com motors, transformadors, reactàncies, etc.). Aquesta energia no es transforma en treball útil.
Serveis energètics:	Processos de transformació energètica destinats a: 1. Satisfer les necessitats d'energia de procés o serveis dels equips del procés productiu (il·luminació, aire comprimit, vapor, aigua sobreescalfada, aigua refrigerada, aigua calenta, oli tèrmic, gasos calents, energia en forma de pressió, moviment de matèries i productes...). 2. Mantenir unes condicions d'habitabilitat, benestar i operació adequades (calefacció, refrigeració, condicionament d'aire, enllumenat, aigua calenta sanitària, moviment forçat dels fluids utilitzats en climatització i aigua calenta sanitària, elevació de persones, comunicacions, etc.)
Tecnologies horitzontals:	Tecnologies energètiques emprades fonamentalment per a generar i transformar l'energia final que es consumeix a l'organització en la forma i quantitat requerida pels processos industrials i els serveis.
Ús de l'energia:	Aplicació de l'energia. Exemple: climatització, ventilació, calefacció, pressurització, vapor, aire comprimit, etc.

Annex II: Taula d'unitats

RELACIÓ ENTRE UNITATS D'ENERGIA - TREBALL - CALOR										
Unitats	Btu	cal	J	kcal	kilo-watt-hora (kWh)	Tona equivalent de carbó (tec)	Tona equivalent de petroli (tep)	Tèr-mia (th)	kilo-joule (kJ)	Mega-watt-hora (MWh)
Btu	1	251,9957	1,05434 x10 ³	251,99 57x10 ³	0,2928 75x10 ³	35,999 58x10 ³	25,199 57x10 ³	251,19 957 x10 ⁶	1,054 34	0,2928 75x10 ⁶
cal	3,9683 x10 ³	1	4,184	1 x10 ³	1,1622 22x10 ⁶	142,85 71x10 ¹²	1 x10 ¹⁰	1 x10 ⁶	4,184 x10 ³	1,1622 22x10 ⁹
J	0,94845 x10 ³	0,239006	1	0,239 01x10 ³	0,2777 77x10 ⁶	34,1436 76x10 ¹²	23,90 17x10 ¹²	0,239 01x10 ⁶	1 x10 ³	0,2777 77x10 ⁹
kcal	3,9683	1 x10 ³	4,184 x10 ³	1	1,1600 00x10 ³	142,857 14x10 ⁹	100 x10 ⁹	1 x10 ³	4,184	1,1622 22x10 ⁶
kilowatt-hora (kWh)	3,414 426 x10 ³	0,86042 x10 ⁶	3,600 x10 ⁶	0,860 42x10 ³	1	122,917 238x10 ⁶	86,04 20x10 ⁶	860,42 0x10 ³	3,6 x10 ³	1 x10 ³
Tona equivalent de carbó (tec)	27,77 810 x10 ⁶	7 x10 ⁹	29,288 x10 ⁹	7 x10 ⁶	8,1355 55x10 ³	1	0,7	7 x10 ³	29,28 8x10 ⁶	8,135 555
Tona equivalent de petroli (tep)	39,683 x10 ⁶	10 x10 ⁹	41,84 x10 ⁹	10 x10 ⁶	11,622 22x10 ³	1,4285 714	1	10 x10 ³	41,84 x10 ⁶	11,62 222
Tèrmia (th)	3,9683 x10 ³	1 x10 ⁶	4,184 x10 ⁶	1 x10 ³	1,1622 22	142,857 14x10 ⁶	100 x10 ⁶	1	4,184 x10 ³	1,1622 22x10 ³
kilojoule (kJ)	0,948 451	0,239006 x10 ³	1 x10 ³	0,23 9006	0,2777 77x10 ³	34,1436 76x10 ⁹	20,901 x10 ⁹	0,239 01x10 ³	1	0,2777 77x10 ⁶
Mega-watt-hora (MWh)	3,414 426 x10 ⁶	0,86042 x10 ⁹	3,600 x 10 ⁹	0,860 42x10 ⁶	1 x10 ³	122,917 238x10 ³	86,04 20x10 ³	860, 420	3,6 x10 ⁶	1

RELACIÓ ENTRE UNITATS DE POTÈNCIA												
Unit.	Btu/h	cal/s	C.V	H.P	J/s	kcal/h	kJ/h	kW	MW	th/h	W	TR
Btu/h	1	69,9 99x10 ³	5,688 66x10 ³	5,610 84x10	292,8 75x10 ³	251,9 96 x10 ³	1,05 435	292, 875 x10 ⁶	292, 875 x10 ⁹	251, 996 x10 ⁶	292, 875 x10 ³	83,2 789 x10 ⁶
cal/s	14,28 595	1	398,1 99 x10 ⁶	392,7 52x10 ³	4,184	3,6	15,0 624	4,1 84 x10 ³	4,1 84 x10 ⁶	3,6 x10 ³	4,1 84	1,18 972 x10 ³
Cavall de vapor (C.V)	2,5113 07x10 ³	175,78 83	1	986,3 20x10 ³	735, 499	632, 836	2,64 78 x10 ³	735, 499 x10 ³	735, 499 x10 ⁶	632, 836 x10 ³	735, 499	209, 13 965 x10 ³
Horse power (H.P)	2,5461 36x10 ³	178, 226	1,01 387	1	745, 700	641, 616	2,68 45 x10 ³	745, 700 x10 ³	745, 700 x10 ⁶	641, 61 37 x10 ³	74 5,7	212,0 3915 x10 ³
J/s	3,414 226	239,00 57x10 ³	1,359 621 x10 ³	1,341 02x10 ³	1	860, 418x 10 ³	3,6	1 x10 ³	1 x10 ⁶	860, 418 x10 ⁶	1	2,84 3506 x10 ⁶
kcal/h	3,968 316	277,7 77x10 ³	1,580 187 x10 ³	1,558 57x10 ³	1,162 222	1	4,1 84	1,16 222 2 x10 ³	1,16 222 2 x10 ⁶	1 x10 ³	1,16 22 22	330, 4782 x10 ⁶
kJ/h	948,45 16x10 ³	66,390 66x10 ³	377,67 20x10 ⁶	372, 508 84 x10 ⁶	277,7 77x10 ³	239,0 05 x10 ³	1	277, 777 x10 ⁶	277, 777 x10 ⁹	239, 005 x10 ⁶	277, 777 x10 ³	78,9 862
kW	3,4144 26x10 ³	239, 0057	1,359 621	1,34 102	1 x10 ³	860, 418	3,6 x10 ³	1	1 x10 ³	860, 418 x10 ³	1 x10 ³	284, 3506 x10 ³
MW	3,414 426 x10 ⁶	239,00 57x10 ³	1,3596 21x10 ³	1,341 02x10 ³	1 x10 ⁶	860,4 18 x10 ³	3,6 x10 ⁶	1 x10 ³	1	860, 418	1 x10 ⁶	784, 3506
Tèrnia per hora (th/h)	3,9683 16x10 ³	277, 777	1,58 0187	1,55 857	1,162 222 x10 ³	1 x10 ³	4,184 x10 ³	1,1 62 222	1,1 62 222 x10 ³	1	1,16 22 22 x10 ³	330, 4783 x10 ³
W	3,414 426	277,7 77x10 ³	1,3596 21x10 ³	1,341 02x10 ³	1	860,4 18 x10 ³	3,600	1 x10 ³	1 x10 ³	860, 418 x10 ⁶	1	284, 3506 x10 ⁶
Ton of refrige (TR)	12,00 78x10 ³	840,53 54	4,781 4939	4,71 611	3,516 784 x10 ³	3,025 917 x10 ³	12,66 042 x10 ³	3,51 67 84	3,51 67 84	3,02 592	3,51 678 x10 ³	1

Annex III:

Mercats energètics

A.III.1. El mercat elèctric espanyol

El subministrament elèctric és essencial per al funcionament de la societat actual. El seu preu és un factor decisiu en la competitivitat de bona part de la nostra economia.

La impossibilitat d'acumular electricitat requereix que l'oferta sigui igual a la demanda en cada instant de temps i això implica necessàriament haver de coordinar la producció d'energia elèctrica.

Totes aquestes singularitats tècniques i econòmiques fan del sector elèctric un sector que, per força, cal regular de manera important, tot i que estem en un mercat liberalitzat.

El Reial decret 2019/1997 juntament amb la Llei 54/2007, constitueixen les bases per a la nova estructura del mercat elèctric espanyol.

Amb l'actual estructura de mercat liberalitzat, els productors (mitjançant centrals convencionals o d'energies renovables) venen l'energia elèctrica al mercat, en el qual es fixa un preu de l'electricitat oferta i demandada, en funció de les quantitats i dels preus unitaris.

A.III.1.1. Compra d'electricitat

L'estructura de preus de compra de l'energia elèctrica inclou tres conceptes:

- Costos de producció: correspon al preu de l'energia i té un preu liberalitzat.
- Costos de distribució: correspon al preu de transport de l'energia des de la central fins al punt de consum. Té un preu fixat segons les tarifes d'accés que defineix l'Estat.
- Marge comercial: marge de benefici de l'empresa comercialitzadora.

Que es conformen amb l'estructura bàsica següent:

- Tarifes d'accés: és un concepte regulat i fixat per l'Estat que es publica periòdicament al BOE (normalment amb periodicitat semestral). Està format per un terme fix (terme de potència) i un terme variable (terme d'energia). Els preus de les tarifes d'accés depenen bàsicament de la tensió i de la potència contractada.
- Terme d'energia: és el que s'aplica en concepte de l'energia consumida. Pot tenir diferents fórmules, des d'un preu fix per qualsevol període fins a un preu variable per període o indexat a alguna variable externa.

A continuació es descriuen els termes que, en general, formen una factura elèctrica de compra, independentment del tipus de contracte del centre.

- Facturació d'energia activa: correspon a l'energia activa consumida en cada període pel seu preu associat (tarifa d'accés, més el preu de l'energia pròpiament).
- Facturació de potència: correspon a la potència demandada en cada període pel preu associat a cadascun dels períodes. En general, correspon al terme regulat

de la tarifa d'accés.

- Facturació d'energia reactiva: correspon a la bonificació/penalització pel consum d'energia reactiva. La forma de càlcul i el preu els regula l'Administració.
- Impost sobre l'electricitat: es calcula com un coeficient que regula l'Administració i que s'aplica als termes anteriors.
- Lloguer d'equips i gestió del mesurament: aquest concepte no es considera com un cost energètic, tot i que apareix a la factura d'electricitat.

A.III.1.2. Venda d'electricitat

El Reial decret 661/2007 del 25 maig regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial. La venda d'electricitat s'ha vist afectada per la liberalització del mercat elèctric i es pot fer, en funció de la tecnologia, a mercat lliure o a tarifa regulada. A partir de la Llei 54/1997 del 27 de novembre s'estableixen les bases i consideracions del grup de producció en règim especial.

L'activitat de producció d'energia elèctrica tindrà la consideració de producció en règim especial en els casos següents, quan es realitzi des d'instal·lacions amb potència instal·lada no superior a 50 MW.

- Autoproductors que utilitzin la cogeneració o altres formes de producció d'electricitat associades a activitats no elèctriques sempre que comportin un rendiment energètic alt.
- Quan s'utilitzi com a energia primària alguna de les energies renovables no consumibles, biomassa o qualsevol tipus de biocarburant, sempre i quan el seu titular no realitzi activitats de producció en règim ordinari.
- Quan s'utilitzin residus no renovables com a energia primària.
- També tindrà la consideració de producció en règim especial la producció d'energia elèctrica de les instal·lacions de tractament i reducció dels residus dels sectors agrícola, granger i de serveis, amb una potència instal·lada igual o inferior a 25 MW.

Els productors en règim especial, en funció de la tecnologia de la central, poden vendre la seva energia al mercat lliure amb una prima, a tarifa o mitjançant contractes bilaterals amb consumidors finals.

Els termes que, en general, componen una factura de venda d'electricitat són els següents:

- Energia activa: correspon a l'energia activa cedida a la xarxa de distribució multiplicada per un preu que fixa l'Administració, o pel preu de mercat més una prima que depèn del grup del règim especial.
- Energia reactiva: correspon a una bonificació/penalització a partir d'un preu que l'Administració fixa anualment, i d'un percentatge que es calcula a partir del factor de potència.
- Cost desviaments: depenen de les programacions realitzades per les centrals.
- Altres complements: en alguns casos, com les plantes de cogeneració, reben un altre complement com és el complement per eficiència obtingut a partir del rendiment elèctric equivalent.

A.III.2. El mercat del gas natural espanyol

L'estructura del mercat del gas natural és la mateixa que la del mercat elèctric, i gira entorn dels agents següents:

- Productor: realitza l'exploració, la investigació i l'explotació dels jaciments d'hidrocarburs.
- Transportista: és el titular d'instal·lacions de regasificació, emmagatzemament o gasoductes de transport a pressió superior a 16 bar.
- Distribuïdor: és el titular d'instal·lacions de distribució de gas natural a pressió inferior a 16 bars o que alimenten un sol consumidor.
- Comercialitzador: és l'encarregat de comprar gas als productors o a d'altres comercialitzadors i, posteriorment, vendre'l als consumidors en condicions lliurement pactades. Utilitza les instal·lacions dels transportistes i distribuïdors per al transport i subministrament de gas als seus clients, a canvi de pagar uns peatges.

El procés de liberalització es va iniciar amb la Llei 34/1998, del sector d'hidrocarburs. El preu de compra del gas natural inclou els conceptes següents:

- Cost d'aprovisionament: preu de compra del gas als mercats internacionals + cost de transport de gas, per vaixell o per gasoducte fins al territori espanyol. Preu liberalitzat i que depèn de la companyia comercialitzadora que es triï.
- Cànon i peatge: inclouen bàsicament l'emmagatzemament, la regasificació, el transport i la distribució. Estan regulats per l'Estat i varien regularment. Es publiquen al BOE.
- Cost de l'activitat de comercialització i marge: són els costos operatius i de gestió que té el comercialitzador per a dur a terme la seva activitat, així com el seu marge o benefici comercial.

A.III.2.1. Estructura de la factura de gas natural

L'estructura de la factura de gas inclou, en general, dos termes: el terme fix i el terme d'energia o variable.

- Terme fix: es correspon a l'ús de la xarxa de distribució. En general, es correspon amb el terme fix de la tarifa d'accés tot i que, en alguns casos, pot tenir factors que l'afectin. Depèn de la pressió de subministrament i del cabal anual contractat. S'actualitza periòdicament.
- Terme variable: és funció del gas natural consumit, expressat en unitats d'energia [kWh_{PCS}]. En general, inclou el preu de l'energia, el peatge i el benefici de la comercialitzadora. Pot ser fix o estar indexat a algun paràmetre.

Annex IV: Models de check list

A.IV.1. Check list industria

CHECK LIST INDUSTRIA			
Empresa			
Persona de Contacte		Telèfon	
Càrrec			
Activitat			
CNAE			
Adreça			
Població		CP	
Província			
Matèries primeres			
Nom	Quantitat	Unitats	
Productes realitzats			
Nom	Quantitat	Unitats	
Programa de treball			
Diari	Setmanal	Mensual	Anual

COMPRES DE COMBUSTIBLE (o còpia dels rebuts) Adjuntar còpia del/s contracte/s

[illegible]

COMPRES D'ELECTRICITAT (o còpia dels rebuts) Adjuntar còpia del/s contracte/s

[illegible]**DEMANDA D'ENERGIA DE PROCÉS O SERVEI** (marcar els mesos en que funciona el servei)[illegible]

SUPERFÍCIES			
Edificades		m²	
Calefaccionades		m²	
Climatitzades		m²	
Tipus d'aïllament			
Tipus de finestres			

CARACTERÍSTIQUES DE L'ENERGIA DE PROCÉS O SERVEI (condicions d'ús)							
	ACS	Calefacció	Climatització	Vapor	Aire comprimit	Oli tèrmic	Gasos calents
Pressió (bar)							
Temperatura anada °C							
Temperatura retorn °C							

EQUIPS DE TRANSFORMACIÓ D'ENERGIA (adjuntar característiques tècniques segons Annex)				
		1	2	3
Calderes de vapor				
Calderes d'aigua calenta				
Calderes d'oli tèrmic				
Generador de gasos				
Sistemes de climatització				
Compressors de fred				
Compressors d'aire				

PRINCIPALS EQUIPS CONSUMIDORS (adjuntar característiques tècniques segons Annex)	
Motors	
Filtres	
Bombes	
Ventiladors	
Transformadors	
Altres equips de les línies de producció	
Torres de refrigeració	
Característiques d'elements auxiliars (Adjuntar característiques tècniques segons anex)	
Bateria de condensadors	

COMPTADORS ENERGÈTICS

	Tipus	On	Seguiment (cap, mensual, setmanal...)
Comptador 1			
Comptador 2			
Comptador 3			
Comptador 4			
Comptador 5			
Comptador 6			
Comptador 7			
Comptador 8			
Comptador 9			
Comptador 10			

PRODUCCIÓ D'ENERGIES RENOVABLES (Omplir check list renovables Annex J)**Previsions**

Descriure si existeixen previsions en els propers anys de:

Canvis en els horaris de treball

Augments o disminucions en les produccions

Augments o disminucions en les superfícies edificades

Altres

Han realitzat alguna auditoria energètica en els darrers 5 anys?

