

Treball final de grau

Estudi: Grau en Tecnologies Industrials

Títol: *Instal·lació d'un sistema de producció de calor centralitzat, per climatitzar les instal·lacions esportives de Palafrugell amb caldera de biomassa.*

Document: MEMÒRIA

Alumne: CARLES COMPAÑA SABRIÀ

Tutor: ALEXANDRE DELTELL CARBONELL

Departament: Enginyeria Mecànica i de la construcció industrial

Àrea: Màquines i motors tèrmics

Convocatòria (mes/any) SETEMBRE 2016

ÍNDEX

DOCUMENT 1. MEMÒRIA

1	INTRODUCCIÓ	4
1.1	ANTECEDENTS	4
1.2	OBJECTE.....	4
1.3	ABAST	4
2	LES XARXES DE CALOR.....	5
2.1	La biomassa	7
2.1.1	Biomassa forestal com a combustible.....	8
2.1.2	El mercat de l'estella a Catalunya	8
2.1.3	Normativa de classificació	10
3	NORMATIVA APLICABLE.....	11
4	DISSENY DE LA XARXA SEGONS LA DEMANDA TÈRMICA.....	13
4.1	Descripció i tipologia dels edificis a escalfar	13
4.1.1	Piscina municipal	14
4.1.2	Pavelló d'Hoquei	16
4.1.3	Pavelló Poliesportiu.....	18
4.2	Descripció de les instal·lacions tèrmiques actuals	20
4.2.1	Sistemes de climatització	20
4.2.2	Calderes existents	25
4.2.3	Instal·lacions tèrmiques existents.....	28
4.3	Determinació de la demanda energètica i de la potència tèrmica necessària	29
4.3.1	Consum base de gas	29
4.3.2	Determinació de la demanda de potència tèrmica.....	31
4.3.3	Demanda d'estella forestal	33
5	SOLUCIÓ ADOPTADA.....	34
5.1	Ubicació final	34
5.1.1	Obra civil associada	36
5.1.2	Generador de calor	37
5.1.3	Tipus de combustible, sistema d'alimentació i sistema d'emmagatzematge.....	40
5.1.4	La sala de calderes tipologia i ubicació.	44
5.1.5	Sistema d'evacuació de productes de la combustió.	46

5.1.6	Emissions provinents de la combustió	46
5.1.7	Justificació de la recirculació de fums	47
5.2	La xarxa de distribució de calor	49
5.2.1	Circuit primari.....	49
5.2.2	Distribució	53
5.2.3	Bescanviador de plaques.....	55
5.2.4	Circuit secundari de la xarxa de calor.....	56
5.2.5	Descripció dels subsistemes de control adoptats	56
5.2.6	Sistema de monitorització de consums energètics.....	57
6	RESUM ECONÒMIC.	59
6.1	Resum econòmic avantprojecte	610
7	CONCLUSIONS.....	61
8	RELACIÓ DE DOCUMENTS	62
9	BIBLIOGRAFIA.....	63

ANNEX 1: SIMULACIÓ ENERGÈTICA I TÈRMICA DE LES INSTAL·LACIONS

1	SIMULACIÓ ENERGÈTICA I TÈRMICA.....	1
1.1	INTRODUCCIÓ.....	1
2	Modelització dels edificis.....	2
2.1	Pavelló Hoquei	3
2.1.1	Geometria	3
2.1.2	Paràmetres de funcionament	4
2.2	Piscina Municipal.....	10
2.2.1	Geometria	10
2.2.2	Paràmetres de funcionament	11
2.3	Poliesportiu Municipal	18
2.3.1	Geometria	18
2.3.2	Paràmetres de funcionament	19
3	SIMULACIÓ ENERGÈTICA.....	24
3.1	Verificació del model.....	24
3.2	Càlculs de càrregues:.....	25
3.2.1	Pavelló hoquei.....	26
3.2.2	Piscina.....	27
3.2.3	Pavelló Poliesportiu.....	28

3.3	Resultats.....	30
-----	----------------	----

ANNEX 2: CÀLCULS

1	Bescanviadors de plaques.....	2
1.1	Potència tèrmica a subministrar	2
1.2	Demandes tèrmiques	2
1.2.1	Bescanviador de plaques Pavelló Hoquei.....	3
1.2.2	Bescanviador de plaques Piscina Municipal.....	4
1.2.3	Bescanviador de plaques Pavelló poliesportiu.....	5
2	CÀLCUL DEL VAS D'EXPANSIÓ	6
3	CÀLCUL DE LA CANONADA DE LA XARXA DE CALOR	7
4	CÀLCUL DE LA BOMBA D'IMPULSIÓ.....	8

ANNEX 3: CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE LA CALDERA

1	PRINCIPALS CARACTERÍSTIQUES DE LA CALDERA FROLING TURBOMAT:	1
---	---	---

ANNEX 4: PLA DE MANTENIMENT

1	CONDICIONS PER L'ÚS I MANTENIMENT DE LA INSTAL·LACIÓ	1
1.1.1	Condicions administratives	1
1.1.2	Pla de manteniment preventiu	1
1.1.3	Pla de gestió energètica	2
1.1.4	Instruccions de seguretat.....	3
1.1.5	Instruccions d'utilització i maniobra	3
1.1.6	Programa de funcionament	3

ANNEX 5: SIMULACIÓ ECONÒMICA

1	SIMULACIÓ ECONÒMICA	1
---	---------------------------	---

DOCUMENT 2: PRESSUPOST

1	PRESSUPOST.....	1
1.2	Detall pressupost avantprojecte.	6

DOCUMENT 3: PLÀNOLS

DOCUMENT · 1

MEMÒRIA DESCRIPTIVA

1 INTRODUCCIÓ

1.1 ANTECEDENTS

L'alta demanda energètica de les instal·lacions esportives del municipi de Palafrugell sempre ha requerit d'especial atenció. Per això l'Ajuntament contempla la possibilitat d'instal·lar un sistema de producció de calor centralitzat amb caldera de biomassa, que permeti consumir una energia primària renovable com és la biomassa. Aquest sistema centralitzat de calefacció donaria servei a la piscina municipal, al pavelló de patinatge i al poliesportiu municipal.

Són les instal·lacions que més gasten de la vila degut a l'alta afluència de gent i l'alt cost energètic que representa. Es tracta d'edificis força vells, amb una envoltant tèrmica sense aïllament. A més a més els volums de les zones que s'han de climatitzar són força considerables. També cal tenir en compte el consum d'ACS, ja que pràcticament tots els usuaris que fan ús de les instal·lacions consumeixen aigua calenta.

1.2 OBJECTE

L'objecte d'aquest projecte és el disseny i dimensionament de la instal·lació d'una caldera de biomassa per tal de climatitzar les instal·lacions esportives i produir ACS. Es crearà un model de simulació energètic per cada edifici que permeti calcular les càrregues segons el seu ús de la manera més acurada possible. Amb aquesta eina es poden introduir diferents condicionants en el model i obtenir simulacions que contemplin totes les possibles variacions en la utilització de les edificacions.

1.3 ABAST

Posteriorment, segons les necessitats calculades es dimensionarà la caldera de biomassa i les seves instal·lacions. Al tractar-se d'edificis propers entre ells es dotarà d'una xarxa de distribució.

El present projecte inclourà el següent:

- Sistema d'emmagatzematge de la biomassa (sitja).
- Disseny de la xarxa de distribució de calor que va des de la sala de calderes fins als diferents edificis a calefactar (Piscina Municipal, Pavelló d'Hoquei i Pavelló Poliesportiu).
- Simulació i càlculs energètics per tal de determinar correctament la potència calorífica necessària i consum.
- Descripció de l'obra civil associada a l'execució de l'obra.

2 LES XARXES DE CALOR

Les xarxes de calor per climatització (producció de calor o fred) són bàsicament un sistema de canonades que permet connectar una central de producció a múltiples punts de consum d'energia. La central en una xarxa de calor és més eficient, i per tant, produeix menys emissions que la suma de les petites calderes descentralitzades equivalents. Això és possible gràcies al factor d'escala que permet disposar de tecnologies que controlen molt millor les emissions d'ambient.

Des del punt de vista dels propietaris o dels gestors d'edificis, les xarxes de calor modernes ofereixen beneficis econòmics i tècnics. Redueixen les despeses de funcionament i manteniment i a la mateixa vegada el consumidor rep un servei més eficient per part del productor i de més fiabilitat.

L'actual necessitat social, econòmica, política i mediambiental per reduir les emissions de CO₂ suposa que cada vegada hi hagi un major moviment a través de la legislació i, consegüentment, de configuració de nous de nous mercats on l'eficiència energètica sigui un producte en si mateix. Per això, les xarxes de calor són una solució viable tècnica i econòmicament.

Per tant l'aprofitament dels residus forestals per a generar energia per una xarxa de calor és una bona solució ja que aprofita un recurs proper i renovable, reduint el consum de combustibles fòssils i emissions de CO₂, revalorant el sector forestal i optimitzant al màxim l'eficiència del conjunt.

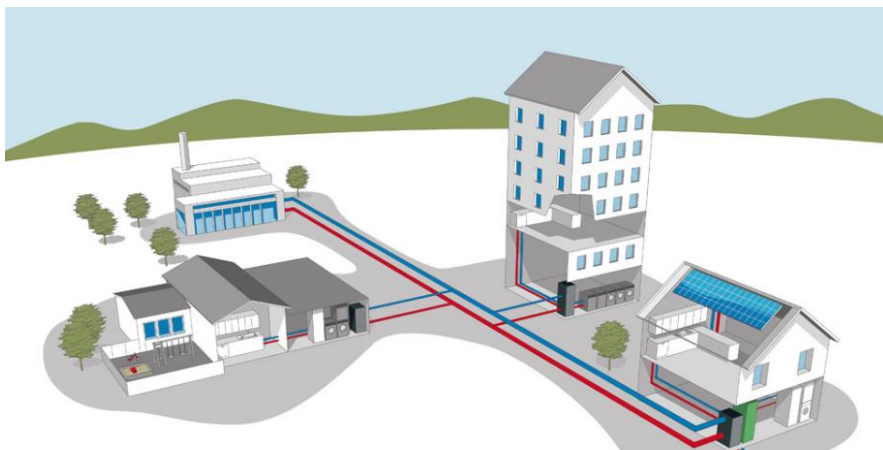


Fig. 1. Il·lustració xarxa de calor. (Font: E-Ficiencia)

El fet de centralitzar les instal·lacions energètiques permet que l'eficiència dels equips sigui més elevada que utilitzant altres alternatives. És cert que hi haurà més pèrdues de distribució de la calor en les canonades però el sistema global serà més eficient

- Proporciona un estalvi en instal·lacions interiors dels edificis, ja que no cal tenir màquines de producció.
- Dóna valor afegit als edificis que en gaudeixen.
- Millor estètica dels edificis afectats i de l'entorn.
- Reducció de l'impacte ambiental i del consum del recurs energètic.
- Reducció de despeses globals. Reducció en la inversió en aparells, manteniment i renovació en el cas de tenir més d'una central.
- Gestió més unificada i centralitzada. Una xarxa es pot adaptar més ràpid als canvis (normativa, noves tecnologies, etc.)

Des de la Unió Europea, ja s'està encaminant a aquest tipus de xarxa de distribució en les noves construccions.

"Article 6 Edificis nous

1. Els Estats membres prendran les mesures necessàries per garantir que els edificis nous compleixin els requisits mínims d'eficiència energètica establerts d'acord amb l'article 4.

En els edificis nous, els Estats membres han de vetllar perquè, abans que s'iniciï la construcció, es considerin i tinguin en compte la viabilitat tècnica, mediambiental i econòmica d'instal·lacions alternatives d'alta eficiència com les que es detallen a continuació, sempre que estiguin disponibles:

- a) instal·lacions descentralitzades de proveïment d'energia basades en energia procedent de fonts renovables;*
- b) cogeneració;*
- c) calefacció o refrigeració urbana o central, en particular si es basa total o parcialment en energia procedent de fonts renovables;"¹*

En la figura 1, podem observar els principals elements d'una xarxa de calor:

- Central de generació: la producció de calor o fred en aquests sistemes es realitza de manera centralitzada per als diferents consumidors a la central de generació. D'aquesta manera es poden eliminar els equips individuals en els punts de consum, ja siguin habitatges o edificis, alhora que és possible disposar de tecnologies amb millor eficiència energètica com són la cogeneració, l'ús de calor residual o les energies renovables (biomassa, solar, geotèrmia).
- Xarxa de canonades de distribució: la xarxa de canonades que permet la distribució dels fluids està formada principalment de tubs aïllats per tal de minimitzar les pèrdues tèrmiques. Mitjançant aigua, es transporta l'energia fins als usuaris, on se cedeix la calor als punts de consum refredant el fluid, en el cas de xarxes de calefacció (o bé s'absorbeix la calor dels punts de consum, és a dir, s'escalfa el fluid, en el cas de xarxes de refrigeració). La xarxa també disposa d'un circuit de retorn cap a la central. Habitualment, les canonades es distribueixen en rases soterrades.
- Subestacions: la transferència tèrmica entre la xarxa de distribució i els consumidors (edificis o habitatges) es realitza a través d'una subestació formada per un bescanviador i els elements que regulen i controlen que el funcionament sigui correcte.

A principi de 2010 hi havia quinze xarxes de certa entitat a l'Estat i nou en projecte o construcció, per tant és un sistema amb futur, tal i com demostra aquest creixement en la implantació d'aquesta alternativa de proveïment energètic als edificis.

Dos dels exemples són la xarxa Districlima dels districtes Fòrum i 22@ de Barcelona i la xarxa Tub Verd de Mataró, així com els que s'estan construint actualment al Barcelonès Sud i a la urbanització Parc de l'Alba (Centre Direccional) a Cerdanyola del Vallès; o d'altres a més petita escala, com la de la Granja de Molins de Rei

¹ Dir.2010/31/UE Parlament Europeu, 19 de maig de 2010, relativa a l'eficiència energètica (DOUE L núm 315 , 18-6-2010, pàg. 13-35)

o la de Sant Pere de Torelló.

En una escala més petita, assimilable a la nostre, trobem la xarxa de Bellver de Cerdanya i més recentment Vic o Ribes de Freser.

Es tracten d'instal·lacions dinàmiques i amb visió de futur, ja que en una mateixa xarxa s'hi poden afegir més edificis aprofitant les instal·lacions existents. D'aquesta manera permet augmentar l'abast de la xarxa d'una manera relativament senzilla.



Fig. 2. Sala de Calderes Bellver de Cerdanya. (Font: Origina Energia)

2.1 La biomassa

L'explotació energètica de la biomassa llenyosa ha patit un creixement els darrers anys gràcies a l'ajut de les administracions i a la publicació del Reial Decret 661/2007 que regula les primes elèctriques en règim especial. Tot i així, l'aprofitament actual de la biomassa encara és molt baix respecte la situació de la resta de països europeus, i es considera que ha de ser el sector energètic de major creixement de cara a complir amb els objectius de contribució de renovables establerts en els diferents plans de l'energia, tant catalans com estatals.

A la zona del Gironès i al seu entorn es disposa d'una extensa superfície forestal d'on s'obtenen residus forestals provinents de la neteja i manteniment dels seus boscos. La massa forestal resultant d'aquesta neteja s'acumula a la part baixa dels mateixos boscos, causant un alt perill potencial d'incendi. Aquests residus, mitjançant els condicionaments adequats, poden ser utilitzats com a matèria prima per a l'obtenció d'energia, aconseguint així la seva valorització.

L'increment del preu dels combustibles fòssils sumat a l'existència d'aquesta energia emmagatzemada als boscos en forma de llenya, provoquen que l'opció de la instal·lació d'una caldera capaç de processar biomassa forestal sigui totalment viable tant des del punt de vista econòmic, social i mediambiental.

Hem de remarcar que la biomassa és un combustible de tipus no fòssil i neutre des del punt de vista del cicle del carboni. Això vol dir que les emissions de CO₂ que es produeixen en la seva combustió, com que procedeixen d'un carboni retirat de l'atmosfera en una altra etapa del mateix cicle biològic, no alteren l'equilibri de la concentració de carboni atmosfèric del medi i, per tant, no incrementen l'efecte hivernacle. Es tracta, doncs,

d'un combustible net i respectuós amb el medi ambient.

D'altra banda, l'aprofitament de biomassa forestal porta associada una disminució del risc d'incendi dels boscos i afavoreix l'aprofitament a nivell local dels recursos propis disponibles, podent tenir una incidència molt positiva a nivell econòmic i social pel territori en el que es duuguin a terme aquest tipus d'iniciatives.

2.1.1 Biomassa forestal com a combustible

El document "Els usos energètics de la biomassa forestal" publicat per l'Institut Català d'Energia (ICAEN) defineix el concepte biomassa com el conjunt de matèria orgànica renovable d'origen vegetal, animal o procedent de seva transformació natural o artificial. Ja centrant-se amb la biomassa forestal, la defineix com l'agrupació de tots aquells residus que habitualment es generen en el desenvolupament de les activitats pròpies d'aquest sector, i que estan relacionades amb els treballs de manteniment i millora de les masses d'arbres.

Tot i l'amplitud d'òrgens que pot tenir la biomassa forestal, la planta que és objecte d'aquest projecte s'alimentarà amb restes forestals o biomassa forestal primària. És a dir, biomassa provinent de treballs silvícoles de millora, desbrossament de matolls, obertura de franges tallafoc, perímetres de protecció prioritària, aprofitaments comercials i bosc menut.

Aquest tipus d'instal·lacions redueixen la dependència de combustibles fòssils, augmenten la independència energètica i disminueixen les emissions de CO₂ associades a la generació d'electricitat. A part fomenten la creació de llocs de treball a part de millorar la gestió forestal.

El fet que la matèria primera sigui de caràcter local i que l'empresa promotora de la iniciativa tingui una llarga trajectòria amb el treball de la gestió forestal assegura subministrament de matèria primera per la planta.

A diferència d'altres combustibles per usos tèrmics (gas, gasoil, propà, etc.), estem davant d'un combustible que és sòlid, irregular i brut. Això suposa que és necessari un tractament previ abans de ser utilitzada a la caldera ja que es pot presentar en moltes mides diferents i de gran irregularitat. La biomassa no és un fluid, per tant, els sistemes de transport i alimentació de la caldera més complexos. És necessari també disposar de grans volums de biomassa emmagatzemada, per tal de garantir la disponibilitat.

2.1.2 El mercat de l'estella a Catalunya

L'estella és un material orgànic que procedeix de la fragmentació de la biomassa forestal (estellat), formada generalment per fusta i escorça. El seu poder calorífic, quan la humitat és inferior al 30% (b.h.), pot oscil·lar entre les 3.000 i les 3.300 kcal/kg, en funció de l'espècie utilitzada.



Fig. 3. Estella forestal. (Font: Web)

Pel que fa a les dimensions, la longitud i l'amplitud predominen per sobre el gruix. Concretament, la longitud d'una estella pot oscil·lar entre els 2 cm i els 10 cm, mentre que d'ample pot mesurar entre 2 cm i 6 cm. El seu gruix no acostuma a superar els 2 cm.

- L'estellat és una operació que es pot realitzar al mateix bosc o a la mateixa planta de valorització de la biomassa. La mida d'una estella la fixa la posició del ganivet respecte al disc o tambor estellador (gruix) i el garbell estellador (longitud i amplitud).
- La humitat i la granulometria pot ser variable, però com més uniformes són les estelles la seva qualitat en conjunt és millor.
- Com més petita és una estella més car és el procés per obtenir-les, però per contra la seva superfície específica i la seva densitat aparent són més grans.
- Les estelles procedents d'explotacions forestals esdevenen un combustible net des del punt de vista de l'emissió dels gasos contaminants.

L'aprofitament de fusta per la seva valorització energètica ja és una realitat a Catalunya. Les dades demostren que aquest mercat va creixent any rere any i que són moltes les empreses i els professionals que troben en la biomassa una oportunitat per a desenvolupar la seva activitat empresarial. Aquest creixement és molt important pel sector forestal, ja que obre un mercat per la fusta no apta per la indústria primera de transformació i que actualment poca s'extreu del bosc català.

La producció de biomassa ha anat a l'alça any rere any des del 2007 fins a l'actualitat; demostrant la fortalesa d'aquesta font d'energia amb gran projecció de futur. Alguns anys com el 2012 i 2013 hi ha hagut increments molt importants on la producció ha augmentat més d'un 30% com es pot veure en el següent gràfic.

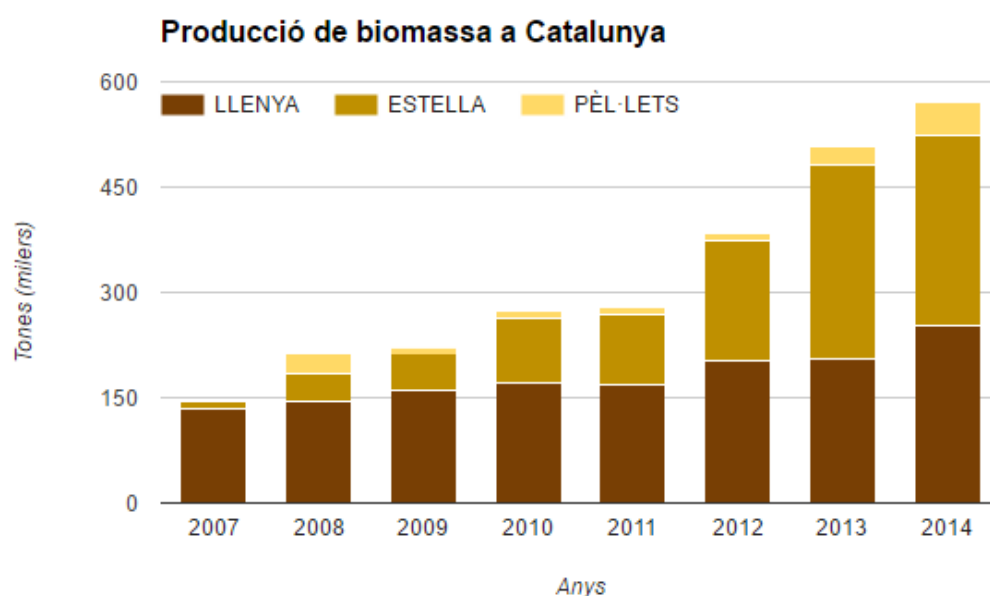


Fig 4. Producció de biomassa a Catalunya. (Font: Cluster de la biomassa)

A més, aquest aprofitament comporta una disminució del risc d'incendi forestal i una millora en l'estructura de les masses forestals, fent-les més resistents a les inclemències del temps com ara ventades, sequera i nevades.

Dades del destí de l'estella comercialitzada a Catalunya (Tn)					
	2009	2010	2011	2012	2013
Exportació	8.415	40.000	70.000	135.000	161.000
Consum a Catalunya	2.800	8.415	15.000	61.302	120.318
Grans instal·lacions (electricitat i cogeneració)	-	-	-	45.800	103.723
Instal·lacions tèrmiques (domèstiques i industrials)	2.800	8.415	15.000	15.500	16.595

Taula 1. Dades del destí de la biomassa produïda a Catalunya. (Font: Centre de la Propietat Forestal)

2.1.3 Normativa de classificació

L'estella es sol definir segons dues normes: la UNE-CEN/TS 14961 (normativa espanyola) i la ÖNORM 7133 (normativa austríaca). Aquestes normes fan referència a la humitat, la granulometria, la densitat i el contingut en cendres.

De totes maneres, el Comitè Europeu de Normalització (CEN) ha aprovat recentment la norma EN 14961, amb el títol Biocombustibles sòlids. Especificacions i classes de combustibles. Aquesta norma consisteix en 6 parts, sent la part 1 la que fa referència a Requisits generals i la part 4 la que fa referència a Estelles de fusta per a ús no industrial.

Un cop el CEN aprova una norma aquesta ha de ser adoptada pels diferents països europeus, al febrer de 2011 es va publicar la norma espanyola UNE-EN 14961-1, corresponent a la part 1. Aquesta norma anul·la la UNE-CEN/TS 14961:2007. Pel que fa a la part 4, tot i que a Europa es va publicar al juny de 2011, encara no està adoptada en l'àmbit espanyol. Aquesta norma és la que definirà les diferents qualitats d'estella segons la seva humitat i granulometria.

3 NORMATIVA APLICABLE

Normativa Estatal

- Reial Decret 1027/2007, de 20 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.
- Posteriors modificacions i correccions d'errors del Reial Decret 1027/2007.
- Reial Decret 865/2003, de 4 de novembre, pel que s'estableixen els criteris higienico-sanitaris per a la prevenció i control de la legionel·losi.

Normativa autonòmica

- Instrucció 7/2008, que aprova el procediment administratiu per a la posada en servei provisional per a proves de les instal·lacions tèrmiques en els edificis.
- Instrucció 5/2008, de la secretaria d'indústria i empresa, que aprova els models normalitzats d'impresos per a la tramitació administrativa de les instal·lacions tèrmiques en els edificis.
- Instrucció 4/2008, de la secretaria d'indústria i empresa, que regula els requeriments que han de complir les instal·lacions tèrmiques en els edificis a Catalunya.
- Instrucció 2/2007, de la secretaria d'indústria i empresa, d'aclariments sobre els requisits de disseny d'instal·lacions tèrmiques en els edificis en relació al CTE i al Decret 21/2006 sobre criteris ambientals i d'ecoeficiència en els edificis.
- Instrucció 4/2005, de la direcció general d'energia i mines i seguretat industrial, d'aclariment sobre els requisits de disseny d'instal·lacions tèrmiques en els edificis i d'instal·lacions frigorífiques per a la prevenció de la legionel·losi.

Normes UNE que cal considerar

- 60601:2006 Sales de màquines i equips autònoms de generació de calor i fred o per congelació, que utilitzen combustibles gasosos.
- 100030:2005 IN Guia per a la prevenció i control de la proliferació i disseminació de legionel·la en instal·lacions.
- 123001:2005 Càlcul i disseny de xemeneies metàl·liques. Guia d'aplicació.
- 100155:2004 Climatització. Disseny i càlcul de sistemes d'expansió.
- EN 13779:2005 Ventilació d'edificis no residencials. Requisits de prestacions dels sistemes de ventilació i condicionament de recintes.
- Norma UNE 157001/2002 Criteris generals per a l'elaboració de projectes.

Contra incendis

- Reial Decret 314/2006, de 17-03-2006, pel qual s'aprova Codi Tècnic de la Edificació (CTE). DB SI-Seguretat en cas d'incendi, DB SU-Seguretat d'utilització, i posteriors modificacions i correccions d'errors.
- Reial Decret 2267/2004, de 3 de desembre, pel que s'aprova el Reglament de Seguretat Contra Incendis en els Establiments Industrials (RSCIEI), BOE 303 de 17 de desembre, i correcció d'errors

en BOE 55, de 5 de març de 2005.

- Reial Decret 1942/1993, de 05-11-1993, pel qual s'aprova el Reglament d'Instal·lacions de Protecció contra Incendis (RIPCI).
- Reial Decret 312/2005, de 18-03-2005, pel qual s'aprova la classificació dels productes de construcció i dels elements constructius en funció de les seves propietats de reacció i de resistència davant del foc.
- Reial Decret 110/2008, de 01-02-2008, per el que se modifica el Real Decreto 312/2005.
- Llei 3/2010, del 18-02-2010, de prevenció i seguretat en matèria d'incendis en establiments, activitats, infraestructures i edificis. DOGC.Nº 5584. 10-03-2010.

Soroll i vibracions

- Llei 16/2002, de 12 de juny, per la qual s'aprova la Llei de Protecció contra la Contaminació acústica (DOGC 3675, del 16/6/2009).
- Llei 37/2003, de 17 de novembre, per la qual s'aprova la Llei del Soroll.
- Ordenança reguladora dels sorolls i vibracions.

