EPS
Escola Politècnica
UdG Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Tècn. Ind. Mecànica. Pla 2002

Títol: Projecte d'instal·lació d'un mòdul autònom per producció de calefacció amb caldera de biomassa

Document: Memòria

Alumne: Ferran Prats i Soy

Director/Tutor: Alexandre Deltell Carbonell
Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial
Àrea: Mecànica de Fluids

Convocatòria (mes/any): Setembre de 2012

DOCUMENT 1: MEMÒRIA

1. Introducció 3
1.1. Antecedents 3
1.2. Objecte 3
1.3. Dades del projecte 3
1.4. Especificacions i abast del projecte 4
1.4.1. Àmbit d'aplicació 4
1.4.2. Especificacions 4
1.4.3. Paràmetres instal·lació tèrmica i necessitats a cobrir 5
1.4.4. Informació prèvia. Dades instal·lacions existents 7
1.5. Normativa d'aplicació 8
2. Sistema escollit 9
3. Combustible 11
4. Descripció i característiques del mòdul energètic de producció 12
4.1. Descripció general 12
4.2. Caldera 15
4.3. Magatzem de combustible 19
4.4. Sistema d'alimentació 22
4.5. Elements hidràulics 23
4.6. Quadre elèctric 25
5. Circuits hidràulics de distribució 26
6. Comptabilització de consums 28
7. Sistema de control i gestió remota 29
8. Connexió a instal·lacions existents 30
9. Eficiència energètica del projecte 31
10. Resum del pressupost 32
11. Conclusions 32
12. Relació de documents 33

ANNEXES A LA MEMÒRIA

Annex A – Càlcul necessitats tèrmiques 35
Annex B – Característiques tècniques mòdul energètic autònom 56
Annex C – Característiques tècniques de la caldera 59
Annex D – Dimensionat del magatzem de combustible 61
Annex E – Dimensionat vas d'expansió 63
Annex F – Dimensionat dels circuits hidràulics de distribució 65
Annex G – Dimensionat bescanviadors de plaques 73
Annex H – Dimensionat línies elèctriques 75
Annex I – Punts de control 77
Annex J – Pla de manteniment 78
Annex K – Estudi bàsic de seguretat i salut 79
Annex L – Estudi tecnicoeconòmic 82

1. INTRODUCCIÓ

1.1 Antecedents

L'Ajuntament d'un municipi de la comarca de la Selva disposa d'un complex esportiu format per un edifici amb piscines climatitzades i un pavelló d'esports. Actualment la producció de calefacció es realitza mitjançant calderes amb cremador de gasoil. Degut a l'antiguitat d'aquests equips, a l'elevat cost que suposa la producció amb aquest tipus de combustible i tenint en compte que el municipi no disposa de xarxa de distribució de gas ciutat, l'ajuntament contempla la possibilitat d'instal·lar un sistema de producció centralitzat amb caldera de biomassa.

1.2 Objecte del projecte

L'objecte d'aquest projecte és el disseny i definició de la instal·lació d'una caldera de producció d'aigua calenta sanitària i de calefacció mitjançant l'ús de biomassa tipus pellets de fusta integrada dins un mòdul prefabricat que inclou la sitja d'emmagatzematge i tots els elements necessaris, formant un sistema compacte i autònom per al subministrament i distribució de l'aigua calenta per als dos edificis que formen el complex esportiu de la població.

Les instal·lacions es dissenyaran sempre mantenint l'estalvi energètic, l'ecologia, la fiabilitat dels sistemes i la simplicitat d'ús i manteniment.

1.3 Dades del projecte

- Títol –

Projecte d'instal·lació d'un mòdul autònom per producció de calefacció amb caldera de biomassa.

- Comarca –

La Selva

- Autor –

Ferran Prats i Soy

- Data de l'encàrrec

Setembre de 2.011

1.4 Especificacions i abast del projecte

1.4.1 Àmbit d'aplicació

L'àmbit d'aplicació d'aquest projecte és:

- SUBMINISTRAMENT I INSTAL·LACIÓ DEL MÒDUL CENTRALITZAT DE CALEFACCIÓ AMB BIOMASSA
  - Disseny i implantació
- CIRCUITS DE CALEFACCIÓ
  - Circuit de distribució d'aigua calenta fins a sala de calderes edifici piscines
  - Circuit de distribució d'aigua calenta dins a sala de calderes pavelló
  - Connexions hidràuliques a instal·lacions de producció existents

I totes les instal·lacions complementàries necessàries pel correcte funcionament del sistema.

1.4.2 Especificacions

La utilització de la biomassa com a font d'energia és una opció sostenible mediambientalment. No obstant, la solució que es defineix en aquest projecte ha de respondre també a criteris d'implantació i viabilitat econòmica.

Concepte	Tipus	Descripció
Funció	R	Producció de calefacció mitjançant energies renovables
Càrrega	R	El sistema de producció tindrà capacitat de produir el 100% de les necessitats de calefacció del complex
Autonomia	D	Minimitzar al màxim les càrregues de combustible
Consciència mediambiental	D	Contribuir a la implantació d'altres instal·lacions similars i donar-ne coneixement
Dimensions i acabats	D	Les que permetin una integració arquitectònica amb el mínim impacte visual
Equips utilitats	R	Que tinguin una alta eficiència energètica
Disseny	D	Facilitar les tasques de manteniment
Materials	R	Que tinguin la màxima resistència a la intempèrie i durabilitat per així allargar la vida útil de la instal·lació i per tant millorar-ne la rendibilitat
Control	R	Funcionament automàtic
	D	Gestió integral del sistema a distància
Cost	R	Mínim cost compatible amb el màxim rendiment energètic i respecte mediambiental Retorn de la inversió a mitjà termini

Tipus d'especificació – R: Requerida / D: Desitjable

1.4.3 Paràmetres instal·lació tèrmica i necessitats a cobrir

Com a punt de partida per dimensionar la nova instal·lació de producció s'han tingut en compte les potències instal·lades actuals.

Per tal, però, d'adequar la nova instal·lació a la reglamentació vigent, també s'ha realitzat el càlcul de les necessitats tenint en compte les exigències del nou Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE 2007) en quant a condicions interiors i d'estalvi energètic.

Els paràmetres utilitzats per cada edifici són els següents:

- *Piscines climatitzades:*

  L'edifici inclou una piscina d'entrenament de dimensions 25 x 12,5 metres (Piscina 1), i una piscina d'esbarjo de 12 x 7 metres (Piscina 2).

  Disposa de quatre vestidors de dones i quatre d'homes amb un total de 34 dutxes.

  Tenint en compte les dades d'afluència dels últims anys, s'ha utilitzat, com a base de càlcul, el valor de 320 usuaris al dia.

  Per aquest motiu s'ha realitzat el càlcul de les següents necessitats de calor:

  1. Calefacció aire recinte piscines
  2. Calefacció de vestidors
  3. Calefacció aigua piscina Gran règim continu.
  4. Calefacció aigua piscina Gran en posada a règim.
  5. Calefacció aigua piscina Petita règim continu.
  6. Calefacció aigua piscina Petita en posada a règim.
  7. Producció d'aigua calenta sanitària

- *Pavelló d'esports:*

  La caldera actual produeix aigua calenta sanitària i de calefacció pels serveis i vestidors.

  L'edifici està dotat de sis vestidors amb un total de 30 dutxes.

  S'ha considerat una afluència màxima de 150 usuaris al dia.

  Per aquest motiu s'ha realitzat el càlcul de les següents necessitats de calor:

  1. Producció d'aigua calenta sanitària
  2. Calefacció de vestidors

Descripció tancaments edificis

La descripció de les característiques dels tancaments s'indiquen a l'Annex A corresponent al càlcul de les necessitats de calor, on s'especifiquen els coeficients de transmissió de calor utilitzats.

Condicions exteriors de càlcul

Els valors adoptats com a condicions exteriors de càlcul en aquest projecte s'han obtingut del Servei Meteorològic de Catalunya pel que fa a temperatures.

El complex esportiu està situat a un municipi de la comarca de La Selva, a 41º latitud nord i 142 metres sobre el nivell del mar.

Condicions d'hivern

La temperatura seca exterior de disseny d'hivern és de -3ºC.

La humitat relativa exterior de disseny a l'hivern és del 80%.

Condicions interiors de càlcul recinte piscines

Les condicions interiors de disseny i els nivells de ventilació s'han fixat d'acord amb el que indica l'apartat ITE 1.1.4.1 i ITE 1.1.4.2 de Reglament d'instal·lacions tèrmiques RITE 2007.

Pel que fa a les condicions ambientals del recinte de piscines s'ha considerat una temperatura seca de l'aire entre 1 i 2ºC superior a la de l'aigua de les piscines, amb un màxim de 30ºC, i una humitat relativa no superior al 65%.

La qualitat de l'aire interior pel recinte de piscines ha de ser de la categoria IDA 2 (aire de bona qualitat).

Les temperatures de l'aigua de les piscines, les condicions ambientals interiors i els cabals d'aire exterior de ventilació considerats pel càlcul de les necessitats de calor estan especificats a l'Annex A corresponent al càlcul de les necessitats de calefacció.

Necessitats d'aigua calenta sanitària

Pel càlcul de les necessitats calorífiques per la producció d'aigua calenta sanitària, tant per l'edifici de piscines com pel pavelló d'esports, s'han utilitzat les dades d'afluència de públic i s'han considerat uns valors de demanda d'acord amb les especificacions de l'HE 4 del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE).

1.4.4 Instal·lacions existents

Les instal·lacions de calefacció existents en els edificis són:

- *Piscines climatitzades:* Producció d'aigua calenta sanitària i de calefacció mitjançant dos grups tèrmics (caldera i cremador) de planxa d'acer per funcionament amb gasoil, de la marca ROCA, model CPA 160

  Potència tèrmica útil: 186,0 kW

  Potència tèrmica total útil: 372,0 kW
- *Pavelló d'esports:* Producció d'aigua calenta sanitària i de calefacció mitjançant una caldera de fosa de baixa temperatura amb cremador de gasoil integrat de la marca VIESSMANN sèrie Vitorond 100 model VR2B.

  Potència tèrmica útil: 63 kW

1.5 Normativa d'aplicació

La maquinària, materials i execució de les instal·lacions, hauran d'estar legalitzats i disposar de les oportunes autoritzacions de posada en servei. Per tant, a més de les condicions generals fixades en els apartats d'aquest projecte, la instal·lació haurà de complir amb tot el següent:

- Reglament d'instal·lacions Tèrmiques en els edificis (RITE), i les instruccions tècniques complementàries (ITE). RD 1027/2007 de 20 de juliol.
- Normes UNE d'aplicació.
- Codi Tècnic de l'Edificació. CTE RD 314/2006 de 17 de març.
- Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió del Ministeri de Indústria i Energia, aprovat pel RD 842/2002 de 2 d'agost. I les instruccions tècniques complementàries ITC-BT.
- Decret 21/2006, de 14 de febrer pel qual es regula l'adopció de criteris ambientals i d'eco eficiència en els edificis.
- Altres Normes autonòmiques d'aplicació.
- Ordenances municipals que afectin a l'activitat.

Per les instal·lacions existents de calefacció s'aplicarà el "Reial decret 1751/1998, de 31 de juliol, pel qual s'aprova el Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE) i les seves Instruccions Tècniques Complementàries (ITE) i es crea la Comissió assessora per a les instal·lacions tèrmiques dels edificis", al tractar-se d'unes instal·lacions realitzades amb anterioritat a l'entrada en vigor de l'actual RITE.

2. SISTEMA ESCOLLIT

L'objectiu del projecte és la producció de calor amb caldera de biomassa de forma centralitzada per cobrir les necessitats de calefacció i producció d'aigua calenta sanitària dels dos edificis que formen el complex. Els resultats del càlcul de necessitats són de 306,6 kW per les piscines i 55,6 kW pel pavelló d'esports.

Tenint en compte els usos, simultaneïtats, horaris, així com el màxim aprofitament de la caldera de biomassa (màxim rendiment a plena càrrega) es preveu la instal·lació d'una caldera d'una potència útil de 300 kW per funcionament amb biomassa tipus pellets de fusta. Aquesta caldera s'instal·larà dins un mòdul prefabricat que també incorporarà el magatzem de combustible i tots els elements hidràulics necessaris per tal de produir i distribuir l'aigua calenta sanitària i de calefacció pels dos edificis que formen el complex esportiu.
Amb aquesta solució es pretén minimitzar l'obra civil ja que aquest sistema modular serà autònom i s'ubicarà a un espai exterior annex al complex amb la possibilitat de que aquest emplaçament estigui a certa distància dels dos edificis.

La distribució i transport de l'aigua calenta es realitzarà mitjançant dos circuits independents amb canonades que recorreran enterrades des del mòdul de producció fins a les sales de calderes existents a cada edifici. A cada sala s'hi col·locarà un bescanviador de plaques que servirà per cedir l'energia produïda a les instal·lacions existents sense necessitat de barrejar l'aigua dels circuits. Mitjançant una nova bomba es farà circular l'aigua del primari de la instal·lació existent pel secundari del bescanviador. Aquesta connexió hidràulica es realitzarà de forma paral·lela a la producció actual amb gasoil, ja que es preveu mantenir aquestes calderes per tal de poder donar servei en casos puntuals de màxima demanda dels dos edificis, així com per parades per manteniment o reparació de possibles avaries de la nova caldera de biomassa.

Pel control de la nova instal·lació, tant pel que fa a la producció, com per la distribució i connexió a instal·lacions existents, es proposa el següent sistema:
Nivell de control 1: Regulació caldera
La caldera incorpora un quadre de regulació des del qual es gestiona el funcionament de la mateixa en funció de la demanda. Tal i com es detalla als següents apartats, aquesta

demanda vindrà marcada per la temperatura del dipòsit de inèrcia. Això significa que el funcionament de la caldera serà independent al de les diferents bombes dels circuits de distribució ja que aquesta treballarà per mantenir aquesta aigua acumulada a la temperatura de consigna.

Nivell de control 2: Sistema de control integral del sistema

Es preveu la instal·lació de un sistema de control amb una estació d'automatització que serà l'encarregada de realitzar les següents funcions:

- Regulació caldera

  Mitjançant un programa informàtic desenvolupat per la marca de la caldera també serà possible la seva integració a aquest sistema de gestió. Això permetrà la visualització de les alarmes, temperatures i rendiments, i permetrà actuar-hi per parades i engegades i per modificació de valors de temperatures de consigna.
- Regulació dels circuits de distribució

  Les bombes funcionaran sempre que s'estigui dins l'horari programat i treballaran per mantenir la temperatura consignada als bescanviadors de calor ubicats a les sales de calderes dels edificis existents. Depenent dels valors de les entrades de sondes de les canonades d'impulsió i retorn de cada circuit, l'estació reguladora donarà una senyal proporcional (de 0 a 10V) per actuar sobre els variadors de freqüència d'aquestes bombes. La finalitat és mantenir sempre el circuit a temperatura però alhora disminuir el cabal d'aigua quan la demanda de l'edifici sigui baixa.
- Connexió hidràulica amb circuits existents

  Aquestes bombes es regularan d'acord amb el sistema de control existent a l'edifici. Funcionaran segons horari o demanda de l'edifici sempre i quant la temperatura a bescanviador sigui igual o superior al valor de consigna. Quan això no passi es donarà l'ordre d'engegada de les bombes i calderes actuals.
- Comptabilització de consums

  S'instal·laran cabalímetres amb sortida d'impulsos que, juntament amb els valors de les sondes instal·lades a les canonades d'impulsió i retorn de cada circuit, permetran al sistema calcular i enregistrar els consums d'energia de cada edifici.
- Gestió remota

  L'estació d'automatització incorpora un servidor web per permetrà visualitzar i actuar sobre el sistema de forma remota.

3. COMBUSTIBLE

Es considera la biomassa un recurs o energia renovable, degut a que l'energia que conté és la energia solar acumulada mitjançant el procés de fotosíntesis en el creixement dels arbres i plantes.

Les emissions de CO_2 del procés de combustió son les mateixes que les absorbides per la planta en el procés de creixement, amb la qual cosa la combustió de biomassa no contribueix a l'efecte hivernacle responsable del canvi climàtic ja que no incrementa els nivells de CO_2 que es troben de forma natural.

Així doncs, el balanç d'emissions de CO_2 en la seva combustió és nul, concepte molt important a tenir en compte en el disseny de qualsevol edifici on es vulgui aconseguir una Certificació Energètica òptima.

La biomassa que s'utilitza habitualment com a combustible es la que prové de residus forestals o de la indústria de la fusta, sempre sense tractar i sense la utilització de additius sintètics. La forma més habitual de biomassa en instal·lacions tèrmiques és Estella o Pellet de fusta.

Per aquest projecte s'ha escollit la biomassa tipus **Pellet de fusta.**

Per aconseguir un màxim rendiment i un funcionament òptim de la caldera de biomassa són adequats els combustibles sòlids tipus Pellet de fusta de qualitat alta, fabricats complint les normes ÖNORM M7135, DIN 51731 o DIN Plus, o altres amb característiques similars, ja que encara no existeix una normativa espanyola que en reguli la fabricació.

A la següent taula s'especifiquen les característiques principals del pellet segons les principals normes europees de referència:

Paràmetre		***ÖNORM M7135***	***DIN 51731***	***DIN Plus***
Diàmetre	mm	4 – 10	4 – 10	-
Longitud	mm	5 x diàmetre	<50	5 x diàmetre
Densitat	Kg/m^3	1.120	1.000 – 1.400	1.120
Humitat	% en massa	<10	<12	<10
Contingut de cendres	% en pes	<0,5	<1,5	<0,5
Poder calorífic inferior	MJ/kg	>18	17,5 – 19,5	>18

Taula 1 – Característiques principals Pellet de fusta

4. DESCRIPCIÓ I CARACTERÍSTIQUES DEL MÒDUL ENERGÈTIC DE PRODUCCIÓ

4.1 Descripció general

Esquema constructiu

El mòdul energètic és un sistema de producció de calefacció complet i autònom format per contenidors prefabricats on s'integraran tots els equips i elements necessaris que configuraran la sala de calderes i el magatzem de combustible.

Es tracta d'un sistema dissenyat a mida en funció de les necessitats energètiques del projecte i complint les especificacions del reglament en quant a dimensions i accessos.