Si

No

Quan?

Reben els treballadors algun tipus de formació en temes d'energia?

Si

No

Periodicitat

MESURES D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA REALITZADES ELS DARRERS DOS ANYS

Mesura	Quan

A.IV.2. Check list terciaris

CHECK LIST TERCARIS			
Empresa			
Persona de Contacte		Telèfon	
Persona de Contacte		Telèfon	
Activitat			
Adreça			
Població		CP	
Provincia			
Dades del centre			
Superfície m²	Ocupació (persones)	Usos	

PROGRAMA DE TREBALL DEL CENTRE (inici/final)												
	gen.	feb.	març	abril	maig	juny	juliol	agost	set.	octubre	nov.	des.
Laborables												
Dis-sabtes												
Festius												

PROGRAMA DE TREBALL PER ÀREES DEL CENTRE (hores de funcionament)												
	gen.	feb.	març	abril	maig	juny	juliol	agost	set.	oct.	nov.	des.
Àrea 1												
Àrea 2												
Àrea 3												
Àrea 4												
Àrea 5												
Àrea 6												
Àrea 7												
Àrea 8												
Àrea 9												
Àrea 10												

COMPRES DE COMBUSTIBLE (o còpia dels rebuts) Adjuntar còpia del/s contracte/s												
Companyia de gas			Tarifa				Pressió de subministrament				Bar	
Quantitat anual contractada			kWh (PCS) /any				Indicar si es tracta de PCS o PCI					
	gen.	feb.	març	abril	maig	juny	juliol	agost	set.	oct.	nov.	des.
Gas												
Gasoil												
Fuel oil												

COMPRES DE ELECTRICITAT (o còpia dels rebuts) Adjuntar còpia del/s contracte/s												
Potència contractada			kWh				Tarifa				Companyia elèctrica	
Tensió			V				Discriminació horària					
	gen.	feb.	març	abril	maig	juny	juliol	agost	set.	oct.	nov.	des.
Punta												
Pla												
Vall												
Total activa												
Reactiva												
Maxímetre												

DEMANDA D'ENERGIA FINAL (marcar els mesos en que funciona el servei)												
recurs energètic	gen.	feb.	març	abril	maig	juny	juliol	agost	set.	oct.	nov.	des.
ACS												
Calefacció												
Climatització												
Vapor												

SUPERFÍCIES			
Edificades			m²
Calefaccionades			m²
Climatitzades			m²
Tipus d'aïllament			
Tipus de finestres			

SUPERFÍCIES			
Façanes		m²	
Vidres i finestres		%	
Parets		%	

CARACTERÍSTIQUES DE L'ENERGIA FINAL (condicions d'ús)			
	ACS	Calefacció	Climatització
Pressió (bar)			
Temperatura anada °C			
Temperatura retorn °C			

EQUIPS DE TRANSFORMACIÓ D'ENERGIA (adjuntar característiques tècniques segons Annex)				
		1	2	3
Calderes d'aigua calenta				
Bomba calor				
Calderes de vapor				
Sistema de climatització				
Planta refredadora				
Màquina d'absorció				

PRINCIPALS EQUIPS CONSUMIDORS (adjuntar característiques tècniques segons Annex)	
Ventiladors	
Fan-coils	
Il·luminació	
Climatitzadors	
Elevació	
Ofimàtica	

COMPTADORS ENERGÈTICS			
	Tipus	On	Seguiment (cap, mensual, setmanal...)
Comptador 1			
Comptador 2			
Comptador 3			
Comptador 4			
Comptador 5			
Comptador 6			
Comptador 7			
Comptador 8			
Comptador 9			
Comptador 10			

EQUIPS DE CONTROL		
SCADA		
	Si	No
Electricitat		
Il·luminació		
Producció de calor		
Producció de fred		
Producció ACS		

PRODUCCIÓ D'ENERGIES RENOVABLES (Omplir check list renovables Annex J)		
Previsions		
Descriure si existeixen previsions en els propers anys de:		
Canvis en els horaris de treball		
Augments o disminucions en les produccions		
Augments o disminucions en les superfícies edificades		
Altres		
Han realitzat alguna auditoria energètica en els darrers 5 anys?		
Si	No	Quan?
Reben els treballadors algun tipus de formació en temes d'energia?		
Si	No	Periodicitat

MESURES D'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA REALITZADES ELS DARRERS DOS ANYS	
Mesura	Quan

Annex V: Parametres de l'inventari d'equips

En aquest annex es presenten les taules de característiques tècniques dels principals equips consumidors d'energia.

A.V.1. Transformadors de potència

TRANSFORMADORS DE POTÈNCIA			
Num. d'identificació		Tipus connexió	
Perdues per efecte Joule			
Fabricant		Hores de funcionament en buit	
Model		Factor de càrrega	
Tipus transformador		Potència nominal aparent	
Tensió de circuit		Any instal·lació	
Corrent de buit A		Rendiment	
Pèrdues de ferro			
Relació de transformació			
Utilització			

A.V.2. Motors elèctrics amb potència superior o igual a 5,5 kw

MOTORS ELÈCTRICS SUPERIORS A 5,5 kW			
Num. d'identificació		Arrencan	
Arrencades al dia			
Fabricant		Variador de freqüència	
Model		Rebobinat	
Potència nominal		Any instal·lació	
Tensió nominal		Rendiment nominal	

MOTORS ELÈCTRICS SUPERIORS A 5,5 kW			
Intensitat nominal		Rendiment nominal	
Tipus de connexió		Factor de càrrega	
Cos fi		Consum total kWh/ any	
RPM		Consum total kWh/ any	
Règim de treball de la unitat (hores/any)			
L'empresa disposa d'un inventari informatitzat			
Utilització			

A.V.3. Motors elèctrics amb potència inferior a 5,5 kW

MOTORS ELÈCTRICS INFERIORS A 5,5 kW	
Nombre total de motors	
Potència global (kW)	
Consum total (kW)	

A.V.4. Compresors d'aire

COMPRESSORS D'AIRE					
Num. d'identificació		Règim de treball hores/any			
Consum en càrrega kWh/any					
Fabricant		Consum en buit kWh/any			
Model		Tipus de refrigeració			
Motor associat (identificació motor)		Recuperació calor aire comprimit			
Potència motor encapsulat kW		Any instal·lació		Rendiment energètic %	
Gas comprimit					
Pressió nominal (bar)					
Cabal (m³/h)					
Classe de compressió					
Utilització					

A.V.5. Bombes

BOMBES					
Num. d'identificació		Temperatura treball °C		Liquid bombat	
Motor associat (Identificació motor)		Tipus de refrigeració			
Potència motor encapsulat kW		Any instal·lació			
Fabricant		Rendiment bomba %			
Model		Pressió impulsió			
Cabal bombat (m³/h)					
Altura d'aigua bombat (m.c.a.)					
Classe de bomba					
Utilització					

A.V.6. Ventiladors

VENTILADORS					
Num. d'identificació		Potència motor encapsulat kW		Liquid bombat	
Fabricant		Any instal·lació			
Model		Rendiment de ventilador %			
Tipus		Règim de funcionament (h/any)			
Tipus d'acoblament		Consum (kWh/any)			
Tipus de corretja					
Cabal d'aire desplaçat (m³/h)					
Diferència de pressió					
Utilització					

A.V.7. Calderes

VENTILADORS				
Num. d'identificació		Pressió de treball		
Fabricant		Temperatura de treball (°C)		
Model		Temperatura aigua d'entrada (°C)		
Tipus de caldera		Temperatura sortida de fums (°C)		
Tipus de fluid		Recuperació calor fums		Recuperació condensats
Pressió de condensats (bar)				
Potència calorífica		Estat de conservació (1-5, on 5 excel·lent)		Estat d'aïllament (1-5, on 5 excel·lent)
Factor de càrrega		Any d'instal·lació		
Regulació demanda		Rendiment energètic (%)		
Règim de treball (h/any)		Punts de consum		

A.V.8. Cremadors per a calderes

CREMADORS PER A CALDERES			
Num. d'identificació			
Fabricant		Règim de treball (h/any)	
Model		Consum (kWh/any)	
Nº Identificació equip associat		Combustible	
Tipus de cremador		Any d'instal·lació	
Potència calorífica (kW)			
Regulació Proporcioió			
Utilització			

A.V.9. Màquines de fred

MÀQUINES DE FRED			
Num. d'identificació			
Punts de consum		Simple o doble efecte	
Bomba associada		Sistema utilitzat	
Ventilador associat		Condensació	
Potència frigorífica (kW)		Fluid refrigerat	
Règim de treball (hores/any)		Tipus de fluid d'alimentació	
Consum total (kWh)		Temperatura aportació (°C)	
Temperatura freda d'impulsió (°C)		Tipus	

MÀQUINES DE FRED			
Temperatures d'utilització (°C)		Potència motor (kW)	
Any d'instal·lació		Tipus d'accionament	
COP o ERR		Refredament	

A.V.10. Enllumenat

ENLLUMENAT			
Num. d'identificació		Regulació i control	
Tipus de làmpada		Sectorització	
Zona implicada			
Núm. de làmpades			
Tipus de balast			
Potència unitaria (W)			
Potència total (kW)			
Règim de treball (h/any)			
Consum total (kWh/any)			

A.V.11. Sistema de climatització ambiental

CLIMATITZACIÓ AMBIENTAL			
Num. d'identificació			
Espai climatitzat (m²)		Sistema de distribució	
Zones implicades		Tipus de control	
Generador de calor		Potència (kW)	
Generador de fred		Règim de treball (h/any)	

A.V.12. Equips de procés rellevants

EQUIPS DE PROCÉS RELLEVANTS			
Num. d'identificació		Potència (kW)	
Tipus d'energia que fa servir		Ús	
Fabricant		Règim de treball (h/any)	
Model		Any instal·lació	

Annex VI:

Estudi mínim d'energies renovables a incloure

TIPUS D'ENERGIA	obligatòria	implantada	analitzada	tècnicament viable	s'aconsella aprofundir l'estudi	no viable	observacions
Solar tèrmica							
Solar fotovoltaica							
Geotèrmica							
Biomassa							
Cogeneració (microcogeneració/ minicogeneració) trigeneració							
Eòlica							
Hidroelèctrica							
Biocombustibles							
Calors residuals							
Eficiència energètica en el transport							

Annex VII:

Cas pràctic

A.VII.1. Introducció

A continuació es fa una descripció cronogràfica de les tasques habituals que es realitzen per a fer una auditoria energètica de procés.

Es tracta d'una descripció d'activitats, sense voler entrar en el detall dels càlculs tècnics que es realitzin en cada fase, ja que varia sensiblement en funció de la tipologia del centre auditat.

A.VII.2. Realització d'una auditoria energètica en una estació de bombament

El cas pràctic que s'analitzarà a continuació consisteix en la realització d'una auditoria energètica en una estació de bombament (EB) destinada a bombar aigua a alta pressió per a una xarxa de distribució.

Les fases de l'auditoria energètica que es descriuen són les següents:

1. Contacte amb el client i sol·licitud d'informació necessària.
2. Anàlisi prèvia de la informació.
3. Visita a la instal·lació.
4. Anàlisi de l'estat actual de funcionament de l'estació.
5. Estudi de mesures d'estalvi i eficiència energètica.
6. Lliurament de l'informe.

A.VII.2.1. Contacte amb el client i sol·licitud d'informació necessària

Per a poder satisfer les expectatives que té el client en el moment de contractar l'auditoria energètica, és molt important que la persona de contacte del centre auditat conegui amb profunditat el funcionament del centre i l'operació de les seves instal·lacions.

En el cas que ens ocupa les persones amb les quals s'ha de contactar són:

- El responsable d'operació.
- El responsable d'enginyeria i manteniment.

El responsable d'operació facilita la informació referent al funcionament hidràulic de l'estació, mentre que el responsable d'enginyeria facilita la informació referent a dades dels equips, esquemes elèctrics, sistemes d'automatització i control implantats i plans de manteniment.

1. Les dades del funcionament hidràulic de l'estació que és necessari conèixer són:

- Dades del punt d'aspiració d'aigua (volum dipòsit, cota d'alçada, disponibilitat horària...).

- Dades dels punts d'impulsió (dipòsit o xarxa, cota d'alçada, estacionalitat de la demanda...).
- Dades de funcionament: corba de demanda diària dels últims dos anys.
- Corba de demanda horària de l'últim any.
- Hores diàries de funcionament dels principals equips de l'últim any.
- Previsions d'ampliació de xarxa.

2. Pel que fa a la informació a demanar al responsable d'enginyeria, les dades necessàries són les següents:

- Característiques nominals de les bombes i els motors (fitxes de característiques i corbes de rendiment).
- Característiques nominals dels transformadors elèctrics (fitxa de característiques i corba de rendiment).
- Plànols d'implantació de la instal·lació.
- Esquema unifilar de mitjana i baixa tensió.
- Contracte elèctric de l'estació (tarifa elèctrica, potència contractada, tensió de subministrament...).
- Factures elèctriques dels últims dos anys.
- Equips de comptatge elèctric i de cabal instal·lats.
- Mesures d'eficiència energètica implantades en els últims anys.

A.VII.2.2. Anàlisi prèvia de la informació

Un cop rebuda tota la informació s'ha de realitzar una anàlisi prèvia per a conèixer el funcionament de la instal·lació i saber els equips i sistemes que haurem d'analitzar quan es realitzi la visita.

Els punts més important a conèixer són:

- Esquema de procés.
- Esquema de procés energètic.
- Com es ramifica l'esquema unifilar elèctric, punts de consum i punts de mesurament.
- Característiques tècniques dels equips de bombament que hi ha instal·lats.
- Si hi ha sistemes de comptatge.
- Variacions importants en les ràtios de consums energètics o estacionalitats.
- Any d'instal·lació dels equips.
- Programa de manteniment.

Aquesta anàlisi es fa a partir de la documentació actual de la instal·lació, dels equips, del procés productiu, i de l'experiència pròpia en el funcionament de la instal·lació.

En general és important realitzar l'anàlisi de dos anys, per a poder detectar les influències d'una possible estacionalitat, canvis en els hàbits de consum dels usuaris, canvis en el programa de treball, canvis legislatius o de mercat elèctric, possibles anomalies, etc.

A.VII.2.3. Visita a la instal·lació

El primer punt a realitzar durant la visita a la instal·lació és el de comprovar que totes les dades facilitades amb anterioritat concordin amb els equips instal·lats.

Per això és necessari prendre les dades següents:

- Comprovació de totes les plaques de característiques dels equips principals.

- Comprovació de la ubicació dels diferents equips de comptatge elèctric i de cabal, així com del seu funcionament.
- Identificació dels equips auxiliars (ventiladors, extractors, làmpades, SAI, pont grua...).
- Comprovació de l'existència de sistemes de compensació d'energia reactiva.
- Veure el procediment real d'operació i funcionament dels equips (consignes de cabal, actuacions en cas d'avaries, etc.).