Residus

- Llei 10/1998, de 21 d'abril, de Residus.
- Ordre MAM 304/2002, de 8 de febrer, del Ministeri de Medi ambient.
- RD 9/2005, de 14 de gener, de contaminació del sòl.

Instal·lacions elèctriques

- Reglament Electrotècnic de Baixa tensió (REBT) segons RD 842/2002, de 2 d'Agost
- Norma tècnica particular – Embrancaments i instal·lacions d'enllaç en baixa tensió (NTP-IEBT) d'octubre de 2006

Seguretat i salut

- Llei de prevenció de Riscos laborals 31/1995 de 8 de novembre
- RD 486/1997, de 14 d'abril, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball

Altres normes

- Ordenances municipals d'aplicació

4 DISSENY DE LA XARXA SEGONS LA DEMANDA TÈRMICA

La implantació d'una xarxa de calor demana d'un estudi detallat de les demandes de calor, fred i ACS per decidir les agrupacions òptimes de potència. Aquesta caracterització es pot fer en tres passos.

1. Analitzar la situació actual
2. Determinar les demandes de calor a través d'un anàlisi de les demandes tèrmiques
3. Localitzar les demandes (potència tèrmica) per tal de realitzar un anàlisi de la distribució necessària

Una vegada es coneixen els tres factors anteriors es decidirà el millor traçat de la xarxa i la localització dels punts de bombeig.

4.1 Descripció i tipologia dels edificis a escalfar

El complex esportiu municipal està format pels següents equipaments/edificis municipals:

1. Pavelló d'Hoquei
2. Piscina Municipal
3. Pavelló Poliesportiu

Els edificis són de tipologia d'ús terciari, destinats a equipaments esportius.

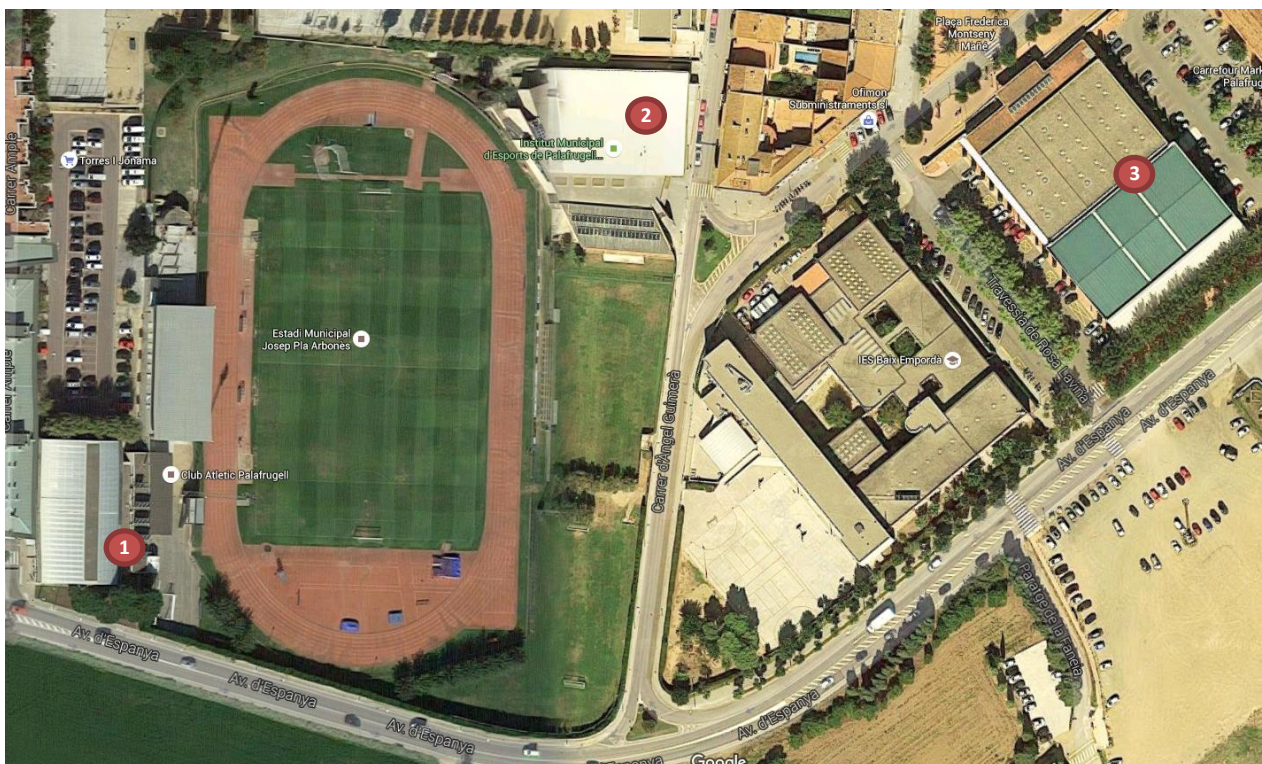


Fig. 5. Vista aèria dels diferents equipaments a calefactar.

4.1.1 Piscina municipal



Fig. 6. Imatge entrada principal de la piscina. (Font: Pròpia)

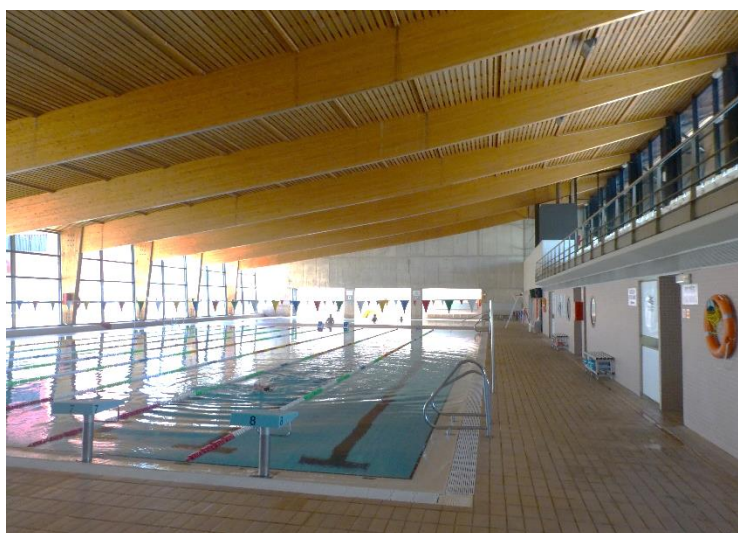


Fig.7. Imatge interior zona piscines. (Font: Pròpia)



Fig. 8. Imatge exterior de la piscina. (Font: IME)

4.1.1.1 Horari de funcionament

Règim de funcionament	Piscina	Oficines
Horari	Hivern (dl-dv): 7-22 h Hivern (ds): 9-14h 16-20h Hivern (dg): 10-14h Estiu (dl-dv): 7-13h 16-22h Estiu (ds): 10-13h 17-21h	8-15h
Hores/dia	Hivern: 15 (dl-dv), 9(ds), 4 (dg) Estiu: 12 (dl-dv)	7
Dies/setmana	Hivern: 7 Estiu: 6	5
Dies/any	340	230
Hores/any	4230	1610

Taula 2. Horari Piscina.

*Nota: Temporada d'hivern, del 15 de setembre al 30 de juny.

Temporada d'estiu, de l'1 de juliol al 15 de setembre.

Tancament de la instal·lació per aturada tècnica del 15 al 31 d'agost.

4.1.1.2 Descripcions constructives de l'edifici

Descripció	Total ocupació de l'activitat dins de l'edifici
Número de plantes de l'edifici	Planta soterrani, planta baixa i planta primera
Superfície construïda aproximada	2.982,65 m ²
Tipus d'edificació	Aïllada
Orientació façana principal	Est
Parets Exteriors	Parets de formigó armat i tancaments metàl·lics de doble vidre (sense ruptura de pont tèrmic)
Porta accés Principal	Doble
Fusteria tancaments	Metàl·lic Nivell estanquitat: Baix

Taula 3.Descripció constructiva Piscina.

4.1.1.3 Descripció instal·lacions

Piscina profunda Làmina d'aigua: 25 x 16.6 m Profunditat: 1.80 m – 2.20 m – 1.80 m Temperatura de l'aigua: 28°C +/- 1°C	Piscina poc profunda Làmina d'aigua: 8 x 16.6 m Profunditat: 0.80 m – 1.20 m – 0.80 m Temperatura de l'aigua: 30°C +/- 1°C
Sala de fitness-musculació	Sala d'Spinning®

Dimensions: 190m ² Capacitat màxima: 50 persones	Dimensions: 70m ² Capacitat màxima: 23 persones
Saunes (una per a homes i una altra per a dones) Tipus de calor: sec Temperatura: 80°C Humitat relativa: 5% Capacitat màxima: 5 persones	Bany de vapor Sauna mixta tipus de calor: humit Temperatura: 40 - 42°C Capacitat màxima: 6 persones

Taula 4. Descripció instal·lacions Piscina.

A la planta baixa es disposa de 6 vestidors en total; repartits entre dones i homes i abonats i no abonats. Hi ha dos despatxos i la recepció, i uns lavabos pel públic. A la segona planta hi ha una zona de grades que dona a l'espai de la piscina. Al soterrani hi ha la sala de màquines.

4.1.2 Pavelló d'Hoquei



Fig. 9. Imatge exterior del pavelló d'Hoquei. (Font: Pròpia)



Fig. 10. Imatge interior de la nau central del pavelló d'Hoquei. (Font: IME)



Fig. 11. Entrada pavelló d'Hoquei. (Font: Pròpia)

4.1.2.1 Horari de funcionament

Règim de funcionament	
Horari	Hivern (dl-dm-dv): 10-13h 17-21h Hivern (dt-dj): 17-21h Hivern (ds-dg): 10-13h 17-20h Estiu (dl-dv): 16-20h
Dies/setmana	Hivern: 6 Estiu: 5

Taula 5. Horari Pavelló Hoquei.

4.1.2.1 Descripcions constructives de l'edifici

Descripció	Total ocupació de l'activitat dins de l'edifici
Número de plantes de l'edifici	Planta baixa.
Superfície construïda aproximada	1.385,65 m ²
Tipus d'edificació	Aïllada
Orientació façana principal	Nord
Envolvent	Parets de llosa de formigó Superfície de la pista: terratzo
Fusteria tancaments	Vidres dobles amb marcs metàl·lic (sense ruptura de pont tèrmic) Nivell estanquitat: Baix

Taula 6.Descripció constructiva Pavelló Hoquei.

4.1.2.1 Descripció instal·lacions

Edifici d'una sola planta que inclou la pista d'Hoquei/patinatge (Dimensions: 20 x 40 m) a la nau central amb una coberta en forma semicircular. A la nau lateral hi ha els vestidors, lavabos i diversos magatzems.

4.1.3 Pavelló Poliesportiu



Fig. 12 i 13. Imatge entrada principal. (Font: IME)



Fig. 14. Façana est pavelló (Font: Pròpia)



Fig. 15. Interior pavelló zona grades i pista (Font: Pròpia)

4.1.3.1 Horari de funcionament

Règim de funcionament	Piscina
Horari	Hivern (dl-dj): 8.30-13 – 13-23.30 (dv) 8.30-23.30 Hivern (ds): 9-13h 16-22h Hivern (dg): 10-13 Estiu Juliol (dl-dv): 9-13h 17-22h Estiu Agost (dl-dv): 17-22h
Dies/setmana	Hivern: 7 Estiu: 5

Taula 7. Horari Pavelló.

4.1.3.2 Descripcions constructives de l'edifici

Edifici d'una sola planta que inclou la pista d'Hoquei/patinatge a la nau central amb una coberta en forma semicircular. A la nau lateral hi ha els vestidors, lavabos i diferents magatzems.

Descripció	Total ocupació de l'activitat dins de l'edifici
Número de plantes de l'edifici	Planta Baixa, i la façana nord-oest és més baixa que les altres, degut al nivell del carrer, des d'on s'accedeix per una rampa i dona lloc a una segona planta.
Superfície construïda aproximada	2.565 m ² + 1.418,76 m ² (Pista annex)
Tipus d'edificació	Aïllada
Orientació façana principal	Nord-Oest
Envolvent	Parets de bloc de formigó convencional de 40x20x20 cm amb forat interior. Cobert de làmines d'alumini, amb grava..
Fusteria tancaments	Vidres simples amb marcs metàl·lic (sense ruptura de pont tèrmic) Nivell estanquitat: Baix

Taula 8.Descripció constructiva Pavelló

4.1.3.1 Descripció instal·lacions

L'edifici on s'ubica el Pavelló Poliesportiu es pot subdividir en 3 parts:

-Zona de pistes interiors: Es tracta d'una pista, amb possibilitat de subdividir-la en 3 pistes més petites mitjançant separadors mòbils.

-Zona de vestuaris i magatzems: Estan situats al mateix nivell que la pista, a sota de la graderia. Degut al desnivell del carrer, es pot dir que és un semisoterrani.

-Graderia i seus dels clubs i entitats: Està a sobre de la zona de magatzems i de les pistes.

Finalment existeix la pista coberta exterior, a la que es pot accedir únicament a través del mateix poliesportiu, no hi ha accés directe des de l'exterior.

4.2 Descripció de les instal·lacions tèrmiques actuals

4.2.1 Sistemes de climatització

Els diferents equipaments actualment es climatitzen de la següent forma:

4.2.1.1 *Piscina*

1.1 Hall: 1 Fan Coil Ciat KCB-35

1.2 Despatx: 1 Fan Coil Ciat KCB-35

1.3 Vestidors: 4 Fan Coils Ciat KCB-35



Fig. 17. Imatge de Fan Coil assimilable al nostre model (Font: CIAT)



Fig. 16. Conductes provinents dels fan colis als vestidors. (Font: Pròpia)

1.4 Gimnàs: No Climatitzat

1.5 Zona piscines: climatització mitjançant recirculació de l'aire provinent del deshumectador.
(Sedical RHOSS - Deesy 294)

Aquesta bomba de calor deshumectadora monoblock amb evaporació per aire i recuperació de calor total a l'aire i aigua a la vegada, té un complet sistema de control i gestió energètica.

Aquest tipus de bombes de calor amb l'aportació energètica per l'accionament dels compressors i ventiladors, s'aconsegueix extreure l'energia de l'aire de retorn (calent i humit) i enviar-la cap a l'aigua de la piscina i l'aire d'impulsió (sec i calent). Aquest sistema és energèticament avantatjós pel manteniment de les condicions de la piscina. En aquest cas també s'aprofita l'energia de renovació de l'aigua del vas de la piscina.



Fig. 18 Deshumectador situat al soterrani. (Font: Pròpia)

Deshumectadora piscina		Dry cooler	
Marca	Sedical Rhoss	Marca	Sedical Rhoss
Model	Deesy 294	Model	EA66-084060.8
Capacitat deshumectació	80,3 m³/h	Capacitat dissipació	147,3 kW
Cabal d'aire	21.000 m³/h	Cabal d'aire	46.000 m³/h
Potència cedida a l'aire	143,2 kW	Salt tèrmic aigua	55-49 °C
Potència cedida a l'aigua	147,3 kW	Consum elèctric	2,8 kW

Taula 9. Fitxa tècnica deshumectador.

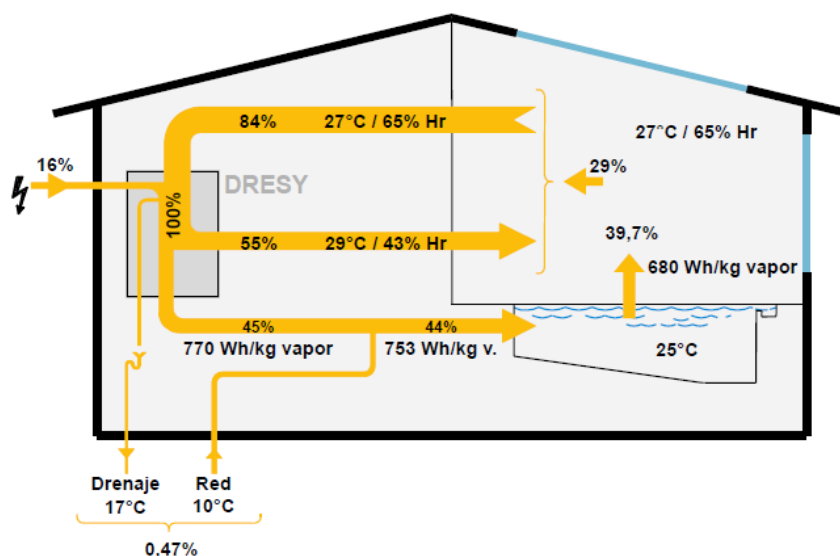


Fig. 19 Esquema repartiment de l'energia. (Font: Sedical)

En el següent esquema podem observar el connexionat del deshumectador amb els diferents sistemes de la piscina.

Aquesta bomba de calor deshumidificadora, està dissenyada especialment per a piscines i permet controlar la temperatura i la humitat, amb el mateix aire interior, això fa que aquesta màquina treballi en condicions ideals maximitzant el seu COP. Aquest sistema permet aprofitar el calor sobrant de la bomba de calor que s'ha utilitzat per deshumidificar l'aire. Aquesta energia sobrant es pot utilitzar tant per escalfar l'aigua de la d'aigua calenta provinent de la caldera de biomassa.

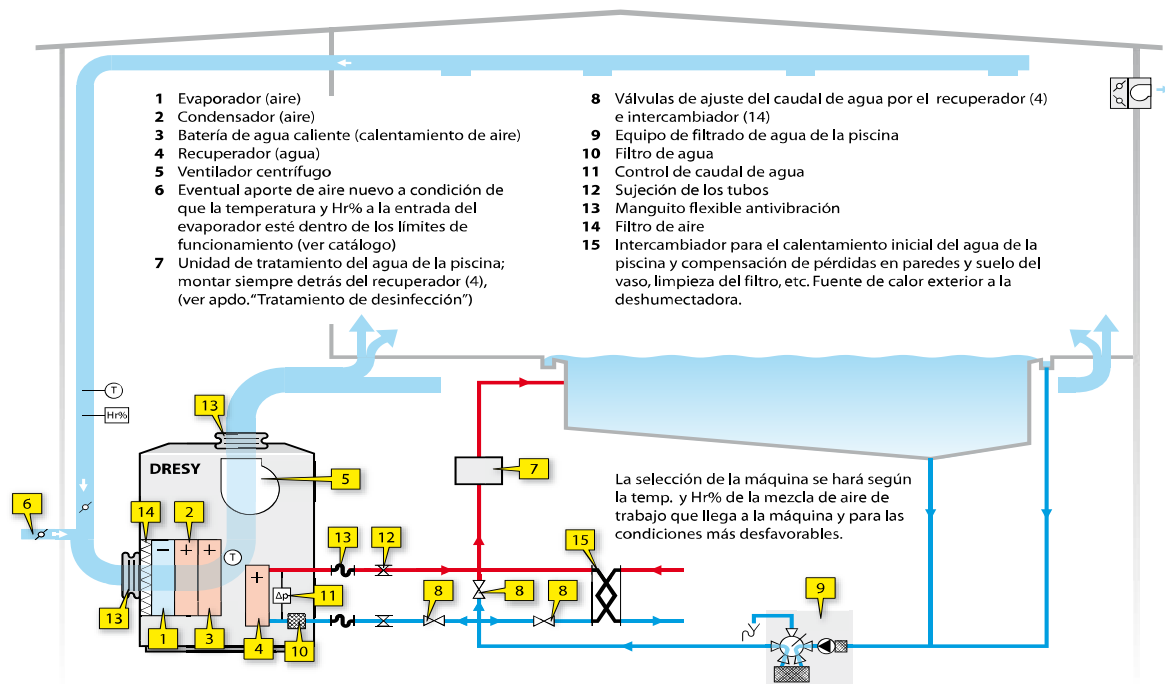


Fig. 20. Esquema connexionat deshumectadora. (Font: Sedical)

Aquestes bombes de calor disposen d'un sistema que permet regular de forma completa la humitat i la temperatura de l'aire del local de la piscina així com controlar la temperatura de l'aigua de la piscina. L'energia calorífica produïda per la bomba de calor durant el cicle de deshumidificació, és utilitzada per escalfar l'aigua i l'ambient de la piscina. Normalment aquesta aportació no és suficient, per tant hi ha d'haver una aportació de calor per part de la caldera.

1.6 Zona grades: mateix espai que la zona de les piscines.

4.2.1.2 Pavelló Hoquei

1. Nau central: 8 Aerotermos

Un "aerotermos" és una unitat generadora d'aire calent per a calefacció. S'aconsegueix mitjançant la impulsió d'aire a través d'un element bescanviador de calor. Aquest aire pot ser escalfat per mitjà d'aigua calenta o vapor d'aigua. L'aire pot ser aspirat del mateix local o de l'exterior, mitjançant un element anomenat caixa de mescla. Per mitjà d'unes comportes, aconseguim obtenir aquesta combinació d'aire recirculat i d'aire de nova aportació. D'aquesta manera l'homogeneïtat de temperatures que s'obté en els recintes, és superior a la d'altres sistemes de calefacció.



Fig. 21. "Aerotermo" Pista i placa característica (Font: Pròpia)

2. Vestidors: 8 radiadors d'aigua calenta. Les seves vàlvules són de tipus convencional, no s'ha trobat cap de tipus termostàtic.



Fig. 22. Radiadors passadís (Font: Pròpia)

3. Passadís: 4 radiadors
4. Magatzems: No climatitzats

4.2.1.3 Pavelló Poliesportiu

1. Pista Principal – Zona grades: 7 aerotermos

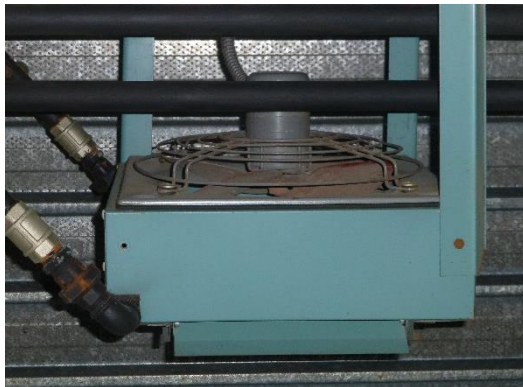


Fig. 23. "Aerotermo" pista (Font: Pròpia)

2. Vestidors: Difusors rotacionals provinents de fan coil.



Fig. 24. Difusor vestidors (Font: Pròpia)

3. Seus entitats: No climatitzat
4. Magatzems: No climatitzat
5. Pavelló Annex: No climatitzat

4.2.2 Calderes existents

Les instal·lacions tèrmiques de producció de calor existents en els equipaments, són les següents:

4.2.2.1 Piscina municipal



Fig. 25. Sala de màquines Piscina Municipal (Font: Pròpia)

- Serveis:
- Instal·lació per calefacció (Caldera 1).
 - Recolzament a la producció d'ACS (Caldera 1 i 2)
 - Recolzament a l'escalfament de l'aigua de la piscina (Caldera 1).

Per la producció d'ACS també es disposa d'energia solar tèrmica.

Caldera 1 de xapa d'acer amb cremador pressuritzat	Caldera 2 de xapa d'acer amb cremador pressuritzat
Marca: Roca Model: CPA 200 Potència útil: 210 kW	Marca: Roca Model: CPA 500 Potència útil: 581,4 kW Regulació mitjançant centraleta electrònica.

Taula 10. Plaques característiques calderes Piscina.

4.2.2.2 Pavelló Hoquei i Estadi Municipal



Fig 26. Sala de màquines Pavelló hoquei (Font: Pròpia)

Serveis: -Instal·lació per calefacció
-Recolzament a la producció d'ACS.

Per la producció d'ACS es disposa també d'energia solar

Caldera de fosa amb cremador atmosfèric	Caldera Roca de xapa d'acer amb cremador pressuritzat
Marca: Roca Model: B11BS Potència útil: 56,2 kW	Marca: Roca Model: NTD 130 Potència útil: 151,2 kW Regulació mitjançant centraleta electrònica.

Taula 11. Plaques característiques calderes Pavelló Hoquei.

4.2.2.3 Poliesportiu municipal



Fig 27. Sala de màquines Pavelló Municipal (Font: Pròpia)

Serveis:

- Instal·lació per calefacció
- Recolzament a la producció d'ACS.

Per la producció d'ACS es disposa igualment d'energia solar

<p>Roca COMPANIA ROCA - RADIADORES, S.A. Av. Diagonal, 813 - Barcelona</p> <p>Caldera tipo TD-250 Número 7255 Potencia Kcal/h 250.000 Fluido calefactor AGUA CALIENTE Presión máxima 4 Kg / cm² Capacidad de agua 304 L Temperatura máxima 100 °C Homologada en 6-11-80 Nº AP-157</p>	
2u Caldera de xapa d'acer amb cremador pressuritzat	
Marca: Roca	
Model: TD 250	
Potència útil: 291 kW	
Regulació mitjançant centraleta electrònica	

Taula 12. Plaquas característiques calderes Pavelló Poliesportiu.

Funcionen de manera alternada, en cap cas funcionaran de manera simultània.

Totes les calderes existents estan alimentades per Gas Natural.

4.2.3 Instal·lacions tèrmiques existents

A les tres instal·lacions esportives hi ha un parc de plaques solars tèrmiques.

4.2.3.1 *Piscina*

Existeixen plaques solars tèrmiques amb les següents característiques:

Marca	SONNENKRAFT
Model	GK10-AL
Ubicació	Coberta Gimnàs
Superfície útil unitària	9,17 m ²
Dimensions	2.064 x 4.867 mm
Unitats	10
Superfície útil total	91.70 m ²

Taula 13. Característiques solar tèrmica Piscina.



Fig. 28. Plaques tèrmiques coberta gimnàs. (Font: Pròpia)

4.2.3.2 *Pavelló i Estadi Municipal*

Les característiques d'aquest parc que preescalfa ACS són:

Marca	ISOFOTON
Model	Isotherm Plus
Ubicació	Coberta Mòdul
Superfície útil unitària	2,2 m ²
Volum de fluid	1,5 litres
Unitats	18
Superfície útil total	39,6 m ²

Taula 14. Característiques solar tèrmica Pavelló Hoquei.



Fig. 29. Plaques tèrmiques coberta annex. (Font: Ajuntament)

4.2.3.3 Poliesportiu Municipal

Les plaques solars tèrmiques tenen les següents característiques:

Marca	Soliclíma
Model	2300V4
Ubicació	Coberta Pavelló
Superfície útil unitària	2,2 m ²
Volum de fluid	2,7 litres
Dimensions	2.064 x 4.867 mm
Unitats	12
Superfície útil total	27,6 m ²

Taula 15. Característiques solar tèrmica Pavelló..



Fig. 30. Plaques tèrmiques coberta Pavelló.
(Font: Ajuntament)

4.3 Determinació de la demanda energètica i de la potència tèrmica necessària

4.3.1 Consum base de gas

Mitjançant els CUPS² de gas natural, amb les dades proporcionades per la distribuïdora podem fer una mitjana dels consums dels darrers 4 anys (2012-2015).

Gas Natural (kWh/any)	Piscina	Pavelló Hoquei	Poliesportiu
Consum Mitjà (2012-2015)	1.322.431	166.797	213.823

Taula 16. Resum consums de gas.

Segons la informació que ens ha proporcionat el tècnic de l'Ajuntament, el cost aproximat del manteniment preventiu d'aquestes instal·lacions és de 5.365,67 €/any (s/IVA)



Fig 31: Comptador gas Piscina. (Font: Pròpia)

² CUPS: Codi Universal Punt de Subministre, és la identificació específica de la instal·lació.

Per tal de fer una aproximació, basarem la definició de la potència tèrmica necessària, en la potència actualment instal·lada i els consums registrats.