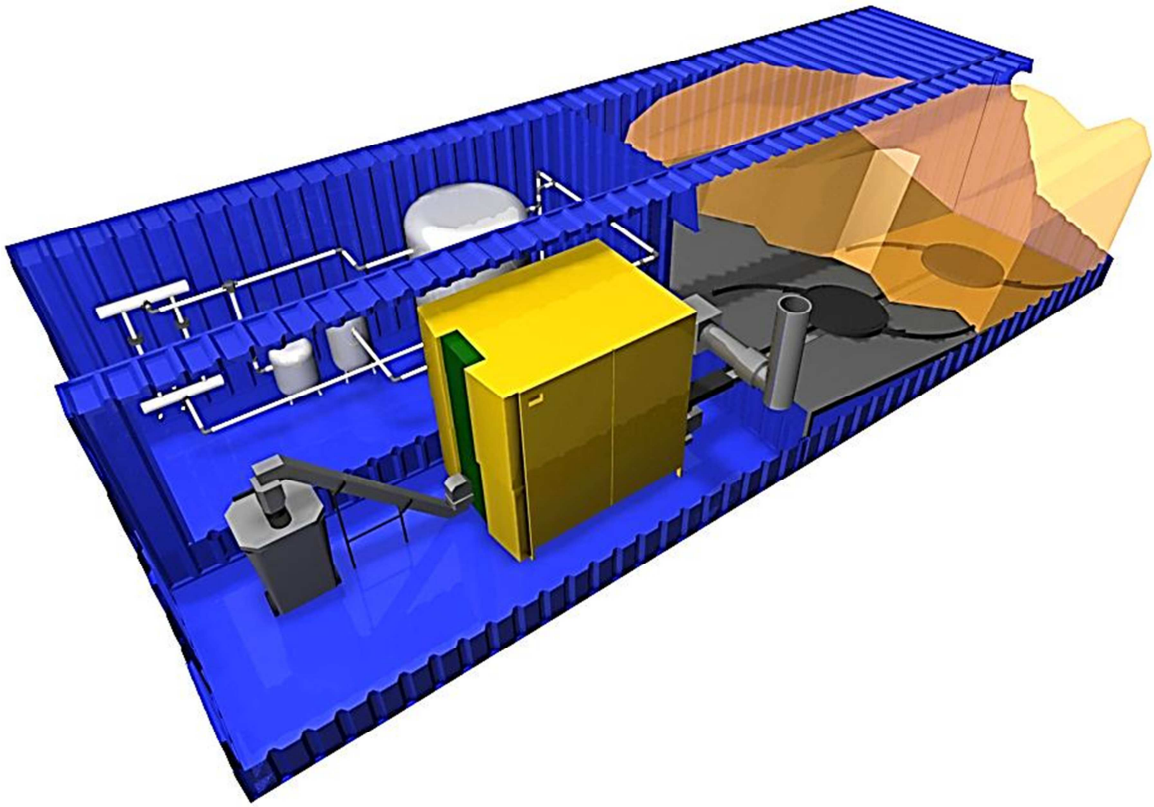


Figura 1 – Imatge virtual del mòdul energètic autònom

Els contenidors que formaran el mòdul seran del tipus marítim de la marca CONTAINEX o similar, fabricats d'acer i amb base reforçada per tal de suportar les càrregues exigides i perquè la seva manipulació sigui fàcil i ràpida en quant a transport i col·locació a obra. L'acabat serà amb pintura anticorrosiva ja que la seva ubicació serà a l'exterior.

El muntatge, adaptació dels equips i elements hidràulics, el mecanitzat dels passos de instal·lacions i en definitiva, totes les tasques de preparació i configuració es realitzaran a taller. Només es deixaran pel final els treballs de connexió d'instal·lacions o elements

entre contenidors com poden ser les canonades hidràuliques, línies elèctriques i el sistema d'alimentació de combustible.

Per aquest projecte s'ha dissenyat un mòdul format per quatre contenidors on s'hi col·locaran els següents elements:
Contenidor 1 – Caldera, dipòsit de cendres i quadres elèctrics
Contenidor 2 – Dipòsit de inèrcia, vasos d'expansió i bombes
Contenidor 3 – Magatzem de combustible
Contenidor 4 – Magatzem de combustible i sistema d'alimentació

A part de les instal·lacions específiques per la producció i distribució de l'aigua de calefacció, el mòdul també disposarà de la instal·lació elèctrica d'il·luminació i preses de corrent, de les entrades i sortides d'aire de ventilació i dels sistemes de seguretat en cas de incendis que marca el Codi Tècnic de l'Edificació per sales de calderes i magatzem de combustibles sòlids.
Les dimensions exteriors finals del mòdul format per aquests quatre contenidors seran de 12.116 x 4.876 x 2.896 mm. (Llargada x Amplada x Alçada). Serà indispensable preparar el terreny on s'ubicarà mitjançant la formació d'una llosa de formigó.
El mòdul anirà recobert exteriorment amb fusta o amb algun altre material per d'adaptar-lo amb l'entorn.

A part de la preparació del terreny, també són necessàries les escomeses d'electricitat i aigua potable per la posada en funcionament del mòdul.

Els detalls i característiques tècniques del mòdul com a conjunt i de cada contenidor en particular s'especifiquen a l'Annex B: Característiques tècniques del mòdul energètic.

Esquema bàsic de funcionament
La caldera produirà l'aigua calenta que s'acumularà a un dipòsit de inèrcia. La temperatura màxima d'acumulació serà de 90ºC.
El circuit hidràulic primari que uneix aquests dos elements estarà format principalment per una bomba de circulació i una vàlvula de tres vies barrejadora que generarà una recirculació

per evitar la condensació a caldera per temperatures d'aigua de retorn inferiors als 50ºC durant les posades a règim del sistema.
La caldera s'alimentarà de combustible mitjançant un sistema de motors i cargols vis sens fi que el transportaran des del magatzem fins a la cambra de combustió.
El quadre de control incorporat a la caldera serà l'encarregat de regular el seu funcionament en funció de la temperatura del dipòsit i també del sistema d'alimentació en funció de la demanda en cada moment.

Una vegada preparada, els grups de bombeig dels circuits de distribució impulsaran l'aigua fins a punts de consum. A les canonades de retorn d'aquests circuits s'hi ha previst la instal·lació de cabalímetres que serviran per la comptabilització dels consums.

4.2 Caldera

La caldera serà l'encarregada de produir l'aigua calenta que posteriorment serà destinada a la calefacció i producció de l'ACS dels dos edificis que formen el complex. Com s'ha descrit anteriorment, aquest element s'ubicarà dins un dels quatre contenidors que conformaran el mòdul energètic de producció.

Existeixen molts tipus de caldera de biomassa al mercat. A grans trets, aquestes es podrien classificar en primer lloc pel tipus de bio-combustible sòlid que poden cremar, i en segon lloc pel nivell d'automatització. Un altre factor important a tenir en compte alhora d'escollir és el rendiment. La majoria de calderes del mercat específiques per la combustió de biomassa assoleixen bons rendiments pròxims al 90%.

Per aquest projecte s'ha donat molta importància al fet de minimitzar al màxim les tasques de manteniment així com a l'eficiència energètica. És per això que s'ha optat per una caldera totalment automàtica i preparada per la combustió de pellets de fusta i també per estelles.
La caldera escollida és de la marca KWB, gamma Powerfire, model TDS 300, amb una **potència nominal de 300 kW** i un **rendiment màxim del 93,5%.**

A la Figura 2 s'observen els diferents punts destacables en quant a funcionament de la caldera que a continuació es descriuen:

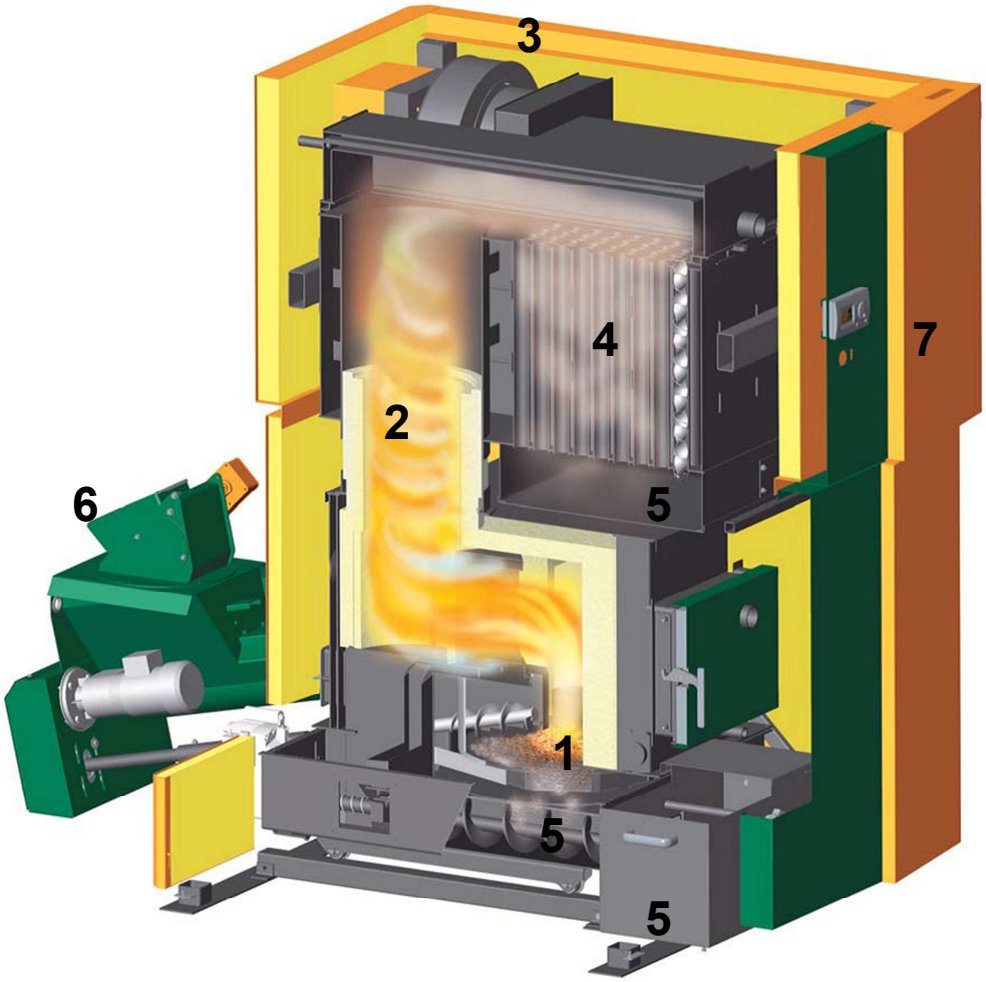


Figura 2 – Detall funcionament caldera de biomassa

1. Sistema de combustió amb brasa giratòria:

El combustible es desplaça lateralment per mitjà de varis anells dels que formen la brasa giratòria. L'alimentació de combustible es realitza gràcies a un primer cargol sens fi helicoïdal que transporta el combustible des del col·lector de recollida del sistema d'alimentació fins a la brasa que, gràcies al seu moviment giratori el va repartint per tota la seva superfície.

2. Camara de combustió ciclònica:

L'encesa de combustible es realitza de forma automàtica mitjançant un bufador de gas calent (Potència: 1.400 W). L'entrada d'aire primari es realitza per mitjà de ventiladors

amb regulador de velocitat situats sota la brasa que fa que es barregin ràpida i completament el gas de la combustió.

A la zona de combustió secundària que segueix, realitzada com una càmera rotativa de combustió vertical, els gasos de la fusta es cremen completament. Aquesta configuració de la càmera juntament amb la distribució dels difusors d'entrada d'aire secundari creen un fluix rotatiu de la barreja gasos d'escapament i aire que, a part d'assegurar unes bones condicions de combustió, permeten separar les partícules de cendra volàtils.

3. Regulació del sistema de combustió:

La combustió es regula mitjançant els quatre elements següents: (1) sonda lambda i control de temperatura de la càmera de combustió, (2) regulador de nivell d'emplenat, (3) regulador de depressió i (4) el control de combustió completa a brasa. La combinació d'aquests quatre elements permetrà crear unes condicions ideals a la zona de la brasa i aconseguir un mínim d'emissions.

4. Bescanviador de calor:

Al punt número 4 de la figura hi veiem el bescanviador de calor format de tubs verticals amb sistema automàtic de neteja que actua en combinació amb elements que creen un règim turbulent als gasos.

5. Evacuació de cendres:

També disposa d'un sistema d'extracció de cendres format per un cargol sens fi situat sota la brasa que les transporta fins al contenidor intermedi integrat al conjunt de la caldera. Tal i com s'observa a la figura 3, finalment les cendres es transportaran a un contenidor extern per mitjà d'un tercer cargol helicoïdal per tal de que puguin ser retirades fàcilment pel personal de manteniment o usuari de la instal·lació.

Figura 3 – Conjunt extern de recollida i emmagatzematge de centres

6. Sistema de seguretat:

Les calderes de biomassa han de disposar d'un sistema de seguretat per evitar el retorn de la flama cap al magatzem de combustible. En aquest cas la caldera disposa d'una comporta antiincendis estanca i de tancament automàtic per mitjà d'un actuador elèctric. A part d'aquest element que es pot observar a la figura 2, la caldera també disposa d'un segon sistema d'emergència per l'extinció de la flama en cas de fallada del sistema comporta.

7. Regulació caldera:

Pantalla d'interacció per control i regulació de caldera. Permet la modificació de consignes i la visualització de temperatures, estats de funcionament i rendiments de la caldera per part de l'usuari. El nivell d'instal·lador-mantenidor permet la modificació de paràmetres per tal d'ajustar el seu funcionament a les necessitats de la instal·lació i a les característiques del combustible.

4.3 Magatzem de combustible

L'espai destinat a l'emmagatzematge de combustible estarà integrat al conjunt que formarà el mòdul energètic i estarà destinat exclusivament per aquesta finalitat. Per la solució projectada el magatzem estarà format per dos contenidors prefabricats, col·locats un al costat de l'altre i amb tots els elements necessaris per la descàrrega del combustible i la seva distribució dins l'espai per posteriorment ser transportat fins a la caldera.

El sistema d'emmagatzematge té una influència directa sobre el tipus de transport i els sistemes de subministrament de combustible. En aquest cas, al tractar-se d'un magatzem prefabricat i ubicat sobre el terreny, fa que sigui necessari un sistema de càrrega amb el qual sigui possible injectar el combustible a pressió. Aquest subministrament es realitza mitjançant camions cisterna amb sistema pneumàtic de subministrament. Aquests sistemes només són vàlids per subministrar combustibles amb grans petits i uniformes per tal de que puguin fluir fàcilment, ja que la càrrega des del camió fins al magatzem es realitza per mitjà de mànegues flexibles gràcies a la sobrepressió creada dins la cisterna pel sistema pneumàtic.

Figura 4 – Camió cisterna equipat amb sistema pneumàtic de descàrrega

Aquest fet ha estat un dels factors més importants que s'han tingut en compte a l'hora d'elegir el pellet de fusta com a biomassa a utilitzar. Un altre del motius pels quals s'ha escollit aquets tipus de combustible és el seu alt poder calorífic inferior (PCI), d'uns aproximadament 5 kWh per kg de pellet, així com la seva també alta densitat aparent (densitat del combustible tenint en compte els espais entre els cilindres un cop apilat) d'uns 650 kg per metre cúbic d'emmagatzematge. L'altre tipus de bio-combustible sòlid amb característiques similars és el pinyol de oliva però, com és lògic, la seva utilització es restringeix molt en zones d'elevada producció agrícola d'aquest tipus.

Per tant l'elecció de les dimensions dels contenidors d'emmagatzematge s'ha realitzat tenint en compte el tipus de combustible però també molts altres factors com la càrrega tèrmica a cobrir, l'espai disponible, el volum de càrrega del camió de subministrament o la fiabilitat de subministrament.

Segons els càlculs de demanda energètica, pel mes de l'any amb més consum seran necessàries unes 20 tones de pellet de fusta. Això equival a uns 31 m^3 de volum d'emmagatzematge.

El Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els edificis (RITE 2007) exigeix que el volum mínim d'emmagatzematge pugui cobrir dues setmanes de màxima demanda, per tant de màxim consum de combustible. Serà necessari doncs un volum mínim d'uns, aproximadament, 15 m^3. Amb aquesta premissa que marca el Reglament i tenint en compte que majoria de camions cisterna tenen una capacitat que oscil·la entre els 20 i 25 m^3, s'ha optat per un emmagatzematge lleugerament superior al de les cisternes per tal de que, d'aquesta forma, sigui possible recarregar la sitja amb un camió complet abans de que s'acabi el combustible.

Característiques del magatzem

Tenint en compte tots aquets factors, la sitja de combustible es realitzarà mitjançant dos contenidors de 20 peus cada un, amb un volum total útil (descomptant el fals terra de fusta amb pendents) d'uns 36 m^3.

Serà necessari realitzar un forat a la paret lateral per comunicar-los. També s'hi haurà de construir un fals terra amb fusta que tingui la pendent necessària per fer fluir el combustible fins al sistema d'alimentació.

Per la càrrega serà necessària la col·locació de dues boques normalitzades tipus "Storz" a la paret lateral contenidor exterior, separades i situades de forma simètrica per tal de que, en primer lloc, sigui possible distribuir de forma uniforme el combustible dins els contenidors, i en segon terme, perquè al mateix moment en què s'efectuï la carrega per una de les boques, es succioni per l'altre per realitzar una lleugera depressió necessària per absorbir la pols generada. Aquestes boques són metàl·liques, per tant s'hauran de connectar a terra per tal de descarregar l'electricitat estàtica generada pel pas de combustible sòlid.

Els camions cisterna per subministrament de biomassa amb càrrega pneumàtica estan equipats amb una mànega de càrrega fabricada amb material antiestàtic per evitar l'electricitat estàtica, i una mànega de succió.

Dins el magatzem hi ha d'haver dues pantalles per absorbir l'impacte del combustible i evitar així que s'esmicoli excessivament durant la seva càrrega.

Els accessos al magatzem per realitzar les tasques de manteniment, neteja o reparació del sistema d'alimentació, seran les mateixes portes d'accés al contenidor. Per tal de que no hagin de suportar les càrregues del combustible es revestiran per l'interior del magatzem amb llistons de fusta desmuntables.

S'ha previst la instal·lació de un detector de nivell de combustible que enviarà un senyal al quadre de control per tal de que generi un avís de nivell baix.