Si els sistemes de comptatge elèctric i/o de cabal disposen d'una pantalla de visualització dels paràmetres que mesuren, s'ha de comprovar que el seu funcionament sigui correcte.

A més, s'aprofitarà per prendre les dades que no s'ha pogut obtenir durant la recopilació inicial de la informació. En el cas que no es disposi de prou informació per a avaluar el consum energètic d'un equip, s'instal·len equips de mesurament que permetin conèixer el seu funcionament, com els analitzadors de xarxes, els cabalímetres portàtils, etc.

Cal subratllar que les dades i mostres obtingudes a partir de la visita a les instal·lacions, han estat preses de manera puntual. Això fa que la representativitat d'aquestes dades sigui limitada i que, per tant, els càlculs realitzats a partir d'aquestes dades siguin únicament orientatius.

A.VII.2.4. Anàlisi de l'estat actual de funcionament de l'estació

Després de comprovar que tota la documentació facilitada pels diferents departaments es correspon amb les dades preses durant la visita a la instal·lació, es procedeix a realitzar una anàlisi de la situació actual. Aquesta anàlisi comporta:

1. Anàlisi i descripció de l'esquema hidràulic i del procés

L'anàlisi de l'esquema hidràulic ha d'incloure el circuit que segueix l'aigua, indicant i descrivint el punt d'aspiració i el punt o els punts d'impulsió i les seves característiques tècniques. És important conèixer el volum del dipòsit de l'aspiració i com s'alimenta, ja que aquestes dades del procés poden limitar les propostes de millora a definir, mentre que el més important de la impulsió són les condicions tècniques del punt sobre el qual es bomba, si és contra xarxa o dipòsit. En el cas de ser dipòsit, s'ha de conèixer i descriure les seves característiques, així com les seves consignes de funcionament.

Un punt molt important a considerar, és la legislació aplicable, ja que, en funció de la destinació final de l'aigua, cal conèixer el temps de permanència al dipòsit i les seves condicions.

Un altre punt important és el punt de consigna dels nivells dels dipòsits que posen en funcionament les bombes.

També s'ha d'analitzar el programa de funcionament de les bombes i característiques tècniques: funcionament 1+1, 2+1, diferents potències en funció de l'horari, etc. I el programa de funcionament en funció del preu de l'electricitat.

Altres consideracions a tenir en compte en el moment d'analitzar el procés hidràulic són, la ubicació de les vàlvules de ventosa, el diàmetre de les canonades, les velocitats de circulació dels fluids, els colzes, les reduccions, etc.

2. Descripció de l'esquema elèctric

Pel que fa a l'anàlisi i descripció de l'esquema elèctric, aquest ha d'incloure des de la interconnexió amb la companyia distribuïdora fins als punts de consum. Això implica conèixer si es tracta d'una instal·lació en mitjana o baixa tensió. En el cas de

ser mitjana, s'han d'analitzar els transformadors existents i com operen. Els punts de treball dels transformadors, les seves corbes de rendiment, etc. D'aquí es farà una descripció de com es distribueix el sistema elèctric fins als punts de consum, donant més importància als que tinguin més consum i avaluant els punts de mesurament existents o les possibilitats de prendre mesures amb aparellatge portàtil. S'analitza el sistema de compensació d'energia reactiva i les seves característiques. En aquesta fase d'auditoria no es mira la compensació de càrregues, ni la qualitat del sistema elèctric, com pot ser harmònics, o altres anàlisis més exhaustives. Aquests tipus d'anàlisis es fan en una segona fase d'auditoria, en cas de detectar incidències importants en el consum energètic.

Un punt important són els sistemes de comptatge elèctric. D'aquests, s'han d'avaluar i analitzar la seva utilitat dins la instal·lació, així com la tipologia de dades que es poden obtenir, com les lectures quart horàries, telemesura, etc.

Per últim, és important analitzar si hi ha algun sistema d'emergència, tal com un grup electrogen i veure quina autonomia té i què és capaç d'alimentar.

3. Descripció dels equips

En la descripció dels equips s'ha de diferenciar entre els grans consumidors d'energia i els equips auxiliars.

En els equips que es considerin grans consumidors d'energia es fa una descripció detallada de les característiques energètiques i s'incorpora les seves característiques a una base de dades. És important que es diferenciïn les dades nominals dels equips, de les reals que s'han obtingut amb els diferents equips de mesurament. D'aquesta manera, es podrà analitzar l'evolució del funcionament dels equips, el manteniment, el punt de funcionament o altres paràmetres que han pogut variar des del moment en què es van instal·lar els equips.

Pel que respecta als equips auxiliars es fa una breu enumeració dels elements que hi ha, i en una fase posterior (en una auditoria energètica parcial), s'analitzen amb detall. El consum global de tots els equips auxiliars no pot superar el 15 % del consum total de la instal·lació, ja que en cas contrari, es consideraran com a equips principals.

4. Consum i costos energètics

Per procedir a realitzar el càlcul de consums, emissions de CO₂ i costos energètics (si es disposa de sistema de comptatge elèctric per cada equip principal, o conjunt d'equips principals), es descarreguen les seves dades.

En el cas de no disposar d'aquests equips es crea un model matemàtic, a partir de les hores de funcionament, el cabal bombat i les corbes de rendiment, que permet comparar els valors de consum teòrics dels diferents equips de bombament amb el consum real de tota la instal·lació. El consum total es pren de les factures de la companyia elèctrica.

D'aquesta avaluació energètica s'han d'extreure prou dades per a discriminar els consums i costos per als equips principals, o per a les fases principals.

5. Ràtios de consum i costos energètics

A més de les dades obtingudes dels equips de camp (potència, energia, cabal...), una de les eines més importants a l'hora de poder arribar a conclusions és l'obtenció d'indicadors a partir de la relació de dos o més variables. Les ràtios de consum i costos tenen com a finalitat ser una eina que permeti la comparació de l'eficiència energètica de diferents instal·lacions o equips amb diferents programes de treball, diferents tecnologies, o diferents paràmetres de disseny.

Les ràtios més importants, i que són vàlides tant per a la instal·lació com per als

diferents equips de bombament són:

- Energia per unitat de cabal [kWh/m^3]: indica el consum energètic de la distribució de l'aigua.
- Cost mitjà de l'electricitat [$\text{€}/\text{kWh}$]: indica el cost econòmic de l'energia necessària per a la distribució de l'aigua i dóna indicació del mode d'operació (aprofitament de les hores de preu baix, potència contractada, energia reactiva, etc).
- Cost energètic mitjà de la distribució d'aigua [$\text{€}/\text{m}^3$]: indica el cost econòmic de la distribució de l'aigua. Dóna idea de la incidència del cost energètic sobre el cost final del producte (aigua).
- Emissions [$\text{t CO}_2/\text{m}^3$]: indica l'impacte ambiental de la distribució de l'aigua. Dóna una mesura de l'origen de l'energia.
- Rendiment [%]: indica l'estat de conservació i el punt de funcionament de les diferents etapes, equips o elements.
- Intensitat energètica [$\text{kWh}/\text{m}^3\cdot\text{bar}$]: indica l'eficiència energètica de la instal·lació o de l'equip.
- Intensitat econòmica de l'energia [$\text{€}/\text{m}^3\cdot\text{bar}$]: indica el cost econòmic de l'energia útil.
- Emissions [$\text{t CO}_2/\text{m}^3\cdot\text{bar}$]: indica l'impacte ambiental de la instal·lació o de l'equip.

Al final d'aquesta fase, qualsevol persona que es llegeix l'informe és capaç d'entendre el funcionament de la instal·lació i saber com repercuteix això en els consums i els costos energètics. A més de conèixer on i com es consumeix l'energia en l'actualitat, així com les ràtios energètiques, d'emissions i d'aigua.

A.VII.2.5. Estudi de mesuraments d'estalvi i eficiència energètica

Entre les mesures d'estalvi i eficiència energètica a estudiar en una auditoria energètica d'una estació de bombament, n'hi ha de diversos tipus:

- Reduir consums amb el diàmetre de canonades i colzes.
- Les que es refereixen a equips i, per tant, aporten una millora energètica en els rendiments o en el seu programa de funcionament.
- Instal·lar i operar sistemes de gestió d'energia.
- Les segones són més de caire econòmic i tenen a veure, sobretot, amb la gestió del contracte elèctric i del mode de consum.

Les mesures principals a analitzar són les següents:

A. Substitució dels equips de bombament.

Els equips de bombament són equips formats per un conjunt motor-bomba que transformen l'energia elèctrica en energia mecànica, per tal de poder moure l'aigua des d'un punt fins a un altre. En una estació de bombament, aquests equips són els principals consumidors d'energia.

Els equips de bombament tenen uns nivells d'eficiència energètica molt variables; normalment es troben en rangs de rendiment que oscil·len entre el 90% i el 70%, al començament de la seva vida útil. Per això, un canvi d'equip pot repercutir en una millora substancial del rendiment, amb el consegüent estalvi energètic i econòmic.

Aquests equips tenen vides útils d'uns 20-30 anys, i quan superen els 10-15 anys, els seus rendiments comencen a caure considerablement.

Cal tenir en compte que la pèrdua de rendiment no depèn exclusivament del pas del temps, sinó que afecten altres paràmetres tals com: el manteniment, la qualitat de l'aigua, els canvis dels paràmetres de funcionament, del disseny de la instal·lació...

Per tant, en aquesta millora, com a primer criteri es planteja l'anàlisi de la substitució de tots els equips que compleixin els requisits següents:

- No es considerarà la substitució d'equips que tinguin una potència inferior a 30kW.
- Les bombes d'ompliment no es tindran en compte degut a les poques hores que funcionen a l'any.
- No es considerarà la substitució de cap equip que formi part d'una instal·lació que treballi menys de 2.000 hores anuals.
- En cas de realitzar substitucions d'equips en una instal·lació de bombament, es canvien el mínim d'equips per intentar garantir que les hores de funcionament anual d'un sol equip no superin les 3.000 anuals.

B. Optimització del punt de funcionament dels equips de bombament.

Que les bombes funcionin en el seu punt òptim, o fer servir una bomba enlloc d'una altra si pot significar una millora del rendiment general de la instal·lació.

Per tal d'optimitzar el punt de funcionament dels equips de bombament s'utilitzaran les corbes reals de rendiment (en cas de no tenir-les, és recomanable procedir a realitzar-les).

Segons les corbes reals es pot concloure el punt òptim de treball de cada equip i optimitzar el funcionament de l'estació per aprofitar els equips amb més rendiment.

C. Anàlisi d'instal·lació de variadors de freqüència a les bombes.

En funció del punt de funcionament dels equips de bombament pot ser que calgui instal·lar un variador de freqüència en el motor per a regular-ne el règim de gir i treure el màxim rendiment dels equips.

Això serà necessari quan, durant l'anàlisi de l'estació de bombament, es detecti que els equips funcionen de manera molt discontinua (moltes engegades i aturades). Això pot significar que es bomba més cabal del que el dipòsit o la xarxa poden absorbir.

Per tant, amb un variador de freqüència en un dels equips, es pot arribar a aconseguir el cabal desitjat per treballar de manera més lineal.

Si la instal·lació està formada per més d'un equip de bombament, per a regular el cabal només és necessari instal·lar un variador de freqüència en un dels equips.

D. Anàlisi del punt de treball dels transformadors de potència a partir de les seves corbes de rendiment.

Per tal de garantir un bon aprofitament de l'energia elèctrica que arriba de la companyia elèctrica, és important que els transformadors es trobin en bon estat i treballin de manera òptima. Per això és necessari analitzar les seves corbes de rendiment.

E. Anàlisi de la substitució dels transformadors de potència.

Els transformadors de potència són equips elèctrics que transformen des d'un nivell de tensió propi de la distribució (25.000 V a Catalunya), fins a un altre propi del consum final (400 – 6.300V).

Els transformadors tenen uns nivells d'eficiència energètica dels més elevats en els equips actuals a les instal·lacions de qualsevol instal·lació. Els valors d'eficiència energètica es troben entorn del 97% al començament de la seva vida útil.

Aquests equips tenen una vida útil d'uns 30 anys, encara que quan superen els 20, els seus rendiments cauen d'una manera més dràstica. Per tant, en aquesta millora, es planteja la possibilitat de substituir els transformadors que ja han arribat a aquest període de vida.

F. Anàlisi de la necessitat d'instal·lar noves vàlvules de ventosa

Les vàlvules ventosa tenen la funció de protegir la instal·lació davant de problemes típics tals com els trencaments de canonades, el consum excessiu dels grups de bombament, els cabals anormalment baixos, els funcionaments variables, el desgast i la cavitació de materials.

Les localitzacions òptimes de les vàlvules de ventoses són les següents:

- Canonades soterrades.
- Punts de reducció de pressió.
- Punts de reducció de la secció de la canonada.
- Equips de bombament.
- Trams llargs amb pendent uniforme.
- Passos elevats.
- Entrada de cabalímetres.
- Capçals de filtració.
- Canvis de pendents en la canonada.

És important que en el cas de recomanar la instal·lació d'una vàlvula de ventosa també s'ha de preveure la instal·lació d'una vàlvula manual de bola o d'una comporta, abans de la ventosa, per a poder desmuntar-les en cas de reparació o comprovació.

G. Revisió del contracte elèctric

En el contracte elèctric d'una instal·lació hi ha diferents punts a estudiar per tal d'aconseguir un estalvi econòmic. Els punts principals són la tarifa elèctrica d'accés i la potència contractada.

Es pot donar el cas que l'estació hagi patit variacions en els seus equips o en el seu programa de treball del disseny original, i no s'hagi modificat el contracte elèctric, provocant constants penalitzacions per excés de potència o per defecte.

En aquest cas s'ha d'optimitzar la potència contractada a partir de la corba monòtona de càrrega quart horària dels últims dos anys.

Cal destacar que aquesta mesura no implica cap tipus d'estalvi energètic, ja que l'energia necessària per a impulsar l'aigua no depèn de la tarifa elèctrica, ni de la potència elèctrica, ni de cap altre paràmetre relacionat amb el contracte elèctric. Per tant, es tracta d'una mesura que només aporta beneficis econòmics.

H. Optimització del funcionament de la instal·lació segons els períodes horaris.

Segons la tarifació elèctrica que es tingui, la modificació del programa de treball de la instal·lació, prioritzant el funcionament dels equips durant les hores vall (les de menys cost), es pot contribuir a aconseguir un estalvi econòmic important.

De la mateixa manera que la mesura anterior, aquesta tampoc implica cap tipus d'estalvi energètic, ja que l'energia necessària per a impulsar l'aigua no depèn del moment horari en què es faci i, per tant, només es tracta d'una mesura que aporta beneficis econòmics.

Per tal d'optimitzar l'horari de funcionament, es realitzen una sèrie de consideracions i càlculs inicials, comuns a tots els casos:

- Càlcul de cabal màxim que pot circular per les canonades, tenint en compte que la velocitat de l'aigua no pot ser mai superior als 2 m/s, per problemes de soroll, erosió, cavitació i pèrdues de càrrega.
- Càlcul de les bombes necessàries per donar el cabal màxim. En aquest cas, si les bombes no disposen de variador de freqüència, es considerarà que les bombes han de treballar al 100%, per la qual cosa sempre s'agafarà la part entera del quocient resultant de dividir el cabal màxim pel cabal màxim de les bombes instal·lades.

- A partir del cabal diari màxim subministrat per l'estació de bombament durant l'any anterior, es calcularan les hores mínimes que han de funcionar les bombes (complint els requisits anteriors) per tal de garantir el subministrament del cabal màxim (aquest cabal, en els casos en què sigui possible, serà el de sortida del dipòsit). El cabal màxim de bombament serà el calculat anteriorment.

Un cop realitzats aquests càlculs, es procedirà a optimitzar el programa de treball. Les alternatives existents per aconseguir aquesta optimització són les següents:

Modificar únicament el programa de treball de les bombes cobrint els períodes horaris de mínim preu.

- Modificació de la histèresi del dipòsit.
- Instal·lació de variadors de freqüència.
- Canvi dels equips de bombament.