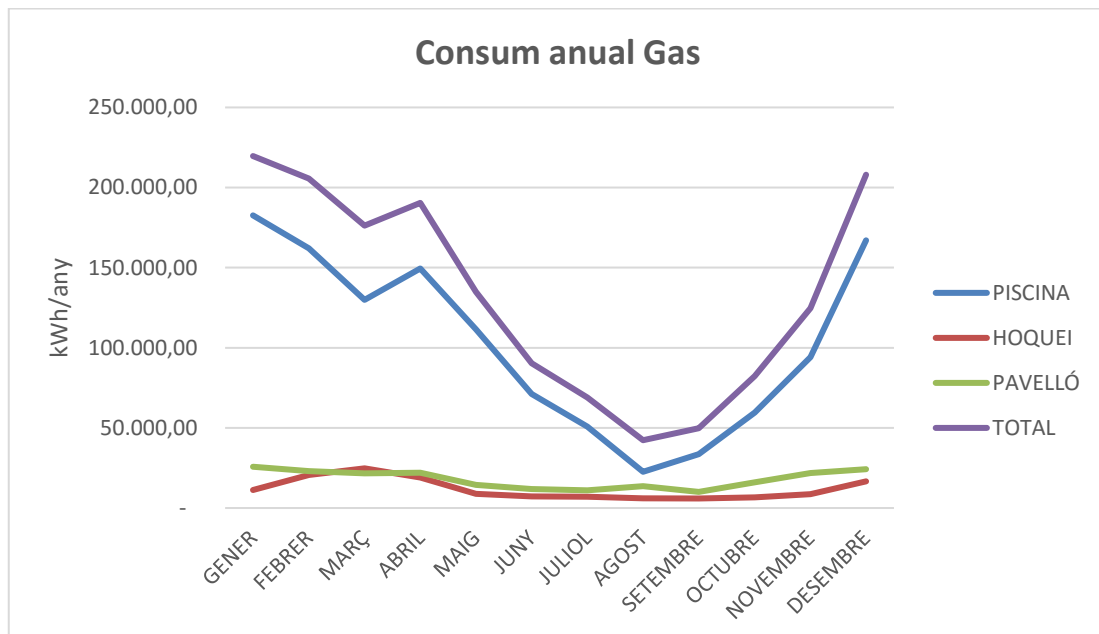


Fig 32: Consum anual Gas Natural.

En resum les potències i energies existents són:

Instal·lació	Piscina	Pavelló – Estadi	Poliesportiu
Potència útil instal·lada (kW)	791,4	207,4	291*

Taula 17. Potències tèrmiques instal·lades

En el cas de la potència tèrmica instal·lada al poliesportiu, només tindrem en compte una caldera. Ja que al tractar-se d'una zona de confinament, n'hi ha d'haver una de recanvi, però a efectes pràctics només en funciona una de manera alternada.

Segons la informació que ens ha proporcionat l'Ajuntament de les auditories que es van realitzar a les instal·lacions, considerarem un rendiment estacional de les calderes de gas del 90%. L'energia tèrmica útil de cada instal·lació és:

	Piscina	Pavelló – Estadi	Poliesportiu
Energia Tèrmica Útil	1.190.188	150.117	192.411

Taula 18. Energia tèrmica útil.

De manera que els consums energètics del conjunt de les tres instal·lacions són:

Consum Energètic Gas Natural (kWh)	1.703.050	kWh/any
Demanda Tèrmica útil (kWh/any)	1.532.745	kWh/any
Emissions de CO₂	429,17	Tm de CO₂/any

Taula 19. Resum totals.

4.3.2 Determinació de la demanda de potència tèrmica.

A l'hora de fer el càlcul de la demanda tèrmica en el disseny d'un sistema centralitzat, hi ha molts factors que determinaran el valor d'aquesta caracterització:

1. **Climatologia:** La climatologia és un factor clau en la determinació de la demanda. La radiació, la temperatura ambient, la direcció predominant del vent i la seva intensitat, i la humitat relativa, etc. Afectaran notablement en el valor de la demanda i en la seva variabilitat al llarg del temps.
2. **Estacionalitat de la demanda:** La demanda té una variació instantània afectada per la climatologia, l'ús de l'edifici, el comportament de les càrregues internes i la inèrcia marcadament diferent entre el dia i la nit, entre els diferents mesos i les diferents estacions de l'any.
3. **Tipologia de consums:** Els usos dels edificis connectats als edificis determinaran significativament les característiques de la central productora de calor. Per tant serà molt important detallar els horaris i els perfils de càrrega de cada edifici.
4. **Factor de simultaneïtat:** Per dissenyar el diàmetre de les canonades i conèixer el cabal que s'ha de bombear s'ha de saber la càrrega màxima de potència. Aquest valor no es pot calcular com la suma de les potències màximes de cada centre, sinó que ha de contemplar que els valors màxims no es produiran en moments simultanis. Si es fan els càlculs energètics en base horària, aquest factor ja està contemplat amb un marge d'error acceptable.
5. **Evolució de l'entorn:** Les xarxes de calor amb biomassa tenen una vida útil extensa, és important conèixer la previsió de creixement o usos dels sectors a escalfar per dimensionar correctament la central energètica.

La simulació energètica d'edificis ens permet ser molt més exactes en el dimensionament dels equips (calderes, ventilacions, il·luminació, etc.). Aquest fet és degut a que a diferència dels càlculs habituals (que només contemplen un instant), la simulació és dinàmica i calcula tots els moments (en intervals de temps de 30 minuts) de l'any, tenint en compte així inèrcies tèrmiques, afectació de la ocupació, ombrejat, etc.

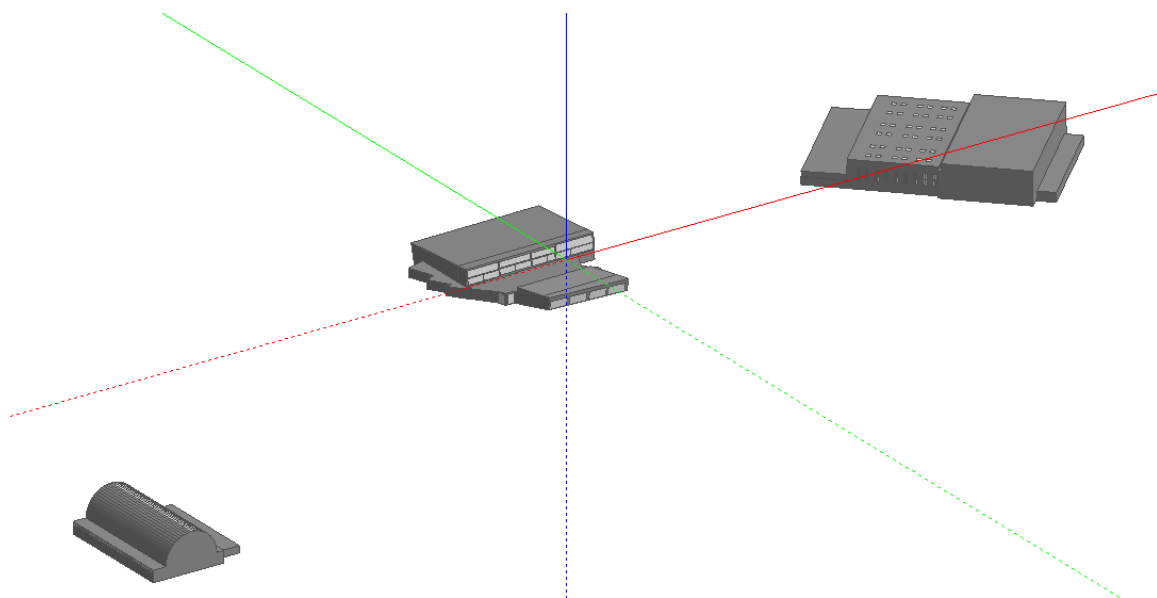
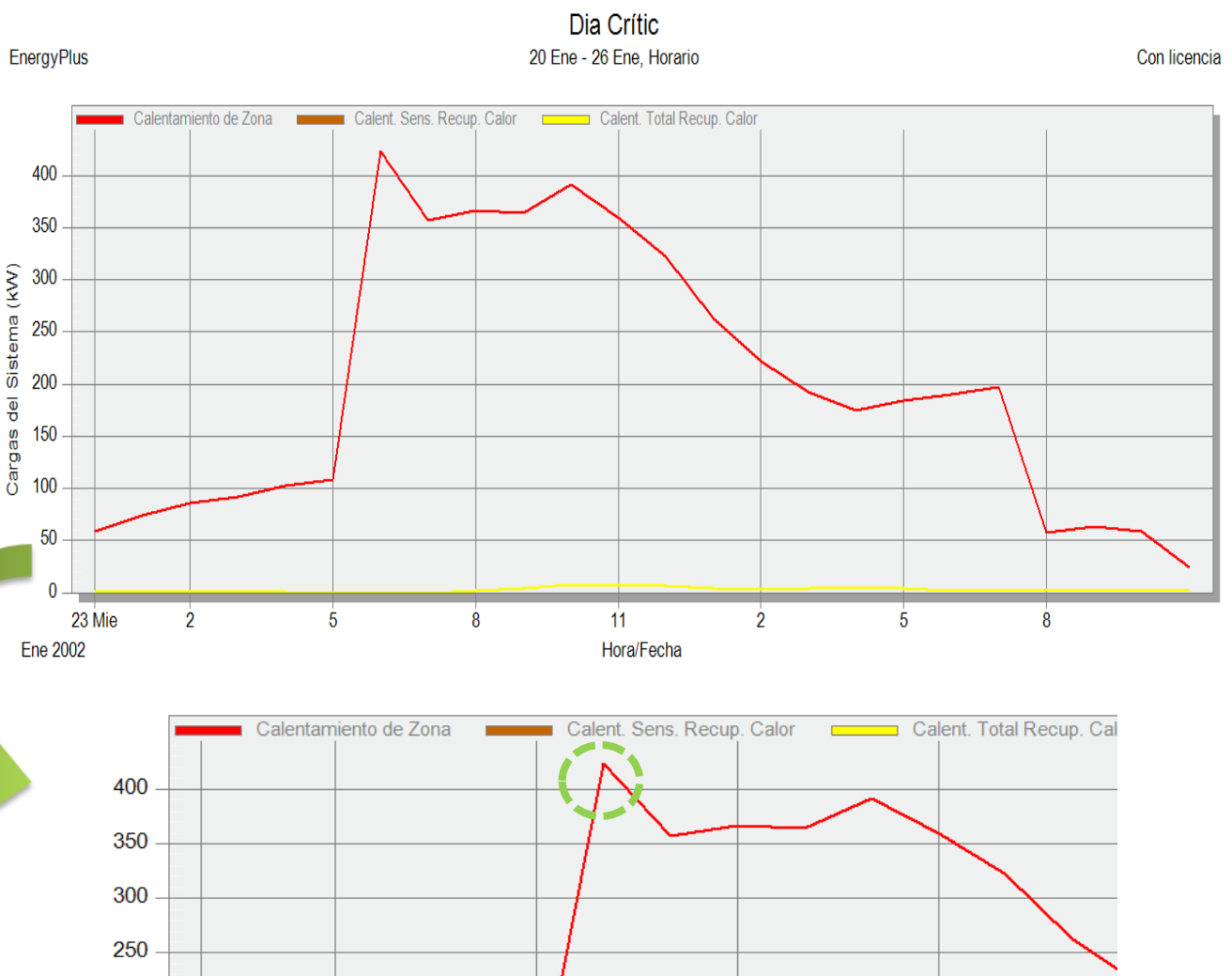


Fig 33. Modelització dels edificis mitjançant Design Builder

Al document **ANNEX 1 Simulació Energètica i tèrmica** es poden observar al detall els resultats obtinguts que a s'exposen breument a continuació.

Més concretament s'ha procedit a analitzar el comportament tèrmic de l'edifici en base a les seves característiques constructives, a la climatologia existent i a la simultaneïtat de consums en funció dels usos i horaris dels diferents edificis.

Aquest anàlisi permet disposar de la corba de demanda tèrmica el dia més crític de l'any i també de la corba de demandes tèrmiques agregades per tal de determinar la potència tèrmica crítica, que s'haurà de subministrat per abastar les tres instal·lacions.



Aquest valor de potència és una simulació en el pitjor dels casos, després de realitzar la simulació amb el Design Builder, escollint el mode *Diseño critico de invierno*, en el qual es calcula la demanda tèrmica segons la setmana d'hivern més rigorosa en l'històric de dades climàtiques de les que disposa el programa.

4.3.3 Demanda d'estella forestal

Segons el Centre de la Propietat Forestal del Departament d'Agricultura, Pesca, Alimentació i Medi Natural, podem considerar els següents factors:

- PCI estella de pi : 3011 kcal /kg → **3,49276 kWh/kg** (segons IDAE)
- Preu segons potència calorífica: **28€/MWh³≈0,09779 €/kg**
- Densitat : **300 kg/map** (metre cúbic aparent) en estella de pi amb una base humida del 35%

BALANÇ ENERGÈTIC I ECONÒMIC AMB BIOMASSA		
Cost energètic anual	63.523,75	€
Consum energètic GN	1.703.050	kWh
Rendiment estimat calderes	90%	
Consum energètic instal·lació	1.532.745	kWh
Rendiment nova caldera	95%	
Consum estella	438.834,90	kg/anuals
Emissions de CO ₂ estalviades	401	Tn CO ₂ /anuals
Volum estella	1462,78	m ³ /anuals
Caixa camió	30,0	m ³
Càrregues camió	48	Any
Cost estella	42.916,86	€/anuals
Estalvi amb estella	20.606.89	€/anuals

Taula 20. Anàlisi econòmic de l'estalvi anual de Gas Natural a Biomassa segons condicions actuals.

A priori el nombre de viatges pots semblar desgavellat, però després de parlar amb els proveïdors de biomassa, ens han comentat que en alguns casos es fan fins a 3 viatges en un mateix dia, per tal d'omplir la sitja.

Aquestes emissions actualment no comporten un càrrec ni obliguen a al compra de drets d'emissions de co₂, però en un futur proper podria exigir-se. Per fer-nos en una idea, es podria valorar aquesta partida prenent el preu de valors actuals d'emissions de CO₂ segons *Sendeco2*, que es de 7,68 € (preu mig del 2015). Que suposaria un cost de 3.200 €. Tot i que la previsió amb un horitzó del 2027 s'estima que s'estabilitzarà el preu del mercat, segons els mecanismes de reserva que es posaran en marxa a partir del 2018, amb un valor de 30 €/tona.

4.3.3.1 Conclusions

ANALITZANT TOTS ELS PUNTS ANTERIORS ES CONCLOU QUE ES PRECISARÀ UNA CALDERA DE BIOMASSA D'ESTELLA DE 500 KW DE POTÈNCIA TÈRMICA AMB UN CONSUM D'ESTELLA ANUAL AL VOLTANT DE 43,9 TONES ANUALS.

³ Dades proporcionades per Sala Forestal, després d'un anàlisi realitzat al CECAM.

5 SOLUCIÓ ADOPTADA

S'ha optat per mantenir l'actual sistema de generació mitjançant calderes de gas natural com a recolzament puntual (o de reserva) d'un sistema de generació centralitzat comunitari mitjançant una caldera de biomassa de **500 kW tèrmics** en una nova sala de calderes construïda amb aquesta finalitat.

D'aquesta manera les calderes de gas es mantindran com a sistema d'emergència en cas de fallada del sistema centralitzat amb biomassa i com a sistema en cascada, actuant com a complement en pics de potència i durant les tasques de manteniment, sempre donant prioritat al sistema de biomassa mitjançant el corresponent control.

La nova caldera i la sitja d'emmagatzematge estaran ubicades dins el recinte de l'Estadi Municipal de Palafrugell. La sala de calderes, serà un edifici d'obra de 15,45 metres de llargada per 7,5 metres d'amplada i 3,25 metres d'alçada.

5.1 Ubicació final

Analitzades les diferents possibilitats, es tria com a proposta definitiva, la ubicació de la sala de calderes a la zona compresa entre el camp de futbol posterior del gimnàs i l'espai on s'aboca la gespa tallada.

D'aquesta manera s'assegura la ubicació d'una sitja en un emplaçament fàcil per la descàrrega de l'estella, amb la menor afectació urbanística i arquitectònica possible al conjunt existent.



Fig. 34. Emplaçament sala de calderes.

En la següent imatge, es pot veure la situació de la sala de calderes:



Fig. 35. Proposta d'ubicació definitiva de la nova sala de calderes de biomassa.

Un dels factors importants que s'ha tingut en compte per decidir la ubicació, és la distància de la subestació fins al punt de distribució. En aquest projecte l'edifici amb una demanda energètica més alta, és la Piscina Municipal, per tant la distància de la canonada de distribució ha de ser la menor dels edificis per tal de minimitzar les pèrdues. La distància que hi ha de la sala de calderes i els pavellons, és més o menys la mateixa.

Distàncies aproximades canonada de distribució:

- Sala Calderes → Piscina: **165,08 metres**
- Sala Calderes → Pavelló Hoquei: **269,97 metres**
- Sala Calderes → Pavelló Poliesportiu: **262,58 metres**

La sala de calderes, ha de complir la Llei de Protecció contra la Contaminació acústica. Per tant s'hauran de projectar els gruixos d'aïllament adequats, per tal de no superar els valors límits d'immissió en dB. Ja que es troba a prop d'una zona A2 (Predomini del sòl d'ús sanitari, docent i cultural) i A4 (Predomini del sòl d'ús residencial). En la següent imatge es pot observar el mapa de capacitat acústica de la zona on es situarà la sala de calderes.



Fig. 36. Mapa capacitat acústica de Palafrugell. (Font: Ajuntament Palafrugell)

5.1.1 Obra civil associada

Per tal d'encabir la sala de calderes a l'espai proposat caldrà realitzar els següents treballs:

- Compactar el terreny.
- Adequar dels espais adjacents.
- Instal·lar els elements d'accés i seguretat necessaris.



Fig. 37. Ubicació sala de calderes en l'ortofotomapa.

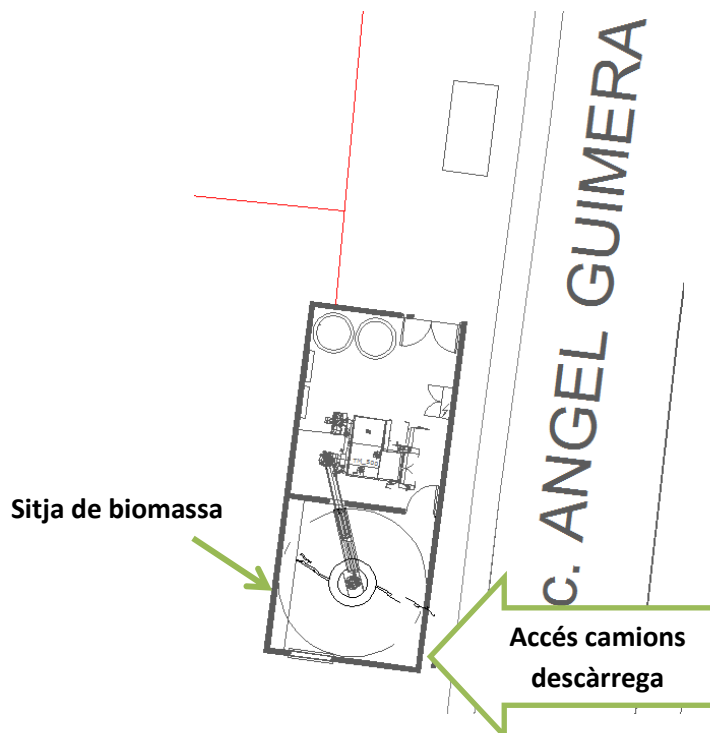


Fig. 38. Ubicació en planta de la sala de calderes

Els principals elements de la instal·lació seran:

1. El Generador de calor.
2. Tipus de combustible, sistema d'alimentació i sistema d'emmagatzematge.
3. La sala de calderes.
4. El sistema d'evacuació de productes de la combustió (fums i cendres).
5. Sistema de recirculació de fums.
6. Les canonades i sistema hidràulic de la sala de calderes de biomassa (circuit primari de la caldera).
7. La xarxa de distribució de calor (circuit primari de la xarxa de calor).
8. Els elements terminals i la complementarietat amb el sistema actual (circuit secundari de la xarxa de calor).
9. Els elements de regulació i control de caldera de biomassa.
10. Elements a modificar de la instal·lació hidràulica.
11. Sistema de control dels equipaments. Temperatura, consignes, alarmes i monitorització energètica.

5.1.2 Generador de calor

En el present projecte s'ha previst la instal·lació d'una caldera d'estella de **500kW, amb modulació de potència entre el 30 i el 100%, totalment automàtica (alimentació, neteja de cremador, neteja de bescanviadors, encesa i descendentatge) tipus FROLING TURBOMAT 500 o similar.**

S'ha proposat aquest model per poder realitzar el disseny dels components de distribució a instal·lar, tot i que es pugui instal·lar qualsevol altra caldera amb característiques similars i que compleixi amb els requisits mínims exigits.

Aquest mateix model permet disposar d'un grau de robustesa que la fa apta per la crema d'estella de diferents granulometria i humitat.

Al requerir-se una potència tèrmica nominal superior a 400 kW tèrmics, tal i com s'indica a la *IT 1.2.4.1.2 Generación de calor* del RITE, s'haurà d'utilitzar dos o més generadors de calor de biocombustible sòlid, els quals hauran de disposar de dues marxes o ser modulants. Basant-nos en criteris d'eficiència energètica, la caldera seleccionada haurà de ser modulante o de més de 5 passos de potència per tal d'adaptar-se a la variabilitat de consums que es puguin produir.

"IT 1.2.4.1.2.2 Fraccionament de potència

2. Les centrals de producció de calor equipades amb generadors que utilitzin combustible líquid o gasós, han de complir amb els següents requisits:

- a) Si la potència tèrmica nominal a instal·lar és superior a 400 kW, s'instal·laran dos o més generadors.*
- b) Si la potència tèrmica nominal a instal·lar és igual o menor a 400 kW i la instal·lació subministra servei de calefacció i d'ACS, es podrà emprar un únic generador sempre que la potència demandada per al servei d'ACS sigui igual o més gran que la potència del primer esglaó del cremador."*



Fig. 39. Caldera policombustible Turbomat T500. (Font: Froling)

Aquest generador disposarà de:

1. Capacitat de funcionar amb estella de diferent granulometria, podent adaptar el seu funcionament al combustible disponible en cada moment.
2. Possibilitat de funcionar amb pèl·lets.
3. Funcionament totalment automàtic i programable de manera que no sigui necessària la intervenció per part de l'usuari. Es requereix per tant que disposi d'automatisme en el procés d'alimentació, en l'encesa, en la neteja de la cambra de combustió i descendentatge, en la recollida de cendres i en la neteja

dels bescanviadors.

4. Sistema de control que permeti connectar un PC, mòdem o sistema GSM per a realitzar un seguiment del sistema i dels principals paràmetres.
5. Funcionament modulant (o amb més de 5 passos de potència) capaç de modular la potència de càrrega entre el 30% i el 100%.
6. Sistema d'extracció dels productes de la combustió mitjançant ventilador amb velocitat variable.
7. Sistema d'aportació d'aire primari i secundari mitjançant ventilador de velocitat variable per a millorar la combustió.
8. Sonda lambda que permeti regular i optimitzar la quantitat d'oxigen a aportar millorant així la combustió.
9. Rendiment en funcionament a plena càrrega superior al 90%.
10. Pressió de treball com a mínim de 3 bars.
11. Control amb pantalla que permeti observar els principals paràmetres de funcionament i la seva modificació.
12. Sistema de filtratge i neteja de gasos de combustió, per evitar l'emissió de pols fina, bé sigui inserit en la pròpia caldera (amb certificació de emissió per part del fabricant) o bé mitjançant la instal·lació d'un cicló separador de partícules.

Així mateix al ser una caldera de biocombustible sòlid, haurà de disposar d'elements de seguretat que garanteixin el compliment de les especificacions descrites a la IT 1.3.4.1.1 Condiciones Generales del RITE:

1. Interruptor de flux (pressòstat a la sortida del circuit d'impulsió) que desconnecti la caldera en cas de manca d'aigua al circuit (evitant així que es pugui malmetre).
2. Dispositiu d'interrupció del funcionament del sistema de combustió en cas de retrocés dels productes de la combustió o de flama.
3. Sistema antiretorn de flama mitjançant vàlvula rotatòria o clapeta.
4. Sistema d'interrupció del funcionament del sistema en cas de retrocés dels productes de la combustió o flama, el qual podrà ser per inundació del vis sens fi de la sitja, de l'alimentador o sistema que garanteixi la depressió en la zona de combustió.
5. Sistema d'interrupció del funcionament del sistema de combustió que impedeixi que s'assoleixin temperatures superiors a la de disseny (mitjançant termòstat de seguretat amb rearmament manual a 95 °C).
6. Sistema d'eliminació de la calor residual produïda per la caldera com a conseqüència del biocombustible ja introduït a la caldera quan s'interromp el funcionament del sistema de combustió. Pot ser un bescanviador auxiliar de refrigeració, un vas obert que pugui alliberar el vapor o sistema alternatiu que certifiqui el fabricant.
7. Vàlvula de seguretat tarada a 1bar per sobre de la pressió de treball del generador que actuarà si es supera la mateixa i la descàrrega de la qual serà conduïda cap a un desaiguat.

S'instal·larà una vàlvula de 3 vies, o una bomba de recirculació, per tal de garantir que la temperatura del retorn a la caldera sigui superior a 55°C, reduint així els efectes de corrosió que es poden donar a la caldera per a causa de la condensació.

A la taula següent s'adjunten les principals característiques tècniques de la caldera proposada:

Marca i Model	FROLING TURBOMAT 500
Rang de potència	75-500kW
Rendiment a plena càrrega	>90 %
Diàmetre xemeneia	≥250 mm
Pes total	3.820 kg
Connexió elèctrica	3x400V 50Hz 35A
Connexió retorn de calor	DN65
Alimentació	½"
Buidat	¾"
Temperatura de servei màxima	90°C
Temperatura fums a càrrega nominal	110/150 °C
Tir necessari a sortida de fums	0,22 mbar
Alçada de la caldera	1.935 mm
Amplada de la caldera	2.890 mm
Llargada de la caldera	2.860 mm

Taula 21. Principals característiques de la Caldera

Veure més detall de les característiques tècniques de la caldera proposada a l'annex de Característiques tècniques de la caldera de biomassa i sistema d'alimentació.

5.1.3 Tipus de combustible, sistema d'alimentació i sistema d'emmagatzematge.

5.1.3.1 Tipus de combustible a utilitzar.

La caldera seleccionada per a la instal·lació pot alimentar-se mitjançant diferents tipus de biomassa (estella i pèl·let). No obstant, es preveu que el biocombustible a utilitzar serà biomassa procedent de residus forestals o agraris sense cap tractament previ a excepció de l'estellat i assecat a temperatura ambient. L'estella complirà les especificacions de la norma ÖNORM M 7133:2000, amb les característiques següents:

Combustible utilitzat	
Tipus	Estella, segons norma ÖNORM M 7133:2000
Granulometria	G30
Grau d'humitat	≤ 30 %
PCI	≥ 3000 kCal/kg
Densitat	≤ 250 kg/m ³

Taula 22. Característiques biomassa utilitzada.

Aquesta biomassa es comprarà a subministradors o productors de la zona.

5.1.3.2 Sistema d'emmagatzematge de la Biomassa:

UBICACIÓ

La sitja s'ubicarà annexa a la sala de calderes.