Seguretat en cas d'incendi. Propagació interior

Segons el codi tècnic de l'edificació un local destinat a l'emmagatzematge de combustibles sòlid de més de 3 m^2 està considerat de Risc Mitjà. En aquest cas al tractar-se d'un mòdul independent no integrat a cap edificació, només serà necessària la compartimentació de les parets del magatzem adossades als contenidors corresponents a sala de calderes. Per aquest motiu s'hauran de revestir per la part interior corresponent a sala de calderes mitjançant plaques de cartó guix amb resistència al foc final de EI120.

El forat necessari pel pas del sistema d'alimentació s'haurà de segellar amb material aïllant resistent al foc.

No es podrà realitzar cap instal·lació elèctrica dins el magatzem de combustible.

4.4 Sistema d'alimentació

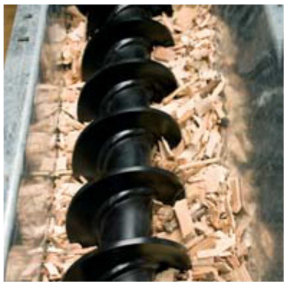
El sistema d'alimentació és l'encarregat de transportar el combustible del magatzem fins a la càmera de combustió de la caldera. Existeixen diversos tipus de sistemes per realitzar aquesta tasca que s'adapten al format del magatzem i també a la ubicació de la caldera respecte d'aquest. Per aquesta aplicació s'ha optat per un sistema del mateix fabricant de la caldera i format pels següents elements que veiem representats a la Figura 5:

Figura 5 – Sistema d'alimentació amb agitador i canal

1. Agitador de lames
2. Canal amb cargol sens fi transportador
3. Capçal de connexió a caldera amb motor reductor

Per tal de que l'entrada de combustible sigui l'adequada, el sistema de control de la caldera dóna l'ordre d'engegada i parada al motor que girarà més o menys estona en funció de la demanda de calor i per tant, del règim de funcionament de la caldera en cada moment.

El motor està connectat al cargol helicoïdal que serà l'encarregat de transportar el combustible, tal i com es pot observar a la Figura.



Finalment, l'agitador de lames flexibles, que està connectat al cargol i per tant girarà quan aquest giri, serà l'encarregat de recollir el combustible dins el magatzem i dipositar-lo sobre la canal on s'allotja el cargol. Aquesta operació és important quan a la sitja hi que da poc combustible. L'agitador de lames previst tindrà un diàmetre de 4,5 metres.

Es tracta d'un sistema alimentador molt robust i que també permet el transport de combustible tipus estella de fusta.

4.5 Elements hidràulics

Tots els elements hidràulics necessaris per la producció i distribució d'aigua calenta estaran instal·lats dins un dels quatre contenidors que formaran el mòdul. La Figura 6 representa un esquema hidràulic bàsic amb els principals elements que a continuació es descriuen.

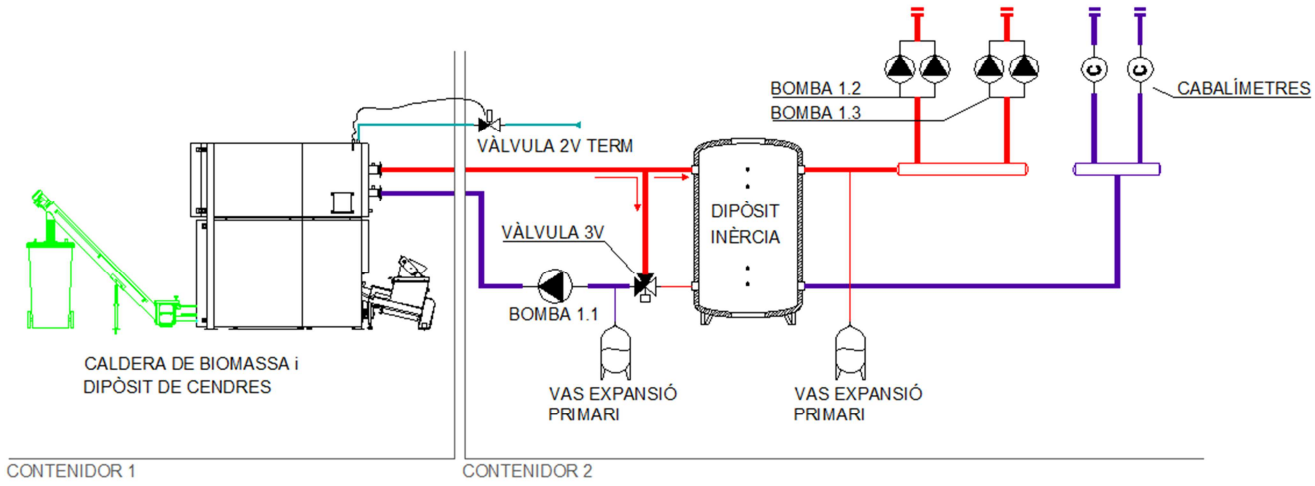


Figura 6 – Esquema hidràulic bàsic

Circuit primari de caldera:

El **dipòsit de inèrcia** de 3.000 litres servirà per acumular l'aigua calenta produïda per la caldera i així evitar parades i engegades de la caldera en moments o èpoques de poca demanda. S'ha dimensionat, segons especificacions del fabricant, de 10 litres d'inèrcia per cada kW de potència tèrmica de caldera. El dipòsit serà de diafragma obert per tal de que quan el secundari requereixi més cabal del produït al primari o el primari estigui produint amb les bombes del secundari parades, aquest es pugui aconseguir gràcies al by-pass d'aigua de retorn. La temperatura de barreja no variarà gaire degut al volum del dipòsit. L'aigua s'acumularà a una temperatura de 85ºC.

La **bomba 1.1** serà l'encarregada de fer circular l'aigua d'aquest circuit primari. El cabal serà constant i s'ha calculat per un salt tèrmic de 15ºC.

Per evitar condensacions a caldera per temperatures de retorn inferiors als 50ºC, s'instal·larà una **vàlvula de tres vies barrejadora**. L'actuador elèctric serà a tres punts i rebrà la senyal del sistema de regulació de la caldera en funció de la lectura de la sonda de temperatura d'aigua de retorn a caldera.

El circuit primari de producció es completarà amb el **vas d'expansió tancat** per instal·lacions de calefacció de circuit tancat, que permetrà absorbir els augments de

volum produïts per l'augment de temperatura del fluid de la instal·lació. El vas serà de peu, de membrana canviable i tindrà una capacitat de 200 litres. La temperatura màxima de funcionament serà de 110 ºC.

Com a element de seguretat per evitar sobreescalfaments, la caldera incorpora un bescanviador tipus serpentí pel qual hi ha passa aigua de xarxa en cas d'un augment de la temperatura de caldera per sobre del 95ºC. El control d'aquesta entrada d'aigua es realitzarà mecànicament mitjançant una **vàlvula de dos vies termostàtica** amb tub capil·lar i sensor de coure per anar col·locat dins una beina tal i com es mostra a la figura. La vàlvula estarà regulada o s'haurà de regular de forma que obri per deixar passar aigua quan el sensor detecti una temperatura de 95ºC. El sensor haurà d'aguantar temperatures de fins a 125ºC.

Circuit secundari de distribució

Es tracta de la part hidràulica encarregada d'impulsar l'aigua als dos edificis consumidors. Està format per dos grups de bombeig independents amb **bombes dobles de cabal variable** com les de la figura. Com el nom indica, ens permeten obtenir diferents cabals i per tant ajustar-nos millor a les necessitats de la instal·lació.

Això és possible gràcies a un variador de freqüència que, depenent d'un senyal extern, ja sigui de pressió o bé temperatura, ens permeten ajustar les revolucions de la bomba i situar-nos a la consigna desitjada.

A les canonades de retorn s'hi ha previst la instal·lació de cabalímetres amb sortida de impulsos que permetran mesurar el cabal de cada circuit. Aquesta informació, juntament amb la lectura de les sondes de temperatura d'impulsió i retorn de cada circuit servirà per la comptabilització del consum energètic de cada circuit.

El circuit secundari també disposarà d'un vas d'expansió de les mateixes característiques que el del primari però amb una capacitat de 80 litres.

La instal·lació hidràulica del mòdul es completarà amb totes les vàlvules de tall, seguretat, purgadors, elements de mesura i accessoris necessaris, tal i com s'especifica a l'esquema hidràulic inclòs a la part del projecte corresponents als Plànols (Document 2).

4.6 Quadre elèctric

El mòdul incorpora un quadre elèctric amb tots els dispositius de protecció necessaris per l'alimentació de la caldera, les bombes, el quadre de regulació, enllumenat general i d'emergència, i endolls. Segons el Codi Tècnic de l'Edificació, Document Bàsic SI, aquest quadre haurà de disposar de un interruptor tipus polsador d'emergència pel tall del subministrament elèctric de tots els elements del mòdul, i haurà d'estar ubicat a prop de l'accés principal al mòdul per la sala de calderes.

5. CIRCUITS HIDRÀULICS DE DISTRIBUCIÓ

Tal i com s'ha esmentat en apartats anteriors, les canonades d'anada i retorn dels dos circuits de distribució de calor recorreran enterrades des del mòdul fins a la sala de calderes de cada un dels dos edificis consumidors.

Està previst que el mòdul s'ubiqui a un espai exterior pròxim a l'edifici de piscines . La longitud de les rases, seguint el recorregut representat als plànols, és de 65 metres per l'edifici de piscines i 265 metres fins a la sala de calderes del pavelló.

L'entrada de canonades a l'edifici de piscines es realitzaria per la façana nord, al nivell superior de la sala d'instal·lacions ubicada a la planta soterrani. Des d'aquí es recorrerà per l'interior de l'edifici fins a la sala de calderes ubicada a l'ala nord de l'edifici, a nivell de planta baixa i just a sobre d'aquesta sala d'instal·lacions.

L'accés a la sala de calderes del pavelló d'esports es realitza per l'exterior des de la façana est. La sala està ubicada a la cantonada nord est de l'edifici. Per tant l'entrada de canonades es realitzarà directament des de l'exterior.

Característiques de les canonades

Per la distribució de l'energia s'han escollit canonades flexibles de polietilè amb barrera de vapor, pre-aïllades i amb envoltant de protecció incorporat per anar enterrades, de la marca UPONOR, tipus Thermo Single, o similar, de les següents característiques:

- Aplicació primària: Aigua de calefacció
- Temperatura màxima de treball: 95ºC
- Material del tub portador: PE-Xa amb EVOH, SDR 11
- Pressió màxima de treball: 6 bars
- Material aïllant: Escuma de Polietilè reticulat
- Material tub envoltant: Corrugat de PE-EH (PE 80)

Els motius pels quals s'ha decidit projectar aquest tipus de canonada són els següents:

- *Facilitat d'instal·lació*. Ja que és flexible i es subministra amb rulls de fins a 200 metres lineal, facilitant així la seva col·locació i minimitzant les unions. El fabricant disposa d'un ampli catàleg d'accessoris per aquest tipus d'aplicació.

- *Resistència mecànica*. Elevada resistència mecànica provada i certificada que permet reduir la profunditat de les rases necessàries.
- *Estalvi energètic.* Els coeficients de conductivitat globals baixos que suposen un estalvi energètic per pèrdues de calor en front d'altres solucions.
- *Qualitat del producte.* Producte fabricat segons normes Europees i amb disposició de totes les certificacions.

Característiques de les rases:

Les rases el realitzaran tal i com marca al fabricant. A la Figura 7 s'hi poden observar les profunditats mínimes necessàries que especifica UPONOR per la instal·lació de les seves canonades de transport.

Es realitzaran les arquetes de registre necessàries. Com a mínim n'hi han d'haver a les sortida del mòdul, a l'entrada a cada un dels edificis i a les unions entre tramades.

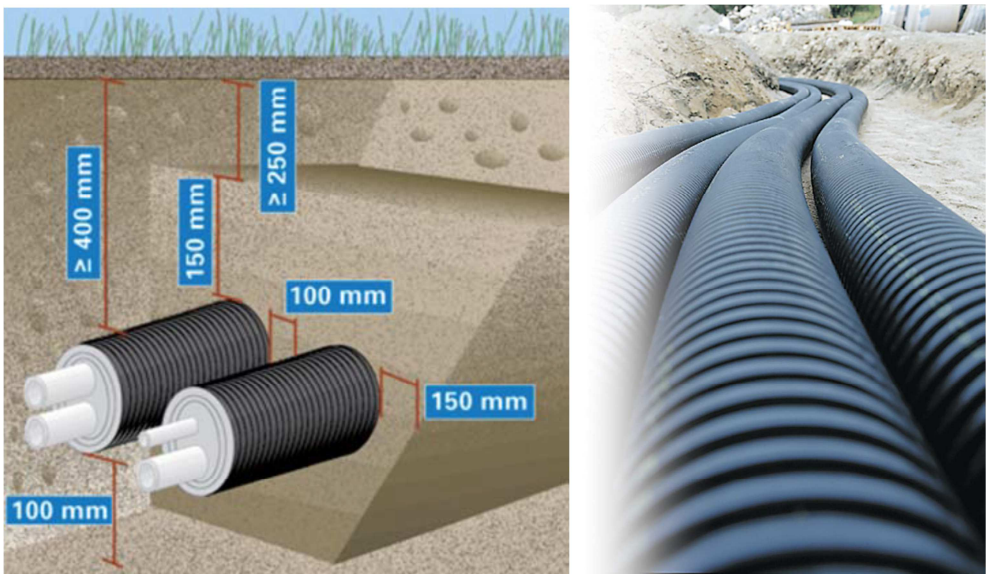


Figura 7 – Dimensions mínimes rases

6. COMPTABILITZACIÓ DE CONSUMS

El Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE 2007) especifica que qualsevol instal·lació de producció centralitzada que subministri energia, ja sigui fred o calor, a més d'un edifici, s'ha de preveure un sistema que permeti mesurar els consums de cada un d'ells de forma independent.

Com ja s'ha esmentat anteriorment, per aquest projecte es preveu la instal·lació d'un sistema de comptabilització format per un comptador de cabal volumètric com el que es mostra a la figura, de les dimensions i capacitat que correspongui segons el cabal de cada circuit consumidor. Aquests elements aniran col·locat a la canonada de retorn i mesuraran el cabal de cada circuit donant una sortida d'impulsos. Aquesta informació, juntament amb els valors de temperatura diferencial entre l'anada i el retorn, serviran perquè l'estació d'automatització pugui realitzar el càlcul i enregistrament dels consums energètics de cada edifici.

Figura 8 – Comptador de cabal amb sortida d'impulsos

7. CONTROL I GESTIÓ REMOTA

El sistema de control ha de permetre **automatitzar** i **monitorar** la producció d'energia tèrmica i la posterior distribució als dos edificis del complex esportiu segons un calendari d'utilització.

Totes les necessitats específiques d'automatització, les senyals de control i monitorització, i els principals punts a tenir en compte es detallen a l'Annex L del projecte.

La solució projectada es basa en la integració d'una estació d'automatització amb gestió remota com la de la figura dins de l'armari elèctric, que recollirà les senyals dels diferents elements a monitorar. Aquest emmagatzemarà les dades i enviarà les alarmes en el moment en què es produeixin.

De forma global, a continuació es descriu el potencial del sistema que es proposa:

- Accés i gestió remota a la instal·lació des de qualsevol indret gràcies a un servidor web incorporat.
- Adquisició de dades provinents de tot tipus de sensors.
- Enregistrament i emmagatzematge de dades i valors per la creació d'històrics.
- Comptabilització energètica: Energia consumida dels dos edificis.
- Gestió de la informació d'explotació.

L'estació ha incorpora tots els elements necessaris per l'automatització i control de la instal·lació agrupant, en un sòl mòdul el sistema de control, emmagatzematge i transmissió. Permet l'ampliació del sistema mitjançant mòduls amb entrades o sortides, digitals o analògiques.

L'equip incorpora una bateria que permet a l'equip seguir funcionant en cas de fallada elèctrica i disposa de memòria suficient per un enregistrament de dades amb *històrics*, *diari d'esdeveniments* i *diari d'alarmes.*

Inclou la programació i la creació d'un sinòptic per la visualització de la instal·lació a través d'una web.

Per l'accés remot des de un entorn web serà necessari preveure una connexió telefònica a xarxa ADSL al nou mòdul de producció.

8. CONNEXIÓ A INSTAL·LACIONS EXISTENTS

Com ja s'ha descrit, la transferència d'energia a les instal·lacions existents de cada edifici es realitza mitjançant bescanviadors de plaques per tal de no barrejar l'aigua de circuits diferents tal i com especifica el Reglament.

Tal i com es mostra a la Figura, aquets són del tipus semi-soldats, els fluids circulen cadascun per un costat de les plaques a contracorrent, aconseguint així una millor transferència de calor.

L'avantatge d'aquests bescanviadors és que poden ser desmuntats per a la seva neteja i que poden ser ampliats en nombre de plaques, augmentant-ne així la potència en cas de ser necessari.

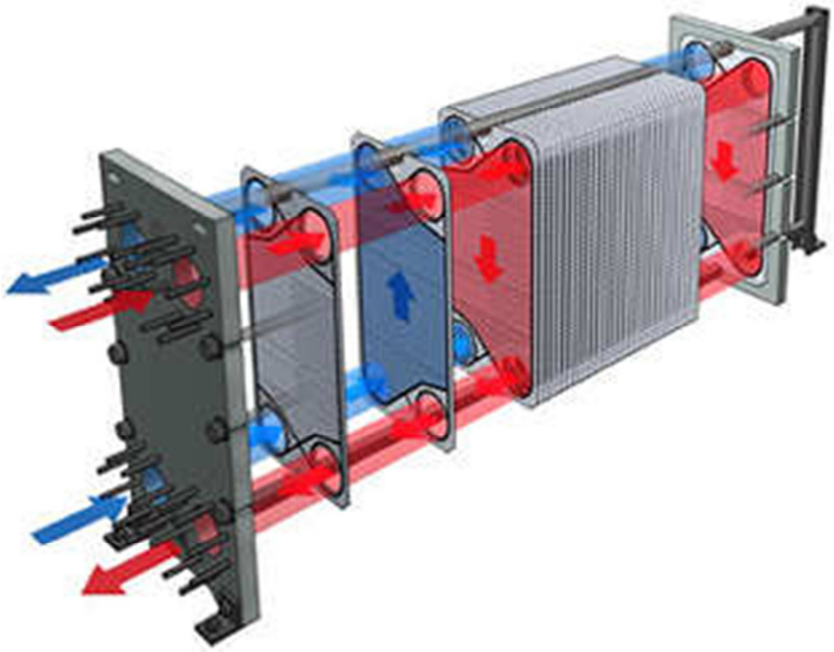


Figura 9 – Bescanviador de calor de plaques desmuntables

Les temperatures del secundari, és a dir, les d'impulsió i retorn a instal·lació existent s'han previst de 75 i 65ºC. Segons el RD 865/2003, la instal·lació ha de permetre assolir temperatures superiors als 70ºC. Amb aquestes temperatures, per tant, s'assegura poder realitzar les tasques periòdiques de manteniment necessàries pel control i prevenció de la legionel·la als acumuladors d'aigua calenta sanitària dels dos edificis, també especificades a l'esmentat Reial Decret.