I. Anàlisi de la compensació d'energia reactiva

Si es detecten recàrrecs per energia reactiva a la factura elèctrica, cal realitzar una anàlisi per veure a què es deu aquest fet.

J. Instal·lació de sistemes de telemesura i de gestió energètica

Per al desenvolupament d'una gestió energètica, és necessari el registre de dades que permetin realitzar una anàlisi de fets passats i prediccions o prescripcions de consums i programes de funcionament futurs.

K. Modificació del sistema d'il·luminació

Tot i que el sistema d'il·luminació no és un dels elements que té més consum energètic, si es fa servir malament degut a la presència puntual de personal en certs llocs de la instal·lació, sobretot en les instal·lacions remotes on no n'hi acostuma a haver, pot comportar una despesa innecessària.

L. Modificació del sistema de ventilació

El sistema de ventilació de cada instal·lació serveix per a regular la temperatura a l'interior dels locals, de manera que no s'assoleixin temperatures elevades que puguin perjudicar el funcionament dels equips.

Per aquest motiu és molt important que el funcionament dels ventiladors estigui regulat per higròmetres i termòmetres.

M. Anàlisi d'implantació d'energies renovables

Com a estudi complementari es pot realitzar l'anàlisi de la implantació d'energies renovables a la instal·lació.

Normalment, l'energia renovable més factible és la solar fotovoltaica. En aquest cas s'estudia la ubicació de la instal·lació i l'espai disponible per a implantar els panells fotovoltaics.

Cal recordar que cada proposta s'avalua per si mateixa, sense mesurament previ, si no es fa constar el contrari. Aleshores, davant d'una proposta es parteix sempre de l'estat de consum en el moment de la visita i segons les dades subministrades; d'aquesta manera es condicionen unitàriament les recomanacions. Així, a vegades, els resultats totals poden ésser globalment erronis, encara que unitàriament seran totalment vàlids.

L'estudi es realitza d'aquesta manera ja que, en principi, les propostes s'han de valorar per si mateixes i no condicionades per altres. En l'apartat corresponent a les propostes es detallen més concretament les interrelacions que tenen.

A.VII.2.6. Lliurament de l'informe

Un cop finalitzat l'informe se'n comenta una versió preliminar amb el client per tal de recollir els comentaris pertinents i veure si se n'ha de modificar algun punt abans del lliurament definitiu.

Annex VIII:

Fonts documentals

Fonts documentals		
Entitats i documentació de referència	Enllaç web	Àmbit
Comisión Nacional de la Energía	www.cne.es	Espanya
Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía	www.idae.es	Espanya
Ministerio de Industria, Turismo y Comercio	www.mityc.es	Espanya
International Energy Agency. Febrer, 2009	www.iea.org	Europa
Institut Català d'Energia	www.gencat.cat/icaen	Catalunya
Agència de l'Energia de Barcelona	www.barcelonaenergia.cat	Barcelona
Red Eléctrica de España	www.ree.es	Espanya
Operador del Mercado Ibérico de Energía - Polo Español, S.A.	www.omei.es	Espanya
Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino	www.marm.es	Espanya
European Commission. Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies	http://eippcb.jrc.es	Unió Europea
Código Técnico de la Edificación	www.codigotecnico.org	Espanya
Associació Catalana de Tècnics en Energia, Climatització i Refrigeració	www.actecir.cat	Catalunya
Asociación Electrotécnica Española	www.electrotecnia.org	
BREF. Energy Efficiency	http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/pages/FActivities.htm	-
UNE - EN 16001:2010: Sistemas de gestión energética – Requisitos con guía para el uso. Gener 2010	-	Europa
UNE 216501: Auditorías energéticas. Requisitos. Octubre 2009.	-	Europa
Manual de Auditorías Energéticas. Publicat per: Cámara de Madrid, Comunidad de Madrid y Confederación Empresarial de Madrid (CEIM). Abril 2003.	www.madrid.org	Espanya
Proyecto Aquamac. Instituto Tecnológico de Canarias	-	Canàries
Manual de procedimiento para la realización de auditorías energéticas en edificios. Junta de Castilla y León. 2009.	-	Castella i Lleó
Guía Técnica de Eficiencia Energética Eléctrica. Circutor. 2007	-	.
Guidelines for Performing Energy Audits in Industry. Ministry of Trade and Industry, Finland.	-	Finlàndia
Guía Técnica. Contabilización de consumos. Ahorro y eficiencia energética en climatización. IDAE	-	Espanya
Guía Técnica. Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios. IDAE	-	Espanya
Manual de usuario Audita Energía Industria. Agencia Andaluza de la Energía. Juliol, 2008.	-	Andalusia

Fonts documentals		
Entitats i documentació de referència	Enllaç web	Àmbit
Documento Básico HE. Ahorro de Energía. Código Técnico de la Edificación.	-	Espanya
RITE. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.	-	Espanya
Informe inventarios GEI 1990 – 2006 (2008). Annex 8.	-	Espanya
Empreses de serveis energètics. ICAEN, gener 2010.	-	Catalunya
Programa EINSTEIN	-	Europa
RetScreen	-	Canadà
Energy audit manual	-	Nova Zelanda
Proceso de auditorías energéticas en el sector industrial de la Comunidad de Madrid. Cámara de comercio de Madrid	-	Madrid

Publicacions de l'ICAEN

gencat.cat/icaen/publicacions

- Anàlisi de la situació del sector de l'energia solar tèrmica a Catalunya.
- Estalvi energètic en temps de crisi.
- Eficiència energètica en motors i accionaments i situació a Catalunya.
- Estudi tecnològic del fred industrial i les seves millors tecnologies disponibles en consum d'energia.
- Eficiència energètica en el sector químic i situació a Catalunya.
- Eficiència energètica en el sector de l'adobament de pells i situació a Catalunya.
- Estudi tecnològic dels aïllaments tèrmics a Catalunya en l'àmbit de l'edificació.
- Estudi tecnològic d'arquitectura bioclimàtica i les seves millors tecnologies disponibles en consum d'energia.
- Eficiència energètica en els electrodomèstics i situació a Catalunya.
- Eficiència energètica en el sector ceràmic i situació a Catalunya.
- Eficiència energètica en el sector de fabricació de pinsos i situació a Catalunya.
- Eficiència energètica en el sector paperer i situació a Catalunya.
- Eficiència energètica de la combustió i situació a Catalunya.
- Eficiència energètica en les instal·lacions de l'enllumenat públic i situació a Catalunya.

- Eficiència energètica en el subsector de la transformació de metalls i situació a Catalunya.
- Estudi tecnològic del fred a la indústria agroalimentària i les seves millors tecnologies disponibles en consum d'energia.
- Estudi d'eficiència energètica en el sector d'acabats tèxtils i situació a Catalunya.
- Estudi d'eficiència energètica en el sector dels fluids tèrmics i situació a Catalunya. Tom I.
- Estudi d'eficiència energètica en el sector dels fluids tèrmics i situació a Catalunya. Tom II.
- Estalvi i eficiència energètica en edificis públics.

Annex IX:

Fitxes manteniment

A.IX.1. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de motors elèctrics

MOTORS ELÈCTRICS
Objectiu
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomenades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment de motors elèctrics.
Aplicabilitat:
És d'aplicació per a motors elèctrics.
Criteris d'eficiència energètica
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en els motors, s'estableix sota el criteri d'evitar pèrdues de rendiment per sobre escalfament de bobinats, connexions, rodaments i transmissions defectuoses, cal tenir sota control estricte les temperatures inadequades de motor i bobinats verificant els sistemes de detecció de temperatura i refrigeració, executar programes de verificació de: temperatures inadequades en rodaments, de lubricació i d'alineament de transmissions.
Normativa:
UNE-EN 60034-1 Máquinas eléctricas rotativas, Standards IEC, Standards NEMA.

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari?				
2. Es realitza pla de manteniment preventiu?				
3. Hi ha procediments de manteniment preventiu?				
4. Hi ha històric d'intervencions i reparacions?				
5. Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?				
6. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
7. Es realitzen mesures periòdiques de consum elèctric?				
8. Hi ha procediments d'actuació en cas d'alarma?				
Manteniment als equips i components				
1. Verificació de temperatures i calentaments inadequats (carcasa, coixinets, cables, etc).				
2. Operacions de lubricació i engreix.				
3. Mesura de intensitats d'arrancada .				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:

Instruccions de manteniment	Es rea- litza	Periodi- citat	Aplica- ció	Eficiència energètica
Manteniment als equips i components				
4. Mesura d'intensitats en règim normal.				
5. Mesura d'intensitats en buit.				
6. Mesura d'aïllament de devanats.				
7. Operacions de neteja de entrades d'aire de refrigeració.				
8. Verificació de funcionament de sistemes de refrigeració (aire/aigua).				
9. Verificació d'estreny de connexions elèctriques.				
10. Verificació de vibracions.				
11. Verificació de sorolls.				
12. Verificació de fixacions i suports.				
13. Verificació d'amortidors.				
14. Verificació de taps de drenatge.				
15. Neteja de rodaments.				
16. Verificació d'alineament de transmissions.				
17. Verificació d'engranatges de transmissió.				
18. Verificació de alineament i tensat de politges.				
19. Comprovació de manca de espurnes en escobetes.				
20. Verificació de presión d'escobetes.				
21. Verificació d'estat d'escobetes.				
22. Verificació d'estat de anells.				
Observacions/comentaris				
ANNEX: EQUIPS DE MESURA				
"Termòmetre infrarojos làser (0-950)"				
Comptador elèctric MINI de quadre				
Analitzador de xarxa elèctrica				
Cambra termogràfica de fotos				
Cambra termogràfica de precisió				
Pinça vatimètrica				
Pinça amperimètrica				
Pinça amperimètrica				

A.IX.2. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de dispositius d'arrencada i protecció de motors

DISPOSITIUS D'ARRENCADA I PROTECCIÓ DE MOTORS
Objectiu
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomenades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment dels dispositius d'arrencada i protecció de motors elèctrics.
Aplicabilitat:
És d'aplicació per a equips de elèctrics de arrencada i protecció de motors.
Criteris d'eficiència energètica
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en els sistemes d'arrencada i protecció de motors, s'estableix per tenir ajustada la regulació de les proteccions a les característiques del motor per tal d'evitar sobre escalfaments i deteriorament de bobinats i la conseqüent pèrdua de rendiment i l'ús de sistemes d'arrencada i regulació de funcionament del motor adaptats al seu règim de funcionament.
Normativa:
Reglament de Baixa Tensió RD 842/2002 ITC-BT-47. UNE-EN 60947-4-1 Contactores y arrancadores de motor.Electromecánicos. UNE-EN 60947-4-1:2002/A2 Contactores y arrancadores.Electromecánicos. UNE-EN 60947-4-2/A1 Controladores y arrancadores semiconductores de motores de c.a. UNE-EN 60947-4-2 Controladores y arrancadores semiconductores de motores de c.a.

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari?				
2. Es realitza pla de manteniment preventiu?				
3. Hi ha procediments manteniment preventiu?				
4. Hi ha històric d'intervencions i reparacions?				
5. Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?				
6. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
7. Es realitzen mesures periòdiques de consum elèctric?				
8. Hi ha procediments d'actuació en cas d'alarma?				
9. Que tipus de arrancadors hi ha?				
Proteccions				
1. Verificació de la regulació de intensitat del relè tèrmic.				
2. Verificació de la protecció per defecte de fase.				
3. Verificació de temps de disparo del relè tèrmic.				
4. Verificació de disparo per sonda tèrmica.				
5. Verificació d'ajust de calibrat de sonda tèrmica.				
6. Verificació de protecció per defecte de desequilibri de fases.				
7. Verificació de la intensitat de disparo de l'interruptor automàtic.				
8. Verificació de temps de disparo de l'interruptor automàtic.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Períodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
Proteccions				
9. Verificació i contrast de reglatje de la intensitat nominal de relè electrònic.				
10. Verificació i ajust de la corba de protecció per sobrecàrrega en relés electrònics.				
11. Verificació d'indicadors d'alarma.				
Sistemes d'arrencada				
1. Verificació d'escalfament de contactors.				
2. Verificació de manca de rebots en contactors.				
3. Verificació de manca d'espurnes en maniobres de contactors.				
4. Verificació de temps/intensitat en arrencada estrella/triangle.				
5. Verificació de temps de conmutació estrella/triangle.				
6. Verificació de rampa d'aturada en arrencadors electrònics.				
7. Verificació de rampa d'arrencada en arrencadors electrònics.				
8. Verificació d'ajust de par en arrencadors electrònics.				
9. Verificació de paràmetres de programació en sistemes de PLC.				
10. Verificació d'ordres en sistemes de PLC.				
11. Verificació de senyals de sensors en sistemes de PLC (temperatura, velocitat, càrrega, etc).				
12. Verificació de valors de resistències.				
13. Proves d'accionament de protecció temperatura de motor en variadors.				
14. Verificació d'ajust de característiques de motor en variador.				
15. Verificació de paràmetres d'us de motor en variadors.				
16. Verificació d'ajust de corba V/Hz en variadors.				
17. Verificació d'ajust de temps acceleració/descel·laració.				
18. Verificació d'aturada per rotor bloquejat.				
19. Verificació de desconnexió de variadors per alarmes.				
20. Verificació de històric d'alarmes.				
21. Verificació de històric d'aturades.				
Observacions/comentaris				
ANNEX: EQUIPS DE MESURA				
"Termòmetre infrarojos làser (0-950)"				
Computador elèctric MINI de quadre				
Analitzador de xarxa elèctrica				
Cambra termogràfica de fotos				
Cambra termogràfica de precisió				
Pinça vatimètrica				
Pinça amperimètrica				

A.IX.3. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica d'equips de compensació de reactiva

EQUIPS DE COMPENSACIÓ REACTIVA
Objectiu
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomenades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment dels sistemes de compensació de reactiva.
Aplicabilitat:
És d'aplicació per a equips elèctrics de compensació de energia reactiva.
Criteris d'eficiència energètica
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en els sistemes de compensació de reactiva, s'estableix per la detecció en les instal·lacions de màquines generadores de desfasament de cosinus de ψ , la verificació de l'actuació automàtica dels sistemes de correcció i la detecció de desviacions en el seu funcionament, per tal de corregir la reactiva prop dels punts generadors i de tenir sota control els valors de correcció i verificar l'eficàcia de la correcció.
Normativa:
Reglament de Baixa Tensió RD 842/2002 ITC-BT-47.

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periòdicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari dels equips?				
2. Es realitza pla de manteniment preventiu de xarxes i equips elèctrics?				
3. Hi ha procediments manteniment preventiu?				
4. Hi ha històric d'intervencions i reparacions?				
5. Hi ha comptadors elèctrics instal·lats?				
6. Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?				
7. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
8. Es realitzen mesures periòdiques amb analitzadors de xarxes?				
9. Hi ha procediments d'actuació en cas d'alarma?				
10. Es realitzen mesures de $\cos\psi$ en màquines?				
Manteniment als equips i components				
1. Mesures directes de $\cos\psi$ de màquines i càrreges.			Funcionament	Directe
2. Mesures directes distorsió armònica (THD).			Funcionament	Indirecte
3. Verificació contactes de connexió de relès.			Funcionament	Indirecte
4. Verificació temps connexió de relès.			Funcionament	Indirecte
5. Verificació de la ventilació del equip.			Mesures	Directe
6. Verificació temperatura interiors armaris.			Mesures	Directe
7. Revisió - calibració filtres harmònics.			Funcionament	Directe

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:

Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
-----------------------------	-------------	--------------	-----------	-----------------------

Observacions/comentaris

ANNEX: EQUIPS DE MESURA

Comptador elèctric MINI de quadre
Analitzador de xarxa elèctrica
Cambra termogràfica de fotos
Pinça amperimètrica
Pinça vatimètrica

A.IX.4. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de sistemes de comptatge, control i monitorització

SISTEMES DE COMPTATGE, CONTROL I MONITORITZACIÓ
Objectiu
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomenades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment dels sistemes de comptatge, control i monitorització.
Aplicabilitat:
És d'aplicació per a sistemes de comptatge, control i monitorització.
Criteris d'eficiència energètica
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en els sistemes de comptatge, control i monitorització, s'estableix sota el criteri de tenir controlat el correcte funcionament del sistema per tal d'evitar tenir equips i instal·lacions fora de control, programar contrastes de mesures i mantenir dins de consignes els detectors i actuadors per tal d'evitar funcionaments inadequats d'elements consumidors d'energia o en regim de funcionament fora de consignes establertes.
Normativa:
Reials Decrets d'aplicació de unitats de mesura i control metrològic. UNE-EN 60510;60520;1359 Comptadors de gas. UNE-EN 60521;60687; 61036; 61268; 62052; 62053; 62056; 60387; 60514; 61538 Comptadors elèctrics. UNE-EN 1434 Comptadors d'energia tèrmica.