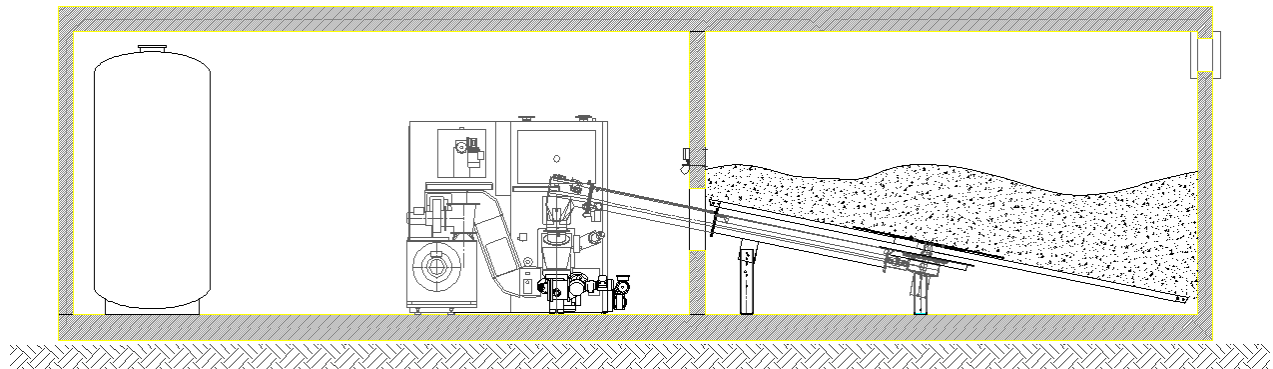


Fig. 40. Secció sala calderes. (Font: Pròpia)

L'emmagatzematge de la biomassa s'estima que es realitzarà en una sitja d'aproximadament 7m x 7m x 3m construïda per a aquesta finalitat. Aquesta sitja serà contigua a la sala de calderes, i serà registrable permetent l'accés des de la mateixa sala de calderes, per facilitar-ne el manteniment.



Fig. 41. Emplenat de la sitja amb camió pneumàtic. (Font: Sala Forestal)

5.1.3.3 Capacitat útil i autonomia de la sitja:

El volum total de la sitja proposada seria de mides interiors **7m x 7m x 3m = 147 m³**. Si menyspreem un 25% del volum pels espais que queden sota el rotor i volum que no es pot arribar a omplir, **la capacitat útil de la sitja serà d'uns 110,25 m³**.

Amb una densitat de 300 kg/m³, aquest volum d'emmagatzematge equival a **33.075 kg (33,08 T) de capacitat útil**. El consum anual de biomassa estimat és de 438,85 T/any, per tant amb unes 15 emplenades anuals es podrien satisfer les necessitats tèrmiques de l'edifici.

La sitja es realitzarà seguint les especificacions indicades en els plànols.

La capacitat d'emmagatzematge, o autonomia, de la sitja supera per tant la capacitat mínima d'emmagatzematge exigida a la *I.T.1.3.4.1.4 del RITE* (on determina que cal cobrir com a mínim el consum de dues setmanes).

El volum mínim de la sitja de formigó segons el RITE ha de ser suficient per alimentar la caldera durant dues setmanes. A partir de les dades que ens ha proporcionat l'Ajuntament, hem calculat un consum mig setmanal de 59.785,25 kWh/setmana als mesos més freds.

Així doncs tenim el següent:

COMPROVACIÓ SITJA S/RITE		
Consum GN en 2 setmanes	119.570,5	kWh
Rendiment estimat caldera	80%	
Consum energètic instal·lació	95.656,4	kWh
Rendiment nova caldera	95%	
Consum necessari estella	32.522,12	kg
Volum necessari estella	108,41	m ³
Volum sitja	110,25	m ³
DISSENY CORRECTE		

Taula 23. Compliment condicions mínimes RITE per la sitja d'estella

5.1.3.4 Emplenat de la sitja

Després de consultar a diversos professionals del sector, s'ha optat pel sistema de bufatge. Aquest mètode ens permet maximitzar la capacitat útil de la sitja. Ja que es minimitzen els espais buits de biomassa. També ens estalviem de soterrar la sitja reduint el cost de l'obra civil associada.



Fig. 42 Sistema de bufatge per emplenat de sitja. (Font: Froling)

La descàrrega de combustible es realitzarà mitjançant un contenidor pneumàtic. El camió s'aturarà al carrer, només caldrà desviar els cotxes pel carril lateral mentre dura l'operació de descàrrega.



Fig. 43. Itinerari per la descàrrega de l'estella

5.1.3.5 Sistema d'alimentació de la Biomassa:

L'estella forestal és un combustible molt fibrós cosa que fa que tendeixi a entrellçar-se podent formar espais buits al voltant del vis sens fi. Per aquest motiu en lloc d'utilitzar pendents en forma de V per a dirigir la biomassa cap al vis sens fi (com s'acostuma a fer per a sales d'emmagatzematge de pèl·lets) s'executarà una sitja de fons pla a on ubicarem el sistema d'alimentació que al mateix temps remourà l'estella evitant la formació d'aquests espais buits.

Per tal d'alimentar la caldera amb el combustible de la sitja, es proposa instal·lar un sistema de ballestes que van remouvint el combustible al fons de la sitja i el condueixen cap a dins el sistema de vis sens fi que conduirà la biomassa cap al cos de la caldera. Seguint les instruccions del RITE, no es permet cap instal·lació elèctrica dins el dipòsit de combustible, per tant, cal que el motor que accioni la ballesta estigui situat fora de la sitja i la transmissió del moviment es realitzi a través del vis sens fi.



Fig. 44. Ballesta inclinada amb canal d'alimentació (vis sens fi). (Font: Web)

Aquest sistema d'alimentació està format per un rotor de 4 m de diàmetre el qual disposa de dues a quatre aspes (les quals incrementen el seu diàmetre a mesura que la biomassa de la part central de la sitja és consumida) que remouen l'estella i la van desplaçant cap al canal d'alimentació obert. Aquest canal d'alimentació obert disposa al seu interior del vis sens fi que orienta l'estella i la transporta per dins d'un tram de canal tancat fins a la vàlvula rotatòria. La vàlvula rotatòria o clapeta té com a funció impedir que la flama pugui retornar de la caldera i dona pas al vis sens fi que acaba de transportar la biomassa cap a l'interior de la caldera.

El moviment dels visos sense fi i del rotor es controla des del quadre de la caldera i a l'interior de la sitja no disposa de cap component elèctric (tota l'actuació és mecànica). El moviment del rotor haurà de ser interromput en el moment d'obertura dels accessos a la sitja.

5.1.4 La sala de calderes tipologia i ubicació.

Al tractar-se d'un conjunt de calderes de més de 70 kW (500 kW) de potència, caldrà disposar d'una sala de màquines a tal efecte. Aquesta sala de màquines, serà destinada exclusivament a aquest us (no podrà ser usada com a magatzem d'eines ni tindrà cap altre ús aliè al propi de la instal·lació). Per les seves característiques i al no estar integrada amb cap edifici no tindrà la consideració de sala de risc elevat.

5.1.4.1 Ubicació i elements constructius.

La sala de calderes per a la caldera de biomassa, s'ubicarà a la zona on s'aboquen les restes de gespa de l'estadi municipal. S'ha escollit aquest emplaçament per a permetre un bon accés per a la descàrrega del biocombustible, reduint així les limitacions constructives que pot comportar qualsevol altre espai.

5.1.4.2 Condicionament del terreny i obra civil necessària.

Els treballs a realitzar pel condicionament de l'espai i l'obra civil associada són els següents:

- Excavació de rases per a la col·locació de les canonades corresponents a la instal·lació. Gestió dels residus.
- Realització dels murs, cobertes i soleres per la nova sala de calderes.
- Connexió de canonades a mòdul de caldera i col·locació de canonades a la resta del tram, seguint la rasa realitzada, fins arribar a la sala de calderes actual, on es realitzarà la connexió.
- Protecció del tram de canonada que travessa el carrer Àngel Guimerà, amb una canonada homologada de formigó.
- Connexió del cable elèctric per a monitorització i control i pas d'aquest per la rasa realitzada.
- Rebliment de les rases.



Fig. 45. Exemple distribució sala de màquines. (Font: Froling)

5.1.4.3 Dimensions de la sala.

La sala de màquines haurà de tenir dimensions suficients per a garantir l'accessibilitat als diferents components per a realitzar les tasques de manteniment, reparació i substitució. En el projecte s'ha previst una sala de 7,15 metres de llargada per 5 metres d'amplada per a garantir que hi hagi els espais mínims següents:

- L'espai lliure davant la caldera serà de com a mínim 1m lliure d'obstacles.
- Entre calderes, així com entre les calderes extremes i els tancaments, es reservarà un mínim de 0,5m.
- Es reservarà un espai suficient per a poder maniobrar el contenidor de cendres, per al seu buidat.
- L'alçada de la sala serà de 3m, (superant el mínim de 2,5m imposat pel RITE i garantint els 0,5m lliures per sobre de la caldera, sense canonades ni obstacles).

5.1.4.4 Instal·lacions elèctriques.

L'alimentació elèctrica de la caldera i d'algunes bombes de circulació serà trifàsica. Per aquest motiu caldrà preveure l'alimentació elèctrica fins a la sala de calderes amb tres fases, neutre i terra a 230/400 i 50Hz. Es considera que l'alimentació s'agafarà des de l'estació transformador de baixa tensió. El quadre elèctric de protecció i control dels equips instal·lats a la sala de calderes es situarà en les proximitats de la porta d'accés. Al tractar-se de sala de risc elevat segons RITE, l'interruptor general haurà de situar-se fora de la sala i en la proximitat d'un dels accessos.

La instal·lació elèctrica consistirà en el circuit d'alimentació de la caldera, els circuits d'alimentació de les bombes de circulació, un circuit de previsió de preses de corrent de cara al manteniment i el circuit d'il·luminació interior.

5.1.5 Sistema d'evacuació de productes de la combustió.

5.1.5.1 Xemeneia

El sistema d'evacuació de fums consisteix en una xemeneia. L'única diferència amb una xemeneia d'un sistema de combustible líquid o gasós és el diàmetre necessari. En el cas de biomassa cal preveure un volum de gasos lleugerament superior, a causa que la humitat que conté la biomassa s'evapora a la caldera i dona lloc a vapor d'aigua que surt barrejat amb els productes de la combustió, augmentant així el volum dels gasos.

Per al disseny de la xemeneia i la seva instal·lació s'ha tingut en compte la norma UNE-EN 123001:2009. Càlcul, disseny i instal·lació de xemeneies. L'evacuació dels productes de la combustió es realitzarà per un lateral de la coberta de la sala de calderes.

Els conductes i accessoris de la xemeneia seran d'acer inoxidable AISI-316-L, de doble paret aïllada, de diàmetre 350mm en la tramada vertical i horitzontal, per tal de resistir bé l'acció agressiva dels productes de combustió i a la temperatura. El material emprat serà d'acord a la norma UNE-EN 1856-1 o UNE-EN 1856-2.

El tram horitzontal de la xemeneia disposarà de lleuger pendent (3%) cap al generador i serà el més curt possible.

5.1.5.2 Cendres

Les instal·lacions de biomassa a més del fum tenen com a producte de la combustió les cendres. La mateixa caldera se subministrarà amb un sistema automàtic de recollida de les cendres provinents de la combustió i de la neteja dels bescanviadors el qual mitjançant un sistema de vis sens fi la transportarà fins a l'interior d'un contenidor.

Cal destacar que aquesta cendra, si prové de la combustió de biocombustibles provinents de restes forestals i agrícoles és biodegradable i es pot utilitzar com a adob per a les plantes o com a residu orgànic. El volum estimat de cendres generades serà de l'ordre del 1-3% del combustible consumit.

Les cendres generades, es poden aprofitar per abonar els horts comunitaris ecològics, destinats a l'autoconsum que consten d'un espai de 5.000m² a la zona del Paratge Sorrell de Palafrugell. La seva ubicació és molt propera a la sala de calderes.

5.1.6 Emissions provinents de la combustió.

A nivell estatal, no hi ha cap normativa que limiti l'emissió per calderes de biomassa específicament. A nivell europeu, existeix la UNE-EN 303-5 que limita aquestes emissions. Aquests límits són els que s'observen a la següent taula:

Potència nominal	CO (mg/Nm ³)	OCG* (mg/m ³)	No _x (mg/Nm ³)	Partícules (mg/Nm ³)
≤500 kW	≤500	≤20	≤200	≤40

Taula 24. Límit tolerable per les emissions.

* Compostos orgànics gasosos.

**Tots els valors d'emissions estan referits a un contingut d'oxigen del 10% i a condicions normals de pressió i temperatura.

5.1.7 Justificació de la recirculació de fums

El cas de la caldera proposada és procedent d'Àustria tot i tenir un ampli rang d'admissió pels diferents tipus d'estella, altres calderes similars vénen preparades per funcionar amb estelles amb humitats que difícilment són inferiors al 20%. No és el cas del nostre territori, on les altes temperatures i el baix nivell d'humitat de l'estiu fa que puguem obtenir biomassa amb nivells d'humitat inferiors al 20%.

Les estelles amb baixa humitat són un bon combustible però comporten dos tipus de problemes:

- Pèrdua d'elasticitat i possible afectació als sistemes d'alimentació. En aquest cas s'ha de disposar de sistemes d'alimentació sobredimensionats.
- Pujades excessives de temperatura dintre la càmera de combustió, provocant per una banda, l'augment de la formació i emissió de NO_x (òxids de nitrogen) a l'atmosfera i un major desgast dels elements de la cambra de combustió. Aquest fenomen s'agreuja en calderes que no disposen de maó refractari a la cambra de combustió.

Caldera sense recirculació de fums	Caldera amb recirculació de fums
Combustió de biomassa molt seca	
Reducció de l'entrada de combustible per reduir la temperatura	Quan es detecta augment de temperatura s'injecta part dels fums de la combustió
Reducció de potència	S'aconsegueix un valor sensiblement més baix que el valor de consigna.
No es corregeix la generació de NO_x	S'aconsegueix una regulació flexible i efectiva de la temperatura de la càmera
Augment d'emissions	
Desgast de la caldera	
Combustió de biomassa molt humida	
La caldera detecta falta de potència i augmenta l'aportació de combustible	
Sobrealimentació de la caldera	Es detecta una baixa de temperatura de combustió (la calor es gasta en evaporar l'aigua de les estelles)
Aparició d'incremats a les cendres	
Reducció de potència	S'injecta major quantitat de fums a la zona primària de combustió assecant així la biomassa a la mateixa càmera de combustió
Augment de les emissions de CO_2	
Reducció de vida útil de l'equip	
Condensació dintre de l'equip → possible corrosió	

Taula 25. Avantatges de la recirculació de fums amb la caldera.

Un bon sistema de recirculació permet entregar la potència nominal requerida durant tot l'any, i aconseguir una còmoda explotació de la instal·lació. Normalment la temperatura dels fums oscil·la entre 150-200°C amb un contingut d'oxigen entre el 8-12%, un valor baix si el comparem amb el percentatge d'oxigen de l'aire, que és d'un 21%



Fig. 46. Sistema de recirculació de fums de la caldera Turbomat on es veuen els servomotors que controlen la injecció en els nivells de combustió primari i terciari. (Font: Froling)



Fig. 47. Càmera de combustió i graella mòbil de la caldera Froling Turbomat on s'aprecia l'entrada de fums al nivell primari per sota de la graella mòbil. (Font: Froling)

Gràcies a la recirculació de fums es pot entregar la potència nominal d'una caldera quan es cremen biomasses molt seques i humides. En ambdós casos s'aconsegueix entregar, sempre la potència requerida pel sistema, optimitzar els nivells de combustible, millorar els nivells d'emissions (NO_x , CO , C_xH_x , etc.), reduir l'emissió de fum blanc, aconseguir una major eficiència, menor cost de manteniment i allargar la vida útil de l'equip.

5.2 La xarxa de distribució de calor.

5.2.1 Circuit primari

El sistema hidràulic forma el conjunt de canonades i elements necessaris per a poder transportar l'energia, des dels sistemes generadors a l'acumulador d'inèrcia situat a l'interior de la sala de calderes de biomassa. I des d'aquest, als bescanviadors de calor situats a les respectives sales de calderes.

Aquest circuit primari de la caldera, s'executarà segons les indicacions descrites a l'esquema hidràulic del present projecte.

El material a utilitzar per les canonades serà acer al carboni premsat, coure o polietilè reticulat PEX amb barrera antidifusió, amb els diàmetres descrits a l'esquema.

Alhora de determinar els diàmetres, s'ha tingut en compte que la velocitat del fluid no superi els **2 m/s** i que les pèrdues de càrrega generades per metre de canonada no superessin en cap cas els 40mmca/m. En aquesta instal·lació es considera un volum d'acumulació del **dipòsit d'inèrcia de 10.000 litres**.

La figura següent, correspon al plànol número 7, on es pot veure l'esquema de principi de manera més detallada.

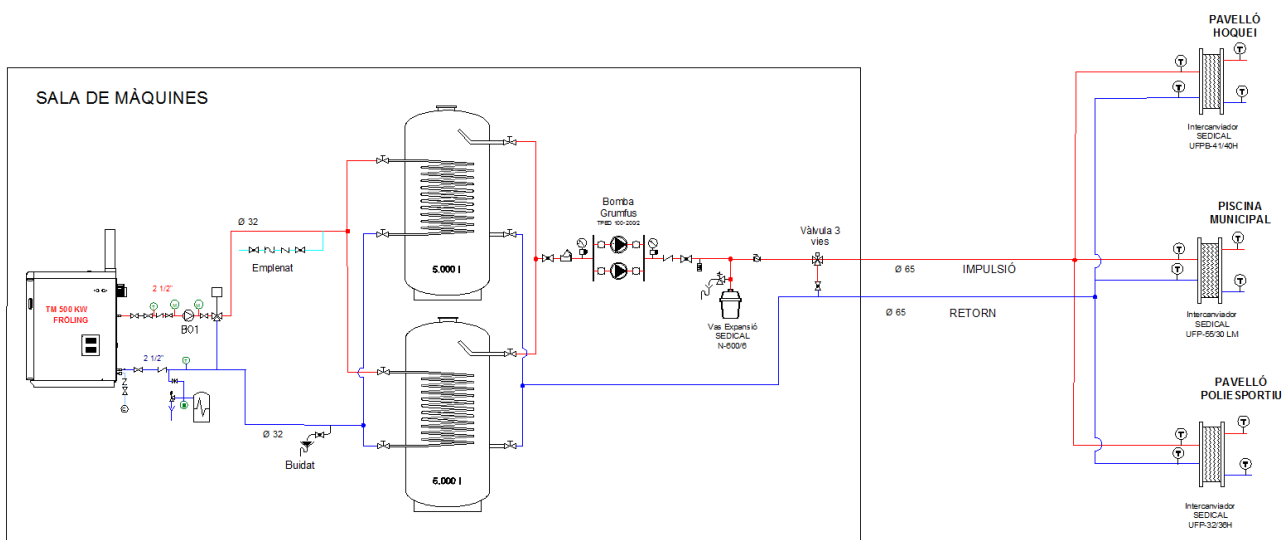


Fig. 48. Esquema de principi hidràulic de la instal·lació proposada.

5.2.1.1 Vàlvules, pressòstat, sondes i termòmetres de contacte.

S'instal·laran les vàlvules de bola, per a poder independitzar els diferents elements del circuit. La finalitat d'aquestes vàlvules serà sectoritzar el circuit per a tasques de reparació o manteniment; en cap cas s'usaran per a regular els cabals.

Per tal d'assegurar que l'aigua d'entrada a la caldera (el retorn) no estigui per sota de 55°C (fet que podria provocar condensacions corrosives a la caldera) s'instal·larà una vàlvula motoritzada de tres vies, la qual anirà governada per la centraleta de control de la caldera.

També posarem un pressòstat connectat a la caldera el qual generarà un senyal d'error en cas que la canonada

es quedi sense fluid aturant la caldera. Aquest pressòstat anirà connectat al quadre de control de la caldera.

S'instal·laran les sondes, que seran submergibles amb la seva baina corresponent o de contacte segons el cas. També s'instal·laran termòmetres de contacte en la impulsió i retorn de cada circuit, per tal de poder veure el salt de temperatura que es produeix entre l'anada i el retorn d'aquest circuit.

5.2.1.2 Sistema de buidat de la instal·lació.

Es disposarà de diferents punts de buidats parcials de la instal·lació, en el punt més baix de la instal·lació, el qual tindrà un diàmetre mínim de 32mm tal i com indica el RITE.

Aquest buidat es realitzarà cap als desaiguats previstos a la sala de calderes i es farà de manera que es pugui veure el pas de l'aigua quan aquest es produeixi.

5.2.1.3 Sistema de purga de la instal·lació.

La xarxa de DHC és una xarxa hidràulica que disposa de diferents nivells tèrmics, manomètrics i d'alçada. Per aquesta raó, és necessari disposar, de punts de purga del sistema de manera que, tant a la posada en marxa del sistema com quan funcioni, qualsevol bombolla d'aire que hi pugui haver al circuit sigui evacuada per aquests punts. S'instal·laran als punts més alts de la instal·lació i als més calents, ja que són els que tenen més possibilitats de formació d'aire.

L'existència d'aire al circuit provoca una disminució del seu rendiment, així com un augment de la probabilitat d'aparició de problemes. Els punts de respiració i purga disposaran de purgadors a totes les parts del circuit, generador, distribuïdor i consum.



Fig. 49. Exemple vàlvula purga. (Font: ICAEN)

5.2.1.4 Sistema d'expansió.

Amb l'objectiu d'esmoreir els esforços mecànics ocasionats per les dilatacions produïdes per l'escalfament del fluid caloportador, s'instal·larà un vas d'expansió de 600 litres, de 1.530 mm d'altura i 740 mm de diàmetre, 10 bar de pressió i temperatura de treball fins a 110°C. El dimensionat del vas d'expansió s'ha efectuat en base a la norma UNE 100155. Els càlculs dels vas d'expansió, es troben detallats a l'Annex de càlculs.



Fig. 50. Vas d'expansió. (Font: Sedical)

5.2.1.5 Acumulador d'inèrcia i termòstat.

Amb l'objectiu d'allargar la vida de la caldera, reduir els temps d'engegada i parada. S'instal·larà un acumulador d'inèrcia el qual ens farà de frontera entre el circuit primari de la caldera i el circuit primari de la xarxa de calor. El volum recomanat per a aquest acumulador d'inèrcia acostuma a ser entre 20 i 30 l/kW (depenent del fabricant i del volum intern d'aigua de la pròpia caldera). Després de parlar amb instal·ladors, hem pres com a referència **20 l/kW**. Per tant tindrem un volum total d'acumulació de 10.000 litres. Un volum suficient, per tal de satisfer la demanda tèrmica, i en cas de parada de la caldera, ser capaços de poder seguir subministrant aigua calenta. Finalment hem decidit instal·lar dos dipòsits acumulador estratificats, de 5.000 litres, amb altura 2950 mm i diàmetre 1800 mm, aïllament de 100 mm d'espessor amb poliuretà d'alta densitat.



Fig. 51. Dipòsits inèrcia similars als instal·lats. (Font: Froling)

5.2.1.6 Bombes de circulació.

Per a la circulació de l'aigua calenta del circuit primari de la caldera de biomassa s'instal·larà una bomba de cabal variable (o amb variador). Aquest tipus de bomba ajusta el cabal en funció de les necessitats de demanda, essent molt més eficient que les bombes estàndard i reduint considerablement les despeses de funcionament del sistema.

Concretament s'instal·larà una bomba circuladora de rotor humit lliure de manteniment, amb regulació electrònica integrada, mode de reducció nocturna automàtica, mode de regulació de pressió diferencial constant i variable. Apta per a temperatures des de -10 fins 110°C.

Segons la normativa vigent, perquè la legionel·la mori i no hi hagi risc de contaminació de l'ACS, s'ha d'escalfar l'aigua emmagatzemada a 70°C durant un període de 2 hores i realitzar una distribució per totes les canonades de la instal·lació d'ACS aconseguint al menys 60°C al retorn durant 1 hora. Els bacteris de la legionel·la són aeròbiques i la seva temperatura ideal de creixement està entre 35°C i 42°C, amb un pH comprès entre 5,5 i 7. Els límits de vida d'aquests bacteris estan entre 5°C i 63°C, amb un pH comprès entre 5,5 i 9,2. Per tant la bomba i el circuit estan preparats per treballar a aquesta temperatura.

Hem sobredimensionat un 50% el valor de les pèrdues de càrrega, en concepte de corbes, desnivells i filtres.

	Cabal	Pèrdues de càrrega
Bomba Biomassa	32,4474 m³/h	22,02 mca



Fig. 52. Bomba Grundfos a connectar a l'impulsió. (Font: Grundfos)

5.2.1.7 Aïllament canonades.

Com que les canonades que hi ha a dins de la sala de calderes (la qual es considera local no calefactat) transporten aigua calenta a més de 40°C, segons la IT 1.2.4.2. del RITE, aquestes canonades hauran d'estar aïllades.

L'espessor de l'aïllament de les canonades serà, emprant el mètode simplificat de la IT en el qual es parteix dels diàmetres de les canonades, la temperatura del fluid i suposant un aïllament amb conductivitat tèrmica a 10°C de 0,04W/(mK), de **40 mm**.

Diàmetre exterior (mm)	Temperatura màxima del fluid (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Taula 26. Espessor dels aïllaments de les canonades que transporten un fluid calent per l'interior d'edificis.

5.2.2 Distribució

La xarxa de distribució de calor és el conjunt d'elements que transportaran l'energia en forma d'aigua calenta des dels acumulador d'inèrcia, fins als punts de consum (col·lector de distribució actual).

En el projecte s'ha dissenyat una xarxa de calor en arbre la qual treballa amb temperatura d'impulsió constant i variació del cabal del fluid. La temperatura d'impulsió serà de 80°C i el retorn de 60°C. En aquests trams de distribució, s'usarà tub de Polietilè Reticulat flexible.

Les canonades que formen part de la xarxa de distribució de calor és per on circularà l'aigua calenta. S'instal·laran canonades de polietilè d'alta densitat reticulat preaïllades tipus Microflex o similar de les següents característiques:



Fig. 53. Canonada flexible a instal·lar soterrada. (Font:Web)

Principals característiques:

- Tub interior: Un tub de Polietilè Reticulat per Peròxid, recobert amb "Eval" com a barrera contra la penetració d'oxigen.
- Aïllament: Capes d'espuma microcel·lular de polietilè reticulat amb cèl·lules d'estructura tancada.
- Protecció exterior: Doble capa corrugada de polietilè d'alta densitat PE-HD
- Temperatures màximes de treball: -30 a + 100°C
- Tubs de climatització: Max 95°C a 6 bar

Distribució dels trams

La xarxa de calor es distribuirà en diferents trams segons la naturalesa constructiva de les canonades que transporten el fluid.

TRAM 1: Tram enrasat des de la sortida de la sala de calderes fins a l'enllaç subterrani a la salda de calderes del pavelló d'hoquei, resseguint el contorn del pista d'atletisme.

TRAM 2: Tram enrasat des de la sortida de la sala de calderes de biomassa fins a la sala de calderes de la piscina. Resseguirà les grades de formigó del camp de futbol, fins arribar a la rampa d'accés al soterrani de la piscina, on es perforarà la paret per accedir a la sala de màquines.

TRAM 3: Tram enrasat des de la sala de calderes de biomassa, travessant el carrer Angel Guimerà on anirà soterrat a la calçada i resseguint al vorera fins a l'Avinguda de les Corts Catalanes on anirà soterrat fins a la sala de calderes del pavelló, situada a la façana NE.