9. EFICIÈNCIA ENERGÈTICA

Tal i com ja s'ha esmentat, a part de l'objectiu medi ambiental del projecte que dóna el fet d'utilitzar biomassa per la producció de calor, un dels factors més importants que determinen en últim terme l'execució del projecte és la viabilitat econòmica de la solució.

Seguint els resultats dels càlculs realitzats, detallats als annexes corresponents, la inversió estimada per aquest projecte seria retornada en un període aproximat de cinc anys, tenint en compte que l'alternativa al present projecte seria la substitució de les calderes actuals per noves calderes de gasoil.

A aquesta dada s'hi pot afegir que el valor teòric d'emissions de CO_2 no enviades a l'atmosfera per la utilització de la biomassa com a font d'energia seria de 248 Tn.

10. RESUM DEL PRESSUPOST

El pressupost d'execució material de la instal·lació descrita, incloent-hi la mà d'obra i tots els materials i equips, suma un total de 185.453 €. L'import final abans d'impostos és de 220.689,09 €, i el pressupost d'execució per contracte és de 260.413,12 € (dos-cents seixanta mil quatre-cents tretze euros amb dotze cèntims).

11. CONCLUSIONS

Un cop analitzats els resultats de l'estudi econòmic s'observa que la instal·lació té un període de retorn acceptable, i més si es té en compte que, a priori, el preu del combustible tipus biomassa ha de ser molt més estable que el del gasoil. Existeix a més la possibilitat de que, a mitjà termini, el preu de la biomassa experimenti una lleugera baixada degut a la competència que es pot produir dins el mercat estatal en quant a producció i distribució d'aquest tipus de combustible.

Si s'analitza específicament la solució proposada, basada en la producció de calor centralitzada mitjançant un sistema modular compacte i autònom amb caldera de biomassa, cal destacar, en primer terme, que suposa un estalvi en la despesa directa i indirecta pel que fa a l'obra civil que suposaria l'ampliació de les sales de calderes existents i la construcció de magatzems per combustibles sòlids en el cas de que es volgués adaptar qualsevol instal·lació existent amb producció mitjançant combustibles convencionals a producció de calor amb biomassa.
En segon lloc esmentar que la solució escurça considerablement els terminis d'execució de les obres i sobretot el període de parada de les instal·lacions a reformar.

Per tant, les conclusions que es poden extreure del projecte són que, per una banda, aquesta solució és viable econòmicament quan es presenta com a alternativa al sistema convencional amb gasoil, i en segon terme, és una solució que resol els problemes d'integració en moltes aplicacions on l'objectiu és la incorporació de la biomassa com a font d'energia però, per qüestions arquitectòniques i d'espai, no és possible l'adaptació de les instal·lacions existents.

12. RELACIÓ DE DOCUMENTS

El projecte està constituït pels següents documents:

Document nº1: Memòria

1. Memòria descriptiva
2. Annexes

Document nº2: Plànols

1. Plànol de situació i emplaçament
2. Planta general
3. Plantes edifici piscina
4. Façanes edifici piscina
5. Secció recinte de piscines
6. Planta pavelló d'esports
7. Planta mòdul energètic
8. Secció mòdul energètic
9. Plànol de fonamentació
10. Esquemes hidràulics
11. Esquemes elèctrics i de control
12. Sales de calderes existents

Document nº3: Plec de condicions

1. Plec de condicions generals
2. Plec de condicions tècniques

Document nº4: Estat d'amidaments

1. Estat d'amidaments

Document nº5: Pressupost

1. Quadre de preus
2. Pressupostos parcials
3. Pressupost total

ANNEXES A LA MEMÒRIA

Annex A – Càlcul necessitats de calefacció

EDIFICI PISCINA – Condicions de càlcul

Necessitats de calor:

1. Calefacció aire recinte piscines
2. Calefacció aire vestidors
3. Calefacció aigua piscina Gran règim continu.
4. Calefacció aigua piscina Gran en posada a règim.
5. Calefacció aigua piscina Petita règim continu.
6. Calefacció aigua piscina Petita en posada a règim.
7. Producció d'aigua calenta sanitària

Coeficients de transmissió K (W/m^2.ºC):

Murs exteriors (Dues fulles ceràmiques i revestiment interior): 0,48
Vidre doble: 2,7
Parets interiors (Envà 7 cm. Ceràmic): 1,56
Terra (Forjat pis aïllat): 0,88
Coberta aïllada: 0,70

Necessitats de ventilació recinte piscina:

Segons el Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE 2007), Instrucció Tècnica IT1, apartat IT 1.1.4.2.2, tenim que, per piscines cobertes climatitzades, la qualitat de l'aire interior correspondrà a un IDA2 (aire de bona qualitat). Segons la següent taula, el cabal d'aire de renovació serà de:

Taula 1.4.2.1

Categoria	dm^3/s per persona
IDA1	20
IDA2	12,5
IDA3	8
IDA4	5

L'ocupació màxima del local serà de 182 persones (incloses graderies).

Condicions exteriors de càlcul a l'hivern:

Temperatura mínima exterior: -3ºC
Humitat: 90%

Condicions interiors recinte piscines:

Temperatura interior: 28ºC
Humitat: 65%

Condicions interiors vestidors:

Temperatura interior: 23ºC
Temperatura locals adjacents no climatitzats: 15ºC

Paràmetres de càlcul per les piscines del complex:

Ref.	Temperatura	Dimensions			Ocupació	Superfície
	ºC	A	B	H MITJANA	m^2 / per.	m^2
Piscina 1 (Entrenament)	26	25	12,5	2	8	312,5
Piscina 2 (Esbarjo)	25	12	7	1,20	2	84

Usuaris del complex:

Gràcies a les dades reals en quant a ús de les instal·lacions recollides des de la posada en servei de les instal·lacions, es considerarà, com a base de càlcul de les necessitats calorífiques per la producció de l'aigua calenta sanitària, una afluència de:

320 usuaris / dia.

Mitjana diària durant la temporada d'hivern (màxima afluència).

1. Calefacció aire recinte piscines

Condicions Projecte:

Província: Girona	Ús local: Piscina climatitzada	Ocupació: 184 persones
Tª Ext. Projecte: -3ºC	Tª Int. Projecte: 28ºC	Qualitat RITE: IDA2
HR Ext. Projecte: 90%	HR Int. Projecte: 65%	Volum renovació: 8.280 m^3/h

Característiques constructives local:

Superfície: 821 m^2
Volum: 4.926 m^3

Càlcul Càrregues Tancaments:

Paret	Orientació	Exterior	Superfície		ΔT	Transmissió		Càrrega total
			Vidre (m^2)	Paret (m^2)	ºC	Paret (W)	Vidre (W)	W
Nº 1	Nord	Si	17,6	123,76	31	1842	1.473	3.315
Nº 2	Nord	No		105	13	655		655
Nº 3	Sud	Si	63	210	31	3.125	5.273	8.398
Nº 4	Oest	Si	3,9	116,1	31	1.728	326	2.054
Nº 5	Est	No		120	5	936		936
Terra				821	18	13.004		13.004
Sostre				821	31	17.816		17.816
Total pèrdues de calor per transmissió tancaments								***46.178***

Pèrdues per convecció aigua piscina:

Q_c = Hc x (T_a – T_{ai}) x S = 0,73 x (28 – 26,4) x 396,5 = ***463 W***

Hc: Coef. Superf. Transm. Calor per convecció = 0,6246 x |(T_{ai} – T_a)|^(1/3) = 0,73 W/m² ºC
T_{ai}: Temperatura de l'aigua (ºC) = 26,4ºC (Mitjana de les dues piscines)
T_a: Temperatura de l'ambient (ºC) = 28ºC

Càlcul càrregues ventilació:

	Cabal m^3/h	Recuperador	Eficiència	Càrrega
Renovació	8.280	Si	44%	***43.329***
Infiltracions	205	-		***2.079***

Càrregues internes:

Aportació calorífica a descomptar: Il·luminació 15 W/m^2 x 821 m^2 = ***12.315 W***

Calefacció total necessària: ***79.734 W***

2. Calefacció aire vestidors

Condicions Projecte:

Província: Girona	Ús local: Piscina climatitzada	Volum renovació segons norma UNE-EN 13779: 1.756 m^3/h
Tª Ext. Projecte: -3ºC	Tª Int. Projecte: 23ºC	
HR Ext. Projecte: 90%	HR Int. Projecte: -	

Característiques constructives local:

Superfície: 240 m^2
Volum: 960 m^3

Càlcul Càrregues Tancaments:

Paret	Orientació	Exterior	Superfície		ΔT	Transmissió		Càrrega total
			Vidre (m^2)	Paret (m^2)	ºC	Paret (W)	Vidre (W)	W
Nº 1	Nord	No		102,8	2	320		320
Nº 2	Sud	No		44	8	549		549
Nº 3	Sud	No		44	-5	-343		-343
Nº 4	Est	No		37,2	2	116		116
Nº 5	Oest	No		37,2	-5	-279		-279
Terra				240	13	2.745		2.745
Sostre				240	26	4.368		4.368
Total pèrdues de calor per transmissió tancaments								***7.476***

Càlcul càrregues ventilació:

	Cabal m^3/h	Recuperador	Eficiència	Càrrega
Renovació	1.756	No		***14.977***
Infiltracions	96	-		***819***

Càrregues internes:

Aportació calorífica a descomptar: Il·luminació 10 W/m^2 x 240 m^2 = ***2.400 W***

Calefacció total necessària: ***20.872 W***

Per realitzar els càlculs de les necessitats de calefacció per l'escalfament de l'aigua de les piscines primer es calcula la quantitat d'aigua d'evaporació:

La fórmula de Bernier per a piscines cobertes contempla la suma de dos termes: Piscina sense agitació (coeficient 16) i piscina amb ocupació (coeficient 133 n).

Me = S x [(16 + 133n) x (Xe – Ga x Xas)] + Vp x N, on, *(Eq. 1)*

Me = massa d'aigua evaporada (kg/h)
S = superfície de piscina (m^2)
Xe = humitat absoluta de l'aire saturat a la temperatura de l'agua (kg_{AIGUA}/kg_{AIRE})
Xas =humitat absoluta de l'aire saturat a la temperatura del aire interior (kg_{AIGUA}/kg_{AIRE})
Ga = grau de saturació
n = nº de nadadors per m^2 de superfície de làmina d'aigua
N = nº total de ocupants (espectadors)
Vp = Vapor emès per les persones (no banyistes o espectadors) = 0,1 kg/h

Humitat absoluta de l'aire saturat:

TºC	X (kg_{AIGUA} / kg_{AIRE})
20	0,0147
21	0,0155
22	0,0165
23	0,0177
24	0,0187
25	0,0200
26	0,0213
27	0,0225
28	0,0240
29	0,0255
30	0,0270

Aplicant els dos termes de l'equació 1 s'obté que:

Piscina 1

Superfície de l'aigua en repòs:

Me = 16 x (0,0213 – 0,65 x 0,0240) = 0,091 $Kg_{aigua}/h/m^2$

Que pels 312,5 m^2, tindrem que:

Me = 0,091 x 312,5 m^2 = 28,44 kg/h

El segon terme, segons el nombre de banyistes (40 persones):

Me = 133n x (0,0213 – 0,65 x 0,0240) = 30,32 kg/h

Piscina 2

Superfície de l'aigua en repòs:

Me = 16 x (0,0200 – 0,65 x 0,0240) = 0,070 $Kg_{aigua}/h/m^2$.

Que pels 84 m^2, tindrem que:

Me = 0,070 x 84 m^2 = 5,88 kg/h

El segon terme, segons el nombre de banyistes (42 persones):

Me = 133n x (0,0200 – 0,65 x 0,0240) = 24,58 kg/h

I per últim faltaria afegir l'evaporació produïda pels espectadors o banyistes no actius:

M_e = (0,1 x N) (100 persones) = 10 kg/h

Per tant, la quantitat total d'aigua evaporada serà de:

Me = 28,44 + 30,32 + 5,88 + 24,58 + 10 = 99,22 kg/h

3. Calefacció aigua Piscina 1 / Règim continu:

Pèrdues per evaporació de l'aigua del vas de piscina

Tenint en compte que el calor latent d'evaporació de l'aigua a 26ºC (C_v) és de 630 wh/kg i descomptant l'evaporació produïda pels espectadors, la quantitat de calor a aportar necessària per contrarestar l'evaporació, s'obté de:

$$Q_e = M_e \times C_v \qquad \textit{(Eq. 2)}$$

Q_e = 58,76 x 630 = 37.018,80 W (Ocupació de 40 banyistes)

Pèrdues per radiació de la làmina aigua a tancaments

Es calcularà segons la fórmula:

$$Q_r = \sigma \times \mathcal{E} \times (T_{ai}^4 - T_s^4) \times S, \text{ on} \qquad \textit{(Eq. 3)}$$

S: Superfície piscina (m^2)
σ: Constant de Stefan-Boltzman = 5,67 x 10^{-8} W/m² ºK^4
Ɛ: Emissivitat de l'aigua (0,95)
T_{ai}: Temperatura de l'aigua (ºK)
T_s: Temperatura de l'entorn a on es produeix la radiació (ºK) (Superficials tancaments = 25ºC)

Q_r = 5,67 x 10^{-8} x 0,95 x (299,15^4 – 298,15^4) x 312,5 = 1.793,52 W

Pèrdues per convecció aire aigua

Es calcularà segons la fórmula:

$$Q_c = hc \times (T_{ai} - T_a) \times S, \text{ on} \qquad \textit{(Eq. 4)}$$

Hc: Coef. Superf. Transm. Calor per convecció = 0,6246 x |(T_{ai} – T_a)|^(1/3) = 0,79 W/m² ºC
T_{ai}: Temperatura de l'aigua (ºC) = 26ºC
T_a: Temperatura de l'ambient (ºC) = 28ºC

Q_c = 0,79 x (26 – 28) x 312,5 = - 493,75 W

Pèrdues per renovació aigua del vas de piscina

Per normativa, el volum d'aigua de renovació serà el 5% del total del volum del vas de piscina. La potència calorífica necessària per escalfar aquesta aigua es calcularà segons:

$Q_{re} = Q \times C_e \times \rho \times (Tai - Tx)$, tenint en compte que: *(Eq. 5)*

Vp: Volum piscina = 625 m^3
hf: Funcionament piscina = 15 h/dia

hr. Funcionament filtres piscina= 8 h/dia
Vev: Volum diari evaporat = 58,76 kg/h * hf * ρ = 0,88 m^3/dia
Vre: Volum diari renovació aigua = 5% Vp + Vev = 32,13 m^3/dia
Q: Cabal de renovació = Vre / hr = 4,02 m^3/h
C_e: Calor específic de l'aigua = 1,16 Wh/kgºC
ρ: Densitat de l'aigua = 1.000 kg/m^3
T_x: Temperatura aigua de xarxa = 10ºC

$$Q_r = 4{,}02 \times 1{,}16 \times 1.000 \times (26 - 10) = 74.611{,}20 \text{ W}$$

Pèrdues per conducció a través de parets del vas de piscina

Es calcularà amb:

$$Q_p = K \times Sf \times (Tai - Tex), \text{ on:} \qquad \textit{(Eq. 6)}$$

K: Coeficient de transmissió dels murs de la piscina = 0,4 W/m^2ºC
Sf: Superfície a través de la qual es produeix la transmissió de calor (Soterrani, 15ºC)

$$Q_p = 0{,}4 \times 462{,}5 \times (26 - 15) = 2.035 \text{ W}$$

Necessitats totals per la piscina gran a règim continu = ***114.964,77 W***

4. Calefacció aigua Piscina 1 / Posada a règim:

Pèrdues per evaporació de l'aigua del vas de piscina

L'evaporació en les condicions de temperatura d'aigua i ambient de posada a règim serà:

Per la superfície de l'aigua en repòs i una temperatura de l'aigua de 20ºC i de l'ambient durant la posada a règim de 21ºC:

Xe: Humitat absoluta de l'aire saturat a la temperatura de l'aigua = 0,0147 kg_{aigua}/kg_{aire}
Xas: Humitat absoluta de l'aire interior a 21º i 70% d'humitat = 0,0108 kg_{aigua}/kg_{aire}

$$Me = 16 \times (Xe - Xas) \times S = 19{,}5 \text{ kg/h}$$

$$Q_e = M_e \times C_v = 19{,}5 \times 630 = 12.285 \text{ W}$$

Pèrdues per radiació de la làmina aigua a tancaments

Es calcularà segons la fórmula:

$$Q_r = \sigma \times \mathcal{E} \times (T_{ai}^4 - T_s^4) \times S, \text{ on} \qquad \textit{(Eq. 3)}$$

S: Superfície piscina (m^2)
σ: Constant de Stefan-Boltzman = 5,67 x 10^{-8} W/m² ºK^4
Ɛ: Emissivitat de l'aigua (0,95)
T_{ai}: Temperatura de l'aigua (ºK) = 20ºC
T_s: Temperatura de l'entorn a on es produeix la radiació (ºK) (Superficials tancaments = 19ºC)

$$Q_r = 5{,}67 \times 10^{-8} \times 0{,}95 \times (293{,}15^4 - 292{,}15^4) \times 312{,}5 = 1.687{,}58 \text{ W}$$

Pèrdues per escalfament massa de formigó tancaments piscina

Es calcularà tenint en compte:

Cf: Capacitat calorífica del formigó = 840 J/kg ºC
Vf: Volum de formigó a escalfar = 113,2 m³
df: Densitat del formigó = 2100 kg/m³
Mf: Massa de formigó a escalfar = Vf x df = 237.720 kg
Tfd: Temperatura del formigó després de l'emplenat = 14,0 ºC
Tfa: Temperatura del formigó abans de l'emplenat = 10,0 ºC
t: Temps d'emplenat piscina = 72 h

$$Q_f = Cf \times Mf \times (Tfd - Tfa) / (3600 \times t) = 3.081{,}55 \text{ W} \qquad \textit{(Eq. 7)}$$