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari de comptadors?				
2. Hi ha inventari d'elements sensors/detectors?				
3. Hi ha inventari d'elements actuadors?				
4. Hi ha comptadors d'energia tèrmica?				
5. Es realitza pla de manteniment preventiu?				
6. Hi ha procediments manteniment preventiu?				
7. Hi ha històric d'intervencions i reparacions?				
8. Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?				
9. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
10. Hi ha procediments d'actuació en cas d'alarma?				
Manteniment als equips i components				
1. Comprovacions de comptadors i consums.				
2. Comprovacions de sistemes d'impuls de comptatge.				
3. Verificació d'ajust de sensors i detectors (sondes, termòmetres, manòmetres, pirostats, tacòmetres, detectors de fluxe, etc.).				
4. Verificació de funcionament d'actuadors (vàlvules motoritzades, comportes, bloquejos de seguretat, finals de carrera, etc.).				
5. Verificació de monitorització de sondes.				
6. Verificació de monitorització d'alarmes.				
7. Verificació de monitorització de posició d'actuadors.				
8. Proves de detecció del sistema de control.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:

Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
Manteniment als equips i components				
9. Verificació de valors d'ajust sistema/instal·lació.				

Observacions/comentaris

ANNEX: EQUIPS DE MESURA

Comptador elèctric MINI de quadre
Analitzador de xarxa elèctrica
Pinça amperimètrica
Pinça vatimètrica
Termòmetres de calibració
Manometres de calibració
Tacòmetres de calibració
Mesurados de cabal
Endoscopi

A.IX.5. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de xarxes i quadres elèctrics

XARXES I QUADRES ELÈCTRICS				
Objectiu				
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomenades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment de xarxes i quadres elèctrics.				
Aplicabilitat:				
És d'aplicació per a xarxes i quadres elèctrics.				
Criteris d'eficiència energètica				
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en les xarxes i quadres elèctrics, s'estableix sota el criteri d'evitar l'escalfament de cables, aparellatge elèctric i connexions, així cal la planificació de revisions de regletes de connexions, de mesures de: caigudes de tensió, intensitat en línies i equilibrat de circuits, establint mesures termogràfiques com verificacions habituals de manteniment.				
Normativa:				
Reglament de Baixa Tensió RD 842/2002. Reglament de línies aèries d'alta tensió. RD 3151/1968. Reglament Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació RD 3275/1982.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari?				
2. Es realitza pla de manteniment preventiu?				
3. Hi ha procediments manteniment preventiu?				
4. Hi ha històric d'intervencions i reparacions?				
5. Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?				
6. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
7. Es realitzen mesuraments periòdiques de consum elèctric?				
8. Hi ha procediments d'actuació en cas d'alarma?				
Manteniment als equips i components				
1. Verificació de sobre escalfament de proteccions en quadre.				
2. Verificació de sobre escalfament de cables en quadre.				
3. Verificació de l'estat d'acollament de connexions.				
4. Mesura d'intensitat en línies.				
5. Verificació d'equilibrat de càrreges.				
6. Verificació de sistemes de ventilació de quadres.				
7. Mesura de caigudes de tensió en línies.				
8. Mesura de nivell d'aïllament en línies.				
9. Verificació d'acumulació i estesa de cables en canalitzacions, safates, etc.				
10. Comprovació de punts d'escalfament en línies (termografia).				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:

Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
Manteniment als equips i components				
11. Comprovació de punts d'escalfament de quadres (termografia).				
12. Verificació de coseno de ψ en xarxes.				

Observacions/comentaris

ANNEX: EQUIPS DE MESURA

"Termòmetre infrarojos làser (0-950)"
Comptador elèctric MINI de quadre
Analitzador de xarxa elèctrica
Cambra termogràfica de fotos
Cambra termogràfica de precisió
Pinça amperimètrica
Pinça vatimètrica

A.IX.6. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de transformadors elèctrics

TRANSFORMADORS ELÈCTRICS
Objectiu
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomenades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment de transformadors elèctrics.
Aplicabilitat:
És d'aplicació per a transformadors elèctrics.
Criteris d'eficiència energètica
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en els transformadors elèctrics, s'estableix sota el criteri d'evitar les pèrdues: per escalfament, per increment de resistència en els bobinats, per fuites elèctriques o per funcionament en buit, així cal tenir sota control el correcte funcionament dels sistemes de refrigeració i les variacions en els valor constructius dels transformadors, així com establir programes o automatismes de desconexió en períodes de treball en buit apreciables.
Normativa:
RBT RD 2002 ITC-BT-48, Norma UNE 20101, Norma UNE 20138, Norma UNE 20178, Norma UNE 21315. Norma UNE 20182, Norma UNE 20158, Norma UNE 61558, Norma UNE 60076, Norma UNE 21428 Norma UNE 20110, Norma UNE 21538. Reglament de Baixa Tensió RD 842/2002, Reglament de línies aèries d'alta tensió RD 3151/1968. Reglament Condicions Tècniques i Garanties de Seguretat en Centrals Elèctriques, Subestacions i Centres de Transformació RD 3275/1982.

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari?				
2. Es realitza pla de manteniment preventiu?				
3. Hi ha procediments manteniment preventiu?				
4. Hi ha històric d'intervencions i reparacions?				
5. Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?				
6. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
7. Hi ha procediments d'actuació en cas d'alarma?				
Manteniment als equips i components				
1. Verificació de tensions d'entrada.				
2. Verificació de tensions de sortida.				
3. Verificació de ventilacions.				
4. Verificació de temperatures de fluids refrigerants.				
5. Verificació de temperatures de bobinats.				
6. Verificació de sorolls.				
7. Verificació de accionament de sondes tèrmiques.				
8. Mesures de tensió de cortocircuit.				
9. Mesures de resistència de bobinats.				
10. Mesures de resistència d'aïllament.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:

Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
-----------------------------	-------------	--------------	-----------	-----------------------

Manteniment als equips i components

11. Proves de descarrega en dielèctrics.				
12. Termografia de terminals.				
13. Termografia general.				

Observacions/comentaris

ANNEX: EQUIPS DE MESURA

"Termòmetre infrarojos làser (0-950)"
Comptador elèctric MINI de quadre
Analitzador de xarxa elèctrica
Cambra termogràfica de fotos
Cambra termogràfica de precisió
Pinça amperimètrica
Termòmetres de calibració

A.IX.7. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de calderes i cremadors

CALDERES I CREMADORS
Objectiu
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomanades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment de calderes i cremadors.
Aplicabilitat:
És de aplicació per a tots els equips compostats per calderes i cremadors industrials i els seus accessoris.
Criteris d'eficiència energètica
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en les calderes i cremadors, s'estableix per el manteniment dels rendiments de les calderes al màxim nivell possible, amb el correcte funcionament dels elements d'intercanvi de calor (cambra de combustió, turbuladors, etc.) i d'elements de control de funcionament, adequació dels valors de consigna i períodes de funcionament, ajust de cremadors i tiratge de sortides de fums.
Normativa:
R.D 1751/1998 de 31 de julio, reglamento de instalaciones en técnicas en edificios (RITE) e instrucciones técnicas complementarias (ITC). Real decreto 275/1995 de 24 de febrero real decreto 275/1995 (BOE 27-3-1995) Dicta las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo de las comunidades europeas 92/42/cee, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la directiva 93/68/cee del consejo. UNE 9103:1995 Calderas: revisiones periódicas. UNE-CR 12952:2003 Calderas acuotubulares e instalaciones auxiliares. UNE-CR 12953:2003 Calderas pirotubulares.

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Períodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Es realitza pla de manteniment preventiu?				
2. Hi ha procediments manteniment preventiu?				
3. Es tenen totes les fitxes tècniques i plànols actualitzats d'equips i components.				
4. Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?				
5. Es realitzen balanços d'energia periòdics en els fums?				
6. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
7. Estan tots els equips de mesures amb les seves dates de calibratge actualitzades?				
Combustió				
1. Presa de dades de paràmetres de la combustió i anàlisi i ajustament dels mateixos.			Funcionament	Directe
2. Verificació d'encès i qualitat de la flama.			Funcionament	Indirecte
3. Presa de dades de funcionament per a determinació de rendiment instantani.			Funcionament	
Cremadors				
1. Verificació i neteja del filtre de la bomba de combustible del cremador (combustible líquid).			Funcionament	Indirecte
2. Verificació d'absència de coquizació en el capçal de combustió (combustible líquid).			Funcionament	Directe
3. Verificació i neteja del capçal de combustió i disc deflector de flama (combustible gasós).			Funcionament	Directe

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:

Instruccions de manteniment	Es realitza	Períodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
Cremadors				
4. Verificació i ajustament de la posició del canó en la llar.			Funcionament	Indirecte
5. Verificació d'estat de filtres de pulverització i substitució si s'escau.			Funcionament	Indirecte
6. Verificació d'estat, ajust i neteja de clapetas de regulació de cabal d'aire del cremador.			Funcionament	Directe
7. Verificació d'inexistència de degotejos de combustible en l'interior de la llar de la caldera.			Funcionament	Directe
8. Verificació, ajust i neteja dels plats deflectores del cremador.			Funcionament	Directe
9. Verificació del programador del cremador i comprovació de processos d'encès i apagat.			Funcionament	Directe
10. Verificació d'estat dels cables dels elèctrodes i substitució si s'escau.			Funcionament	Directe
11. Verificació d'estat i funcionament del ventilador del cremador. Ajustament i greixatge si s'escau.			Funcionament	Directe
12. Verificació del conjunt motor- bomba de combustible i ajustament si escau.			Funcionament	Directe
13. Verificació i estreny de les connexions elèctriques del cremador.			Funcionament	Indirecte
14. Verificació de la connexió de la posada a terra del cremador.			Funcionament	Indirecte
15. Verificació d'interruptors i contactores, estreny de connexions i substitució de contactes, si s'escau.			Funcionament	Indirecte
16. Verificació d'interruptors i contactors, estreny de connexions i substitució de contactes, si s'escau.			Funcionament	Indirecte
17. Verificació d'actuació de proteccions magnetotèrmicas i diferencials i estreny de connexions.			Funcionament	Indirecte
Manteniment als calderes equips i components				
1. Verificació de les dades en la placa de timbrat de la caldera.			Mesura	Directe
2. Anàlisi de l'alcalinitat "p" de l'aigua d'alimentació a la caldera.			Qualitat Aigua	Indirecte
3. Anàlisi de l'alcalinitat "m" de l'aigua d'alimentació a la caldera.			Qualitat Aigua	Indirecte
4. Títol hidrotimètric de l'aigua en graus francesos de l'aigua d'alimentació a la caldera.			Qualitat Aigua	Indirecte
5. Mesurament del PH de l'aigua de la caldera.			Qualitat Aigua	Indirecte
6. Verificació d'ajust i actuació del presostato de regulació de pressió de caldera.			Mesura	Directe
7. Verificació d'estat i funcionament del dispositiu de purga de la caldera.			Funcionament	Directe
8. Verificació de la pressió de treball en el vas d'expansió i comprovació de membrana.			Funcionament	Directe
9. Verificació i neteja de la llar i de la càmera de combustió.			Funcionament	
10. Verificació i neteja del circuit de fums, feix tubular i turbuladores.			Funcionament	
11. Verificació d'inexistència de fugides d'aigua en llar i feix tubular.			Funcionament	
12. Inspecció de refrecataris i substitució si s'escau.			Funcionament	
13. Verificació d'estat de juntes d'estanqueïtat i substitució si s'escau.			Funcionament	

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Període	Aplicació	Eficiència energètica
Manteniment als calderes equips i components				
14. Verificació de l'estat de l'aïllament tèrmic de la caldera.			Funcionament	
15. Neteja la caixa de fums de la caldera, conducte de fums i xemeneia.			Funcionament	
16. Neteja del filtre de combustible (gas/líquid).			Funcionament	
17. Inspecció de fugides de combustible i correcció si s'escau (combustible líquid).			Funcionament	
18. Verificació d'estanqueïtat i actuació de vàlvules de tall del circuit de combustible.			Funcionament	
19. Comprovació de reglatge i actuació del termostat de treball del generador.			Funcionament	
20. Comprovació de reglatge i actuació del pirostat.			Mesura	
21. Verificació d'instruments de mesura, manòmetres i termòmetres.			Mesura	
Observacions/comentaris				
ANNEX: EQUIPS DE MESURA				
"Termòmetre infrarojos làser (0-950)"	Comptador elèctric MINI de quadre			
Manòmetre de columna	Conductímetre			
Tacòmetre	Detector ultrasònic de fuites			
Manòmetre diferencial (0-40 mmca)	Analitzador de combustió			
Analitzador de xarxa elèctrica	Cabalímetre d'ultrasons			
Cambra termogràfica de fotos	Termometre de fums			
Opacímetre (Bacharach)				
Phímetre				
Pinça amperimètrica				
Condicions equips de mesura				
Data màxima de calibració: Funció tipus de equips				
- Valor de incertesa admès: +- 10%				
- Informació mínima de equips de mesura:				
CO ₂ : % volum, O ₂ : % volum				
CO: ppm				
Excés d'aire: %				
Rendiment de Combustió: %				
Temperatura de fums i de l'ambient				
Index d'opacitat				
Temperaura i pressió del fluid portador en entrada i nnnnnnnsortida				
Consum de combustible				
Consum energia elèctrica				
Consum de aigua				
Pressió de tir en xemeneia de fums				