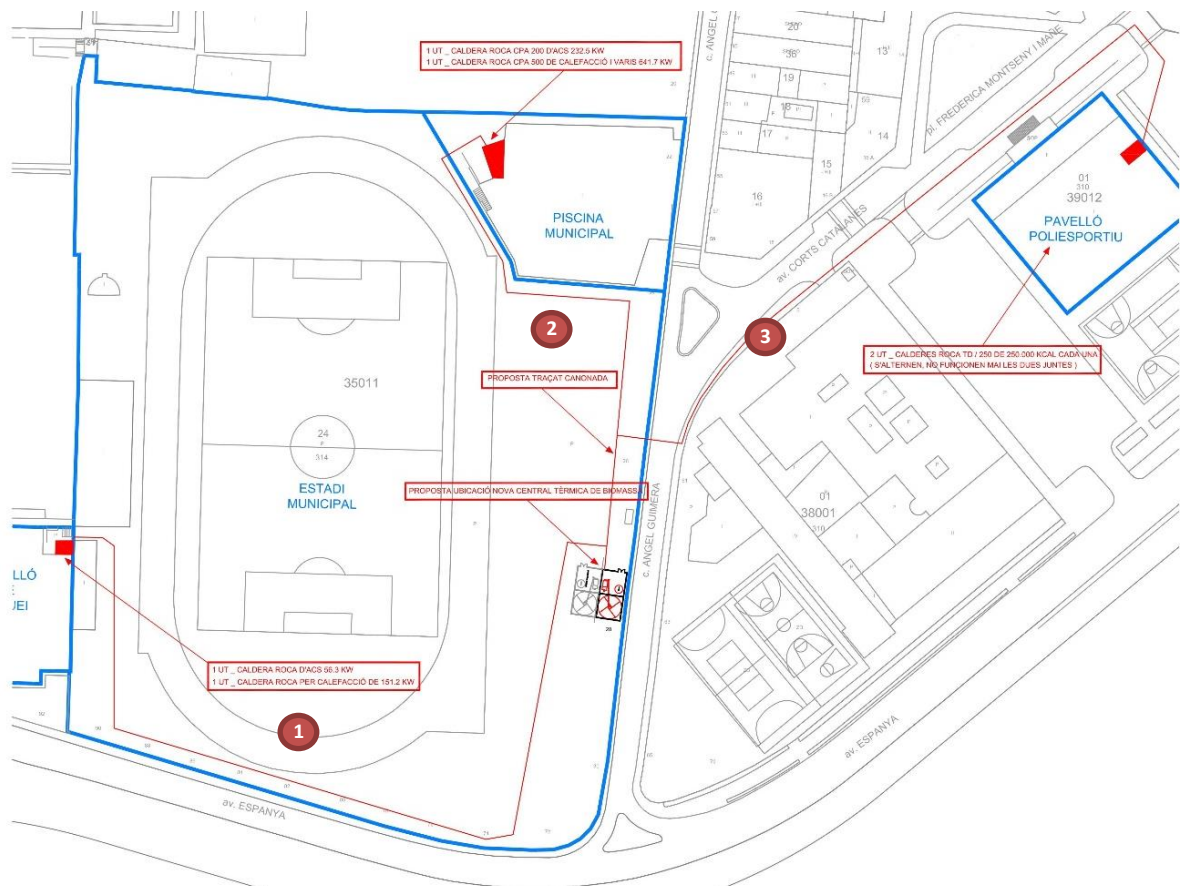


Fig. 54. Trams a unir amb la xarxa de distribució.

5.2.2.1 Comptabilització de consums

D'acord amb la IT 1.2.4.4 del RITE, s'instal·larà un comptador d'energia tèrmica generada a la sortida de la caldera. D'aquesta forma es coneixerà el consum tèrmic de la instal·lació.

També s'instal·larà un comptador d'energia elèctrica per conèixer el consum de la caldera i així poder realitzar el balanç energètic entre energia consumida i energia generada. Per conèixer el consum de biomassa es realitzarà a partir de les descàrregues realitzades i el poder calorífic de la biomassa subministrada.



Fig. 55 Comptador d'energia tèrmica. (Font: Sedical)

5.2.3 Bescanviador de plaques

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 56, aquets son 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 es que poden ser desmuntats per a la seva neteja i que poden ser ampliat en nombre de plaques, augmentant-ne així la potència en cas de ser necessari.

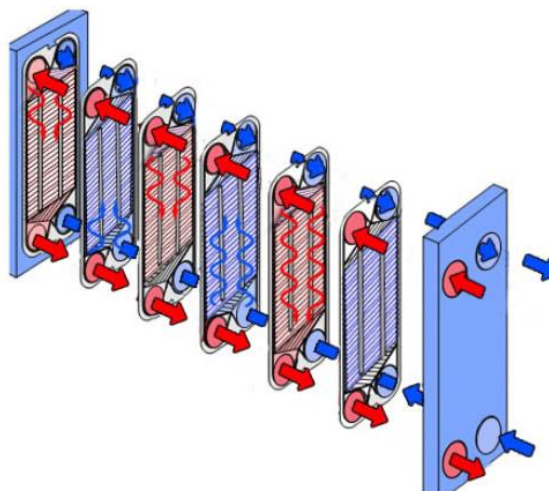


Fig. 56 Bescanviador de calor de plaques desmuntables. (Font:Web)

5.2.4 Circuit secundari de la xarxa de calor

El circuit secundari de la xarxa de calor, o circuit dels usuaris, serà el que anirà des del col·lector principal fins als elements receptors de les diferents instal·lacions existents. Aquest tram no entra dins l'abast d'aquest projecte ja que formaran part dels circuits existents en els edificis.

A aquest col·lector hi entrarà l'aigua calenta provinent de l'equip de generació de calor existent (calderes de gas). El sistema de regulació serà l'encarregat de donar prioritat a l'energia provinent de la caldera de biomassa fent actuar l'equip existent només en cas de fallada de la biomassa o com a complement a la mateixa. Aquesta commutació es realitzarà mitjançant una vàlvula de tres vies.

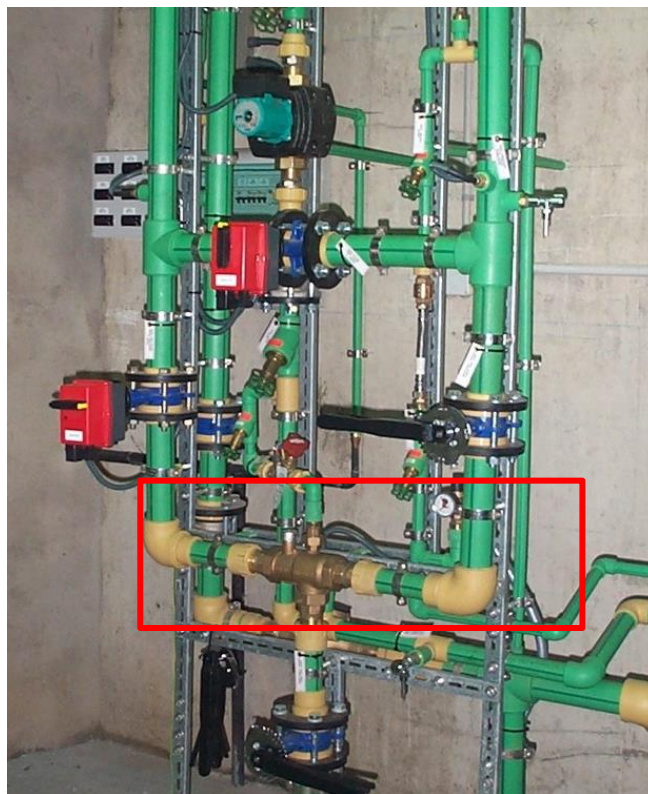


Fig. 57 Punt a connectar al col·lector d'impulsió a la Piscina Municipal. (Font: Pròpia)

5.2.5 Descripció dels subsistemes de control adoptats

El control de la instal·lació tèrmica centralitzada de biomassa es realitzarà mitjançant dos nivells:

5.2.5.1 Regulació del circuit primari de la caldera i regulació de la pròpia caldera.

La caldera portarà incorporat un quadre de control el qual permetrà regular els diferents actuadors interns de

la mateixa (alimentació, alimentació d'aire, extracció fums i cendres, neteja, etc) per a poder obtenir la màxima eficiència energètica de la mateixa. Així mateix aquest quadre de control permetrà aturar la caldera en cas de buidat del circuit hidràulic (el qual serà detectat per un pressòstat el qual anirà connectat al quadre) i permetrà regular la vàlvula modulant de 3 vies en funció de la temperatura de retorn (tant la vàlvula com la sonda aniran també connectades al quadre de la caldera).

Als dipòsits acumuladors també s'instal·larà, dues sondes més connectades a la caldera la qual s'encarregarà de posar en marxa o aturar la bomba de circulació en funció de la temperatura de consigna.

El propi control de la caldera a més regularà l'elevació de la temperatura de retorn mitjançant vàlvula de tres vies o bomba. Es pot veure el detalls als plànols de l'Esquema de principi.

5.2.5.2 Regulació de la xarxa de calor.

La xarxa de distribució de calor funcionarà en mode de temperatura constant i cabal variable per tal de poder ajustar la demanda al consum realitzat en els diferents edificis. Per fer-ho s'ha ubicat a cada col·lector d'impulsió una vàlvula motoritzada, que permetrà ajustar el cabal en funció de les necessitats les quals seran indicades per les quatre sondes submergibles situades al circuit primari i secundari. D'aquesta manera, a més es podrà ajustar el cabal en funció de la temperatura de sortida del secundari i també en funció de la temperatura de retorn del primari, incrementant l'eficiència del sistema.

La pròpia centraleta de control a més serà l'encarregada de accionar la vàlvula de 3 vies (tot o res) i l'engegada de la caldera de suport. En moments punta de demanda, mentre es realitzen tasques de manteniment o bé en cas de fallada de la caldera de biomassa.

5.2.6 Sistema de monitorització de consums energètics

El control de la instal·lació ha d'anar acompanyat d'un sistema de monitorització de consums energètics. D'aquesta manera es podrà tenir un control exhaustiu sobre l'assignació de costos per la generació d'energia.

Bàsicament, es planteja tenir coneixement de:

- Energia consumida per les calderes de Gas Natural
- Energia produïda per la caldera de biomassa
- Energia elèctrica consumida per les bombes i accionaments de la sala de màquines
- Energia elèctrica consumida pel total d'equipaments que engloba el present projecte.

En les següents figures, podem observar un exemple de la interfície del quadre de comandament. Des del qual podem controlar els diferents paràmetres de la instal·lació, millorant així la gestió del sistema.

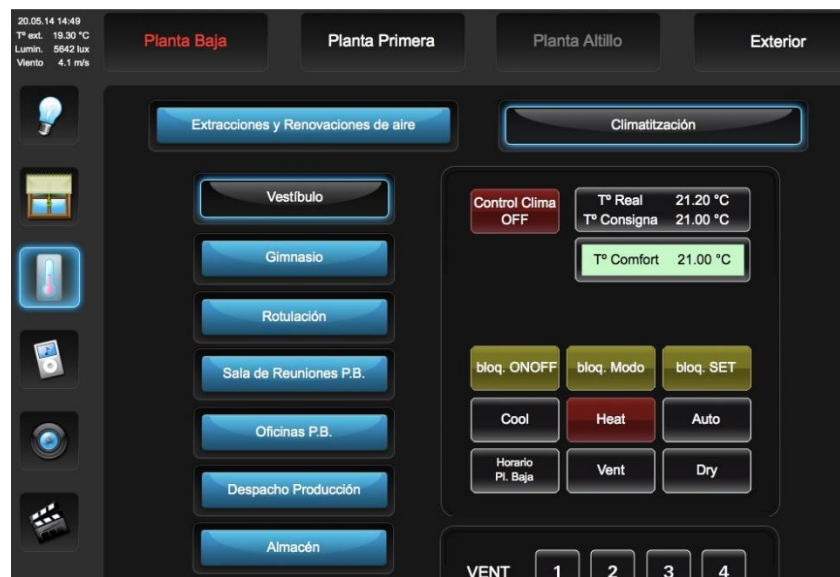


Fig. 58. Exemple de control de temperatures per zones.



Fig. 59. Exemple de control de temperatures i horaris de climatització.

6 RESUM ECONÒMIC

El pressupost d'execució material de la instal·lació tèrmica centralitzada amb xarxa de calor per les instal·lacions esportives de Palafrugell, ascendeix a un valor de SET-CENTS NORANTA-SIS MIL TRENTA-VUIT EUROS AMB SETANTA-DOS CÈNTIMS (IVA inclòs) desglossat en els següents capítols:

PRESSUPOST XARXA DE CALOR ZONA ESPORTIVA PALAFRUGELL	
Sala de calderes i sitja	36.751,00 €
Producció de calor	158.692,06 €
Distribució calor Piscina	113.500,00 €
Distribució calor Pavelló Hoquei	97.060,00 €
Distribució calor Poliesportiu	116.200,00 €
Honoraris tècnics	25.240,00 €
SUBTOTAL	552.843,06 €
13% de despeses generals	71.869,60 €
6% de Benefici Industrial	33.170,58 €
21% d'IVA	139.061,04 €
PRESSUPOST TOTAL D'EXECUCIÓ	796.038,72 €

Tal i com es pot veure en l'annex de la simulació econòmica es preveu que en un període d'aproximadament 8 anys s'amortitzi la inversió realitzada.

6.1 RESUM PRESSUPOST AVANTPROJECTE

A continuació es mostra el resum desglossat dels costos de l'avantprojecte.

RESUM PRESSUPOST AVANTPROJECTE	
Treball de camp i desplaçament	150,00 €
Modelització Design Builder	840,00 €
Hores redacció projecte	4.000,00 €
Adquisició de coneixement	0 €
SUBTOTAL	4.840,00 €
13% Despeses generals	629,20 €
21% d'IVA	1.016,40 €
TOTAL	6.485,60€

Signat:

Carles Compañà Sabrià

Estudiant Grau en Tecnologies Industrials

Girona, 5 de Setembre de 2016

7 CONCLUSIONS

- S'han acomplert els objectius inicials del projecte, que eren: crear el model de simulació energètica per a cada edifici i dimensionar la xarxa de calor amb tots els seus elements.
- En base als resultats de l'estudi econòmic, podem afirmar que la instal·lació té un període de retorn acceptable, que es situa en uns 8 anys.
- Fruit de la recerca duta a terme per la realització del present treball, es constata que el preu de l'estella és molt més estable que el del gas. Per tant el projecte de la xarxa de calor alimentada amb estella, està ben fonamentat.
- L'ús de l'estella forestal com a combustible, resulta en unes emissions de CO₂ neutres, per tant no es requereixen drets d'emissió. Però en un futur proper, amb la regularització de les emissions, podria resultar que utilitzar el gas natural com a combustible representés un sobrecost.
- Gràcies a la simulació energètica dels edificis, es pot veure que seria convenient plantejar una millora de l'envolvent dels edificis, i estimar si es podrien reduir les pèrdues tèrmiques.

Gràcies a la simulació energètica dels edificis realitzada en aquest projecte, es podrien valorar les millores que suposarien canvis en les envoltants o les tecnologies de les instal·lacions. Podent simular les pèrdues tèrmiques dels edificis i les possibles millores de programació de la climatització que es podrien proposar; per tal de millorar la seva eficiència energètica.

Alguns dels aspectes que he trobat durant la realització del projecte, es resumeixen en la manca de control de les instal·lacions tèrmiques, ja que no es sap amb exactitud la despesa energètica que té cada centre. L'assignació dels costos energètics permet conèixer els perfils de consum dels diferents centres i detectar possibles deficiències en l'ús de les instal·lacions.

En base a l'estat dels sistemes de control i les instal·lacions, és possible, malgrat que queda fora de l'abast d'aquest projecte, que fos recomanable millorar els sistemes de control, abans d'implementar el sistema de la xarxa calor.

8 RELACIÓ DE DOCUMENTS

DOCUMENT 1. MEMÒRIA

ANNEXOS A LA MEMÒRIA

ANNEX 1. SIMULACIÓ ENERGÈTICA I TÈRMICA DE LES INSTAL·LACIONS

ANNEX 2. CÀLCULS

ANNEX 3. CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE LA CALDERA

ANNEX 4. PLA DE MANTENIMENT

ANNEX 5. SIMULACIÓ ECONÒMICA

DOCUMENT 2. PRESSUPOST

DOCUMENT 3. PLÀNOLS

PLÀNOL 1. SITUACIÓ

PLÀNOL 2. EMPLAÇAMENT I TRAMS XARXA CALOR

PLÀNOL 3. ALÇAT PAVELLÓ HOQUEI

PLÀNOL 4. ALÇAT PISCINA MUNICIPAL

PLÀNOL 5. ALÇAT PAVELLÓ POLIESPORTIU

PLÀNOL 6. SECCIÓ I ALÇAT SALA DE MÀQUINES I SITJA

PLÀNOL 7. ESQUEMA DE PRINCIPI HIDRÀULIC

9 BIBLIOGRAFIA

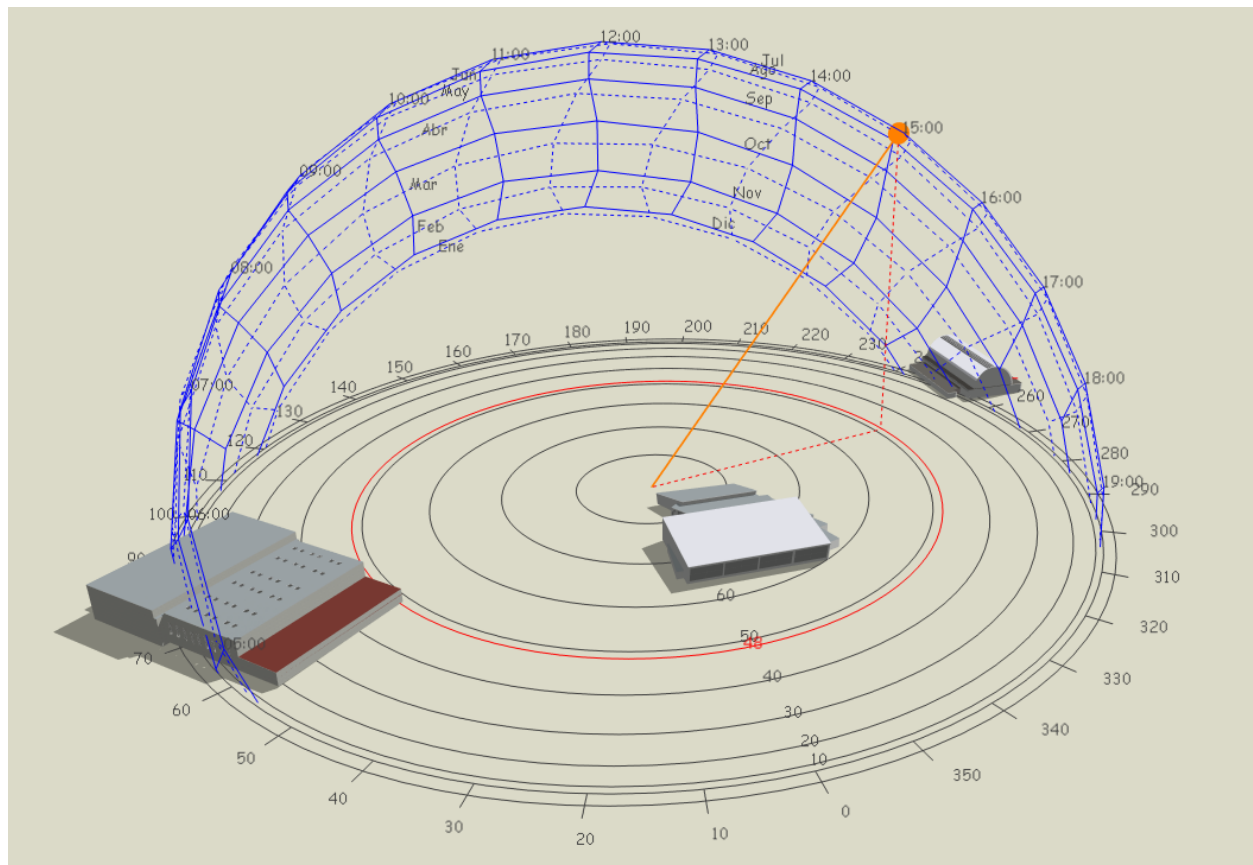
- Consorci Forestal de Catalunya, "La producció de diferents classes d'estella", Josep M. Tusell i Armengol Roser Mundet i Juliol, Barcelona 2010.
- Generalitat de Catalunya, Institut Català de l'Energia "Guia de desenvolupament de projectes de xarxes de districte de calor i fred", 2a. edició: Barcelona, octubre de 2010.
- Generalitat de Catalunya, Institut Català de l'Energia "Les xarxes de calor i fred", 2a. edició: Barcelona, desembre de 2011.
- Generalitat de Catalunya, Institut Català de l'Energia "L'energia a les instal·lacions esportives", 2a. edició: Barcelona, setembre de 2012.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Ministerio de Industria, Turismo y comercio "Guía técnica: Agua caliente sanitaria central", Madrid, junio 2010.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Ministerio de Industria, Turismo y comercio "Guía técnica : Instalaciones de biomasa térmica en edificios", Madrid, mayo 2009.
- Philips Ibérica, S.A.U., "Codigo técnico de la Edificación, y otras normas relacionadas con el alumbrado", Madrid, junio 2006.
- Dir.2010/31/UE Parlament Europeu, 19 de maig de 2010, relativa a l'eficiència energètica (DOUE L núm 315 , 18-6-2010, pàg. 13-35).
- Documento Básico HE, Ahorro de energía
- Soluciones Arquitectónicas Sustentables "Manual de ayuda DesignBuilder en español", Madrid 2010.
- Froling, "Froling TM300-500kW Datos técnicos", Grieskirchen, agost de 2014.
- Districlima (<http://www.redesurbanascaloryfrio.com/ca>) [20 de Febrerl 2016]
- L'observatori de la Biomassa (<http://observatoribiomassa.forestal.cat/>) [12 d'Abril 2016]
- Institut Municipal d'Esports de Palafrugell (<http://www.esportspalafrugell.cat/imep>) [14 de Juny 2016]
- Design Builder official page (<http://www.designbuilder.co.uk>) [14 de Juny 2016]
- Sol arq (<http://www.sol-arq.com/designbuilder/>) [18 de Juny 2016]
- Aurea Consulting (<http://www.ecoeficiente.es>) [18 de Juny 2016]
- Instituto para la diversificación y ahorro de energía, (<http://cheq4.idae.es/>) [20 de Juliol 2016]
- Foro oficial del software Design Builder (<http://www.forosdesignbuilder.es>) [28 de Juliol 2016]
- ORIGINA, Soluciones energéticas (<http://originaenergia.com/ca/1/inici.html>) [12 d'Agost 2016]
- SEDICAL, (<http://www.sedical.com/>) [20 d'Agost de 2016]
- GRUNDFOS, (es.grundfos.com/) [24 d'Agost 2016]
- SendeCO2, (<http://www.sendeco2.com/es/precios-co2>) [27 d'agost de 2016]

**PROJECTE D'UNA XARXA DE CALOR AMB BIOMASSA PER LA
ZONA ESPORTIVA DE PALAFRUGELL**

ANNEXES A LA MEMÒRIA

ANNEX · 1

SIMULACIÓ ENERGÈTICA I TÈRMICA DE LES INSTAL·LACIONS



1 SIMULACIÓ ENERGÈTICA I TÈRMICA

1.1 INTRODUCCIÓ

La simulació energètica d'edificis ens permet ser molt més exactes en el dimensionament dels equips (calderes, ventilacions, il·luminació, etc..). Aquest fet és degut a que a diferència dels càlculs típics (que només contemplen un instant), la simulació és dinàmica i calcula tots els moments (en intervals de temps de 10 minuts) de l'any, tenint en compte així inèrcies tèrmiques, afectació de la ocupació, ombrejat, etc.

A més a més apart d'obtenir resultats més exactes en la realització del càlcul de càrregues, també és una eina molt potent per analitzar la repercussió de possibles millores

La simulació energètica dels edificis en permet preveure el seu comportament (tèrmic, energètic..) durant el seu funcionament. En conseqüència, es podran realitzar modificacions en els paràmetres de funcionament de l'edifici (millores en l'aïllament, sistemes de control de la il·luminació, programacions de ventilació, etc..) i comprovar la afectació de l'edifici (consum energètic, confort, sostenibilitat, etc..)

La simulació s'ha realitzat mitjançant el software Design Builder (Energy Plus). Aquest software permet la modelització quasi "real" del comportament de l'edifici. Dins l'entorn de simulació, s'han modelat la els edificis de les instal·lacions esportives de Palafrugell. Cada edifici s'ha modelat de forma detallada, és a dir, amb totes les diferents zones que els formen. Per a cada zona, s'han tingut en compte condicions de funcionament diferenciades (ocupació, il·luminació, funcionament del sistema de climatització, etc..).

Aquests paràmetres de funcionament s'han definit mitjançant programacions 24/7 (24 hores per a cada dia de la setmana). Cada programació ha sigut desdoblada per estiu i hivern, ja que les instal·lacions esportives tenen ocupacions força diferenciades en aquestes dues èpoques de l'any. També hem diferenciat l'ocupació durant el cap de setmana, ja que principalment en el pavellons és diferent.

Tot i que la simulació s'ha realitzat a nivell global (incloent tots els edificis), primerament s'analitzarà cada edifici per separat per finalment realitzar els balanços globals.

2 Modelització dels edificis

Es basa en "nivells". Dins cada nivell podem definir els paràmetres que afecten al comportament tèrmic de l'edifici.

Tal i com es pot observar en la figura 1, primerament tenim el nivell "lloc", on definirem la zona climàtica, la orientació de l'edifici, etc. Seguidament hi ha el nivell "bloc". Aquests formen les parets exteriors de l'edifici i es poden superposar per a crear les diferents plantes. Aquests blocs poden ser dividits en "zones", que seran els diferents espais de la planta. Dins cada zona podem accedir a cada paret, terra o sostre per poder definir-hi les composicions

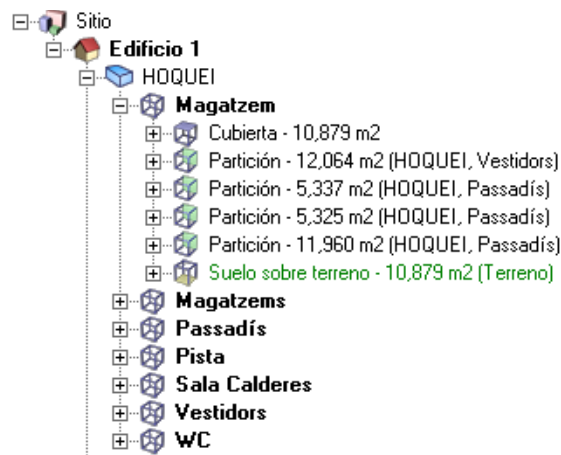


Fig 1. Imatge il·lustrativa de l'organització per nivells

Obertures amb una aplicació de dibuix específica. Aquests paràmetres es podran definir individualment o creant plantilles (les quals faciliten la modificació de paràmetres i la comparació entre diferents solucions del model). Els principals paràmetres que formen les diferents plantilles

Com es pot veure a la figura 2, s'ha modelitzat la geometria real del complex. I s'ha simulat de forma conjunta per a tenir en compte el funcionament conjunt dels diferents edificis que formen el complex esportiu de Palafrugell.