Pèrdues per escalfament volum d'aigua de piscina

$Q_v = Vp \times C_e \times \rho \times (Tai - Tx) / t$, tenint en compte que: *(Eq. 8)*

Vp: Volum piscina = 625 m^3
C_e: Calor específic de l'aigua = 1,16 Wh/kgºC
ρ: Densitat de l'aigua = 1.000 kg/m^3
t: Temps d'emplenat piscina = 72h
T_{ai}: Temperatura final aigua de piscina = 26ºC
T_x: Temperatura aigua de xarxa = 10ºC

$Q_v = 625 \times 1{,}16 \times 1.000 \times (26 - 10) / 72 = 161.111$ W

Pèrdues per conducció a través de parets del vas de piscina

Es calcularà amb:

$Q_p = K \times Sf \times (Tai - Tex)$, *on:* *(Eq. 6)*

K: Coeficient de transmissió dels murs de la piscina = 0,4 W/m^2ºC
Sf: Superfície a través de la qual es produeix la transmissió de calor (Soterrani, 10ºC)

$Q_p = 0{,}4 \times 462{,}5 \times (20 - 10) = 1.850$ W

Necessitats totals per la piscina gran per posada a règim = ***180.015,13 W***

5. Calefacció aigua Piscina 2 / Règim continu:

Pèrdues per evaporació de l'aigua del vas de piscina

Tenint en compte que el calor latent d'evaporació de l'aigua és de 630 wh/kg i descomptant l'evaporació produïda pels espectadors, la quantitat de calor a aportar necessària per contrarestar l'evaporació, s'obté de:

$$Q_e = M_e \times C_v \qquad \textit{(Eq. 2)}$$

Q_e = 30,46 x 630 = 19.189,80 W (Ocupació de 42 banyistes)

Pèrdues per radiació de la làmina aigua a tancaments

Es calcularà segons la fórmula:

$$Q_r = \sigma \times \mathcal{E} \times (T_{ai}^4 - T_s^4) \times S, \text{ on} \qquad \textit{(Eq. 3)}$$

S: Superfície piscina (m^2) = 84 m^2
σ: Constant de Stefan-Boltzman = 5,67 x 10^{-8} W/m² ºK^4
Ɛ: Emissivitat de l'aigua (0,95)
T_{ai}: Temperatura de l'aigua (ºK) = 25ºC = 298,15ºK
T_s: Temperatura de l'entorn a on es produeix la radiació (ºK) (Superficials tancaments = 25ºC)

Q_r = 5,67 x 10^{-8} x 0,95 x (298,15^4 – 298,15^4) x 84 = 0 W

Pèrdues per convecció aire aigua

Es calcularà segons la fórmula:

$$Q_c = hc \times (T_{ai} - T_a) \times S, \text{ on} \qquad \textit{(Eq. 4)}$$

Hc: Coef. Superf. transm. calor per convecció = 0,6246 x |(T_{ai} – T_a)|^(1/3) = 0,90 W/m² ºC
T_{ai}: Temperatura de l'aigua (ºC) = 25ºC
T_a: Temperatura de l'ambient (ºC) = 28ºC

Q_c = 0,90 x (25 – 28) x 84 = - 226,8 W

Pèrdues per renovació aigua del vas de piscina

Per normativa, el volum d'aigua de renovació serà el 5% del total del volum del vas de piscina. La potència calorífica necessària per escalfar aquesta aigua es calcularà segons:

Q_{re} = Q x C_e x ρ x (Tai – Tx), tenint en compte que: *(Eq. 5)*

Vp: Volum piscina = 100,8 m^3
hf: Funcionament piscina = 15 h/dia

hr. Funcionament filtres piscina= 8 h/dia
Vev: Volum diari evaporat = 30,46 kg/h * hf / ρ = 0,46 m^3/dia
Vre: Volum diari renovació aigua = 5% Vp + Vev = 5,5 m^3/dia
Q: Cabal de renovació = Vre / hr = 0,69 m^3/h
C_e: Calor específic de l'aigua = 1,16 Wh/kgºC
ρ: Densitat de l'aigua = 1.000 kg/m^3
T_x: Temperatura aigua de xarxa = 10ºC

$$Q_r = 0{,}69 \times 1{,}16 \times 1.000 \times (25 - 10) = 12.006 \text{ W}$$

Pèrdues per conducció a través de parets del vas de piscina

Es calcularà amb:

$$Q_p = K \times Sf \times (Tai - Tex), \text{ on:} \qquad \textit{(Eq. 6)}$$

K: Coeficient de transmissió dels murs de la piscina = 0,4 W/m^2ºC
Sf: Superfície a través de la qual es produeix la transmissió de calor (Soterrani, 15ºC)

$$Q_p = 0{,}4 \times 129{,}6 \times (28 - 15) = 673{,}92 \text{ W}$$

Necessitats totals per la piscina petita a règim continu = ***31.642,92 W***

6. Calefacció aigua Piscina 2 / Posada a règim:

Pèrdues per evaporació de l'aigua del vas de piscina

L'evaporació en les condicions de temperatura d'aigua i ambient de posada a règim serà:

Per la superfície de l'aigua en repòs i una temperatura de l'aigua de 20ºC i de l'ambient durant la posada a règim de 21ºC:

Xe: Humitat absoluta de l'aire saturat a la temperatura de l'aigua = 0,0147 kg_{aigua}/kg_{aire}
Xas: Humitat absoluta de l'aire interior a 21º i 70% d'humitat = 0,0108 kg_{aigua}/kg_{aire}

$$Me = 16 \times (Xe - Xas) \times S = 5{,}24 \text{ kg/h}$$

$$Q_e = M_e \times C_v = 5{,}24 \times 630 = 3.301{,}2 \text{ W}$$

Pèrdues per radiació de la làmina aigua a tancaments

Es calcularà segons la fórmula:

$$Q_r = \sigma \times \mathcal{E} \times (T_{ai}^4 - T_s^4) \times S, \text{ on} \qquad \textit{(Eq. 3)}$$

S: Superfície piscina (m^2) = 84 m^2
σ: Constant de Stefan-Boltzman = 5,67 x 10^{-8} W/m² ºK^4
Ɛ: Emissivitat de l'aigua (0,95)
T_{ai}: Temperatura de l'aigua (ºK) = 20ºC
T_s: Temperatura de l'entorn a on es produeix la radiació (ºK) (Superficials tancaments = 19ºC)

$$Q_r = 5{,}67 \times 10^{-8} \times 0{,}95 \times (293{,}15^4 - 292{,}15^4) \times 84 = 453{,}62 \text{ W}$$

Pèrdues per escalfament massa de formigó tancaments piscina

Es calcularà tenint en compte:

Cf: Capacitat calorífica del formigó = 840 J/kg ºC
Vf: Volum de formigó a escalfar = 25,9 m³
df: Densitat del formigó = 2100 kg/m³
Mf: Mass de formigó a escalfar = Vf x df = 54.390 kg
Tfd: Temperatura del formigó després de l'emplenat = 14,0 ºC
Tfa: Temperatura del hormigon antes del llenado = 10,0 ºC
t: Tiempo llenado piscina = 72 h

$$Q_f = Cf \times Mf \times (Tfd - Tfa) / (3600 \times t) = 705{,}05 \text{ W} \qquad \textit{(Eq. 7)}$$

Pèrdues per escalfament volum d'aigua de piscina

$Q_v = Vp \times C_e \times \rho \times (Tai - Tx) / t$, tenint en compte que: *(Eq. 8)*

Vp: Volum piscina = 100,8 m^3
C_e: Calor específic de l'aigua = 1,16 Wh/kgºC
ρ: Densitat de l'aigua = 1.000 kg/m^3
t: Temps d'emplenat piscina = 72h
T_{ai}: Temperatura final aigua de piscina = 25ºC
T_x: Temperatura aigua de xarxa = 10ºC

$Q_v = 100{,}8 \times 1{,}16 \times 1.000 \times (25 - 10) / 72 = 24.360$ W

Pèrdues per conducció a través de parets del vas de piscina

Es calcularà amb:

$Q_p = K \times Sf \times (Tai - Tex)$, *on:* *(Eq. 6)*

K: Coeficient de transmissió dels murs de la piscina = 0,4 W/m^2ºC
Sf: Superfície a través de la qual es produeix la transmissió de calor (Soterrani, 10ºC)

$Q_p = 0{,}4 \times 129{,}6 \times (20 - 10) = 518{,}40$ W

Necessitats totals per la piscina gran per posada a règim = ***29.338,27 W***

7. Producció aigua calenta sanitària

Per determinar els consums d'ACS s'ha utilitzat el Decret 21/2006 (Decret d'ecoeficiència) on s'estableix un consum d'aigua calenta sanitària a 60ºC en funció de la tipologia de l'edifici. Segons l'Annex 3 d'aquest decret, la demanda de la piscina tenint en compte els usuaris diaris serà:

- 320 usuaris x 20 litres ACS 60ºC / usuari = **6.400 litres ACS a 60ºC per dia**

Actualment la instal·lació disposa d'un dipòsit amb bescanviador tipus serpentí per la producció i acumulació d'aigua calenta d'una capacitat de 1.000 litres.

Si considerem un consum punta d'un 30% del volum total d'acumulació tindrem que:

- 4.800 litres x 0,30 = 1.920 litres d'ACS a 60 ºC de consum punta.

Per tant, amb el dipòsit existent s'acumula aproximadament un 50% del consum punta.

Es calcularà la potència a instal·lar segons:

$$P_C = [Q_{PUNTA} \times (T_{ACS} - T_{AF}) - V_A \times (T_A - T_{AF}) \times F_{US}] \times 1{,}16 / \eta_{Prod.ACS} \qquad \text{(Eq. 9)}$$

On,

Q_{PUNTA}: Cabal punta d'aigua calenta
V_A: Volum acumulat dipòsit
T_A: Temperatura d'acumulació de l'aigua. En aquest cas es considera de 70ºC
$F_{US\ (ACUMULACIÓ)}$: És el factor d'ús del volum acumulat, depenent de la geometria (esveltesa), ja que a l'interior d'aquest existeix una zona de barreja entre aigües freda i calenta, en la qual la temperatura resulta inferior a la de servei. Es calcularà segons:

$F_{US\ ACUMULACIÓ} = 0{,}63+0{,}14 * H / D$

El dipòsit existent és de la marca LAPESA, model GX-1000 M1 de les següents característiques:
H (alçada) = 2.250 mm.
D (diàmetre) = 950 mm.

Per tant, $F_{US\ ACUMULACIÓ} = 0{,}63+0{,}14 * 2.250/950 = 0{,}96$

$\eta_{Prod.ACS}$ = Rendiment estimat sistema de producció (acumulador i serpentí) = 75% (0,75)

$$P_{CALDERA} = [1.920 \times (60 - 10) - 1.000 \times (70 - 10) \times 0{,}96] \times 1{,}16 / 0{,}75 = \mathbf{59.392\ W}$$

Hores necessàries de funcionament per la producció diària d'ACS:

H = 6.400 x (60 – 10) x 1,16 / (59.392 x 0,75) = 8,33 hores

EDIFICI PAVELLÓ D'ESPORTS – Condicions de càlcul

Necessitats de calor:

1. Producció d'aigua calenta sanitària
2. Calefacció aire vestidors

Coeficients de transmissió K (W/m^2.ºC):

Murs exteriors (Dues fulles ceràmiques i revestiment interior): 0,48
Vidre doble: 2,7
Parets interiors (Envà 7 cm. Ceràmic): 1,56
Terra (Forjat pis aïllat): 0,88
Coberta aïllada: 0,70

Condicions exteriors de càlcul a l'hivern:

Temperatura mínima exterior: -3ºC
Humitat: 90%

Condicions interiors vestidors i infermeria:

Temperatura interior: 23ºC
Temperatura locals adjacents no climatitzats: 15ºC

Usuaris del complex:

Gràcies a les dades reals en quant a ús de les instal·lacions recollides des de la posada en servei de les instal·lacions, es considerarà, com a base de càlcul de les necessitats calorífiques per la producció de l'aigua calenta sanitària, una afluència de:

150 usuaris / dia.

Mitjana diària durant la temporada d'hivern (màxima afluència).

1. Producció aigua calenta sanitària

Per determinar els consums d'ACS s'ha utilitzat el Decret 21/2006 (Decret d'ecoeficiència) on s'estableix un consum d'aigua calenta sanitària a 60ºC en funció de la tipologia de l'edifici. Segons l'Annex 3 d'aquest decret, la demanda del pavelló tenint en compte els usuaris diaris serà:

- 150 usuaris x 20 litres ACS 60ºC / usuari = **3.000 litres ACS a 60ºC**

Actualment la instal·lació disposa d'un dipòsit amb bescanviador tipus serpentí per la producció i acumulació d'aigua calenta d'una capacitat de 750 litres.

Si considerem un consum punta d'un 50% del volum total d'acumulació tindrem que:

- 3.000 litres x 0,40 = 1.200 litres d'ACS a 60 ºC de consum punta.

Per tant, amb el dipòsit existent s'acumula aproximadament un 60% del consum punta.

Es calcularà la potència a instal·lar segons:

$$P_C = [Q_{PUNTA} \times (T_{ACS} - T_{AF}) - V_A \times (T_A - T_{AF}) \times F_{US}] \times 1{,}16 / \eta_{Prod.ACS} \qquad \text{(Eq. 9)}$$

On,

Q_{PUNTA}: Cabal punta d'aigua calenta
$V_{ACUMULACIÓ}$ = Volum del dipòsit interacumulador
$T_{ACUMULACIÓ}$ = Temperatura d'acumulació de l'aigua. En aquest cas es considera de 70ºC
$F_{US\ ACUMULACIÓ}$ = És el factor d'ús del volum acumulat, depenent de la geometria (esveltesa), ja que a l'interior d'aquest existeix una zona de barreja entre aigües freda i calenta, en la qual la temperatura resulta inferior a la de servei. Es calcularà segons:

$F_{US\ ACUMULACIÓ}$ = 0,63+0,14 * H / D

El dipòsit existent és de la marca IDROGAS, model CV 750 M1P de les següents característiques:
H (alçada) = 1.840 mm.
D (diàmetre) = 950 mm.

Per tant, $F_{US\ ACUMULACIÓ}$ = 0,63+0,14 * 1.840 / 950 = 0,90

$\eta_{Prod.ACS}$ = Rendiment estimat sistema de producció (acumulador i serpentí) = 75% (0,75)

$$P_{CALDERA} = [1.200 \times (60 - 10) - 750 \times (70 - 10) \times 0{,}90] \times 1{,}16 / 0{,}75 = \mathbf{30.160\ W}$$

Hores necessàries de funcionament per la producció diària d'ACS:

H = 3.000 x (60 – 10) x 1,16 / (30.160 x 0,75) = 7,69 hores

2. Calefacció aire vestidors

2.1 Vestidors 1, 2, 3 i 4

Condicions Projecte:

Província: Girona	Ús local: Piscina climatitzada	Volum renovació segons norma UNE-EN 13779: 1.094 m^3/h
Tª Ext. Projecte: -3ºC	Tª Int. Projecte: 23ºC	
HR Ext. Projecte: 90%	HR Int. Projecte: -	

Característiques constructives local:

Superfície: 152 m^2
Volum: 456 m^3

Càlcul Càrregues Tancaments:

Paret	Orientació	Exterior	Superfície		ΔT	Transmissió		Càrrega total
			Vidre (m^2)	Paret (m^2)	ºC	Paret (W)	Vidre (W)	W
Nº 1	Nord	No		82,8	8	1.033		1.033
Nº 2	Sud	No		82,8	8	1.033		1.033
Nº 3	Est	No		50,85	8	635		635
Nº 4	Oest	No		42,6	8	532		532
Nº 5								
Terra				152	13	1.739		1.739
Sostre				152	8	1.070		1.070
Total pèrdues de calor per transmissió tancaments								***6.042***

Càlcul càrregues ventilació:

	Cabal m^3/h	Recuperador	Eficiència	Càrrega
Renovació	1.094	No		***9.331***
Infiltracions	46	-		***389***

Càrregues internes:

Aportació calorífica a descomptar: Il·luminació 10 W/m^2 x 240 m^2 = ***1.520 W***

Calefacció total necessària: ***14.242 W***

2.2 Vestidors tècnics 1, 2 i 3 i infermeria

Condicions Projecte:

Província: Girona	Ús local: Piscina climatitzada	Volum renovació segons norma UNE-EN 13779: 230 m^3/h
Tª Ext. Projecte: -3ºC	Tª Int. Projecte: 23ºC	
HR Ext. Projecte: 90%	HR Int. Projecte: -	

Característiques constructives local:

Superfície: 32 m^2
Volum: 96 m^3

Càlcul Càrregues Tancaments:

Paret	Orientació	Exterior	Superfície		ΔT	Transmissió		Càrrega total
			Vidre (m^2)	Paret (m^2)	ºC	Paret (W)	Vidre (W)	W
Nº 1	Nord	No		27,3	8	341		341
Nº 2	Sud	No		27,3	8	341		341
Nº 3	Est	No		8,7	8	109		109
Nº 4	Oest	No		16,9	8	211		211
Nº 5								
Terra				32	13	366		366
Sostre				32	8	225		225
Total pèrdues de calor per transmissió tancaments								***1.593***

Càlcul càrregues ventilació:

	Cabal m^3/h	Recuperador	Eficiència	Càrrega
Renovació	230	No		***1.961***
Infiltracions	10	-		***82***

Càrregues internes:

Aportació calorífica a descomptar: Il·luminació 10 W/m^2 x 240 m^2 = ***320 W***

Calefacció total necessària: ***3.316 W***

2.3 Vestidors 5 i 6

Condicions Projecte:

Província: Girona	Ús local: Piscina climatitzada	Volum renovació segons norma UNE-EN 13779: 590 m^3/h
Tª Ext. Projecte: -3ºC	Tª Int. Projecte: 23ºC	
HR Ext. Projecte: 90%	HR Int. Projecte: -	

Característiques constructives local:

Superfície: 82 m^2
Volum: 246 m^3

Càlcul Càrregues Tancaments:

Paret	Orientació	Exterior	Superfície		ΔT	Transmissió		Càrrega total
			Vidre (m^2)	Paret (m^2)	ºC	Paret (W)	Vidre (W)	W
Nº 1	Nord	No		33,9	8	423		423
Nº 2	Sud	No		33,9	8	423		423
Nº 3	Est	No		43,8	8	547		547
Nº 4	Oest	No		43,8	8	547		547
Nº 5								
Terra				82	13	938		938
Sostre				82	8	577		577
Total pèrdues de calor per transmissió tancaments								***3.455***

Càlcul càrregues ventilació:

	Cabal m^3/h	Recuperador	Eficiència	Càrrega
Renovació	590	No		***5.032***
Infiltracions	25	-		***213***

Càrregues internes:

Aportació calorífica a descomptar: Il·luminació 10 W/m^2 x 240 m^2 = ***820 W***

Calefacció total necessària: ***7.880 W***

Quadre resum necessitats de calor finals:

Edifici	***Necessitats***	***Potència calculada (kW)***
Piscina	Calefacció aire recinte piscina.	79,7
	Calefacció aigua piscina Gran en règim continu	115
	Calefacció aigua piscina Gran en posada a règim	180
	Calefacció aigua piscina Petita en règim continu.	31,6
	Calefacció aigua piscina Petita en posada a règim.	29,3
	Calefacció vestidors	20,9
	Producció ACS	59,4
	Potència total posada a règim	*209,3*
	Potència total necessària règim continu	***306,6***
	Pèrdues canonada de transport	*3,2(*)*
Pavelló	Calefacció vestidors	25,4
	Producció ACS	30,2
	Potència total necessària	***55,6***
	Pèrdues canonada de transport	*7,7(*)*

(*) El càlcul d'aquests valors està inclòs a l'Annex nº E: Dimensionat de circuits hidràulics de distribució.