A.IX.8. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de xarxes de fluids

XARXES DE FLUIDS				
Objectiu				
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomenades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment de xarxes de fluids.				
Aplicabilitat:				
És d'aplicació a tots les xarxes de fluids i el seus components.				
Criteris d'eficiència energètica				
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en les xarxes de fluids, s'estableix sota el criteri d'evitar les fuites, mantenir pressions, caudals i temperatures dels fluids, cal per tant la comprovació de corrosions en canonades i juntes, la verificació d'estanqueïtat de circuits i la conservació d'aïllaments, la neteja de filtres i incrustacions, així com verificar l'estat de vàlvules i comportes.				
Normativa:				
Normes de disseny per a xarxes: Codi ASTM (American Society Testing Material).				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari?				
2. Hi ha senyalització standard de fluids?				
3. Hi ha senyalització de sentit de flux?				
4. Es realitza pla de manteniment preventiu?				
5. Hi ha procediments manteniment preventiu?				
6. Hi ha històric d'intervencions i reparacions?				
7. Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?				
8. Es realitzen mesures periòdiques de consum tèrmic?				
9. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
10. Es realitzen mesures d'espessor periòdiques en tubs i calorífugats?				
11. Es realitzen proves periòdiques d'estanqueïtat i control de fugides?				
12. Es realitzen termografies a punts crítics?				
13. Estan els equips de mesura calibrats?				
Manteniment als equips i components				
1. Inspecció de corrosions i fuites d'aigua en tots els trams de les xarxes de canonades.				
2. Inspecció de l'aïllament tèrmic: verificació d'estat.				
3. Inspecció d'ancoratges i suports de les canonades en general.				
4. Inspecció de possibilitats de dilatacions.				
5. Inspecció d'amortidors de vibracions i suports antivibratòries.				
6. Verificació d'estat, comprovació i contrast de manòmetres i termòmetres.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
Manteniment als equips i components				
7. Verificació de l'estat i funcionalitat de vàlvules de purga d'aire i purgadores automàtics.				
8. Verificació de dispositius d'omplert i comprovació de nivells d'aigua en tots els circuits.				
9. Inspecció de segellat de juntes.				
10. Inspecció dels tancaments i empaquetadures dels eixos de les vàlvules: estreny i correcció de fuites.				
11. Verificació de l'actuació i funció de cada vàlvula: tancament, regulació, retenció.				
12. Inspecció de corrosions sobre les superfícies exteriors.				
13. Verificació d'inexistència de fuites d'aigua en dipòsit: inspecció de juntes de tapes de registre.				
14. Verificació de l'estat i funcionalitat de vàlvules de purga d'aire i purgadors automàtics.				
Xarxes aire				
1. Inspecció verificació del correcte estat de la xarxa: oxidacions, unions, cintes adhesives despreses, fisures, pèrdues d'aïllament, arrebossats, etc.				
2. Inspecció d'estanqueïtat.				
3. Localització de fugides d'aire per juntes o unions: segellat d'unions.				
4. Inspecció d'estat d'unions. Inspecció de l'estat de l'aïllament tèrmic exterior i barrera antivapor.				
5. Inspecció dels suports: verificació d'espaiament, ancoratges, fixacions als tirants, tacs d'ancoratge, inexistència de vibracions.				
6. Inspecció d'estanqueïtat: correcció de fuites d'aire de silenciadors.				
7. Inspecció i comprovació del correcte estat i funcionament de comportes tallafocs.				
8. Inspecció i verificació del correcte estat de comportes de regulació motoritzades.				
9. Inspecció d'estat elements de difusió, retorn i extracció d'aire.				
10. Inspecció i verificació comportes de sobrepressió.				
Quadres i connexions elèctriques				
Realitzar check-list quadres elèctriques.				
Xarxes de Fluid				
Realitzar check-list xarxes de fluids.				
Compressors				
Realitzar check-list Compressors.				
Ventiladors				
Realitzar check-list Ventiladors.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
Bombes				
Realitzar check-list bombes.				
Observacions				
Bombes				
"Termòmetre infrarojos làser (0-950)"				
Anemometre				
Manometre				
Mesurador de cabal				
Cambra termogràfica de fotos				
Cambra termogràfica de precisió				
Detector ultrasònic de fuites				
Endoscopi				

A.IX.9. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de sistemes de recuperació tèrmica

SISTEMES DE RECUPERACIÓ TÈRMICA
Objectiu
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomenades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment de sistemes de recuperació tèrmica.
Aplicabilitat:
És d'aplicació a tots els sistemes de recuperació tèrmica i el seus components.
Criteris d'eficiència energètica
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en els sistemes de recuperació tèrmica, s'estableix sota el criteri principal de manteniment energètic consisteix en el control de la instal·lació per a evitar oxidacions, crostes i incrustacions en els circuits d'intercanvi per a homogenitzar la transferència de calor i evitar punts calents.
Normativa:
Normes de disseny per a recuperadors de calor: Codi ASTM (American Society Testing Material).

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari?				
2. Es realitza pla de manteniment preventiu?				
3. Hi ha procediments manteniment preventiu?				
4. Hi ha històric d'intervencions i reparacions?				
5. Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?				
6. Es realitzen mesuraments periòdiques de consum tèrmic?				
7. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
8. Es realitzen mesures d'espessor periòdiques en tubs i calorífugats?				
9. Es realitza inspecció i control periòdiques de filtres de fluids abans del recuperador.				
10. Es realitzen termografies periòdiques en punts crítics de contacte tèrmic en els equips?				
Manteniment als equips i components, Canviadors carcassa i tubs				
1. Inspecció exterior: estanqueïtat, inexistència de fugides de fluid a l'exterior, estat de juntes i connexions.				
2. Inspecció exterior de carcasses: estat, pintura, absència de corrosions.				
3. Inspecció de l'estat de l'aïllament tèrmic.				
4. Inspecció interior de tubs.				
5. Verificació d'inexistència de deformacions, eixamplaments, corrosions, erosions				
6. Comprovació d'estanqueïtat entre circuits primari i secundari.				
7. Inspecció de corrosions en les plaques tubulars, eliminació de dipòsits d'òxid.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
Manteniment als equips i components				
8. Inspecció interior de tubs, eliminació dipòsits i incrustacions.				
Intercanviadors de plaques				
1. Comprovació de l'estanqueïtat entre circuits, primari i secundari: inspecció d'estat de juntes.				
2. Inspecció exterior: estanqueïtat, inexistència de fugides de fluid a l'exterior.				
3. Verificació d'inesistència de corrosions en cants de plaques i capçals. - eliminació d'oxidacions.				
4. Inspecció de l'estat de l'aïllament tèrmic.				
5. Obertura del intercanviador. Neteja de plaques, eliminació d'obstruccions i incrustacions.				
Intercanviadors de tub en tub (contracorrent)				
1. Inspecció exterior del tub envoltant: estat de pintura, inexistència de corrosions.				
2. Inspecció exterior: estanqueïtat, inexistència de fugides de fluid a l'exterior, estat de connexions.				
3. Inspecció de l'estat de l'aïllament tèrmic.				
4. Inspecció pantalles passos de fluid per carcassa.				
5. Inspecció pantalla de xoc fluid en carcassa.				
6. Comprovació de l'estanqueïtat entre circuits primari i secundari. Neteja química de circuits primari i secundari.				
General				
Comprovació de estat des tubs primari i secundari, Check-list Xarxes.				
Inspecció amb termografia per a punts de contacte tèrmic. (Punts crítics de contacte).				
Control caigudes de pressió per control de fugides en circuits.				
Control de l'estat dels filtres per a fluids gasosos.				
Ventiladors				
Realitzar check-list Ventiladors.				
Bombes				
Realitzar check-list bombes.				
Observacions/comentaris				
ANNEX: EQUIPS DE MESURA				
"Termòmetre infrarojos làser (0-950)"				
Manometre				
Mesurador de Cabal				
Cambra termogràfica de fotos				
Cambra termogràfica de precisió				
Detector ultrasònic de fuites				
Termopars				

A.IX.10. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de compressors

COMPRESSORS
Objectiu
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomenades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment de compressors.
Aplicabilitat:
És d'aplicació per a compressors el seu motor y les accesoris.
Criteris d'eficiència energètica
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en les compressors, s'estableix sota el criteri de que la regulació dels cicles de funcionament s'ajustin als mínims períodes de funcionament per mantenir les pressions adequades, es per tant important la detecció de fuites, evitar parades per sobre escalfament per manca de ventilació o lubricació de components o incidències intermitents en els controls de funcionament.
Normativa:
EN 13771-1 Compressors per a refrigerants. Manuals i fitxes tècniques de fabricants per a compressors.

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari?				
2. Es realitza pla de manteniment preventiu?				
3. Hi ha procediments de manteniment preventiu?				
4. Hi ha històric d'intervencions i reparacions?				
5. Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?				
6. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
7. Hi ha sistema de regulació de velocitat, variadors i sistemes elèctrics d'arrencada?				
8. Es realitzen mesures periòdiques de consum elèctric?				
9. Es fan comprovacions de funcionament de la màquina en tots els cicles per als quals aquest dissenyada?				
Manteniment als equips i components				
1. Verificació de l'estat de les suspensions i ancoratges.				
2. Verificació de l'estat de l'aïllament tèrmic i acústic.				
3. Verificació de la inexistència de fuites.				
4. Verificació de l'estat i funcionalitat dels components del circuit.				
5. Verificació de l'estat i de la neteja del filtre d'oli del cárter.				
6. Comprovació del nivell d'oli en el cárter.				
7. Comprovació del contingut d'humitat i acidesa de l'oli Substitució de l'oli frigorífic (compressors sistemes de fred).				
8. Verificació del funcionament de les bombes d'oli dels compressors i mesura de pressions d'aspiració i descàrrega.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
Manteniment als equips i components				
9. Verificació i ajust, de tots els paràmetres consignats en la configuració de microprocessadors de control.				
10. Lectura de memòries històriques de microprocessadors de control i comprovació de la correcció de les anomalies registrades.				
11. Verificació de la correcta actuació dels dispositius de control de capacitat dels compressors.				
12. Comprovació de la limitació de capacitat del compressor en diferents situacions de demanda.				
13. Comprovació del funcionament mecànic dels àleps o corredisses de regulació de capacitat.				
14. Comprovació dels elements de limitació de recorregut (finals de carrera) dels mecanismes d'àleps o corredisses.				
15. Comprovació que l'arrencada dels compressors s'efectua en la condició de capacitat mínima.				
16. Verificació d'estat, connexions, ajust i actuació de programadors Inspecció de deshidratadors, purgues tèrmiques i substitució de cartutxos.				
17. Verificació, ajust i contrast d'instruments de mesura: caudalímetres, manòmetres i termòmetres.				
18. Verificació d'estat d'arrossegaments i acoblaments elàstics dels eixos motor i compressor en compressors oberts, i ajust d'alineació.				
19. Inspecció d'estanqueïtat de segells i tancaments mecànics (inexistència de degotejos d'oli) en compressors oberts.				
Sistemes Elèctriques				
1. Inspecció i neteja de quadres elèctrics de força, maniobra i control.				
2. Inspecció de l'estreny de totes les connexions elèctriques de força i maniobra en quadres i components.				
3. Comprovació d'estanqueïtat de les juntes de les bornes dels compressors i estreny de bornes.				
4. Inspecció de les connexions de posada a terra.				
5. Verificació d'estat, reglatge i actuació dels relés i proteccions contra sobrecàrregues.				
6. Comprovació d'estat i actuació dels arrancadors i ajust de transicions i de dispositius de limitació.				
7. Verificació de l'estat funcionalitat i ajust de convertidors de freqüència per a regulació.				
Observacions/comentaris				
ANNEX: EQUIPS DE MESURA				
"Termòmetre infrarojos làser (0-950)"				
Comptador elèctric MINI de quadre				
Analitzador de xarxa elèctrica				
Cambra termogràfica de fotos				
Detector ultrasònic de fuites				
Pinça amperimètrica				

A.IX.11. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de bombes

BOMBES
Objectiu
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomenades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment de bombes.
Aplicabilitat:
És de aplicació per a bombes, el seu motor elèctric i accesoris.
Criteris d'eficiència energètica
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en les bombes, s'estableix sota el criteri de la conservació del rendiment de les bombes amb la comprovació de caudals i consum elèctric, evitant les pèrdues en juntes, la neteja de filtres i incrustacions i l'adequat manteniment de motors elèctrics.
Normativa:
Manuals i fitxes tècniques de fabricants per a bombes. No hi ha normativa d'aplicació reglamentària en matèria energètica per a bombes fins a l'actualitat.

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari de bombes?				
2. Es realitza pla de manteniment preventiu?				
3. Hi ha procediments de manteniment preventiu per a bombes?				
4. Hi ha històric d'intervencions i reparacions?				
5. Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?				
6. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
7. Es realitzen mesures periòdiques de consum elèctric y rendiment de la bomba?				
8. Hi ha mesures en continu de la caiguda de pressió?				
Manteniment als equips i components				
1. Verificació i comprovació de fuites en juntes i acoblaments.				
2. Verificació de l'estat dels acoblaments elàstics anti-vibratoris, comprovació d'enduriment i substitució, quan procedeix.				
3. Inspecció de l'estat del suport de bombes en línia i reparació o fiançament.				
4. Inspecció de nivell d'engraixatge al càrter de bombes de bancada.				
5. Inspecció d'acoblament d'eixos motor-bomba.				
6. Verificació de l'alineació d'eixos motor-bomba i ajust, si procedeix.				
7. Inspecció de la caçoleta de recollida d'aigua de refrigeració de premses. Neteja de les caçoletes i de les canitzacions de desguàs.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:

Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
Manteniment als equips i components				
8. Verificació d'inexistència de sorolls o vibracions anòmales durant el funcionament.				
9. Verificació de sorolls originats per cavitació durant el funcionament. Comprobació de pressions de treball.				
10. Inspecció de folgances i desgast en eixos, coixinets i rodaments.				
Filtres				
1. Es realitza neteja i/o canvi periòdic dels filtres?.				
2. Hi ha medidors en continu de caiguda de pressió en els filtres?.				
Observacions/comentaris				
ANNEX: EQUIPS DE MESURA				
"Termòmetre infrarojos làser (0-950)"				
Manometre				
Mesurador de cabal				
Comptador elèctric MINI de quadre				
Anàlitzador de xarxa elèctrica				
Càmbra termogràfica de fotos				
Càmbra termogràfica de precisió				
Pinça amperimètrica				

A.IX.12. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de ventiladors

VENTILADORS
Objectiu
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomenades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment de ventiladors.
Aplicabilitat:
És d'aplicació per a ventiladors i els seus accessoris.
Criteris d'eficiència energètica
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en els ventiladors, s'estableix sota el criteri de garantir el correcte nivell de flux de ventilació amb la comprovació de rodaments i elements de transmissió, neteja de filtres i conductes, neteja i equilibrat de pales o aletes de turbines, adequació del règim de funcionament als períodes de treball i adequat manteniment dels motors elèctrics.
Normativa:
ANSI (American National Institut), ASME (American association of mechanical engineers). UL705 Estándares para ventiladores, NTC-IEC 665 Ventiladores eléctricos de AC. Standards IEC, UNE 100250:2000 Ventiladors Industrials.Seguritat mecànica de ventiladors. protecció.

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari?				
2. Es realitza pla de manteniment preventiu dels ventiladors?				
3. Hi ha procediments de manteniment preventiu?				
4. Hi ha comptadors elèctrics instal·lats per als motors de ventiladors?				
5. Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?				
6. Es realitzen equilibrats d'aspes i/o àleps del ventilador?				
7.Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
8. Hi ha procediments d'actuació en cas d'alarma?				
9. Es realitzen mesures de caiguda de pressió constantment?				
Manteniment als equips i components				
1. Assegurar-se que la malla protectora estigui correctament situada.				Indirecte
2. Verificar controladors i alarmes.				Indirecte
3. Greixar rodaments.				Directe
4. Verificar possibles danys en carcassa, dampers, i impulsors.				Directe
5. Verificar ajustament de pernos de la carcassa i motor.				Indirecte
6. Verificar tensió de la corretja.				Indirecte
7. Verificar ajust de corrioies i pernos en ventilador.				Directe
8. Inspecció filtre d'aire i oli.				Directe

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:[illegible]