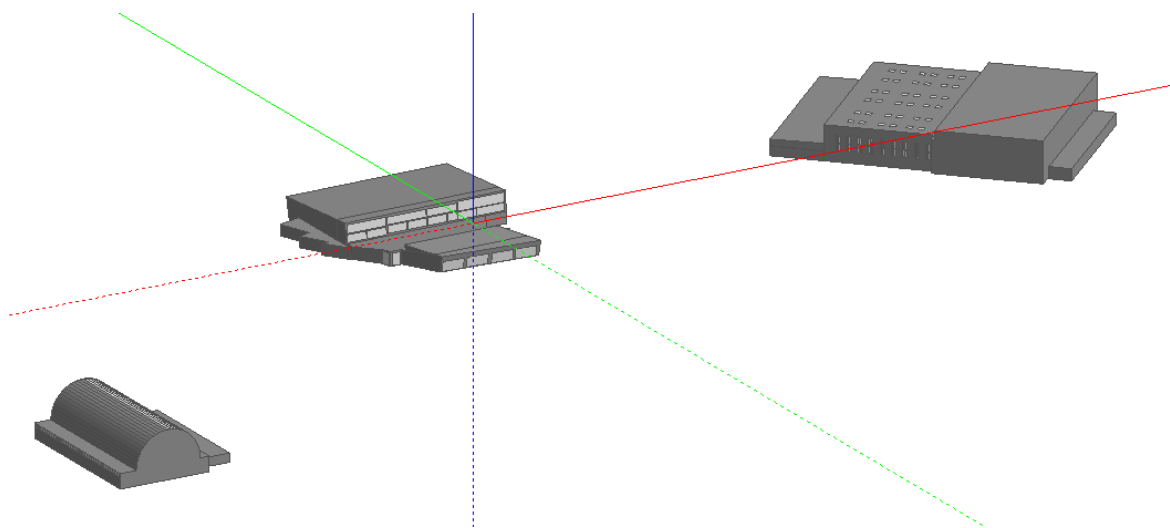


Fig 2. Pavelló Hoquei dins l'entorn del simulador Design Builder

2.1 Pavelló Hoquei

2.1.1 Geometria

En la figura 3, es mostra la geometria que s'ha dibuixat al programa per tal de simular el model de l'edifici.

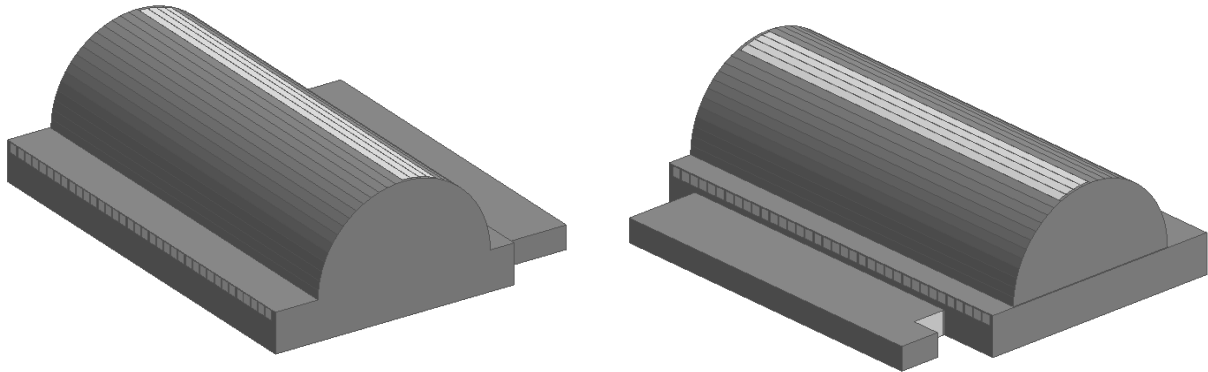






Fig 3. Pavelló Hoquei dins l'entorn del simulador Design Builder

2.1.1.1 Composicions de tancaments i obertures.

Es descriuran només els tancaments exteriors, ja que són els que tenen més afectació a nivell energètic.

			
Façana		Coberta	
Blocs de formigó + Plaques de formigó Paret lateral zona vestidors i grades. ($U=2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$)		Llosa de formigó recoberta de planxa metà·lica ($U=4,11 \text{ W/m}^2\text{K}$)	
			
Finestres Grades: Doble vidre $U=3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$		Lluernaris coberta $U= 3,6 \text{ W/m}^2\text{K}$	

Com es pot veure en la figura 4 ,en el nostre cas s'ha utilitzat una plantilla on s'han definit els diferents tancaments que formen l'embolcall tèrmic de l'edifici. Dins aquesta plantilla també podrem definir l' infiltració dels tancaments (renov/hora).

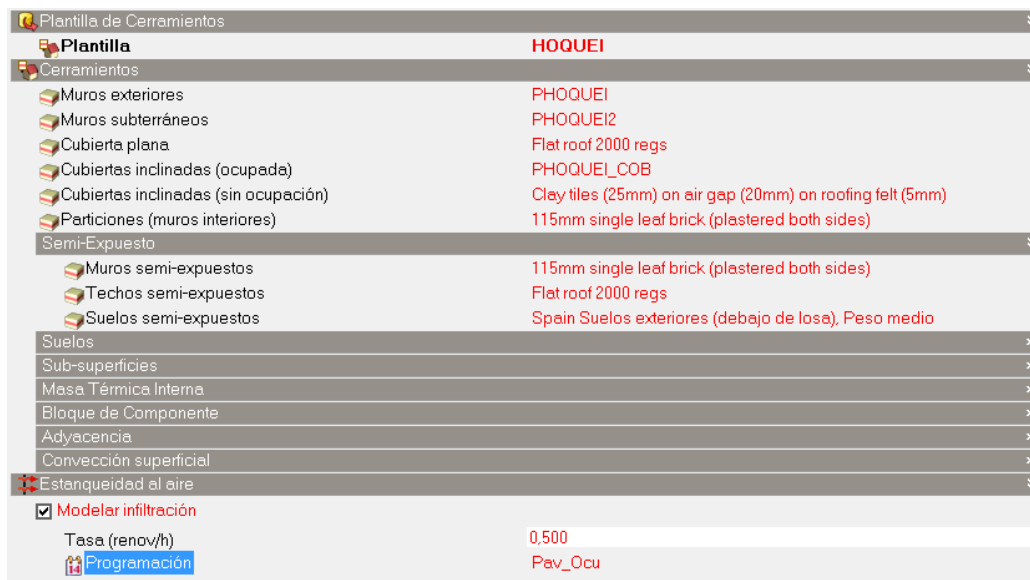


Fig 4. Plantilla tancaments Pavelló Hoquei

2.1.2 Paràmetres de funcionament

Seguidament, en la figura 5, es pot veure la divisió de les diferents zones que formen l'edifici. Cada color representa uns paràmetres de funcionament diferents, depenent de l'ús al que està destinat cada zona.

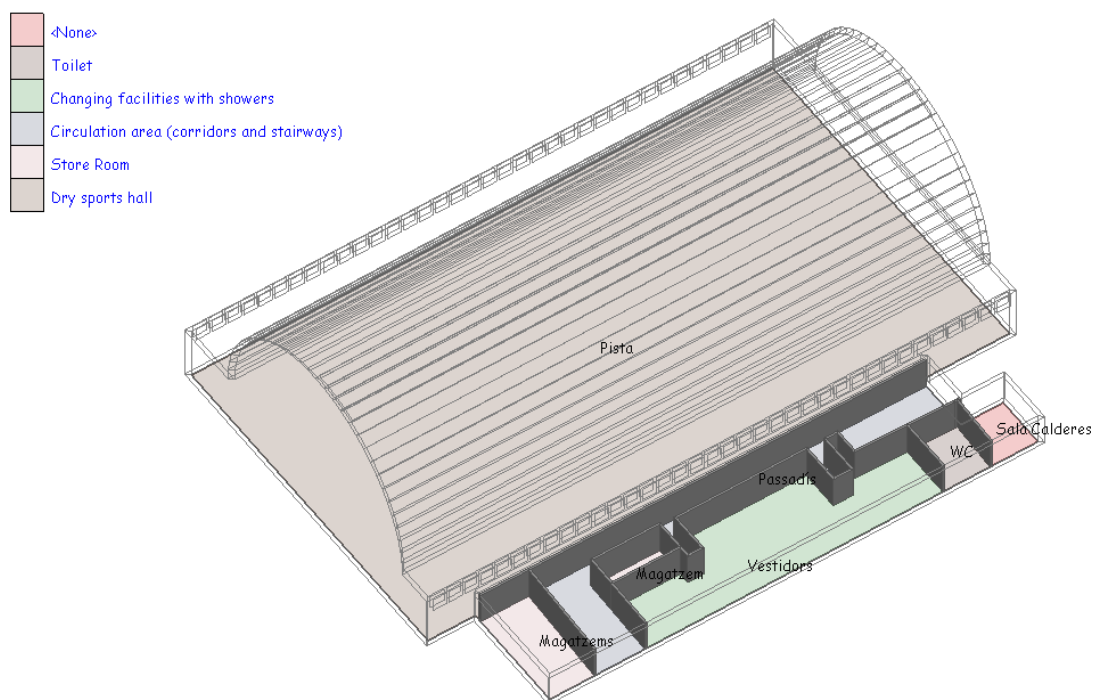


Fig 5. Diferenciació de zones segons ús.

Tal i com es pot observar en la imatge superior, hem diferenciat el usos en:

- Pista
- Passadís
- Vestidor
- WC
- Magatzem/Calderes

Dins aquesta pestanya podrem definir l'activitat que es durà a terme en el nivell seleccionat. Els principals paràmetres que seran definits en el nostre sistema són:

- Densitat d'ocupació (persones/m²)
- Control Ambiental
 - Temperatura de consigna de calefacció i refrigeració
 - Temperatura de consigna de la ventilació (diferenciant entre ventilació mecànica i ventilació natural).
 - Aire fresc mínim
 - Il·luminació: definirem el nivell lumínic mínim (lux). Aquest paràmetre funciona com a consigna juntament amb la programació operacional.

En la imatge inferior podem veure la definició de la plantilla de la pista del pavelló. Al tractar-se d'un recinte on s'hi realitza activitat física, la temperatura de consigna per un valor relativament baix (16°C), ja que sinó els jugadors passarien calor.

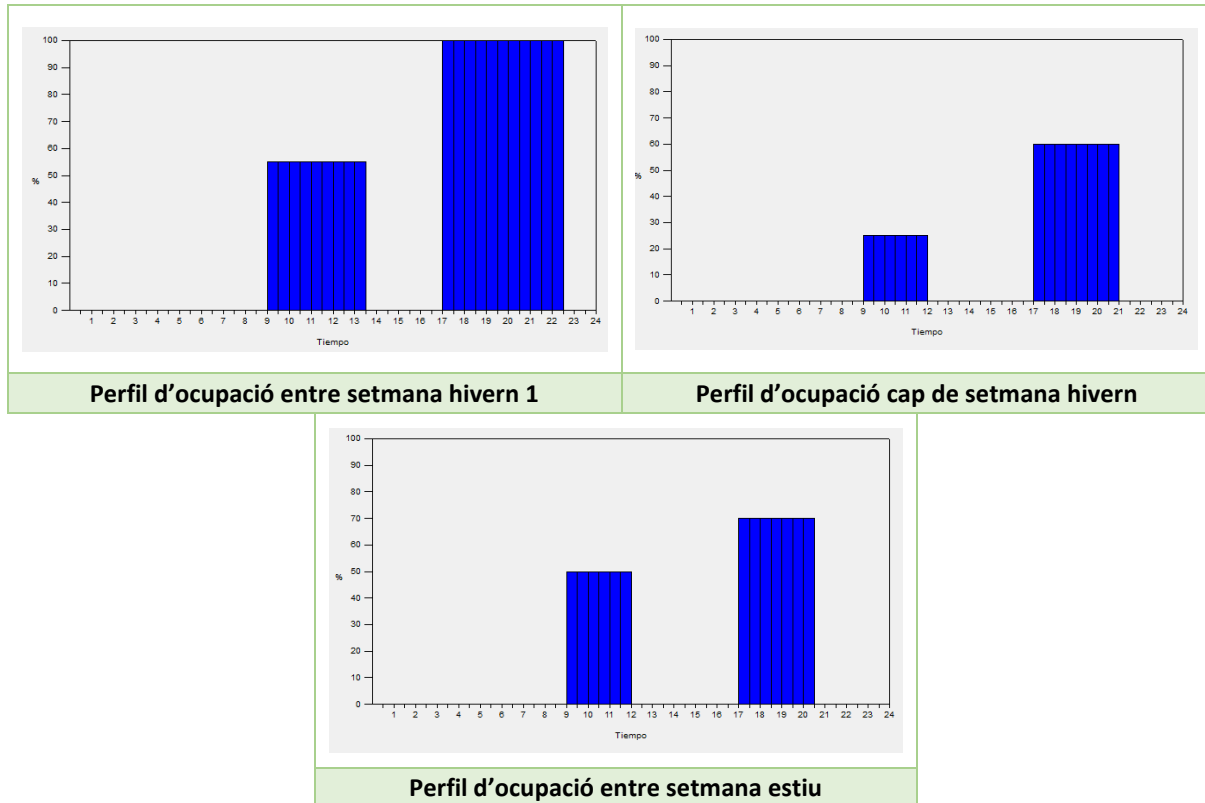
Fig 6. Plantilla activitat de la Pista del pavelló d'hoquei.

2.1.2.1 Ocupació

S'han creat diverses programacions en funció de l'horari de les activitats que es realitzen a l'edifici. A partir de la informació exposada en l'apartat 4.1.2.1 *Horari de funcionament*, hem creat els diferents perfils:

- Hivern 1 (entre setmana): activitats durant el matí i entrenaments a la tarda.
- Hivern 2 (entre setmana): entrenament a la tarda.

- Hivern (cap de setmana): competicions i partits.
- Estiu (entre setmana): entrenaments més reduïts.



2.1.2.2 Il·luminació

La programació de funcionament va lligada a la ocupació de cada zona. Per a cada zona, s'ha considerat el nivell lumínic marcat per la normativa UNE 12464.1: Norma Europea sobre la il·luminació d'interiors. Hem de tenir en compte que la il·luminació afecta en la demanda energètica de l'edifici, ja que contribueix amb escalfar la zona. La referència de mesura que es fa servir és la il·luminació mantinguda en superfícies horitzontals.

ZONA	E_m (LUX)
Pista Hoquei	300
Passadís	100
Vestuari-Bany	200
Magatzems	100

2.1.2.3 Ventilació

Al tractar-se d'edificis vells, no compleixen les condicions del CTE, per aquesta raó, només hem tingut en compte la ventilació natural i les infiltracions pels tancaments.

2.1.2.4 HVAC

Es tracta de la definició del "motor" de l'edifici. Dins aquest apartat es defineixen els següents paràmetres:

- **Ventilació mecànica:** ens ofereix la possibilitat de definir-la per zona (renovacions/hora), aire fresc mínim (per persona), aire fresc mínim (per zona) o l'aire fresc mínim (seleccionant el que sigui major; per persona o per zona). Serà controlat mitjançant una plantilla de programació.
- **Calefacció:** tal i com veurem, en aquesta finestra definirem els principals paràmetres del sistema de calefacció:
 - Combustible: podem definir el tipus de combustible utilitzat en el sistema. En el nostre cas és gas natural.
 - CoP del sistema: definim el coeficient d'operació del sistema per al càlcul del consum energètic final
 - Tipus de Calefacció: convectiva o radiant/convectiva. També podem definir la temperatura de l'aire impulsat i el nivell d'humitat de l'aire impulsat (en el cas de que sigui convectiva) o la distribució radiant (uniforme o terra, aquest últim cas ens permet definir terres radiants).
 - Programació: de la mateixa manera que en els casos anteriors, serà definida mitjançant una plantilla d'operació que serà explicada de forma detallada posteriorment.

La figura 7, correspon a la definició de l'HVAC⁴ de la zona de la pista. Tal i com es recull a l'apartat 4.2.1.2 *Sistemes de climatització Pavelló Hoquei*, la climatització de la pista es duu a terme mitjançant aerotermos, el funcionament dels quals és assimilable al dels fan coils. S'activa la calefacció i se li assigna un combustible i un rendiment del sistema. En aquest cas hem activat la ventilació natural, ja que tot sovint hi ha les finestres de les grades obertes.

Fig 7. Plantilla definició HVAC Pista d'Hoquei.

2.1.2.4.1 Consignes de Climatització

Es defineixen les següents consignes per a les zones climatitzades. Els termòstats de zona s'han programat

⁴ HVAC: Heating, Ventilating and Air Conditioning

segons les corbes d'ocupació.

- Consigna: temperatura OPERATIVA desitjada a la zona quan hi ha ocupació.
- Setback: temperatura OPERATIVA desitjada a la zona unes hores abans de l'inici de la ocupació.

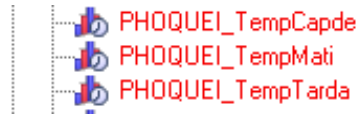
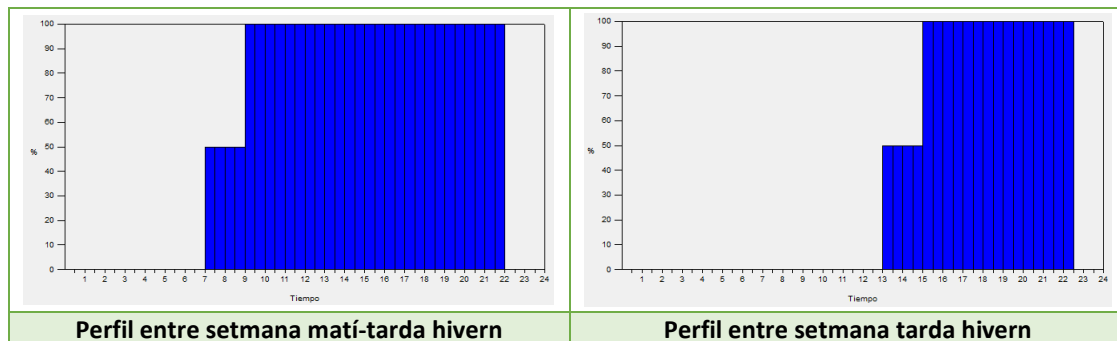


Fig 8. Plantilles creades segons consignes de temperatura

A continuació es mostren dos perfils de temperatura a tall d'exemple



Durant l'estiu la calefacció no funciona, i en aquest edifici no hi ha refrigeració.

2.1.2.4.2 Demanda ACS

Les calderes del pavelló també abasteixen d'ACS els vestidors de l'estadi municipal. Per tant tenim en compte el nombre d'usuaris de les dues instal·lacions. Partirem de les dades d'ocupació que ens ha proporcionat l'Ajuntament, amb una mitjana d'usuaris de 160 persones.

La primera suposició que es necessita realitzar per aquest càlcul és el percentatge d'usos de dutxa respecte als usos de la instal·lació. Es contempla que la gent que utilitza el pavelló, un 80% fa ús de la dutxa.

El següent pas és aproximar quina quantitat d'aigua es consumeix en un ús de dutxa. S'han consultat diversos documents^{5,6}, i finalment s'ha decidit fer el càlcul a partir de les exigències que marca el CTE HE-4, on s'indica que la demanda d'aigua de referència en unes dutxes tipus vestuari són 21 litres d'aigua a 60°C per ús.

Com hem detallat a la memòria en l'apartat 4.2.3.3 *Instal·lacions Tèrmiques existents Pavelló Hoquei*, el pavelló d'hoquei disposa d'una instal·lació solar tèrmica que data de l'any 2009. A partir de les dades preses i la memòria del projecte que ens ha proporcionat l'Ajuntament, hem utilitzat l'eina CHEQ4, per tal de calcular la cobertura

⁵ L'energia a les instal·lacions esportives, Generalitat de Catalunya.

⁶ Codi tècnic de l'edificació CTE HE-4.

solar que ens proporciona la instal·lació.

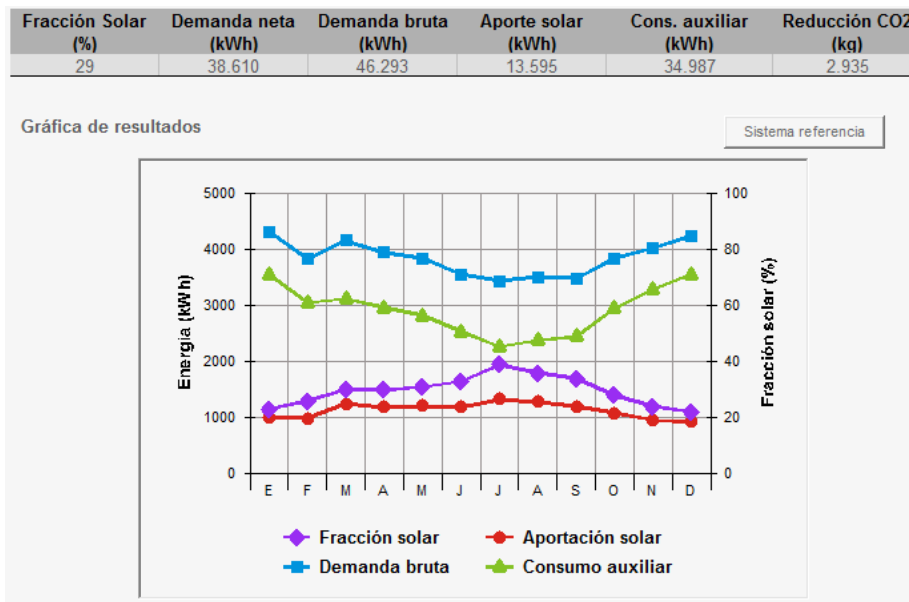


Fig 9. Resultat CHEQ4, aportació solar a l'ACS del pavelló d'Hoquei.

El CHEQ4 és una eina informàtica desenvolupada per IDAE (Institut per a la Diversificació i Estalvi de l'Energia) i ASIT (Associació Solar de la Indústria Tèrmica). Permet validar el compliment de la contribució solar mínima d'aigua calenta sanitària exigida en la secció HE4 del Codi Tècnic de l'Edificació sempre que les característiques de la instal·lació es trobin incloses en el seu rang de aplicació. És, per tant, una eina de comprovació i no de disseny. Hem de tenir en compte, que la nova eina del Ministeri, és molt més restrictiva a l'hora de fer el càlcul. Per tant ens hem basat en la demanda bruta de potència que ens proporciona el projecte de la instal·lació solar per tal d'assolir uns resultats el màxim d'acurats possible. En la figura 8 podem veure l'aportació solar a l'ACS.

Finalment assignem la demanda d'ACS, que va relacionada als m^2 de la zona on s'assigna, en aquest cas els vestidors.

Plantilla de Actividad

Plantilla

Sector

Tipo de zona

Multiplificador de zona

☒ Incluir zona en cálculos térmicos

☒ Incluir zona en cálculos de luz diurna con Radiance

Ocupación

Condiciones Metabólicas

ACS

Demanda (l/m²-día) **1.88**

Fig 10. Assignació consum ACS en la plantilla de l'HVAC

2.2 Piscina Municipal

2.2.1 Geometria

En la figura següent es mostra la geometria que s'ha dibuixat al programa per tal de simular el model de l'edifici.

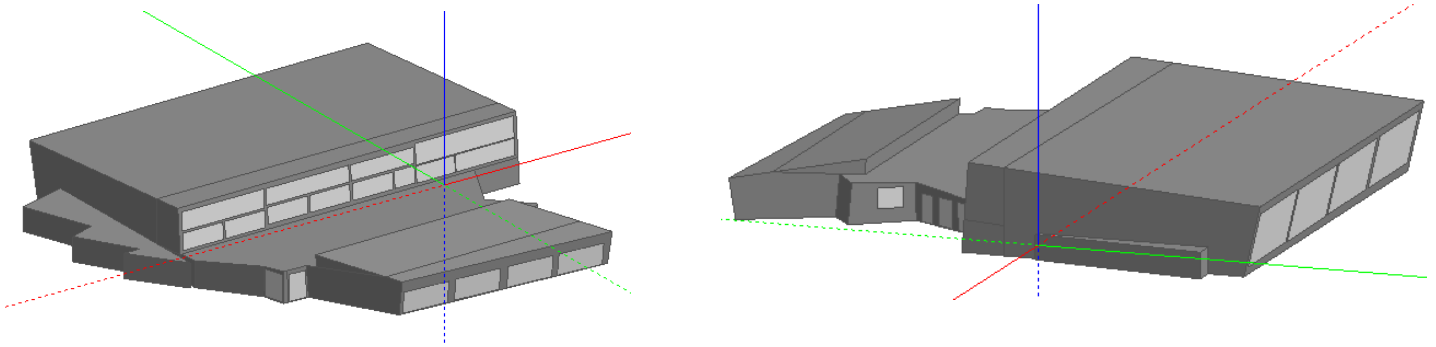






Fig 11. Edifici Piscina dins l'entorn del simulador Design Builder

2.2.1.1 Composicions

de tancaments i obertures.

Es descriuran només els tancaments exteriors, ja que són els que tenen més afectació a nivell energètic.

	
Façana	Coberta
Formigó armat $U=3,448 \text{ W/m}^2\text{K}$	Panells coberta piscina i bigues interiors $U= 0,574 \text{ W/m}^2\text{K}$
	
Finestres Grades	Vidriera piscines
Doble vidre càmera de 6 mm $U=3 \text{ W/m}^2\text{K}$	Doble vidre càmera de 12 mm $U= 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$

Plantilla de Cerramientos	
Plantilla	PISCINA
Cerramientos	
Muros exteriores	PIS_MurExt1
Muros subterráneos	PIS_MurExt2
Cubierta plana	PIS_CobertaPlana
Cubiertas inclinadas (ocupada)	PIS_CobertaInclinadaPis
Cubiertas inclinadas (sin ocupación)	Clay tiles (25mm) on air gap (20mm) on roofing felt (5mm)
Particiones (muros interiores)	115mm single leaf brick (plastered both sides)
Semi-Expuesto	
Muros semi-expuestos	115mm single leaf brick (plastered both sides)
Techos semi-expuestos	Flat roof 2000 regs
Suelos semi-expuestos	Spain Suelos exteriores (debajo de losa), Peso medio
Suelos	
Suelo sobre terreno	Insulated ground floor slab (30mm insulation + 150mm cast concrete)
Suelos exteriores	Spain Suelos exteriores (debajo de losa), Peso medio
Suelos interiores	100mm concrete slab

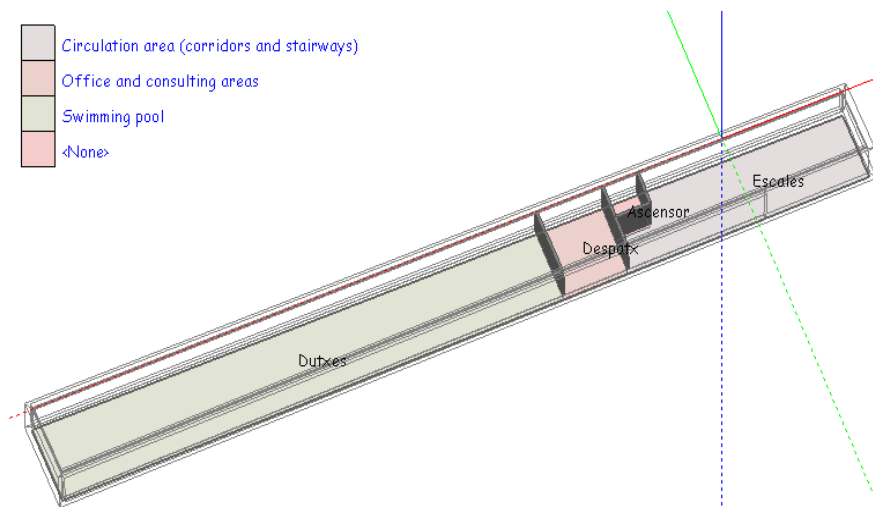
Fig 12. Plantilla tancaments Piscina.