Annex B – Característiques tècniques del mòdul energètic

Amb la següents taula s'especifiquen les característiques tècniques del mòdul autònom de producció de calor:

Característiques tècniques Mòdul energètic 300 kW		
Dimensions totals exteriors:		
Alt	***mm***	2.896
Llarg	***mm***	12.116
Ample	***mm***	4.876
Pes màxim en funcionament	***kg***	38.710
Volum sitja	***m^3***	48
Capacitat Pellet de fusta	***kg***	39.250
Capacitat Estelles de fusta	***kg***	12.000
Tipus sistema d'alimentació		Agitador de lames
Potència Nominal	***kW***	300
Modulació	***kW***	73,5 – 300
Eficiència	***%***	93,3 (92,8 a càrrega parcial)
Diàmetre sortida de fums	***mm***	300
Potència elèctrica total màxima	***kW***	12,30
Diàmetre escomesa d'aigua	***mm***	DN25

A continuació es detallen les característiques de cada contenidor que composa el mòdul:

Contenidor 1: CONTAINEX ISO 20' HC		
Caldera, dipòsit de cendres i quadre elèctric		
Dimensions totals interiors:		
Alt x Llarg x Ample	***mm***	2.680 x 5.898 x 2.350
Dimensions totals exteriors:		
Alt x Llarg x Ample	***mm***	2.896 x 6.058 x 2.438
Pes màxim en funcionament	***kg***	8.540
Càrrega màxima	***kg***	21.770

Actuacions a realitzar segons plànols tècnics adjunts a Doc. nº 2 del present Projecte:

- Dues reixes de ventilació d'alumini, reforçades, de lames fixes a 45º i amb malla anti-ocells. Superfície lliure total de 1.500 cm^2 *(Segons RITE 2007, IT 1.3.4.1.2.7 Ventilació sa sales de màquines, punt 2 Ventilació natural per orificis a raó de 5 cm^2 / kW de potència tèrmica).*
- Orifici sortida de fums de diàmetre 350 mm.
- Orifici de comunicació amb contenidor 2 per compliment amb exigències del fabricant en quant a espais necessaris de manteniment de caldera.
- Orificis de comunicació amb contenidor 2 per pas de instal·lació hidràulica i elèctrica.
- Revestiment de paret lateral adjacent a contenidor 4 mitjançant sistema de trasdosat amb placa de cartó-guix amb resistència al foc. *Resistència final EI 120 segons document SI1 "Propagació interior" del Codi Tècnic de l'Edificació.*

Contenidor 2: CONTAINEX ISO 20' HC		
Dipòsit de inèrcia, vasos d'expansió i bombes		
Dimensions totals interiors:		
Alt x Llarg x Ample	***mm***	2.680 x 5.898 x 2.350
Dimensions totals exteriors:		
Alt x Llarg x Ample	***mm***	2.896 x 6.058 x 2.438
Pes màxim en funcionament	***kg***	5.770
Càrrega màxima	***kg***	21.770

Actuacions a realitzar segons plànols tècnics adjunts a Doc. nº 2 del present Projecte:

- Revestiment de paret lateral adjacent a contenidor 4 mitjançant sistema de trasdosat amb placa de cartó-guix amb resistència al foc. *Resistència final EI 120 segons document SI1 "Propagació interior" del Codi Tècnic de l'Edificació.*

Contenidor 3: CONTAINEX ISO 20' HC		
Magatzem de combustible		
Dimensions totals interiors:		
Alt x Llarg x Ample	***mm***	2.680 x 5.898 x 2.350
Dimensions totals exteriors:		
Alt x Llarg x Ample	***mm***	2.896 x 6.058 x 2.438
Pes màxim en funcionament	***kg***	15.600
Càrrega màxima	***kg***	21.770

Actuacions a realitzar segons plànols tècnics adjunts a Doc. nº 2 del present Projecte:

- Dues entrades per càrrega de combustible amb sistema pneumàtic, formades per connexió per mànegues sistema "Storz" A AN 110 amb tapa i maniguet de 500 mm. d'acer de 4" amb punta roscada, pintat i amb abraçadora de presa de terra.
- Formació de revestiment de parets i fals terra amb fusta.

Contenidor 4: CONTAINEX ISO 20' HC		
Magatzem de combustible i sistema d'alimentació		
Dimensions totals interiors:		
Alt x Llarg x Ample	***mm***	2.680 x 5.898 x 2.350
Dimensions totals exteriors:		
Alt x Llarg x Ample	***mm***	2.896 x 6.058 x 2.438
Pes màxim en funcionament	***kg***	15.750
Càrrega màxima	***kg***	21.770

Actuacions a realitzar segons plànols tècnics adjunts a Doc. nº 2 del present Projecte:

- Formació de revestiment de parets i fals terra amb fusta.
- Orifici de comunicació amb contenidor 1 per pas de sistema d'alimentació fins a caldera. Segellat posterior de forat mitjançant material aïllant resistent al foc.

A part dels elements i actuacions esmentades, el mòdul disposarà de tots els dispositius específics mencionats al Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques en els edificis (RITE), així com amb les prescripcions generals de seguretat establertes al Document SI "Seguretat en cas de incendi" del CTE.

Annex C – Característiques tècniques de la caldera

Datos técnicos KWB Powerfire TDS 240/300 kW					
Denominación	**Unidad**	**TDS 240**		**TDS 300**	
Versión: 09/2008		**pelets**	**astillas de madera**	**pelets**	**astillas de madera**
Potencia nominal	kW	245,0	245,0	300,0	300,0
Carga parcial	kW	73,5	73,5	73,5	73,5
Rendimiento de la caldera a potencia nominal	%	92,7	93,2	93,5	93,3
Rendimiento de la caldera a carga parcial	%	93,3	92,8	93,3	92,8
Rendimiento térmico del combustible a potencia nominal	kW	264,3	262,9	320,9	321,5
Rendimiento térmico del combustible a carga parcial	kW	78,8	79,2	78,8	79,2
Pérdida de gases de escape a potencia nominal	%	6,0	5,3	5,2	5,5
Pérdida de gases de escape a carga parcial	%	4,2	4,4	4,2	4,4
Circuito hidráulico					
Contenido de agua	l	610			
Diámetro de conexión para agua		DN 80 (brida), PN 6			
Protección térmica de salida	Pulgada	3/4 (mín. 2 bar; máx. 3,5 bar)			
** Resistencia del circuito de agua a 20 K	Pa	2.100		3.500	
** Resistencia del circuito de agua a 15 K	Pa	3.800		6.600	
** Resistencia del circuito de agua a 10 K	Pa	9.600		16.100	
Temperatura de la caldera	°C	65 - 90			
Temperatura mínima de entrada a la caldera hasta W30	°C	50	55	50	55
Temperatura mínima de entrada a la caldera > W30	°C	-	65	-	65
Presión máx. de servicio	bar	3,5			
Circuito de gas de humos					
Temperatura de la cámara de combustión	°C	900 - 1.200	900 - 1.000	900 - 1.200	900 - 1.000
Depresión de la cámara de combustión	mbar	0,2 - 0,3			
Tiro necesario a potencia nominal	mbar	0,16		0,16	
Tiro necesario a carga parcial	mbar	0,08		0,08	
Tiro de succión requerido		sí			
Temperatura de los gases de escape a potencia nominal (para calcular las dimensiones de la chimenea)	°C	160			
Temperatura de los gases de escape a carga parcial (para calcular las dimensiones de la chimenea)	°C	80			
			HG w30/w45 ***		HG w30/w45 ***
Flujo másico de los gases de escape a potencia nominal (RGf)	kgf/h	575	635/692	696	773/843
Flujo másico de los gases de escape a carga parcial (RGf)	kgf/h	172	198/216	172	198/216
Volumen de gases de escape a potencia nominal (RGf)	Nm³f/h	446	499/555	538	607/674
Volumen de gases de escape a carga parcial (RGf)	Nm³f/h	133	155/173	133	155/173
Diámetro del tubo de salida de humos	mm	300		300	
Diámetro de la chimenea (valores orientativos)	mm	350		350	
Altura de la conexión del tubo de salida de humos (lado de la caldera)	mm	Variantes de conexión: arriba: 1970 mm / a la derecha (visto desde delante): 1380 mm centro RR (0° - 90° orientable)			
Ejecución de la chimenea	-	resistente a la humedad			

Datos técnicos KWB Powerfire TDS 240/300 kW					
Combustible					
Contenido de agua	kg/kg s.f.	0,084	0,240	0,084	0,240
Contenido de agua máximo	kg/kg s.f.	0,45			
Humedad máxima del combustible	kg/kg s.s.	0,82			
Tamaño máximo del combustible según la ÖNORM		G30, G50			
Ceniza					
Volumen del contenedor de ceniza ceniza volátil	l	2 contenedores de 20 l			
Volumen del contenedor de ceniza ceniza de la parrilla	l	66			
Evacuación de cenizas		sí			
Volumen del contenedor de ceniza. Contenedor (opcional)	l	240			
Instalación eléctrica					
Toma de corriente		400V de 5 polos 50 Hz			
Potencia de conexión caldera	W	3.600			
Potencia de conexión total incluyendo sistema de alimentación máx.	W	5.100			
Consumo de energía auxiliar en funcionamiento de prueba a potencia nominal ****	kWel/MWth	1,45	2,53	1,93	2,96
Consumo de energía auxiliar en funcionamiento de prueba a carga parcial ****	kWel/MWth	2,01	3,13	2,01	3,13
Pesos					
Peso total en vacio	kg	2.830			
Carcasa de quemador incl. material refractario	kg	670			
Tubo de llama incl. material refractario	kg	970			
Intercambiador de calor incl. rejilla de limpieza	kg	860			
Emisiones de ruidos *****					
Ruido de funcionamiento normal (100 % NL); LA,eq a una distancia de 1 m	dB(A)	63 según ÖNorm EN ISO 11202:1995			
A potencia pico (100 % NL); LA,eq a una distancia de 1 m	dB(A)	65 según ÖNorm EN ISO 11202:1995			

* Astillas B1 según ÖNorm EN 303-5.

** La resistencia del circuito hidráulico está indicada y detectada en el interfaz de la caldera correspondientemente (brida retorno/avance).

*** Obtención de la potencia nominal hasta w30, además reducción de potencia suministrada.

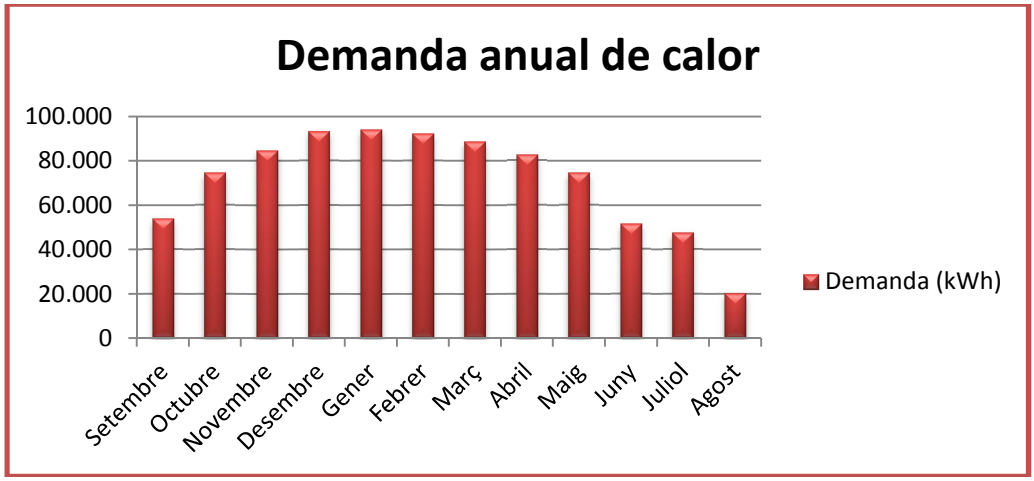
**** Los valores de medición sobre el consumo de corriente auxiliar son compatibles con descargas por agitador KWB incl. canal estándar (no con suelo móvil/empujadores).

***** Las mediciones acústicas se han realizados en funcionamiento normal con astillas.

mg/Nm³ miligramos pro metro cúbico normalizado (Nm³... bajo 1013 hectopascal en 0°C)

Annex D – Dimensionat del magatzem de combustible

A continuació es mostren una gràfica amb l'evolució de al demanda energètica mensual (kWh) del dos edificis, calculat a partir de les necessitats màximes de calor i tenint en compte el període de màxima afluència durant els mesos de Novembre fins a Maig. Per la resta de mesos s'ha considerat una ocupació del 50%. A l'Agost, les instal·lacions estaran tancades durant 15 dies per feines de manteniment.



A partir d'aquests valors s'ha realitzat el càlcul del consum de combustible tipus Pellet de fusta i també del volum equivalent que representa aquesta massa de biomassa.
Per més informació també s'ha realitzat el càlcul per biomassa del tipus Estella de fusta.

S'han considerat les següents dades dels combustibles per la realització dels càlculs:

	Densitat aparent (kg/m^3)	***PCI (kW/kg)***
Pellet de fusta	650	5,00
Estella	250	3,60

Mes	***Demanda total (kWh)***	***Consum de Pellet (kg)***	***Consum d'Estella (kg)***	***Volum equivalent amb Pellet (m^3)***	***Volum equivalent amb Estella (m^3)***
Setembre	53.764	11.500	16.007	18	64
Octubre	74.437	15.922	22.162	24	89
Novembre	84.699	18.118	25.217	28	101
Desembre	93.155	19.926	27.735	31	111
Gener	94.087	20.126	28.012	31	112
Febrer	92.222	19.727	27.457	30	110
Març	88.743	18.982	26.421	29	106
Abril	82.529	17.653	24.571	27	98
Maig	74.437	15.922	22.162	24	89
Juny	51.326	10.979	15.281	17	61
Juliol	47.450	10.150	14.127	16	57
Agost	20.194	4.320	6.012	7	24

El volum del magatzem integrat al mòdul, descomptant el revestit de les parets i el fals terra de fusta és de **36 m^3.**

Amb aquest volum es compleix amb l'especificació del RITE que exigeix un volum mínim d'emmagatzematge capaç de subministrar el bio-combustible sòlid necessari pel funcionament de qualsevol instal·lació durant dues setmanes de màxima demanda.

Aquest emmagatzematge a més, permet aprofitar el viatge del camió ja que el volum màxim de les cisternes sol estar entre els 25 – 30 m^3. Per tant, l'usuari podrà efectuar la comanda quan encara hi hagi una reserva important de combustible a la sitja.

Annex E – Dimensionat vasos d'expansió

1. Circuit primari caldera de biomassa:

a. Característiques de la instal·lació:

Volum total d'aigua al circuit:	51,4 litres
Volum d'aigua bescanviador caldera:	610 litres
Volum d'aigua acumulador d'inèrcia:	3.000 litres
Volum total, V = 51,4 + 610 + 3.000 =	3.661,4 litres
Temperatura màxima de funcionament de l'aigua (T):	90ºC
Desnivell entre el punt més alt de la instal·lació i el vas d'expansió (H):	2 m
Pressió relativa mínima de funcionament, Pm = 0,1*H+0,2 =	0,4 bars
Pressió relativa de tarat de la vàlvula de seguretat (Pvs):	4 bars

b. Càlcul del volum del fluid expansionat:

Càlcul del coeficient d'expansió:

$C_e = (3{,}24 * T^2 + 102{,}13 * T – 2.708{,}3) * 10^{-6} = 0{,}0327$

Càlcul del volum de fluid expansionat:

$V_u = C_e * V = 0{,}0327 * 3.661{,}4 = 119{,}7$ litres

c. Càlcul del coeficient de pressió:

Pressió relativa màxima de funcionament (P_M). S'escollirà el menor dels següents valors:

$P_M = 0{,}90 * Pvs = 3{,}60$ bars
$P_M = Pvs – 0{,}35 = 3{,}65$ bars

Coeficient de pressió: $C_P = (P_M + 1) / (P_M – P_m) = 1{,}437$

d. Càlcul del volum total del vas:

$V_T = V * C_e * C_P = 172 + 10\%$ *de seguretat* = ***189,2 litres***

e. Càlcul del diàmetre de la canonada de connexió del vas (UNE 100-157-89):

El diàmetre serà igual a DN25 o al resultat de la següent expressió: $15 + 1{,}5 * P^{0,5}$ (P: Potència caldera = 300 kW)

$D = 15 +1{,}5 * 300^{0,5} = 40{,}98$ mm (DN 40)

2. Circuit secundaris de distribució:

a. Característiques de la instal·lació:

Volum total d'aigua al circuit de distribució 1 (Piscina):	552,5 litres
Volum total d'aigua al circuit de distribució 2 (Pavelló):	699,6 litres
Volum total, V = 552,5 + 699,6 =	1.252,1 litres
Temperatura màxima de funcionament de l'aigua (T):	90ºC
Desnivell entre el punt més alt de la instal·lació i el vas d'expansió (H):	3 m
Pressió relativa mínima de funcionament, Pm = 0,1*H+0,2 =	0,5 bars
Pressió relativa de tarat de la vàlvula de seguretat (Pvs):	4 bars

b. Càlcul del volum del fluid expansionat:

Càlcul del coeficient d'expansió:

$C_e = (3{,}24 * T^2 + 102{,}13 * T – 2.708{,}3) * 10^{-6} = 0{,}0327$

Càlcul del volum de fluid expansionat:

$V_u = C_e * V = 0{,}0327 * 1.252{,}1 = 40{,}94$ litres

c. Càlcul del coeficient de pressió:

Pressió relativa màxima de funcionament (P_M). S'escollirà el menor dels següents valors:

$P_M = 0{,}90 * Pvs = 3{,}60$ bars
$P_M = Pvs – 0{,}35 = 3{,}65$ bars

Coeficient de pressió: $C_P = (P_M + 1) / (P_M – P_m) = 1{,}484$

d. Càlcul del volum total del vas:

$V_T = V * C_e * C_P$ = 60,76 + 10% de seguretat = ***66,8 litres***

e. Càlcul del diàmetre de la canonada de connexió del vas (UNE 100-157-89):

El diàmetre serà igual a DN25 o al resultat de la següent expressió: $15 + 1{,}5 * P^{0,5}$

$D = 15 +1{,}5 * 0^5 = 15$ mm (DN 25)

Annex F – Dimensionat de circuits de distribució

1. Dimensionat de canonades:

1.1 Circuit hidràulic primari (Mòdul energètic):

Material: Acer negre
Tipus: Sense soldadura s/ norma EN 10255 (DIN 2440)
Aïllament d'escuma elastomèrica tipus Armaflex de 30 mm. de gruix.