A.IX.13. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de fred industrial

FRED INDUSTRIAL
Objectiu
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomenades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment de grups de fred industrial.
Aplicabilitat:
És d'aplicació a tots les grup de fred industrial, (compressió mecànica i absorció).
Criteris d'eficiència energètica
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en les equips de fred industrial, s'estableix sota el criteri d'evitar les fuites, mantenir pressions, caudals i temperatures dels fluids, i per altra banda sota el control de funcionament dels sistemes consumidors -generadors tals com compressor, cremador i sobre els equips dissipadors i intercanviadors com recuperadors de calor i ventiladors segons correspongui.
Normativa:
Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari?				
2. Es realitza pla de manteniment preventiu?				
3. Hi ha procediments manteniment preventiu?				
4. Hi ha històric d'intervencions i reparacions?				
5. "Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?"				
6. Es realitzen mesures periòdiques de consum tèrmic?				
7. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
8. Es realitzen mesures d'espessor periòdiques en tubs i calorífugats?				
9. Es realitzen proves periòdiques d'estanqueïtat i control de fugides?				
10. Es realitzen termografías a punts crítics?				
11. Estan els equips de mesura calibrats?				
MANTENIMENT ALS EQUIPS I COMPONENTS				
Plantes enfriadoras d'aigua per compressió mecànica				
Verificació de l'estat dels suport i funcionalitat dels acoblaments de les canonades.				
Verificació de l'estat de l'aïllament tèrmic i acústic.				
Verificació de la inexistència de fugides d'aigua.				
Verificació de l'estat i comprovació de la funcionalitat del sistema d'omplert automàtic.				
Verificació de l'estat i funcionalitat dels components del circuit hidràulic.				
Verificació de l'estat de les bateries d'intercanvi tèrmic: estat de les aletes, corrosions, etc.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
Manteniment als equips i components				
Test de fuites. Verificació de la inexistència de tubs deformats per congelacions.				
Verificació de l'estat i funcionalitat dels intercambiadores calor: test de fuites interiors d'aigua o de refrigerant i evaporadores i condensadors (costat aigua).				
Comprovació del funcionament de les resistències calenadores d'oli.				
Comprovació de l'estat i funcionament de les resistències calefactores de protecció contra gelades dels intercambiadores refrigerant/aigua instal·lats a la intempèrie.				
Comprovació de càrrega de refrigerant en els circuits frigorífics.				
Inspecció d'estanqueïtat i detecció de fuites de refrigerant en els circuits frigorífics.				
Verificació de l'estat i els estrenys dels taps i caperuzas de protecció de vàlvules de servei.				
Comprovació de funcionament de vàlvules o altres dispositius d'inversió de cicle.				
Comprovació del funcionament de la màquina en tots els cicles per als quals aquest dissenyada.				
Verificació d'actuació de dispositius de desescarche.				
Inspecció de filtres deshidratadors de refrigerant.				
Verificació, ajust i contrast d'instruments de mesura: caudalímetres, manòmetres i termòmetres.				
Plantes enfriadoras d'aigua per cicle d'absorció				
Inspecció exterior de corrosions.				
Inspecció de l'aïllament tèrmic.				
Prova d'estanqueïtat i nivell de buit, verificació d'inexistència de fugides en els tubs del absorbedor, tubs del generador o concentrador, condensador i de l'evaporador.				
Verificació del acumulador de gasos no condensables en la unitat de purga.				
Inspecció de la hermeticidad de la màquina en funció de la pressió absoluta interior.				
Inspecció dels circuits de refrigeració i lubricació de les bombes de refrigerant i absorbent.				
Inspecció de nivell d'absorbent en el visor del absorbedor.				
Inspecció de nivell de refrigerant en el visor de l'evaporador.				
Inspecció del sistema de control de la màxima concentració de la solució diluïda.				
Inspecció del sistema de control del nivell de solució en el generador.				
Comprovació de l'estat i actuació dels interruptors de flux d'aigua.				
Inspecció i contrast d'aparells de mesura: manòmetres i termòmetres.				
Comprovació de l'estat i actuació dels termostats i presostats.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:

Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
Plantes enfriadores d'aigua per cicle d'absorció				
Verificació d'estat i funcionament de vàlvules automàtiques de control de refrigerant o absorbent.				
Comprovació del sistema de control de la producció frigorífica i de la temperatura d'aigua refredada.				
Comprovació de la càrrega de refrigerant.				
Comprovació de la càrrega de solució de bromur de liti o amoniac, segons correspongui.				
Comprovació de la concentració d'inhibidor de corrosions.				
Comprovació del contingut d'alcohol octílico.				
Manteniment d'elements de combustió en equips amb flama directa .				
Cremador				
1. Realitzar check-list cremador.				
Quadres i connexions elèctriques				
1. Realitzar check-list quadres elèctriques.				
Xarxes de Fluid				
1. Realitzar check-list xarxes de fluids.				
Compressors				
1. Realitzar check-list Compressors.				
Ventiladors				
1. Realitzar check-list Ventiladors.				
Bombes				
1. Realitzar check-list bombes.				
Observacions/comentaris				
ANNEX: EQUIPS DE MESURA				
"Termòmetre infrarojos làser (0-950)"				
Comptador elèctric MINI de quadre				
Analitzador de xarxa elèctrica				
Cambra termogràfica de fotos				
Cambra termogràfica de precisió				
Detector ultrasònic de fuites				
Pinça amperimètrica				
Data loggerhumitat/temperatura				
Mesurador de pressió diferencial				

A.IX.14. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de climatització

CLIMATITZACIÓ
Objectiu
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomenades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment de la climatització ambiental.
Aplicabilitat:
És d'aplicació a tots les sistemes de climatització ambiental i el seus components.
Criteris d'eficiència energètica
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en les instal·lacions de climatització ambiental, s'estableix sota el criteri de mantenir el rendiment dels sistemes (màquines i distribució), cal per tant la verificació de pressions de refrigerants, comprovació de compressors i control de consum elèctric en màquines generadores. La neteja i substitució de filtres, neteja de difusors i conductes i estat de comportes de regulació, evitar la presència d'aire en canonades evitant fuites i la revisió de purgadors, comprovar aïllaments de canonades, ajustar i controlar les consignes de funcionament.
Normativa:
R.D 1751/1998 de 31 de julio, reglamento de instalaciones en técnicas en edificios (RITE) e instrucciones técnicas complementarias (ITC) disposiciones de aplicación de la directiva del consejo de las comunidades europeas 87/404/CEE, sobre recipientes a presión simples reglamento de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria UNE 100.020/99.- climatització sala de maquines.

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari?				
2. Es realitza pla de manteniment preventiu?				
3. Hi ha procediments de manteniment preventiu?				
4. Hi ha històric d'intervencions i reparacions?				
5. "Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?"				
6. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
7. Es realitzen mesures periòdiques de consum elèctric?				
8. Es realitzen mesuraments periòdiques de consum tèrmic?				
9. Es realitzen proves periòdiques d'estanqueïtat i control de fuites?				
10. Es realitzen termografies a punts crítics?				
11. Estan els equips de mesura calibrats?				
MANTENIMENT ALS EQUIPS I COMPONENTS				
Condicionament aire				
1. Comprovació i verificació d'estanqueïtat de circuits. Test de fuites de l'equip (interiors de refrigerant).				
2. Verificació de l'estat de la suportació de l'equip: suports rígids, antivibratorios, amortidors, etc.				
3. Verificació de l'estat de les juntes d'estanqueïtat en els equips instal·lats				
4. Inspecció de fuites d'aire Inspecció de l'aïllament tèrmic i acústic dels panells.				
5. Verificació de l'estat de les aletes i nivell de brutícia de la bateria interior/exterior.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
MANTENIMENT ALS EQUIPS I COMPONENTS				
Condicionament aire				
6. Inspecció de bateries d'aigua.				
7. Verificació d'estanqueïtat.				
8. Verificació de la inexistència de tubs deformats per congelacions.				
9. Inspecció de condensadors per aigua: neteja de tubs o plaques i capçals, eliminació d'incrustacions i obstruccions.				
10. Revisió general, de canonades i accessoris.				
11. Verificació d'elements de difusió d'aire.				
12. Inspecció de comportes de regulació de cabal aire. Verificació de funcionament i ajust.				
Radiadors i convectors				
1. Inspecció exterior: estat de pintura, inexistència de corrosions i humitats.				
2. Inspecció d'estat de suports i fiançament d'aquests.				
3. Inspecció i correcció de fuites d'aigua.				
4. Inspecció d'obstruccions deflectores i turbuladors.				
5. Neteja i eliminació d'obstruccions al pas d'aire. Verificació d'estanqueïtat de claus de pas i detentors.				
6. Inspecció de degotejos en premses de claus de pas.				
7. Inspecció de vàlvules termostàtiques.				
8. Inspecció de purgadors d'aire, manuals i automàtics.				
9. Purga i eliminació d'aire.				
10. Verificació d'inexistència d'aire en l'interior i panells.				
11. Verificació d'homogeneïtat de temperatura en tota la superfície radiant.				
12. Presa de dades de temperatures d'aigua i d'ambient i comparança amb les de disseny.				
Sistemes autònoms de cabal refrigerant				
1. Inspecció exterior de l'equip: correcció de corrosions i deterioracions de la pintura.				
2. Inspecció de reixetes de protecció de ventiladors, bateries i preses d'aire.				
3. Verificació de l'estat de la suportació de l'equip: suports rígids, antivibratorios, amortidors, etc.				
4. Verificació de l'estat de les juntes d'estanqueïtat de panells.				
5. Inspecció de l'aïllament tèrmic i acústic dels panells i reparació.				
6. Comprovació d'estanqueïtat de circuits.				
7. Test de fuites de l'equip, bateries, canonades, juntes i controls.				
8. Verificació de l'estat de les aletes i nivell de brutícia de la bateria interior Pentinat d'aletes i neteja de bateria per ambdues cares.				
9. Inspecció d'estat i estreny de taps i caperuzas de connexions frigorífiques i vàlvules de servei.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:[illegible]

A.IX.15. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de l'enllumenat

ENLLUMENAT
Objectiu
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions recomanades per aconseguir la conservació o millora en l'eficiència energètica en les operacions de manteniment de l'enllumenat.
Aplicabilitat:
És d'aplicació per a elements de il·luminació.
Criteris d'eficiència energètica
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en l'enllumenat, s'estableix sota el criteri de l'ús de fonts lluminoses d'alt rendiment, evitant les làmpades d'incandescència i mescla, establint un rigorós protocol d'encesa i apagada per evitar llums enceses fora de períodes de treball, portant una planificació de neteges de llumeneres i recanvis massius d'acord a les característiques de la indústria per que fa a la contaminació ambiental i hores de funcionament.
Normativa:
RD 486/1997 Guia Tècnica d'avaluació i prevenció de riscos relatius a l'ús de llocs de treball UNE-EN-60598 Luminarias, UNE-EN-60929 Balastos, UNE-EN-60922 Balastos, UNE-EN-60926 Cebadores Arrancadores, UNE-EN-60928 Cebadores Arrancadores, UNE-EN-61048 Condensadores, CTE Document HE, Secció HE3 Eficiència energètica d'Instal·lacions d'il·luminació, UNE-EN 12464-1: 2003 Il·luminació de llocs de treball, R.D. 838/2002 Requisits d'eficiència energètica da balastes flourescents.

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Hi ha inventari?				
2. Hi ha làmpades d'incandescència?				
3. Hi ha làmpades de mescla?				
4. Es realitza pla de manteniment preventiu?				
5. Hi ha procediments de manteniment preventiu?				
6. Hi ha històric d'intervencions i reparacions?				
7. Es realitzen ordres de treball i/o informes de intervenció?				
8. Hi ha indicacions de valors de referència en mesures i comprovacions?				
9. Es realitzen mesures periòdiques de consum elèctric?				
10. Hi ha procediments d'actuació en cas d'alarma?				
Manteniment als equips i components				
1. Verificació de funcionament de totes les unitats.				
2. Programació de neteja de reflectors.				
3. Programació de neteja de làmpades.				
4. Programació de substitucions masives de làmpades.				
5. Programació de substitucions masives de cebadors o euiips d'encesa.				
6. Programació de substitucions masives de condensadors.				
7. Control de substitucions fora de programacions.				
8. Verificació d'automatismes i controls d'encès.				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:[illegible]

A.IX.16. Instrucció de manteniment de l'eficiència energètica de torres de refrigeració

TORRES DE REFRIGERACIÓ				
Objectiu				
Aquesta instrucció té per objecte definir les accions a realitzar per al correcte manteniment de l'eficiència energètica en torres de refrigeració.				
Aplicabilitat:				
És de aplicació per a torres de refrigeració i el seus accessoris.				
Criteris d'eficiència energètica				
L'aplicació del concepte d'eficiència energètica en les torres de refrigeració, s'estableix sota el criteri de l'aprofitament màxim de l'intercanvi amb la neteja de reixetes, neteja de dipòsits i incrustacions, control dels tractaments d'aigua, funcionament adequat de ventiladors, així com evitar les pèrdues en fluids refrigerants amb la conservació dels aïllaments.				
Normativa:				
R.D. 865/2003				

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:				
Instruccions de manteniment	Es realitza	Periòdicitat	Aplicació	Eficiència energètica
General				
1. Es realitza pla de manteniment preventiu				
2. Hi ha procediments manteniment preventiu				
3. Es tenen totes les fitxes tècniques i plànols actualitzats d'equips i components.				
4. Es realitzen parts de treball i/o informes de intervenció?				
5. Es realitzen inspeccions de legionella?				
MANTENIMENT ALS EQUIPS I COMPONENTS			Funcionament	Indirecte
Revisió de l'estat general				
1. Anclatges a bancada.			Funcionament	Indirecte
2. Estat dels suports antivibració.			Funcionament	Directe
3. Purga de l'aire del circuit.			Funcionament	Directe
4. Observació de possibles fugues d'aigua.			Funcionament	Directe
Circuit hidràulic i d'intercanvi			Funcionament	Indirecte
1. Neteja dels residus i rentat de la balsa.			Funcionament	Directe
2. Neteja dels filtres d'aspiració de la bomba.			Funcionament	Indirecte
3. Ajust del nivell de la balsa.			Funcionament	Indirecte
4. Neteja de la superfície d'intercanvi.			Funcionament	Indirecte
5. Desmuntatge i neteja de la distribució de l'aigua.			Funcionament	Indirecte
6. Ajust i estat dels separador de gotes, desmuntatge i neteja del separador de gotes.			Funcionament	Indirecte
7. Funcionament de les vàlvules de l'aigua.			Mesura	Directe
8. Funcionament i connexió de la vàlvula de drenatge.			Qualitat aigua	Indirecte
9. Control i reglatge de desconcentració (purga).			Qualitat aigua	Indirecte

LLISTAT DE COMPROVACIÓ AUDITORIA DE MANTENIMENT:

Instruccions de manteniment	Es realitza	Periodicitat	Aplicació	Eficiència energètica
Elements de ventilació i bombeig				
1. Neteja dels ventiladors.			Funcionament	Directe
2. Comprovació del lliure gir dels ventiladors.			Funcionament	
3. Comprovació del sentit de gir dels ventiladors.			Funcionament	
4. Estat, tensat i alineació de les corretxes.			Funcionament	
5. Engrasatge del reductor del ventilador.			Funcionament	
6. Lubricació dels rodaments.			Funcionament	
7. Ajust dels topes dels rodaments de l'eix del ventilador.			Funcionament	
8. Comprovació de sorolls i/o vibracions.			Funcionament	
9. Comprovació de les tensions i consums.			Funcionament	
10. Comprovació de les fixacions dels motors.			Funcionament	
11. Comprovació de les fixacions de les bombes.			Mesura	

Observacions/comentaris

ANNEX:
EQUIPS DE MESURA

Tacòmetre
Manòmetre diferencial (0-40 mmca)
Analitzador de xarxa elèctrica
Cambra termogràfica de fotos
Conductímetre
Phímetre
Pinça amperimètrica

Annex X:

Llista de bref i mtd sectorials

L'European Integrated Pollution and Control Bureau (EIPPCB) ha publicat documents de Millors Tècniques Disponibles (MTD) per a diferents sectors. Aquests documents es poden trobar a:

<http://eippcb.jrc.es/reference/>

A continuació es fa una llista d'alguns d'aquests documents, susceptibles de ser utilitzats com a documentació de referència per a realitzar auditories energètiques:

LLISTA DE BREF I MTD SECTORIALS	
Document	Data de publicació
BREF Energy Efficiency	Febrer 2009
BREF Cement, Lime and Magnesium Oxide Manufacturing Industries	Desembre 2001
BREF Ceramic Manufacturing Industry	Agost 2007
BREF Chlor-Alkali Manufacturing Industry	Desembre 2001
BREF Ferrous Metals Processing Industry	Desembre 2001
BREF Food, Drink and Milk Industries	Agost 2006
BREF Glass Manufacturing Industry	Desembre 2001
BREF Industrial Cooling Systems	Desembre 2001
BREF Large Combustion Plants	Juliol 2006
BREF Large Volume Inorganic Chemicals - Solids and Others Industry	Juliol 2007
BREF Large Volume Organic Chemical Industry	Febrer 2003
BREF Pulp and Paper Industry	Desembre 2001
BREF Smitheries and Foundries Industry	Maig 2005
BREF Textiles Industry	Juliol 2003
BREF Waste Incineration	Agost 2006
BREF Waste Treatments Industries	Agost 2006

A més a més, a la pàgina web www.prtr-es.es/fondo-documental/documentos-de-mejores-tecnicas-disponibles,15498,10,2007.html del Registre Estatal d'Emissions i Fonts Contaminants s'hi poden trobar guies de Millors Tècniques Disponibles a Espanya segons diferents sectors industrials. A continuació es fa una llista de les principals en castellà:

- Sector del ciment
- Química fina orgànica
- Sector ceràmic
- Sector cerveser
- Sector DCE, CVM, PVC
- Sector refineries
- Sector tèxtil
- Sector vidres

En aquesta adreça també hi ha els enllaços dels resums executius dels BREF, els BREF amb les versions disponibles en castellà i altres documents tècnics de diferents sectors.