2.2.2 Paràmetres de funcionament

Seguidament, es pot veure la divisió de les diferents zones que formen l'edifici. Cada color representa uns paràmetres de funcionament diferents, depenent de l'ús al que està destinada cada zona. Les zones principals són la planta baixa on hi ha els vestidors i passadissos

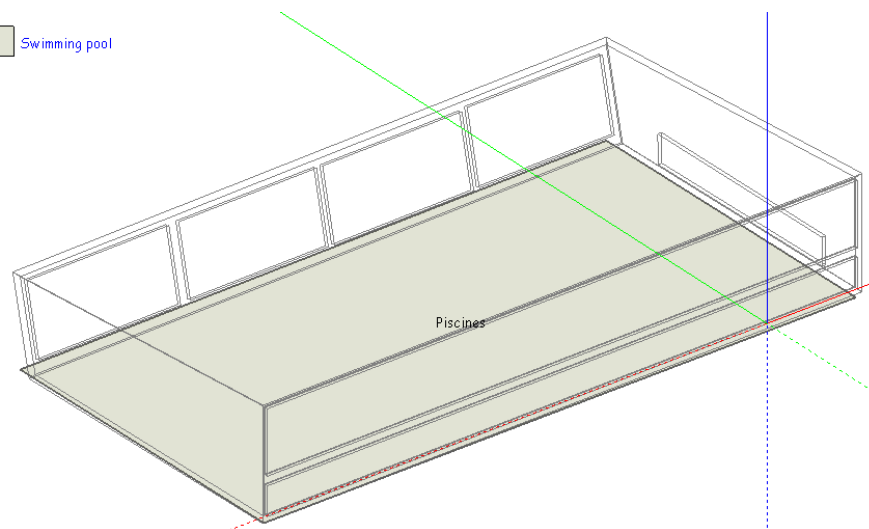
Primera Planta

- Circulation area (corridors and stairways)
- Office and consulting areas
- Swimming pool
- <None>



Zona Piscines

- Swimming pool



Planta Baixa

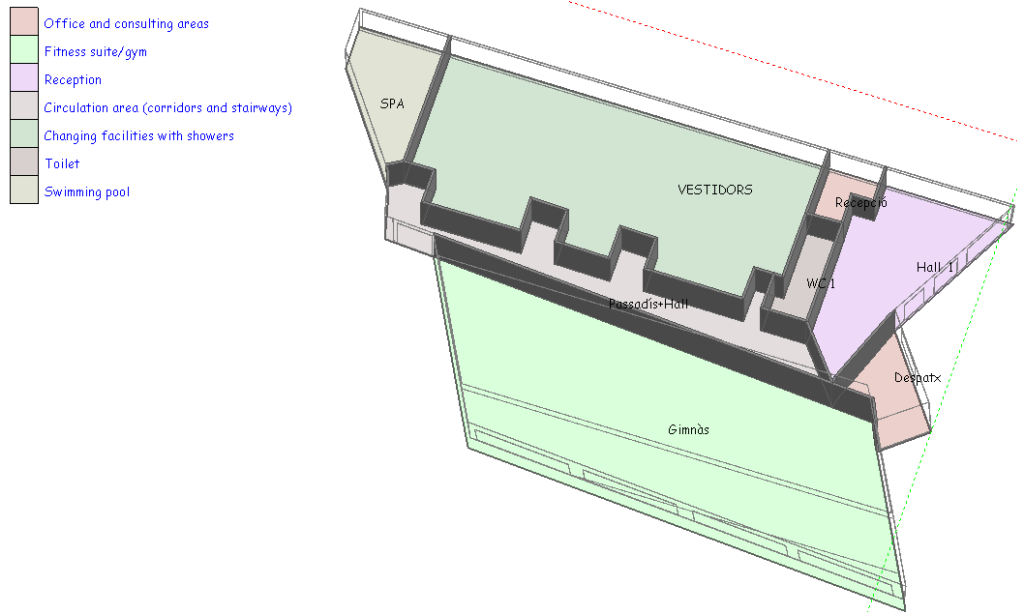


Fig 13. Diferenciació de zones segons ús.

Tal i com es pot observar en la imatge superior, hem diferenciat el usos en:

- Despatx
- Dutxes
- Hall
- Passadís
- Vestidors
- Lavabos
- Recepció
- Piscines

Tal i com podem observar en la imatge inferior la zona de les piscines té una temperatura de consigna més elevada, pel tipus d'activitat que s'hi realitza i les condicions en les quals es desenvolupa.

Fig 14. Plantilla activitat de la zona de les Piscines.

2.2.2.1 Ocupació

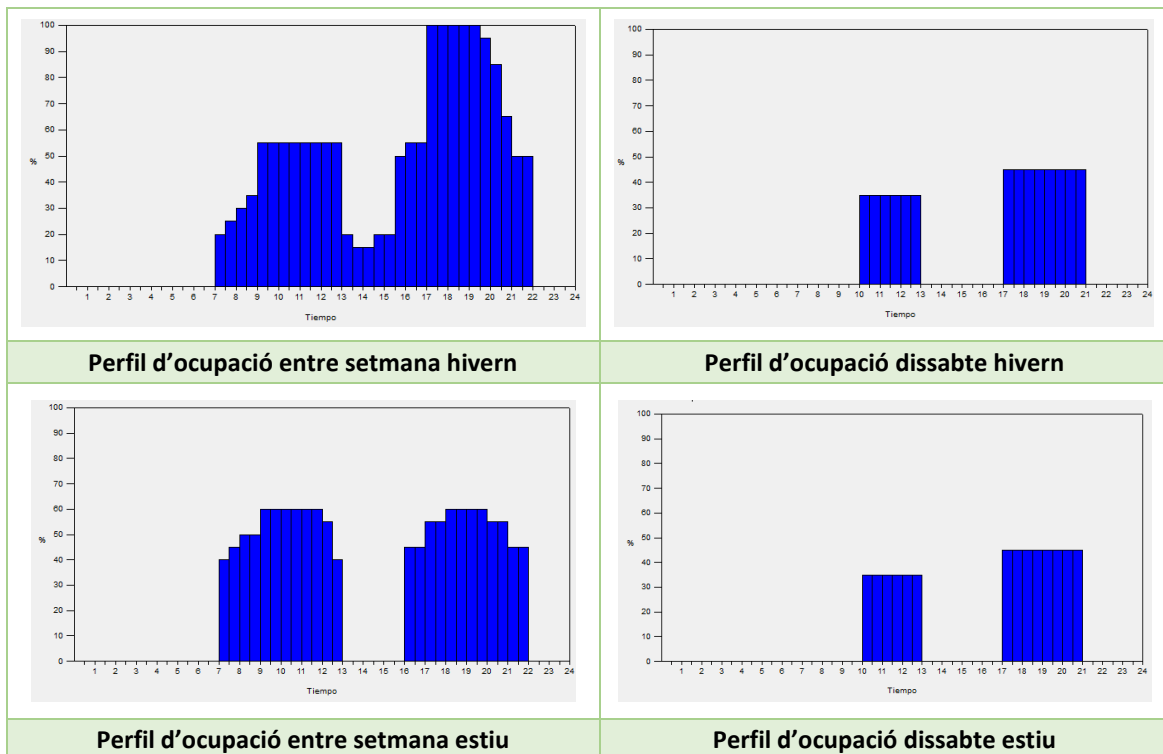
S'han creat diverses programacions en funció de l'horari de les activitats que es realitzen a l'edifici de l'ús de l'edifici. A partir de la informació exposada en l'apartat 4.1.2.1 *Horari de funcionament*, hem creat els diferents perfils: -Hivern (entre setmana): cursets dirigits durant matí i tarda i usuaris durant tot el dia.

-Hivern (dissabte): cursets al matí i usuaris durant tot el dia.

-Hivern (diumenge): usuaris durant el matí

- Estiu (entre setmana): cursets al matí i usuaris tot el dia.

- Estiu (dissabte): usuaris tot el dia.



2.2.2.2 Il·luminació

La programació de funcionament va lligada a la ocupació de cada zona. Per a cada zona, s'ha considerat el nivell lumínic marcat per la normativa UNE 12464.1: Norma Europea sobre la il·luminació d'interiors.

ZONA	E_m (LUX)
Piscina	300
Passadís	100
Vestuari-Bany	200
Magatzems	100
Recepció	300
Hall	100
Despatxos	300

2.2.2.3 Ventilació

En aquest cas, també ens trobem que l'edifici, no compleixen les condicions del CTE ja que es va construir abans que entrés en vigor. Per aquesta raó, només hem tingut en compte la ventilació natural i les infiltracions pels tancaments. Hem tingut en compte unes infiltracions constants durant tot l'any amb un valor de 0,5 renovacions/hora.

2.2.2.4 HVAC

En l'edifici de la Piscina Municipal, la zona on entrarem en detall sobre la climatització és la de l'espai de les piscines. Pel fet de les exigències tèrmiques de climatització que requereix. La figura 14 correspon a la definició de l'HVAC de la zona en qüestió, a partir de les dades recollides a l'apartat 4.2.1. *Sistemes de climatització Piscina.*

Per a la zona Piscina, s'han considerat els següents aspectes

- Una ocupació nominal màxima de la zona de 0,0679 persones per metre quadrat. Aquesta ocupació varia seguint el patró d'ocupació.
- Un sistema de calefacció tipus "VAV with HR + outside air reset + mixed mode" amb un rendiment del 75%. Aquest sistema a més a més ha de mantenir la humitat del recinte per sota del 65% durant les hores de funcionament. Aquest sistema és el que assimilem a la bomba de calor del deshumidificador detallat en l'inventari de les instal·lacions.

Plantilla HVAC	
Plantilla	VAV with HR + outside air reset + mixed mode
Ventilación Mecánica	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar	
Método de definición del aire exterior	3-Aire exterior mínimo (por área)
Funcionamiento	
Programación	PISCINA_ProgTemp
Economizador (Enfriamiento gratuito)	
Tipo	2-Diferencial de temp. de bulbo seco
Caudal máximo de aire exterior con economizador (renov...)	15,0
Recuperación de calor	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar	
Tipo de recuperación de calor	1-Sensible
Efectiv. de recup. de calor sensible	0,700
Efectiv. de recup. de calor latente	0,650
Energía Auxiliar	
Calefacción	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar	
Combustible	2-Gas natural
CoP del sistema de calefacción	0,8
Tipo	
Funcionamiento	
Programación	PISCINA_ProgTemp

Fig 15. Plantilla definició HVAC Piscines.

Hem tingut en compte la fracció de calor que es perd per evaporació, i que ens permet recuperar el deshumidificador. Per fer-ho, el programa per a piscines de Sedical, ens ha permès calcular de manera desglossada les diferents pèrdues tèrmiques, detallades a la següent taula. Sabem que el rendiment de recuperació del deshumidificador és del 85%, tal i com mostra la figura 18 de la memòria. Prenem el valor mitjà de les pèrdues per evaporació ja que són les pèrdues mitjanes durant el dia, ponderant les hores de màxima

ocupació diürnes i les nocturnes sense ocupació. Hi li apliquem el rendiment i ho dividim per la superfície total de la zona de piscines, que aproximadament és d'uns 1200 m².

Pèrdues	Totals (W)
Evaporació	76.059
Radiació	3.647
Convecció	-250
Renovació	24.734
Transmissió	16.091

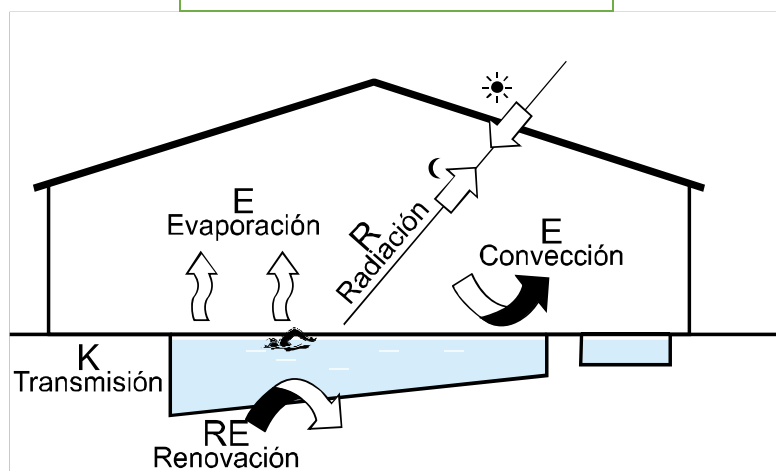


Fig 16. Pèrdues tèrmiques piscines.

Aquesta potència calorífica que ens permet recuperar, la tindrem en compte a la pestanya activitat com un guany de calor residual. Tal i com es mostra en la figura 13, introduïm un guany de calor 100% latent de 53,88 W/m² \approx **54 W/m²** constant.

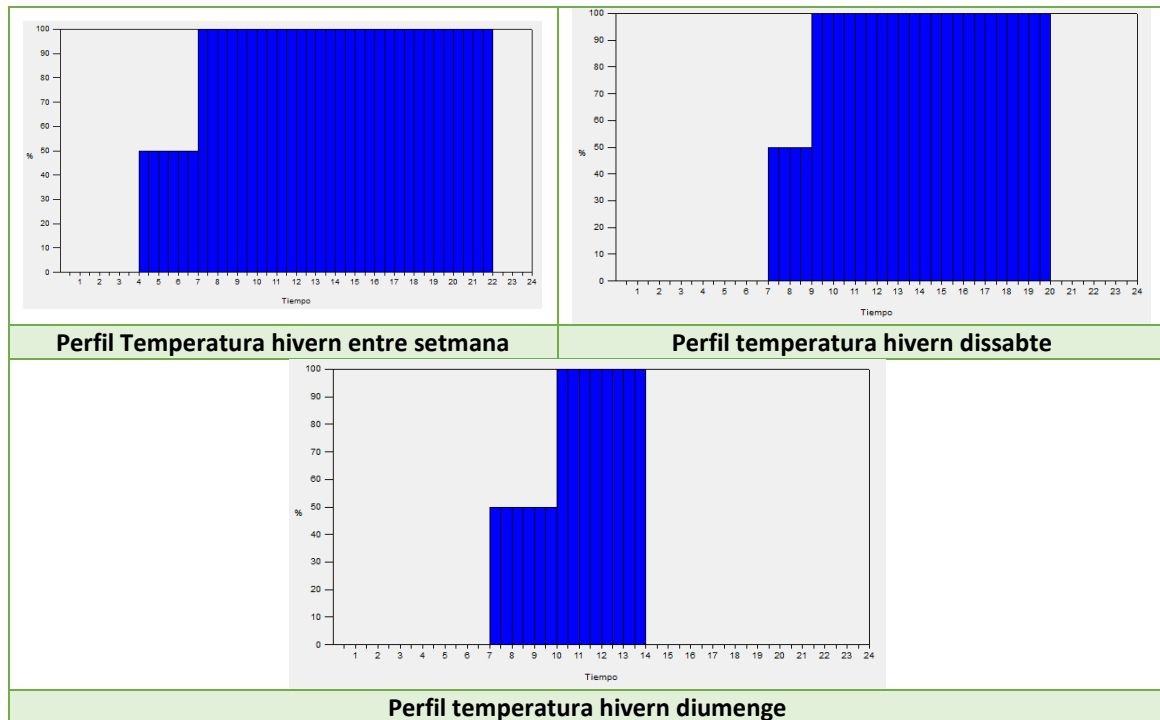
Fig 17. Definició calor residual Piscines.

2.2.2.4.1 Consignes de Climatització

Es defineixen les següents consignes per a les zones climatitzades. Els termòstats de zona s'han programat segons les corbes d'ocupació.

-Consigna: temperatura OPERATIVA desitjada a la zona quan hi ha ocupació.

-Setback: temperatura OPERATIVA desitjada a la zona unes hores abans de l'inici de la ocupació (evitant així pics de potència i millorant el confort de la zona a les primeres hores de l'activitat)



Durant l'estiu la calefacció no funciona, i en aquest edifici no hi ha refrigeració.

A caire d'exemple, es pot veure la programació de temperatura que s'ha fet servir per la piscina durant l'hivern.

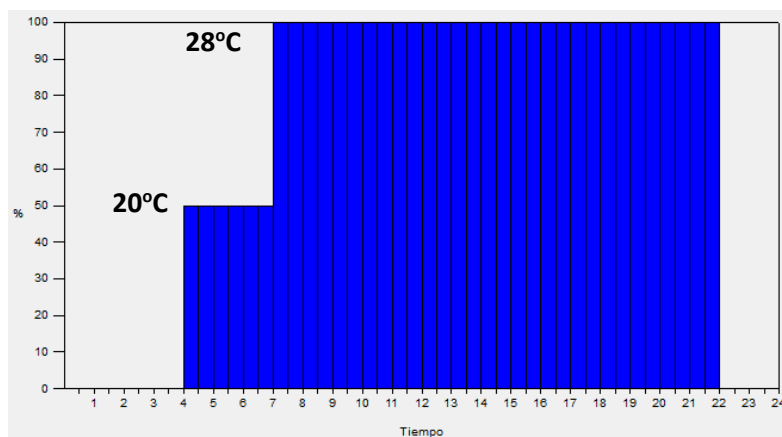


Fig 18. Programació de temperatura

Com es pot veure en la figura superior, es programa el funcionament de la calefacció perquè s'activi a 20°C tres hores abans de la obertura, d'aquesta manera, el salt tèrmic es redueix.

2.2.2.5 Demanda ACS

Com hem detallat a la memòria en l'apartat 4.2.1.1 *Instal·lacions Tèrmiques existents Piscina*, disposen d'una instal·lació solar tèrmica destinada a la producció d'ACS. A partir de les dades preses i la memòria del projecte

que ens ha proporcionat l'Ajuntament, hem utilitzat l'eina CHEQ4, per tal de calcular la cobertura solar que ens proporciona la instal·lació.

Segons les dades que ens ha proporcionat l'Ajuntament, estimem un nombre mitjà d'usuaris de 365/dia. En aquest cas, per les condicions de l'activitat que s'hi realitza, considerarem que tots els usuaris fan ús de les dutxes.

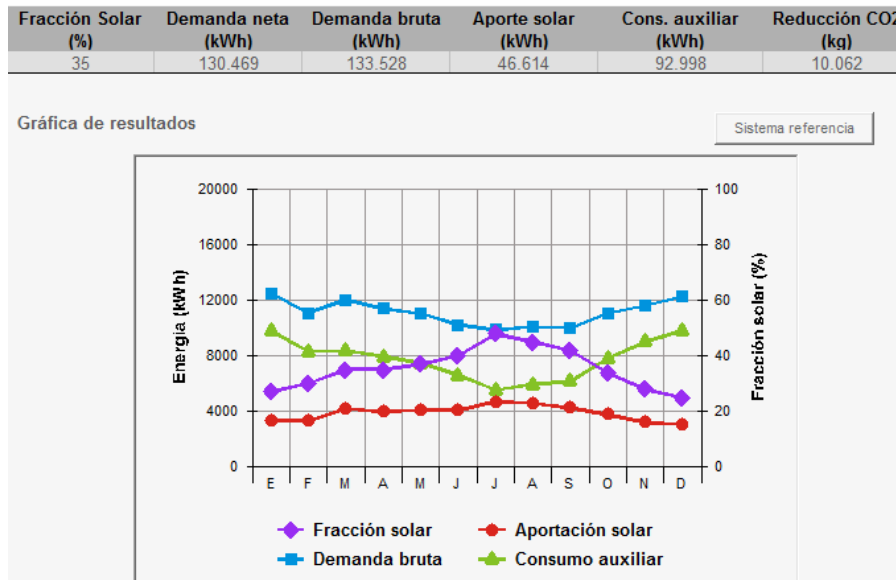


Fig 19. Captura CHEQ4, aportació solar a l'ACS de la Piscina.

Tenint en compte la fracció solar de cobertura, podem considerar un consum de 4.745 litres/dia.

2.3 Poliesportiu Municipal

2.3.1 Geometria

En la figura següent es mostra la geometria que s'ha dibuixat al programa per tal de simular el model de l'edifici.

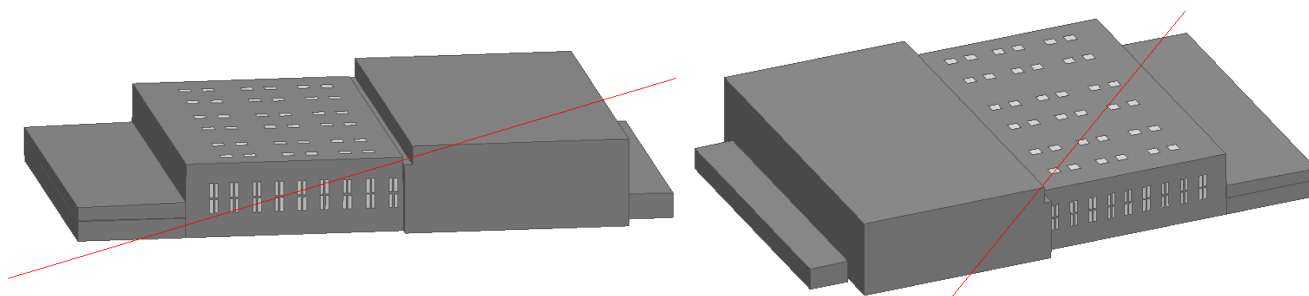






Fig 20. Edifici Pavelló dins l'entorn del simulador Design Builder

2.3.1.1 Composicions de tancaments i obertures.

Es descriuran només els tancaments exteriors, ja que són els que tenen més afectació a nivell energètic.

 <p>300,00mm BH convencional espesor 300 mm</p>	 <p>20,00mm Azulejo cerámico</p> <p>10,00mm Betún fieltro o láminas</p> <p>10,00mm Aluminio</p>
<p>Façana</p>	<p>Coberta</p>
<p>Blocs de formigó $U=2,32 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>	<p>Planxa d'alumini Acabat superficial amb rajola o grava $U=5,07 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>
	
<p>Finestres Pista</p>	<p>Claraboia pista</p>
<p>Vidre monolític $U= 5,55 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>	<p>Polimetacrilat de metilè $U= 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$</p>

Com es pot veure en la Figura 21, en el nostre cas s'ha utilitzat una plantilla on s'han definit els diferents tancaments que formen l'embolcall tèrmic de l'edifici. Dins aquesta plantilla també podrem definir l'infiltració dels tancaments (renov/hora).

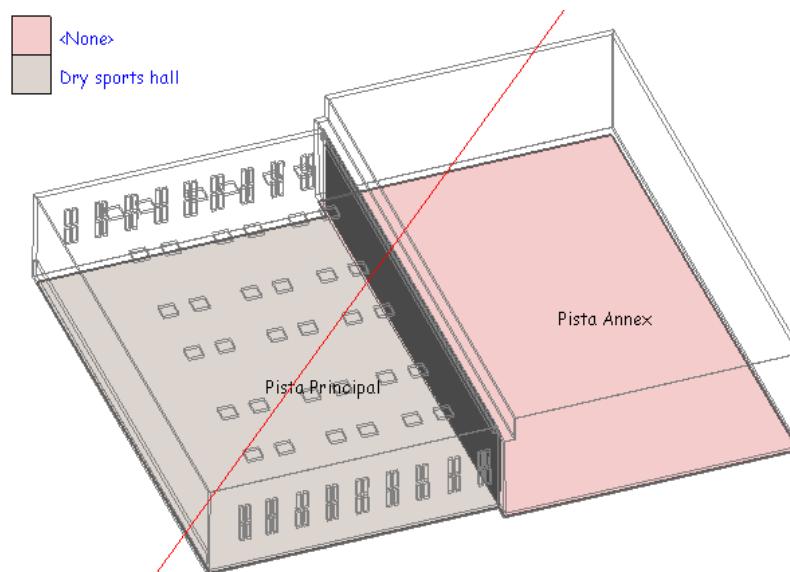
Plantilla de Cerramientos	
Plantilla	PAVELLO
Cerramientos	
Muros exteriores	PAVE_MurExt
Muros subterráneos	PAVE_MurExt
Cubierta plana	PAVE_Coberta2
Cubiertas inclinadas (ocupada)	Spain Cubierta inclinada, Peso medio
Cubiertas inclinadas (sin ocupación)	Clay tiles (25mm) on air gap (20mm) on roofing felt (5mm)
Particiones (muros interiores)	PAVE_Erva
Semi-Expuesto	
Muros semi-expuestos	115mm single leaf brick (plastered both sides)
Techos semi-expuestos	Flat roof 2000 regs
Suelos semi-expuestos	Spain Suelos exteriores (debajo de losa), Peso medio
Suelos	
Suelo sobre terreno	Insulated ground floor slab (30mm insulation + 150mm cast concrete)
Suelos exteriores	Spain Suelos exteriores (debajo de losa), Peso medio
Suelos interiores	100mm concrete slab

Fig 21. Plantilla tancaments Pavelló.

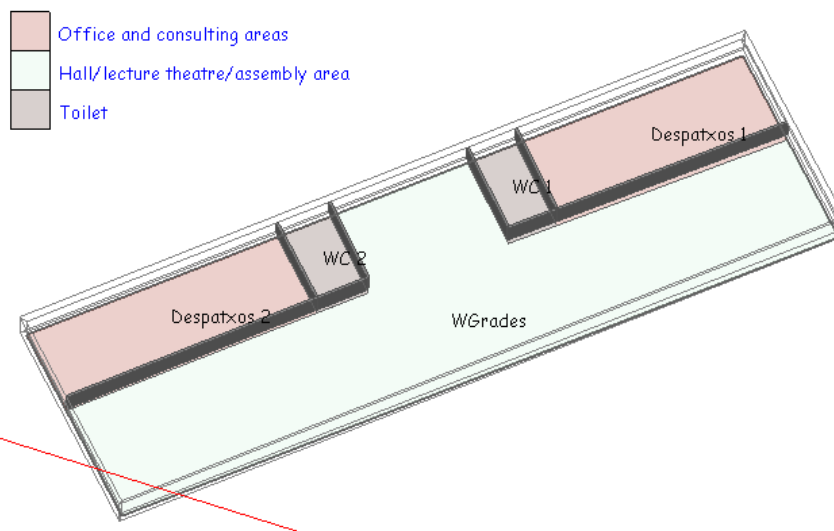
2.3.2 Paràmetres de funcionament

Seguidament, es pot veure la divisió de les diferents zones que formen l'edifici. Cada color representa uns paràmetres de funcionament diferents, depenent de l'ús al que està destinada cada zona.

Pistes Esportives



Grades i despatxos



Vestidors i magatzems

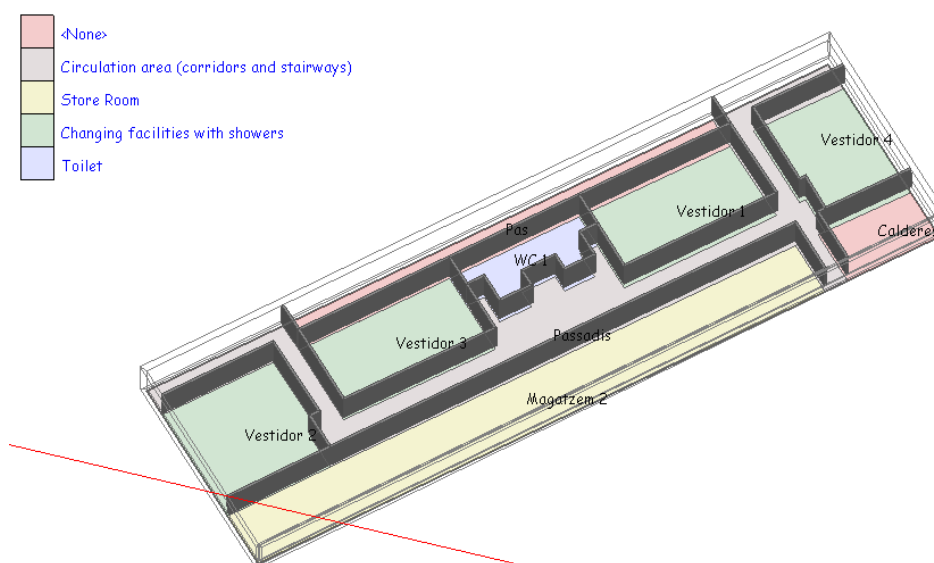


Fig 22. Diferenciació de zones segons ús.