$P\ (W) = Q\ (m^3/h) * \Delta t * \rho * C_e$ *(Eq. 10)*

P: Potència calculada
Q: Cabal d'aigua circuit
Δt: Diferencial temperatura anada / retorn = 15ºC
ρ: Densitat aigua = 1.000 kg/m^3
C_e: Calor específic de l'aigua = 1,16 Wh/kgºC

Circuit	*Potència caldera (W)*	*Cabal (m³/h)*
Primari caldera	300.000	**17,24**

$Q\ (m^3/s) = V\ (m/s) * S\ (m^2)$ *(Eq. 11)*

$S = \pi * Ø_i^2/4$

V: Velocitat de l'aigua (Màx. = 1,5 m/s)
S: Secció canonada
$Ø_i$: Diàmetre interior canonada

Cabal	*Longitud*		*Diàmetre*		*Velocitat*	*ΔP*	*ΔP Total*	*Volum*
m^3/h	Real m.	Eq.(20%) m.	Exterior mm	Interior mm	m/s	Pa/m	kPa	l/m
17,24	10	12	3''	80,9	0,9	127	1,52	5,14

1.2 Circuits hidràulics de distribució a punts de consum:

Marca i model canonada escollida: UPONOR Thermo
Material canonada: PE-Xa amb EVOH, SDR 11 (6 bars)
Material aïllant: Escuma de PE reticulat
Material canonada de protecció: PE-HD (PE 80)

$P (W) = Q (m^3/h) * \Delta t * \rho * C_e$ *(Eq. 10)*

P: Potència calculada
Q: Cabal d'aigua circuit
Δt: Diferencial temperatura anada / retorn = 15ºC
ρ: Densitat aigua = 1.000 kg/m^3
C_e: Calor específic de l'aigua = 1,16 Wh/kgºC

Circuit	*Potència calculada (W)*	*Cabal (m³/h)*
Piscines	306.600	**17,62**
Pavelló d'esports	55.600	**3,20**

$Q (m^3/s) = V (m/s) * S (m^2)$ *(Eq. 11)*

$S = \pi * Ø_i^2/4$

V: Velocitat de l'aigua (Màx. = 1,5 m/s)
S: Secció canonada
$Ø_i$: Diàmetre interior canonada

Cabal	*Longitud*		*Diàmetre*		*Velocitat*	*ΔP**	*ΔP Total*	*Volum*
m^3/h	Real m.	Eq.(20%) m.	Exterior mm	Interior mm	m/s	Pa/m	kPa	l/m
17,62	130	156	90	73,6	1,15	149	23,24	4,25
3,20	530	636	50	40,8	0,68	119	75,68	1,32

**Segons dades del fabricant especificades a la Figura 2 – Diagrama pèrdues de pressió*

Càlcul pèrdua de calor per recorregut enterrat:

La Figura 1 mostra una gràfica del fabricant amb les pèrdues de calor en funció de la dimensió de la canonada. Tenint en compte que la temperatura d'impulsió s'ha determinat a 85ºC amb un diferencial de temperatura de 15ºc amb el retorn, i que es considera una temperatura del terreny de 10ºC (a 80 cm. de profunditat), les pèrdues de calor seran:

Circuit	*Pèrdues Impulsió W/m*	*Pèrdues Retorn W/m*	*Longitud simple canonada m*	*Pèrdues Impulsió W*	*Pèrdues Retorn W*	*Pèrdues Totals kW*
Piscines	27	22	65	1.755	1.430	3,2
Pavelló	16	13	265	4.240	3.445	7,7

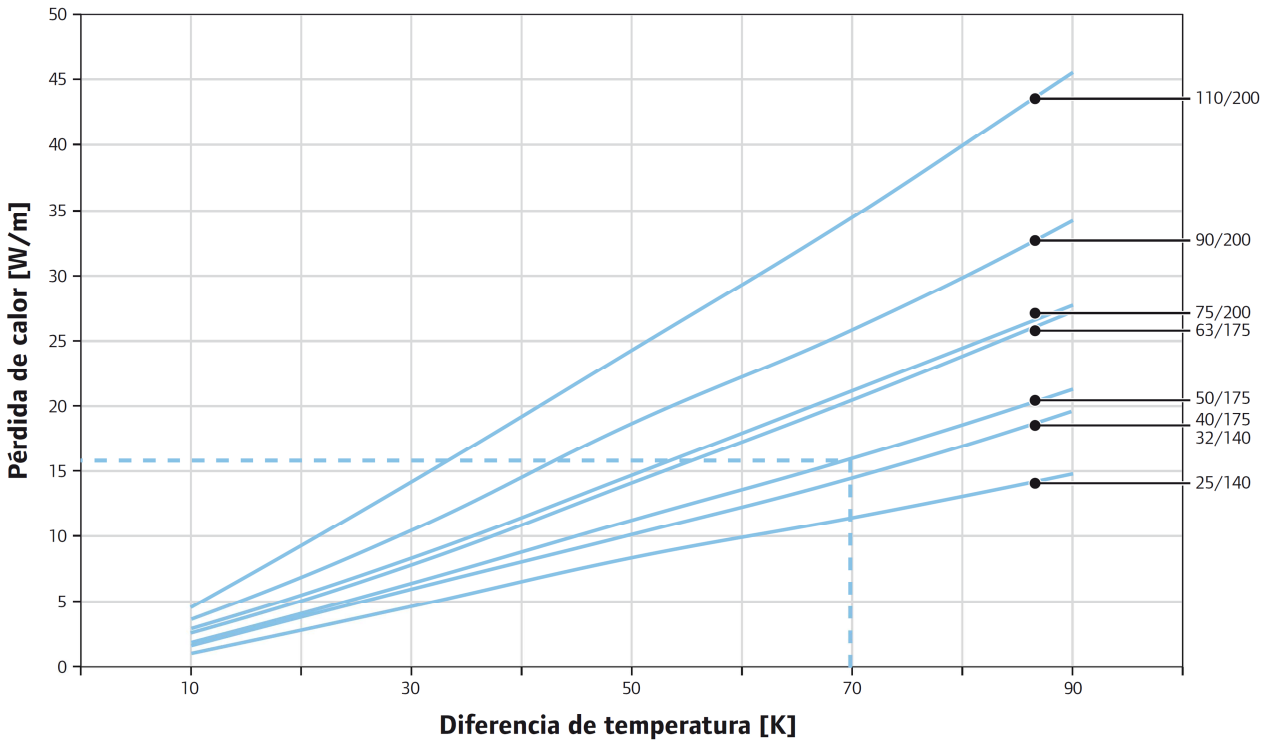


Figura 1 – Gràfic de pèrdues de calor per canonades UPONOR Thermo de calefacció

Justificació aïllament

Comparatiu coeficients de conductivitat tèrmica de la solució proposada amb una altre sistema format per canonada de PP-R amb aïllament d'escuma elestomèrica:

Canonada	*λ (W/mºC)*	*Aïllament*	*Gruix (mm)*	*λ (W/mºC)*	*Protecció*	*λ (W/mºC)*
Polietilè	0,35	Escuma PEX	50	0,038	Corrugat PE-HD	0,16 0,023 (Aire)
Polipropilè	0,21	Escuma elastomèrica	50	0,040	Funda PVC	0,16

Dimensionat de les canonades considerant aquests valors en compte aquests resultats:

P (W) = Q (m³/h) * Δt * ρ * C_e		
P: Potència calculada Q: Cabal d'aigua circuit Δt: Diferencial temperatura anada / retorn = 15ºC ρ: Densitat aigua = 1.000 kg/m^3 C_e: Calor específic de l'aigua = 1,16 Wh/kgºC		
Circuit	*Potència calculada (W)*	*Cabal (m³/h)*
Piscines	309.800	**17,80**
Pavelló d'esports	63.300	**3,64**

Q (m^3/s) = V (m/s) * S (m^2) **S = π * $Ø_i^2$/4**								
V: Velocitat de l'aigua (Màx. = 1,5 m/s) S: Secció canonada $Ø_i$: Diàmetre interior canonada								
Cabal	*Longitud*		*Diàmetre*		*Velocitat*	*ΔP**	*ΔP Total*	*Volum*
	Real	Eq.(20%)	Exterior	Interior				
m^3/h	m.	m.	mm	mm	m/s	Pa/m	kPa	l/m
17,80	130	156	90	73,6	1,16	150	23,40	4,25
3,64	530	636	50	40,8	0,78	144	91,58	1,32

**Segons dades del fabricant especificades a la Figura 2 – Diagrama pèrdues de pressió*

Pèrdua de temperatura:

Δt = P (W) / Q (m³/h) * ρ * C_e

Circuit Piscina: Δt = 0,18ºC
Circuit Pavelló: Δt = 2,12ºC

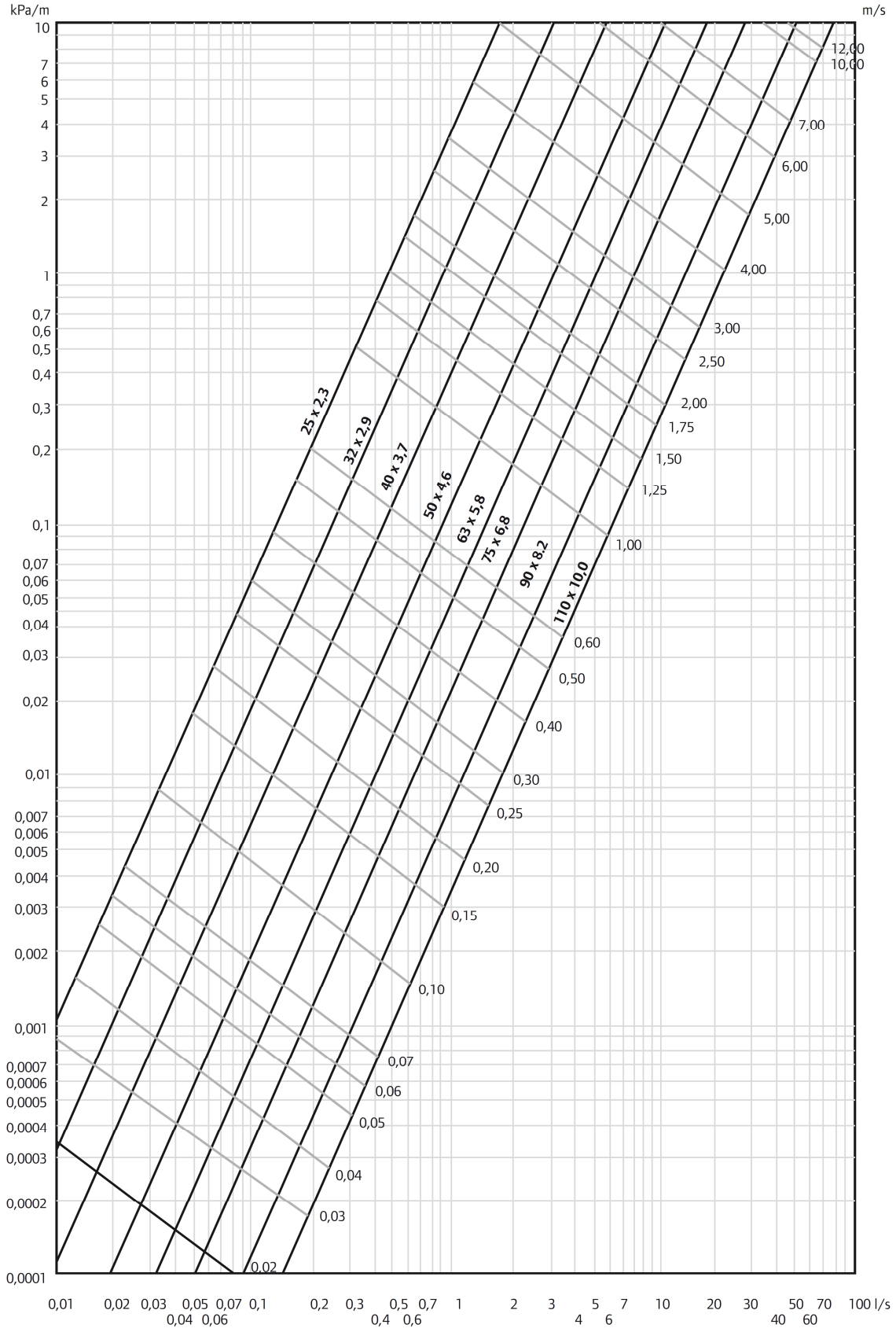


Figura 2 – Diagrama pèrdues de pressió canonades per calefacció UPONOR Thermo

1.3 Connexió hidràulica a instal·lacions existents:

Material: Acer negre
Tipus: Sense soldadura s/ norma EN 10255 (DIN 2440)
Aïllament d'escuma elastomèrica tipus Armaflex de 30 mm. de gruix.

$P (W) = Q (m^3/h) * \Delta t * \rho * C_e$

P: Potència calculada
Q: Cabal d'aigua circuit
Δt: Diferencial temperatura anada / retorn = 10ºC
ρ: Densitat aigua = 1.000 kg/m^3
C_e: Calor específic de l'aigua = 1,16 Wh/kgºC

Instal·lació existent	*Potència caldera (W)*	*Cabal (m^3/h)*
Piscines	306.600	**26,43**
Pavelló d'esports	55.600	**4,79**

$Q (m^3/s) = V (m/s) * S (m^2)$

$S = \pi * Ø_i^2/4$

V: Velocitat de l'aigua (Màx. = 1,5 m/s)
S: Secció canonada
$Ø_i$: Diàmetre interior canonada

Cabal	*Longitud*		*Diàmetre*		*Velocitat*	*ΔP**	*ΔP Total*	*Volum*
m^3/h	Real m.	Eq.(20%) m.	Exterior mm	Interior mm	m/s	Pa/m	kPa	l/m
26,43	10	12	3''	80,9	1,40	274	3,29	5,14
4,79	10	12	11/4"	36,5	1,30	608	7,30	0,10

2. Dimensionat bombes:

S'han escollit per aquest projecte les següents bombes de la marca GRUNDFOS per aplicacions de climatització:

Descripció	***Cabal*** ***m^3/h***	***ΔP canonades*** ***kPa***	***ΔP cabalímetre*** ***kPa***	***ΔP bescanviador*** ***kPa***
Circuit primari *Caldera*	17,24	1,52	-	15
Circuit distribució 1 *Piscina*	17,80	23,56	24,5	50
Circuit distribució 2 *Pavelló*	3,64	91,58	24,5	50
Connexió hidràulica *Piscina*	26,43	2,40	-	50
Connexió hidràulica *Pavelló*	4,79	5,28	-	50

Ref.	***Model bomba***	***Potència motor (kW)***	***Alimentació (50 Hz)***
B1.1	UPS 65-60/4	0,66	III-400v
B1.2	TPD 65-180/2	2x1,5	III-400v
B1.3	TPD 32-230/2	2x0,75	III-400v
B2.1	UPS 65-180/4	1,55	III-400v
B3.1	UPS 25-100 180	0,35	I-230v

Annex G – Dimensionat de bescanviadors de plaques

Els bescanviadors de plaques per cada edifici són de la marca SEDICAL i s'han dimensionat mitjançant el programa de càlcul del fabricant. A continuació s'adjunten les fulles resultants de la selecció amb totes les característiques i els paràmetres utilitzats pel càlcul dels mateixos:

1. *Connexió Piscina*

SEDICAL - INTERCAMBIADOR DE PLACAS UFP-65 / 45 MH 37 - IG - PN10

Datos Generales		**Caliente**	**Frio**
Fluido		Agua	Agua
Potencia de intercambio	kW	306.6	
Caudal	l/h	18031.8	26960.3
Temperatura entrada	ºC	85.0	65.0
Temperatura salida	ºC	70.0	75.0
Perdida de carga	kPa	22.8	47.6
Propiedades termodinámicas		**Caliente**	**Frio**
Peso especifico	kg/m³	973.55	978.06
Calor especifico	kJ/kg×ºK	4.19	4.19
Conductividad térmica	W/m×ºK	0.67	0.66
Viscosidad media	mPa×s	0.39	0.43
Viscosidad pared	mPa×s	0.43	0.39
Datos técnicos del intercambiador			
Dif. temperatura logarítmica media	ºC	7.21	
Numero de placas		45	
Agrupamiento		1 x 22 / 1 x 22	
Tipo / porcentaje		MH 37	
Superficie de intercambio efectiva	m²	13.99	
Coef. global de transmisión (sucio / limpio)	W/m²×ºK	3038.0 / 6755.0	
Sobredimensionamiento	%	122.34	
Factor de ensuciamiento	m²×ºK/kW	0.1811	
Presión de trabajo / prueba	bar	10.0 / 14.3	
Temperatura máxima de trabajo	ºC	110	
Materiales, dimensiones y pesos			
Material de las placas / grosor	mm	AISI 316 / 0.5 mm	
Material de las juntas		Nitrilo HT (sin pegamento)	
Material de las conexiones circ. caliente		Forro goma	
Material de las conexiones circuito frio		Forro goma	
Diámetro de las conexiones		DN 65	
Situación de las conexiones (Caliente / frio)		F1 - F4 / F3 - F2	
Tipo de bastidor		IG - PN10 Nº 1 (Max =60 placas)	
Especificación pintura del bastidor		Según ISO12944 Categ. C2 RAL5010	
Largo, alto, ancho y peso del bastidor		438 mm/ 1296 mm/ 380 mm/ 326 kg	