El document del sector paper en català es troba a l'adreça següent:

<http://mediambient.gencat.cat/cat/empreses/mtd/docs/paper.pdf>

Annex XI:

Equips de mesura

A.XI.1. Introducció

En el present annex es descriuen els principals equips susceptibles de ser utilitzats en auditories energètiques per a prendre mesures durant la visita in situ del centre auditat. Es dona una descripció, es descriu el seu mode d'utilització i es donen algunes recomanacions. Cal destacar que el que es mostra en aquest és genèric, que abans d'utilitzar qualsevol dels equips és imprescindible consultar els manuals específics dels fabricants.

A.XI.2. Analitzador de xarxes elèctriques

A.XI.2.1. Descripció

Els analitzadors de xarxes elèctriques són instruments de mesura que mesuren directament o calculen els diferents paràmetres elèctrics d'una xarxa, normalment en baixa tensió. Els principals paràmetres són:

- Tensió (V)
- Intensitat (A)
- Potència (W)
- Energia activa (kWh)
- Energia reactiva (kVArh)
- Factor de potència

Tots els equips d'aquest tipus disposen a més a més de la possibilitat de memoritzar i/o registrar aquests paràmetres mitjançant diverses funcions de programació.

- Un equip analitzador de xarxes està compost per:
 - L'equip registrador/analitzador.
 - Tres pinces amperimètriques.
 - Quatre pinces voltimètriques.
- Un o varis dels següents sistemes d'extracció de dades registrades:
 - Petita impressora matricial incorporada.
 - Unitat de gravació de discos o targetes de memòria.
 - Cable i software específic per a comunicació amb PC i software de tractament de dades.

A XI. 2.2. Mode d'utilització

A continuació es resumeix la forma habitual de medició programada amb aquests equips (tot i això, és imprescindible consultar el manual específic del fabricant):

1. En primer lloc, abans d'encendre l'equip, adoptar les mesures d'autoprotecció que es considerin necessàries (obrir interruptors, guants dielèctrics, catifeta

aïllant, etc.)

2. Connectar a les corresponents entrades de l'analitzador les pinces amperimètriques que siguin necessàries: tres amidaments en línies trifàsiques desequilibrades, dos en línies trifàsiques equilibrades i una en línies monofàsiques.
3. Connectar, a les corresponents entrades de l'analitzador, les pinces voltimètriques que siguin necessàries: quatre per a amidaments en línies trifàsiques desequilibrades, tres en línies trifàsiques equilibrades i dos en línies monofàsiques.
4. Instal·lar les pinces amperimètriques "abraçant" el/s corresponent/s conductor/s (cables, pletines, etc.).
5. Instal·lar les pinces voltimètriques "mossegant" el corresponent conductor nuu (on existeixi tensió).
6. Comprovar la correspondència de fases amperimètriques i voltimètriques (una d'elles s'instal·la al neutre).
7. Connectar l'analitzador, encendre'l i programar relacions de transformació, inici, fi i interval entre amidaments, etc.
8. Comprovar que les lectures en temps real són correctes i deixar els equips adequadament protegits i senyalitzats.
9. Finalitzat l'amidament programat, extreure les dades mitjançant impressora, disc o connexió amb PC.

Habitualment, els resultats dels amidaments es presenten en forma de fitxers informàtics de formatació específics que només poden ser tractats mitjançant el software del fabricant, o bé, en format estàndard ASCII que pot ser utilitzat amb qualsevol de les aplicacions informàtiques convencionals (EXCEL, ACCESS, etc.)

A.XI.2.3. Recomanacions

A continuació es llisten algunes recomanacions a l'hora d'utilitzar un analitzador de xarxes. Tot i així cal consultar el fabricant.

1. Identificar clarament les fases i comprovar que les pinces amperimètriques abasten tots els cables.
2. Comprovar que l'alimentació elèctrica de l'equip es mantindrà durant tot el període d'amidament.
3. Verificar la posició de les pinces amperimètriques respecte al sentit de la intensitat.
4. Seleccionar les pinces adequades tant per mida com per intensitat màxima (algunes pinces disposen de dues relacions de transformació, seleccionades mitjançant un interruptor).
5. Reiniciar els comptadors (posada a zero)
6. Comprovar que l'equip disposa de memòria suficient per a emmagatzemar totes les dades durant el període d'amidament programat.

A més a més dels analitzadors de xarxes, existeixen altres equips més senzills, econòmics i manejables com per exemple multímetres o testers, pinces amperimètriques, etc. Aquests són útils per a fer mides puntuals no programades, comprovar intensitats, etc. però sense la possibilitat de registrar les dades que es van obtenint.

A.XI.3. Analitzador de gasos de combustió

A.XI.3.1. Descripció

L'analitzador de gasos de combustió és un instrument que mesura directament, o calcula, els diferents paràmetres que determinen les característiques d'una combustió en un determinat equip consumidor de combustible: caldera, forn, motor, etc. Entre aquests paràmetres destaquen:

- concentració d'oxigen, de monòxid de carboni (CO), d'òxids de sofre (SO_x), d'òxids de nitrogen (NO_x)
- incremats sòlids
- tir
- temperatura de l'aire ambient i dels gasos
- càlcul del rendiment de combustió
- índex d'excés d'aire

Alguns analitzadors disposen, a més a més, de la possibilitat de registrar aquests paràmetres mitjançant funcions de programació.

Normalment, els analitzadors de gasos de combustió estan compostats per:

- Equip analitzador.
- Sonda per a la presa de mostres de gasos i amidament del tir.
- Termòmetre ambient.
- Termòmetre de contacte.
- Bomba opacimètrica.

A.XI.3.2. Mode d'utilització

En aquest apartat es resumeix la forma habitual d'amidament amb els analitzadors de gasos de combustió. És imprescindible consultar el manual específic del fabricant.

1. Col·locar filtre a la bomba opacimètrica.
2. Introduir el tub d'aquesta a l'orifici de presa de mostres un terç del diàmetre de la xemeneia i bombejar lentament tantes vegades com estableixi el fabricant.
3. Determinar visualment, mitjançant comparació amb l'escala de Bacharach, l'índex d'opacitat dels gasos.
4. Prendre diverses mesures de temperatura superficial de l'equip mitjançant el termòmetre de contacte.
5. A partir de les dades anteriors, calcular les pèrdues per convecció i radiació des del cos de l'equip.
6. Connectar a les corresponents entrades de l'analitzador, el conducte d'entrada de gasos i el termòmetre ambient de la sonda de gasos.
7. Posar en marxa l'analitzador i dur a terme l'autocalibració (amidament de condicions ambientals).
8. Introduir la sonda a l'orifici de la presa de mostres un terç del diàmetre de la xemeneia i començar la presa de dades.
9. Registrar a l'equip o imprimir els resultats de la medicació.

A.XI.3.3. Recomanacions

A continuació es llisten algunes recomanacions per a l'ús d'analitzadors de gasos de combustió. Tot i això cal consultar també les del fabricant.

1. Localitzar el punt adequat per a la presa de mostres de manera que estigui el més a prop possible a la caixa de fums de la caldera, evitant entrades paràsites d'aire.
2. La caldera ha d'estar a règim (aigua d'impulsió a temperatura de consigna)

- durant l'amidament, havent d'estar funcionant, com a mínim, 30 minuts.
3. Es recomana fer varies mesures consecutives a diferents marxes si el cremador és modulant.

A.XI.4. Luxímetre

A.XI.4.1. Descripció

El luxímetre és un instrument que permet mesurar la il·luminància o el nivell d'il·luminació (lux) sobre una determinada superfície. Normalment es tracta d'equips molt senzills i lleugers, formats per l'analitzador i la sonda fotosensible.

A.XI.4.2. Mode d'utilització

Per a l'amidament, n'hi ha prou amb situar la sonda sobre la superfície a l'alçada que es desitgi conèixer la il·luminància i prendre la lectura.

A.XI.4.3. Recomanacions

La il·luminància és un paràmetre molt sensible a qualsevol canvi en l'orientació de la sonda, altura que es situï, ombres, etc. i existeixen grans divergències entre les lectures de diferents aparells (per tant, el marge d'error sol ser gran). A més a més, el rang de sensibilitat de l'ull humà és amplíssim: des d'uns pocs fins a desenes de milers de luxs. Per tot això, els resultats han de registrar-se com a intervals entre lectures màximes i mínimes.

A.XI.5. Cabalímetre

A.XI.5.1. Descripció

Els cabalímetres, com el seu nom indica, són instruments concebuts per a mesurar el cabal de fluid circulant per una canonada, generalment aigua i aire.

En una auditoria energètica, el tipus de cabalímetre que s'utilitzarà normalment és un cabalímetre ultrasònic portàtil, no intrusiu, per a l'amidament del cabal volumètric sense contacte amb el líquid. Bàsicament els cabalímetres d'ultrasons poden utilitzar-se en tots aquells llocs on tant les parets de les canonades com el líquid que circula per elles permetin la propagació del so.

A.XI.5.2. Mode d'utilització

Els cabalímetres ultrasònics no intrusius utilitzen transductors externs que es poden instal·lar fàcilment en el exterior del tub. Un cop instal·lats els transductors a la canonada, n'hi ha prou amb connectar-los al cabalímetre, encendre'l i prendre la lectura.

A.XI.5.3. Recomanacions

La col·locació dels transductors es realitza exteriorment en la conducció, per la qual cosa s'ha de tenir en compte la possible atenuació que pugui patir el senyal sobretot amb materials porosos com el fibrociment, la fosa, etc. En aquest sentit, també s'ha de tenir en compte la capa de brutícia que apareix normalment en totes les instal·lacions.

lacions i, per tant, a l'hora de realitzar els amidaments és important assegurar que la canonada es troba neta ja que la brutícia impedeix un bon acoblament entre el transductor i la paret de conductor.

Això també s'ha de considerar en amidaments realitzats en canonades pintades ja que molts cops entre la paret de la conducció i la pintura s'acumulen bosses d'aire i brutícia que atenuen i distorsionen el senyal que emeten i reben els transductors.

A.XI.6. Càmera termogràfica

A.XI.6.1. Descripció

La termografia és un procediment d'imatges que fa visible la radiació de calor (llum infraroja) d'un objecte o un cos que és invisible a l'ull humà. Amb l'ajut de la termografia es poden registrar i esquematitzar amidaments de temperatura sobre àrees. Amb la termografia es descriu la percepció de l'emissió dels objectes, màquines, edificis, etc. Gràcies a la termografia es pot fer una idea sobre possibles pèrdues tèrmiques o determinar fonts de calor.

En una auditoria energètica, la termografia té diverses aplicacions com, per exemple, la verificació adequada de l'aïllament de l'edifici, permetent localitzar, identificar i avaluar deficiències a l'embolcall. És de gran utilitat en la detecció de deficiències d'aïllament, fuites de calor i infiltracions d'aire. La termografia permet detectar ponts tèrmics (en forjats, en marcs de finestra...), l'estat de l'aïllament (falta de material aïllant, posta en obra incorrecte, ...), així com infiltracions i corrents no desitjades.

També, és d'aplicació en la supervisió del funcionament de sistemes de calefacció o refrigeració i d'instal·lacions elèctriques.

Algunes càmeres termogràfiques compten amb un software d'anàlisi i valoració, permetent la captura digital del termograma per a realitzar una posterior anàlisi tèrmica.

A.XI.6.2. Mode d'utilització

El funcionament d'una càmera termogràfica és similar al d'una càmera fotogràfica. S'ha d'enfocar l'àrea que es desitja analitzar i prendre la imatge.

Depenent del model, s'incorporen una sèrie de funcionalitats més avançades que permeten facilitar l'anàlisi termogràfica.

A.XI.6.3. Recomanacions

Hi ha varis factors importants que determinen un amidament precís. Un dels més importants és l'emissivitat, tot i que també s'han de tenir en compte d'altres com escollir el camp visual correcte, o les condicions ambientals i climatològiques.

Els objectes amb una baixa emissivitat reflectiran l'energia dels objectes propers. Aquesta energia reflectida addicional s'afegeix a la que per si mateix transmet l'objecte i pot provocar lectures de resultats inexactes. De vegades, els objectes propers a l'objecte a analitzar (màquines, calderes o altres fonts de calor) tenen una temperatura molt més alta que la del propi objecte. En aquestes situacions és necessari compensar l'energia reflectida des d'aquests objectes.

Les condicions ambientals (vapor, pols, fum, etc.) són factors que poden impedir un amidament precís al obstruir la trajectòria entre l'objectiu i l'òptica de la càmera.

Soroll, camps electromagnètics o vibracions són altres condicions que poden tenir-se en compte abans d'iniciar-les.

Les condicions climatològiques i la temperatura ambient també s'han de tenir en compte. Segons els aspectes d'interès a avaluar (pèrdues de calor, infiltracions d'aire, etc.) serà recomanable realitzar la termografia a unes determinades condicions climatològiques o unes altres, en un horari determinat, etc. Per exemple, per a analitzar l'aïllant tèrmic d'un edifici, és preferible realitzar la termografia a l'hivern, i millor per la nit, per a evitar pertorbacions causades per la irradiació solar directa.

A.XI.7. Anemòmetre

A.XI.7.1. Descripció

L'anemòmetre és un equip d'amidament de la velocitat de l'aire i del cabal volumètric. Segons el tipus d'aplicació, són fabricats com anemòmetres de fil calent, anemòmetres de roda alada o com anemòmetres hermètics portàtils de mida de butxaca. Tots ells fan possible mesurar la força eòlica i la velocitat de circulació de l'aire.

Existeixen equips que, a més a més de l'amidament del cabal i velocitat de l'aire, també compten amb la possibilitat de prendre mides d'humitat relativa. A aquests equips se'ls anomena termohigròmetres.

A.XI.7.2. Mode d'utilització

S'han de realitzar amidaments de la velocitat, cabal volumètric, temperatura i humitat d'aire a les reixetes d'impulsió i retorn dels conductes de climatització i ventilació, així com a la impulsió i retorn de les unitats de tractament d'aire del sistema de climatització.

A.XI.7.3. Recomanacions

S'aconsella a l'auditor energètic tenir a mà la taula de cabals d'aire (que ha d'estar inclosa en el projecte de climatització de l'edifici) a l'hora de realitzar els amidaments. Així es pot comprovar ràpidament si aquests coincideixen amb els projectats.

A.XI.8. Mesures d'infiltracions (terciari)

L'aire fred hivernal penetra als edificis i refreda l'aire per mescla. A l'estiu, l'aire calent eleva la temperatura interior. A més a més de les finestres i les portes, tota l'obertura és responsable de les infiltracions d'aire en un edifici com succeeix amb els conductes de xemeneies, ventilacions de banys, etc. L'espectre és amplíssim, però totes elles tenen en comú l'existència d'una comunicació entre l'interior i l'exterior.

A.XI.8.1. Mode d'utilització

Per a mesurar les infiltracions d'aire en una estància, existeix un mètode de mesura basat en una porta que tanca la sala que porta acoblada un ventilador i uns manòmetres.

El ventilador s'ha de sotmetre a l'estància objecte de la mesura a una sobrepressió superior a 100 Pa.

A.XI.8.2. Recomanacions

La dificultat de la instal·lació del sistema d'amidament fan que sigui aconsellable prendre la mesura durant un període prolongat de temps.

A.XI.9. Altres equips de mesura

Depenent de l'abast de l'auditoria energètica, por ser d'interès (o fins i tot imprescindible) l'ús d'altres equips portàtils de mesura. Així, per a l'estudi exhaustiu de les condicions ambientals i de funcionament de les instal·lacions de calefacció i aire condicionat, poden caldre sondes de temperatura ambient i de fluids en conductes, anemòmetres i cabalímetres, sondes de pressió estàtica i dinàmica (tub Pitot), piròmetres òptics, etc. Per a analitzar sistemes d'aire comprimit i xarxes de vapor és molt útil el detector ultrasònic de fuites