2. *Connexió Pavelló*

SEDICAL - INTERCAMBIADOR DE PLACAS UFP-54 / 35 MH 93 - IS - PN16

Datos Generales		**Caliente**	**Frio**
Fluido		Agua	Agua
Potencia de intercambio	kW	55.6	
Caudal	l/h	3267.1	4889.1
Temperatura entrada	ºC	83.0	65.0
Temperatura salida	ºC	68.0	75.0
Perdida de carga	kPa	25.3	41.8
Propiedades termodinámicas		**Caliente**	**Frio**
Peso especifico	kg/m³	974.80	978.06
Calor especifico	kJ/kg×ºK	4.19	4.19
Conductividad térmica	W/m×ºK	0.66	0.66
Viscosidad media	mPa×s	0.40	0.43
Viscosidad pared	mPa×s	0.43	0.40
Datos técnicos del intercambiador			
Dif. temperatura logarítmica media	ºC	5.10	
Numero de placas		35	
Agrupamiento		2 x 8 / 2 x 9	
Tipo / porcentaje		MH 93	
Superficie de intercambio efectiva	m²	4.95	
Coef. global de transmisión (sucio / limpio)	W/m²×ºK	2203.3 / 4931.4	
Sobredimensionamiento	%	123.81	
Factor de ensuciamiento	m²×ºK/kW	0.2510	
Presión de trabajo / prueba	bar	10.0 / 14.3	
Temperatura máxima de trabajo	ºC	110	
Materiales, dimensiones y pesos			
Material de las placas / grosor	mm	AISI 316 / 0.5 mm	
Material de las juntas		Nitrilo HT (sin pegamento)	
Material de las conexiones circ. caliente		AISI 316	
Material de las conexiones circuito frio		AISI 316	
Diámetro de las conexiones		R 2 "	
Situación de las conexiones (Caliente / frio)		B4 - F4 / F3 - B3	
Tipo de bastidor		IS - PN16 Nº 1 (Max =39 placas)	
Especificación pintura del bastidor		Según ISO12944 Categ. C2 RAL5010	
Largo, alto, ancho y peso del bastidor		429 mm/ 994 mm/ 300 mm/ 167 kg	

Annex H – Dimensionat de línies elèctriques

S'han realitzat els càlculs corresponents per cadascuna de les línies elèctriques que formen part d'aquest projecte.

Atenent les prescripcions de la ITC-BT 19, el dimensionament de la secció dels conductors s'ha efectuat mitjançant:

a) Determinació de la intensitat màxima de corrent per a les condicions de funcionament i temperatura
b) Determinació de la caiguda de tensió màxima admissible.
   Per als circuits de força motriu serà del 5% de la tensió nominal mentre que per als d'enllumenat serà del 3%.

A les línies de força motriu amb motors en els seus extrems, en el moment del càlcul s'ha tingut en compte dimensionar-les per a una intensitat no inferior al 125% de la intensitat a plena càrrega del motor en qüestió, ITC-BT 47.

Pel càlcul de les intensitats s'han utilitzat les següents fórmules:

$$I = \frac{P}{\left(\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi\right)}$$ Per a línies trifàsiques.

$$I = \frac{P}{\left(V \times \cos\varphi\right)}$$ Per a línies monofàsiques

Pels càlculs de les caigudes de tensió s'han utilitzat les següents fórmules:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times L \times \mathrm{I}n \times \cos\varphi}{k \times \Delta V}$$ Per a línies trifàsiques.

$$S = \frac{2 \times L \times \mathrm{I}n \times \cos\varphi}{k \times \Delta V}$$ Per a línies monofàsiques.

En les que:

P: Potència nominal circuit (W).
L: Longitud del circuit (m).
I: Intensitat que circula pel circuit (A).
V: Tensió d'alimentació del circuit (V).
Cosφ: Factor de potència de la càrrega.
k: Conductivitat del conductor Cu=56 (Cu=48, donat a que la temperatura superarà els 20ºC dins el mòdul).
S: Secció del conductor (mm²).
ΔV: Caiguda de tensió màxima per circuits de força motriu (ΔV% * 400V / 100 = 20V)

A continuació es detallen els càlculs realitzats per a les línies, on es comprova que les intensitats de corrent no superen el màxim admissible segons la taula E de la instrucció

ITC-BT 19, i que les caigudes de tensió en els casos més desfavorables es troben dins dels límits reglamentaris.

Totes les línies elèctriques d'alimentació dels diferents elements que composen la instal·lació aniran protegits per un interruptor magnetotèrmic i un interruptor general i els motors aniran protegits per un guarda motor. En el quadre de distribució hi haurà un interruptor magnetotèrmic i un interruptor diferencial generals.

Resum de potències elèctriques dels elements que formen la instal·lació:

Element	***Potència***	***Alimentació***
1. Escomesa mòdul energètic (línia des de quadre general piscina) (Inclou enllumenat i endolls)	10,20 kW	III 400v
2. Caldera (inclou sistema d'alimentació)	5,1 kW	III 400v
3. Bomba Circuit primari caldera	0,66 kW	III 400v
4. Bomba Circuit Piscina	2x1,5 kW	III 400v
5. Bomba Circuit Pavelló	2x0,75 kW	III 400v
6. Bomba Connexió Piscina	1,55 kW	III 400v
7. Bomba Connexió Pavelló	0,35 kW	I 230v

Quadre resum càlcul línies elèctriques								
Material cable conductor: Coure								
Ref.	***Pot.*** *kW*	***Int. Nom.*** *A*	***Tensió***	***Cosφ***	***Long.*** *m*	***Secció T*** *mm²*	***Secció*** *mm²*	***∆V %***
1	12,5	23,60	III400v	0,85	65	2,02	10	1
2	5,1	10,80	III 400v	0,85	8	0,13	2,5	0,26
3	0,66	1,70	III 400v	0,71	15	0,033	1,5	0,11
4	1,5	3,70	III 400v	0,87	10	0,058	1,5	0,19
5	0,75	2,10	III 400v	0,80	10	0,030	1,5	0,10
6	1,55	3,63	III 400v	0,77	10	0,050	1,5	0,17
7	0,35	1,90	I 230v	1,00	10	0,040	1,5	0,02

Per la selecció de la secció final dels conductors s'ha tingut en compte el sistema d'instal·lació (Taula 1 de la ITC-BT 19), i els factors de correcció (Taula A i Taula B de la ITC-BT 19) de 0,75 per instal·lació dins el mòdul, i de 0,70 per la línia enterrada d'alimentació des de la piscina.

Annex I – Punts de control

A la taula següent es s'especifiquen les necessitats en quant a senyals de control i monitorització per la instal·lació de producció i distribució de calor:

Descripció	***Senyals digitals***		***Senyals analògiques***	
	Entrada	Sortida	Entrada	Sortida
Caldera de biomassa				
Senyalització de marxa	1			
Senyalització de fallada	1			
Autorització de marxa		1		
Nivell combustible a sitja	1			
Circuit primari				
Temperatura d'impulsió			1	
Temperatura de retorn			1	
Temperatura dipòsit d'inèrcia			1	
Circuit distribució 1. Piscines				
Temperatura d'impulsió			1	
Temperatura de retorn			1	
Cabalímetre	1			
Bomba de circulació distribució (mòdul)				1
Temperatura bescanviador (Primari)			1	
Temperatura bescanviador (Secundari)			1	
Bomba de circulació connexió (sala calderes existent)		1		
Engegada sistema existent		1		
Circuit de distribució 2. Pavelló				
Temperatura d'impulsió			1	
Temperatura de retorn			1	
Cabalímetre	1			
Bomba de circulació distribució (mòdul)				1
Temperatura bescanviador (Primari)			1	
Temperatura bescanviador (Secundari)			1	
Bomba de circulació connexió (sala calderes existent)		1		
Engegada sistema existent		1		
General				
Temperatura exterior			1	
TOTAL	**5**	**5**	**12**	**2**

Annex J – Pla de manteniment

Les operacions de manteniment seran realitzades per una empresa mantenidora autoritzada. La següent taula indica les tasques de manteniment preventiu per la instal·lació de biomassa projectada de 300 kW de potència tèrmica de caldera, incloent algunes operacions generals recollides al RITE.

Operació	***Periodicitat***
Revisió dels valors de timbrat de la caldera	T
Mesura del pH de l'aigua de la caldera	T
Verificació de la vàlvula de seguretat	T
Revisió del vas d'expansió	T
Comprovació del material refractari	T
Comprovació de la pressió d'aigua als circuits i a la caldera	2T
Comprovació de l'estanqueïtat dels circuits de canonades	M
Verificació de l'estat, disponibilitat i timbrat d'elements de prevenció d'incendis	T
Revisió de l'estat de l'aïllament tèrmic	T
Revisió del sistema de control automàtic d'encesa i apagada	2T
Comprovació de l'estat del magatzem de combustible sòlid (usuari)	M
Neteja i retirada de cendres (usuari)	M
Control visual de la caldera de biomassa (usuari)	M
Comprovació i neteja de la càmera de combustió i sortida de fums	2T
Comprovació de reglatge i actuació del sistema de seguretat per sobre-temperatura	M
Verificació del sistema d'ignició del combustible	T
Verificació dels ventiladors de tiratge dels gasos de combustió	T
Control de peces de desgast, quan s'escaigui, per indicacions del fabricant	M
Control de instal·lacions de seguretat contra retrocés de flama	M
Lubricació dels rodaments	M
Mesura i control dels gasos de la combustió	M
Neteja i comprovació de la junta d'estanqueïtat de la porta	M
Neteja i comprovació del cargol sens fi d'alimentació de combustible i retirada de cendres	M
Neteja i comprovació de cablejats i sondes	M
Verificació i ajustament de les connexions elèctriques	T
Verificació i ajustament de la protecció tèrmica del motor dels ventiladors	T
Verificació de les connexions de posada a terra de la caldera i del sistema de càrrega de combustible	T
Verificació dels interruptors, contactors, relés i proteccions elèctriques	T
Comprovació de les reixes de ventilació de la sala de calderes	T

M: Una vegada al més / T: Un cop per temporada (any) / 2T: Dos per temporada (any)

Annex K – Estudi bàsic de seguretat i salut

Objectiu d'aquest estudi

Aquest estudi Bàsic de Seguretat i Salut estableix les previsions, respecte a la prevenció de riscos d'accidents i malalties professionals, que caldrà tenir en compte, durant l'execució de l'obra, així com els derivats dels treballs de reparació, conservació i manteniment i les instal·lacions d'higiene i benestar dels treballadors.

Servirà per donar unes directrius bàsiques a l'empresa instal·ladora per portar a terme les seves obligacions en el camp de la prevenció de riscos professionals, facilitant el seu desenvolupament sota el control de la Direcció Facultativa. D'acord amb el decret 1627/1.997 del 24 d'Octubre, per el que s'estableixen disposicions mínimes de seguretat i salut en obres de construcció.

Unitats constructives que composaran l'obra

- Realització de l'obra necessària per la instal·lació d'un mòdul amb caldera de biomassa i la instal·lació necessària per adequar les instal·lacions existents a l'esmentat grup tèrmic
- Descàrrega, col·locació i acoblament de les diferents parts que formaran el mòdul
- Realització i connexió de les instal·lacions
- Proves i posada en funcionament

Relació de riscos que poden presentar-se durant l'execució de l'obra

Riscos Professionals

- Caiguda a diferents nivells
- Caigudes de material
- Talls, punxades, cops amb les màquines, ferramentes i materials
- Caigudes al mateix nivell
- Ensorraments
- Projecció de partícules als ulls
- Electrocució
- Incendis i explosions
- Atropellament i bolcades
- Emissió de pols o soroll que puguin resultar perjudicials

Riscos de danys a tercers

- Atropellament
- Caigudes a l'interior de rases

Tots ells, amb les mesures de seguretat necessàries, poden ser evitats.

Prevenció de riscos professionals

Proteccions individuals

Proteccions del cap:

- Casc per a totes les persones, que participin a l'obra
- Ulleres contra els impactes i pols
- Màscares per protegir-se de la pols
- Pantalles contra projeccions de partícules
- Protectors auditius

Proteccions del cos:

- Roba de treball
- Vestit d'aigua

Proteccions extremitats superiors:

- Guants de goma fins, per als paletes i operaris que treballin amb ciment o derivats
- Guants de cuir i anti-tall per l'ús sobre els materials i objectes
- Guants dialèctics per la utilització, a baixa tensió

Proteccions extremitats inferiors:

- Botes d'aigua
- Botes de seguretat de la classe III

Proteccions col·lectives

Senyalització:

- Prohibit el pas de tota persona aliena a l'obra
- Senyal d'obligatorietat en l'ús del casc, ulleres, màscara, protectors auditius, botes i guants
- Sortida de camions
- Senyal informativa del lloc, on està situada la farmaciola
- El perímetre de les rases d'excavació, es senyalitzarà amb una malla de polietilè, de 90 cm. d'alçada o tanques metàl·liques de protecció

Instal·lació elèctrica provisional d'obra

Les instal·lacions elèctriques ha de complir, amb el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió vigent, (Reial Decret 842/2002) i instruccions tècniques complementàries.

També amb caràcter general, ha de complir l'especificat en la part d'Electricitat de l'Ordenança General de Seguretat i Higiene en el Treball.

La instal·lació de l'escomesa fins al quadre general quedarà subjecta a les prescripcions particulars de la companyia elèctrica subministradora; aquesta serà soterrada i caldrà que un instal·lador autoritzat signi els corresponents butlletins instal·lació.

El quadre d'escomesa i distribució, es col·locarà en lloc protegit, i estarà equipat amb els següents elements:

- Tallacircuits fusibles.
- Comptadors.
- Interruptor diferencial de 300 mA amb bobina toroïdal.
- Interruptor automàtic general.
- Interruptors automàtics per les diferents línies.
- Barra de connexió de la línia de presa de terra.
- Premsaestopes, en totes les canalitzacions d'entrada i sortida del quadre.

El quadre elèctric, haurà de ser de doble aïllament i la seva manipulació s'haurà de restringir a personal autoritzat, amb la col·locació d'una senyal, d'avís de risc. Caldrà comprovar diàriament el bon funcionament del interruptor diferencial, contra contactes elèctrics indirectes i mensualment amb els aparells escaients, que es dispari a la intensitat que tingui prefixada, així com el valor de la resistència de presa de terra. Els conductors d'entrada i sortida ha de ser del tipus de mànega flexible de tensió nominal 1000 V, i portar incorporat el cable de protecció de presa de terra.

Les bases d'endolls hauran de ser homologades i amb tapa. La parella mascle i femella de les preses de corrent hauran de ser del mateix tipus, la tensió la portarà la femella. Com a norma bàsica, tota màquina elèctrica deurà portar una derivació a terra.

Càrrega i descàrrega de materials

En les operacions de càrrega i descàrrega de materials, caldrà vigilar sobretot l'estat de manteniment, dels elements de subjecció, (cables, cadenes, etc.) sense desperfectes aparents, que indiquin disminució de la seva resistència.
Cal tenir cura en el centratge de les càrregues, abans d'aixecar-les i el nombre de punts de subjecció. Els operaris hauran de portar guants i el calçat haurà d'estar homologat.
Els palets només es faran servir quan la càrrega estigui encerclada i degudament empaquetada i no surti del perímetre de la plataforma per evitar la caiguda de les càrregues.

Primers auxilis

Es disposarà a l'obra d'una farmaciola, amb el material especificat a l'ordenança general de Seguretat i Higiene en el Treball, i com a mínim format per: Aigua oxigenada, alcohol 96 º, tintura de iode, mercromina, amoníac, gases esterilitzades, cotó-fluix hidròfil, benes, esparadrap, antiespasmòdics, analgèsics, tònics d'urgència pel cor, torniquet, bosses d'aigua per aigua i gel, guants esterilitzats, xeringues d'un sol ús, agulles injectables d'un sol ús, termòmetre.

Serveis higiènics i caseta d'obra

Dins del local s'instal·larà un apartat provisional destinat a oficina i magatzem d'obra, a on es guardarà la farmaciola i un extintor de pols seca. La mateixa zona servirà com a magatzem per guardar-hi els elements de seguretat i peces de roba de protecció personal que calguin a l'obra. També s'instal·larà un servei higiènic format per un inodor i un lavabo que serà només per homes, al no preveure que en l'execució de l'obra hi participi cap dona.

Annex L – Estudi econòmic

COMPARATIU ENTRE SISTEMES DE CALEFACCIÓ

Taula de preus energies:		***Dades de la instal·lació:***	
Gasoil C (€/L)	0,9018	Potència instal·lada caldera (kW)	300
Pellet de fusta (€/kg)	0,23	Hores de funcionament a l'any	7,8 (1) *7,6*
		Mesos de funcionament	12

Combustible	*Gasoil C*	*Pellet de fusta*
Poder Calorífic (PCI)	9,93 kWh/L	5 kWh/kg
Cost	0,9018 €/L	0,23 €/kg

Sistema	*Caldera de gasoil de baixa temperatura*	*Caldera de biomassa automàtica*
Rendiment	94%	93,5%
Energia produïda	9,33 kWh/L	4,67 kWh/kg
Cost energia produïda	0,097 €/kWh	0,049 €/kWh
Hores de funcionament any	2.760 h/any	2.857 h/any
Consum energètic anual	828.155 kWh/any	857.041 kWh/any
Consum anual de combustible	88.763 L/any	183.521 kg/any
Consum anual	**80.046 €/any**	**42.209 €/any**
Inversió estimada	18.500 €	220.700 €
Amortització (1)		5,34 anys
Emissions anuals CO_2	248 Tn	0 Tn

(1) La inversió en el sistema amb gasoil suposaria la substitució de les calderes existents a la Piscina i al Pavelló per noves calderes de gasoil.
(2) Mitjana d'hores de funcionament diàries del sistema amb gasoil sense tenir en compte les pèrdues de calor derivades del transport d'energia mitjançant canonades enterrades.