Tal i com es pot observar en la imatge superior, hem diferenciat el usos en:

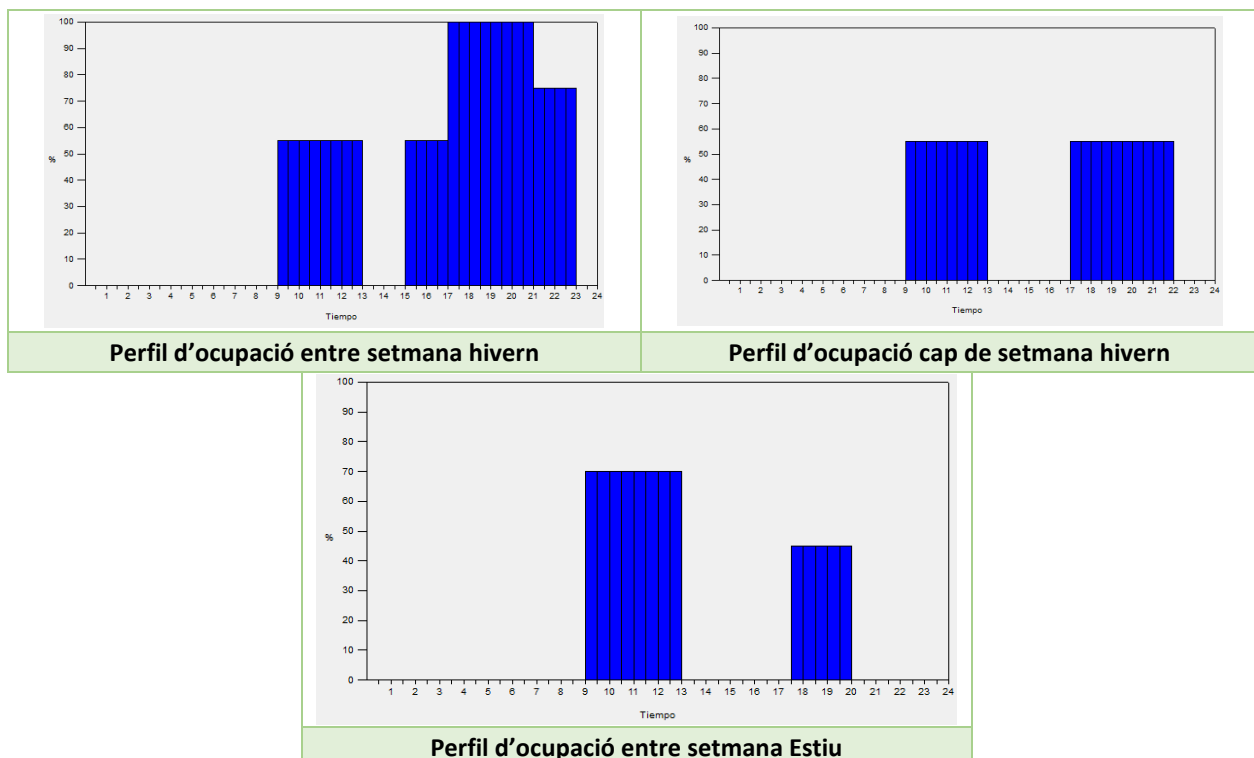
- Pista
- Grades
- Vestidors
- WC
- Despatxos
- Magatzems
- Pista Principal

Fig 23. Plantilla activitat de la zona de les Pistes.

2.3.2.1 Ocupació

S'han creat diverses programacions en funció de l'horari de les activitats que es realitzen a l'edifici de l'ús de l'edifici. A partir de la informació exposada en l'apartat 4.1.3.1 *Horari de funcionament*, hem creat els diferents perfils:

- Hivern (entre setmana):esport escoles durant matí i entrenaments esports tarda i vespre.
- Hivern (cap de setmana): partits matí i tarda.
- Estiu (Juliol): campus esports al matí i entrenaments tarda.
- Estiu (Agost): entrenaments tarda.



2.3.2.2 Il·luminació

La programació de funcionament va lligada a la ocupació de cada zona. Per a cada zona, s'ha considerat el nivell lumínic marcat per la normativa UNE 12464.1: Norma Europea sobre la il·luminació d'interiors. Hem de tenir en compte que la il·luminació afecta en la demanda energètica de l'edifici, ja que contribueix amb escalfar la zona. La referència de mesura que es fa servir és la il·luminació mantinguda en superfícies horitzontals.

ZONA	E _m (LUX)
Pista Multiesports	300
Passadís	100
Vestuari-Bany	200
Magatzems	100
Oficines	300
Grades	200

En la figura 24, podem observar la definició del nivell d'il·luminació de la pista multiesports.

Iluminación	
Nivel mínimo de Iluminancia (lux)	300
Dens. de iluminación de tarea y acento (W/m ²)	0

Fig 24. Subapartat d'il·luminació d'ela plantilla d'activitat.

2.3.2.3 Ventilació

En aquest cas, també ens trobem que l'edifici, no compleixen les condicions del CTE. Per tant, també hem tingut en compte la ventilació natural i les infiltracions pels tancaments. Hem assignat unes infiltracions constants durant tot l'any amb un valor de 0,7 renovacions/hora. Ja que els tancaments no són gaire estancs.

2.3.2.4 HVAC

La zona que prendrem coma referència és l'espai de les pistes multiesport. La figura 14 correspon a la definició de l'HVAC de la zona en qüestió, a partir de les dades recollides a l'apartat 4.2.1.3 *Sistemes de climatització Pavelló Poliesportiu*.

Plantilla HVAC

Plantilla Fan-coil PAVELLO

Ventilación Mecánica

Energía Auxiliar

Calefacción

☒ Activar

Combustible 2-Gas natural

CoP del sistema de calefacción 0.700

Tipo

Funcionamiento

Programación Pav_ProgTemp

Refrigeración

Consignas de Humedad Relativa

ACS

Ventilación natural

☒ Activar

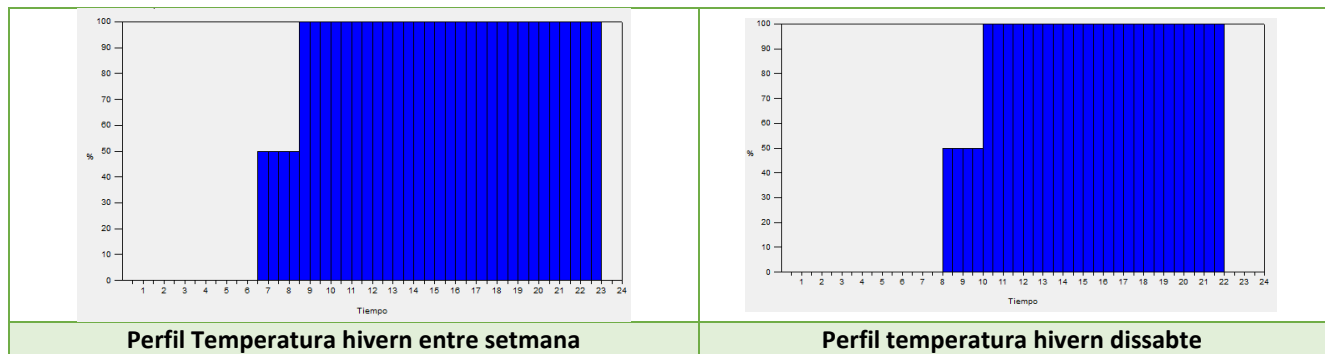
Método de definición del aire exterior 1-Por zona

Aire exterior (renov/h) 1,000

Fig 25. Plantilla definició HVAC pista.

En la figura inferior correspon a la definició de l'HVAC⁷ de la zona de la pista. Tal i com es recull a l'apartat 4.2.1.3 *Sistemes de climatització Pavelló Poliesportiu*, la climatització de la pista es duu a terme mitjançant aerotermos, el funcionament dels quals és assimilable al dels fan coils. En aquest cas hem activat la ventilació natural, ja que tot sovint hi ha les portes d'emergència obertes.

2.3.2.4.1 Consignes de Climatització



Durant l'estiu la calefacció no funciona, i en aquest edifici no hi ha refrigeració.

2.3.2.5 Demanda ACS

Com hem detallat a la memòria en l'apartat 4.2.3.3 *Instal·lacions Tèrmiques existents Pavelló Poliesportiu*, el pavelló disposa d'una instal·lació solar tèrmica que data de l'any 2009. A partir de les dades preses i la memòria del projecte que ens ha proporcionat l'Ajuntament, hem utilitzat l'eina CHEQ4, per tal de calcular la cobertura solar que ens proporciona la instal·lació.

A partir de les dades que ens ha proporcionat l'Ajuntament, considerarem una mitjana de 100 usuaris/dia. Que correspondria a uns 2.000 litres diaris. Com podem veure en la captura inferior, la fracció solar aportada per les plaques tèrmiques és molt representativa, per tant queda pràcticament coberta i només caldran escalfar 420 litres diaris.

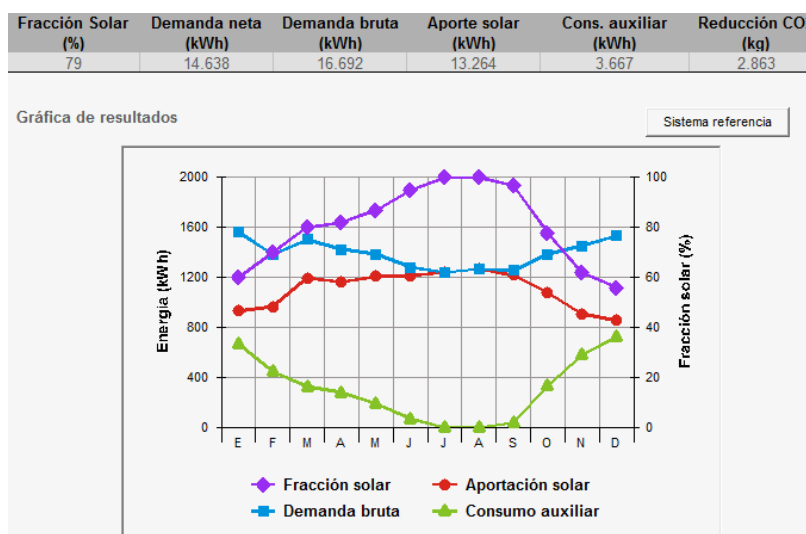


Fig 26. Captura CHEQ4, aportació solar a l'ACS del pavelló.

⁷ HVAC: Heating, Ventilating and Air Conditioning

3 SIMULACIÓ ENERGÈTICA

Per tal de fer la simulació, s'han considerat tots els paràmetres detallats anteriorment. A l'hora de fer la simulació el programa Design Builder, utilitza un potent motor de càlcul anomenat **EnergyPlus**. És un programa de simulació tèrmica i energètica d'edificis desenvolupat pel DOE (*Department of Energy*, dels Estats Units) amb el qual es poden fer estudis de demanda i consum energètic.

3.1 Verificació del model

En aquest cas hem realitzat una simulació anual, per tal de saber el combustible total gastat.

	Real	Simulació	Error
Consum combustible	1.703.050 kW	1.477.795 kW	13,22%

Amb un error del 13,22%, donarem el model per vàlid, ja que alguna dada introduïda pot diferir lleugerament de la realitat. Hem de tenir en compte que hi ha molts paràmetres per definir i al tractar-se d'edificis ja construïts i relativament antics, en algun cas s'han realitzat aproximacions.

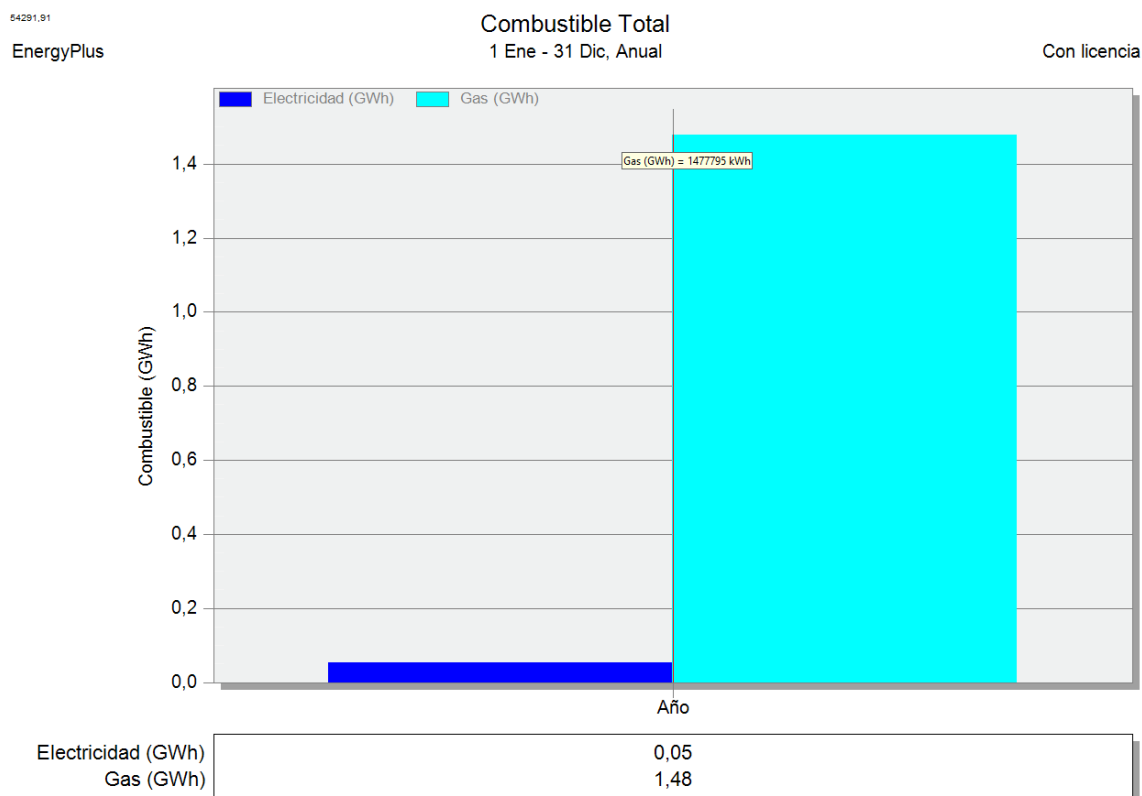


Fig 27. Captura consum total anual de combustible

En el gràfic inferior podem veure el consum de combustible desglossat, cal destacar la baixa despesa de gas destinat a escalfar ACS. Aquest fet és degut a que bona part de l'energia tèrmica, és subministrada per les diferents instal·lacions solars tèrmiques.

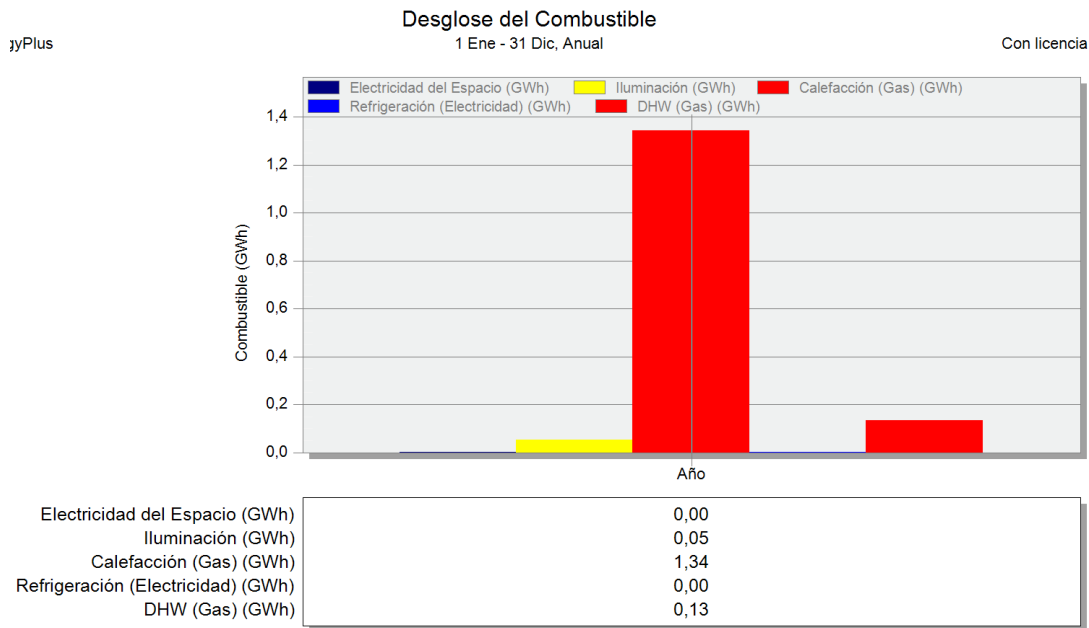


Fig 28. Captura consum anual de combustible desglosat.

3.2 Càlculs de càrregues:

A l'hora realitzar els càlculs amb el programa, hem de diferenciar dues opcions la de disseny de calefacció i la simulació. La fiabilitat d'aquest càlcul es troba en un percentil entorn del 99,6% i el 99% en el cas de disseny de calefacció. Per tant les dades cobreixen el 99,6% de mesures extremes registrades durant els últims anys. Dit amb altres paraules, la possibilitat que es donin condicions climàtiques més rigoroses que les especificades és de l'1%.

- Disseny de calefacció: és un càlcul estacionari en el qual no es tenen en compte les activitats que afavoreixen la climatització de l'edifici. No es consideren guanys solars ni interns. És un cas extremadament desfavorable, i es fa servir per dimensionar el sistema de calefacció. Per tal que sigui capaç de cobrir les càrregues per calefactar l'edifici. ...). Tampoc es té en compte l'ús continuat de l'edifici durant els dies de la setmana (inèrcia tèrmica)
- Simulació: es tenen en compte tots els sistemes definits amb les programacions assignades a cadascun. Tenint en compte els guanys de calor produïts per l'ocupació, la radiació solar i la calor sensible de cada zona; aportada pels diferents sistemes de climatització.

El programa també ens deixa escollir quin valor de temperatura prendrà per tal de fer el càlcul. Hem de diferenciar dos casos:

- Temperatura de l'aire: on el sistema a condicionar la zona fins que la temperatura mitjana de l'aire assoleix la consigna especificada.
- Temperatura operativa: el sistema condicionar la zona fins que la temperatura operativa assoleix la consigna donada. La temperatura operativa és el promig de la temperatura mitjana de l'aire i la temperatura radiant mitjana. On es pren un valor de la fracció radiant del 0,5.

En el nostre cas hem escollit la temperatura de l'aire, ja que ens permet donar uns resultats més ajustats a la realitat sense sobredimensionar l'escalfament que es duu a terme en les diferents zones.

3.2.1 Pavelló hoquei

Zona	Temperatura Confort (°C)	Pèrdues Calor Règim Estacionari (kW)	Capacitat Disseny (kW)	Superfície (m²)	Rati (W/m²)
Vestidors	22	6,22	7,77	99,65	77,973
Passadís	21	9,87	12,34	88,7	139,121
Pista	16	211,81	264,76	1000	264,760

Taula 27. Disseny calefacció Pavelló d'Hoquei

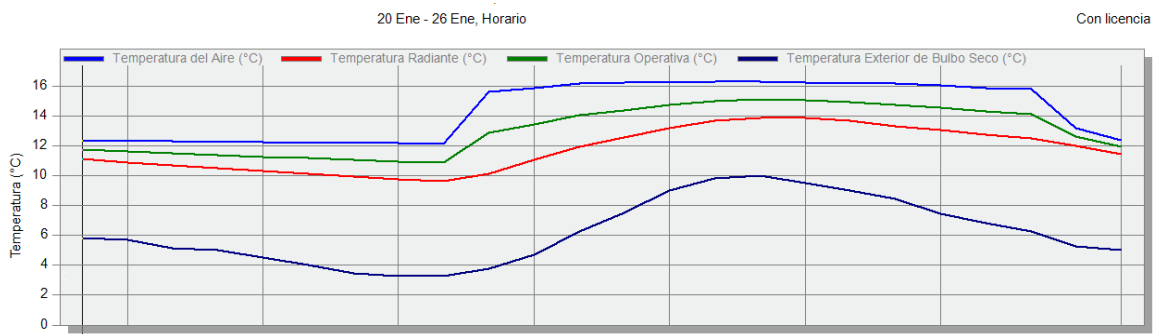


Fig 29. Temperatures pista Hoquei

A caire d'exemple de la metodologia de càlcul, s'adjunten els resultats del càlcul de càrregues del Pavelló d'Hoquei.

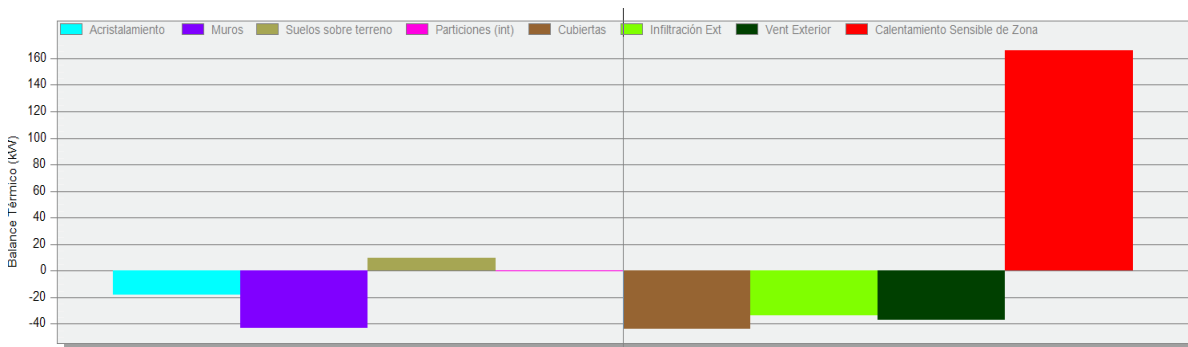


Fig 30. Pèrdues de calor durant del dia de disseny d'hivern del pavelló d'Hoquei

Per a la mateixa zona, es poden veure els guanys interns (ventilació, ocupació, il·luminació, guanys solars)

En la figura 30, podem observar els guanys interns durant la setmana crítica. Podem veure que la tendència de la gràfica és repeteix, per tant té el comportament esperat en aquest cas.

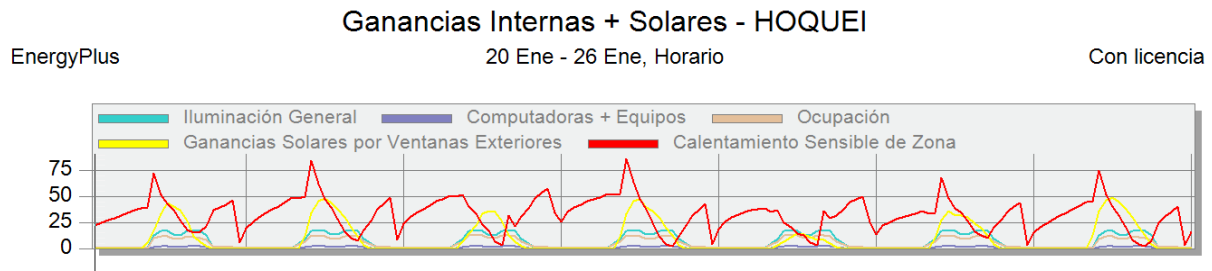


Fig 31. Captura dels guanys interns durant la setmana crítica.

En la imatge inferior, podem veure el detall dels guanys interns d'un dia concret. Observem que el guany principal és el que provoca la calefacció. Seguidament els guanys solars també tenen un paper destacat. En darrer lloc també hi ha una aportació més petita per part de la il·luminació i l'ocupació.

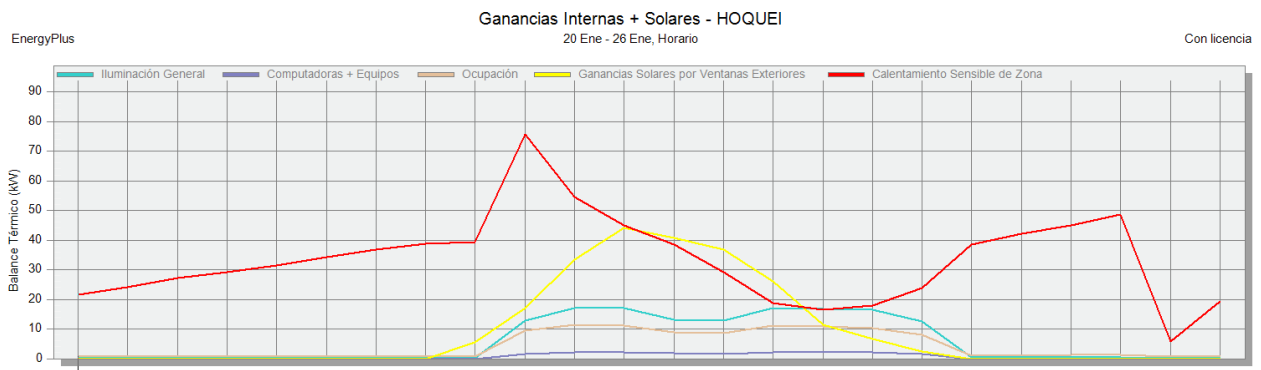


Fig 32. Simulació Energètica d'un dia concret: Guanys de calor

3.2.2 Piscina

Zona	Temperatura Confort (°C)	Pèrdues Calor Règim Estacionari (kW)	Capacitat Disseny (kW)	Superfície (m²)	Rati (W/m²)
Despatx	21	1,41	1,76	14	125,714
Dutxes	28	20,89	26,12	113	231,150
Hall	20	10,33	12,91	69	187,101
Passadís	20	13,05	16,31	82	198,902
Vestidors	22	30,94	38,67	257	150,467
WC 1	20	3,09	3,86	15	257,333
Recepció	21	1,37	1,72	12	143,333
Piscines	28	250,3	312,5	1050	327,6

Taula 28. Disseny calefacció Piscina

Menysprearem el valor del ratio de la zona de piscines, ja que tal i com hem comentat en el càlcul estàtic no es

té en compte les pèrdues tèrmiques de la piscina.

A caire d'exemple de la metodologia de càlcul, s'adjunten els resultats del càlcul de càrregues de la Piscina Municipal. Tal i com podem veure en la figura inferior, la temperatura de consigna es correspon a l'assignada de 28°C, per tant té el funcionament adequat.

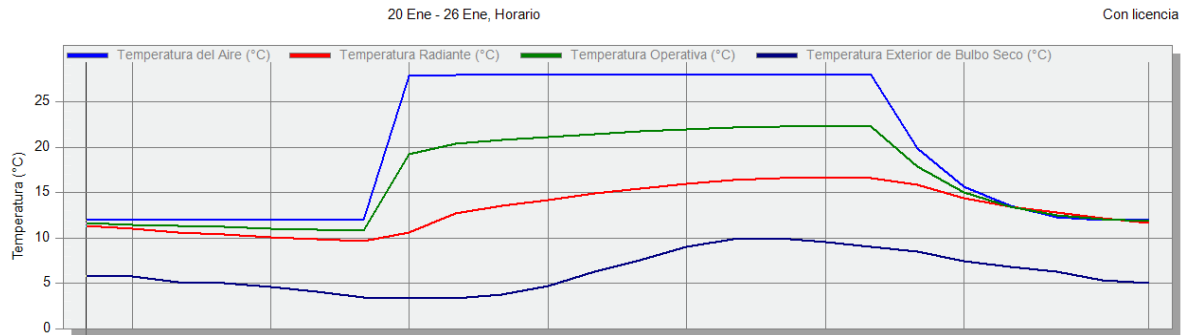


Fig 33. Temperatura piscines

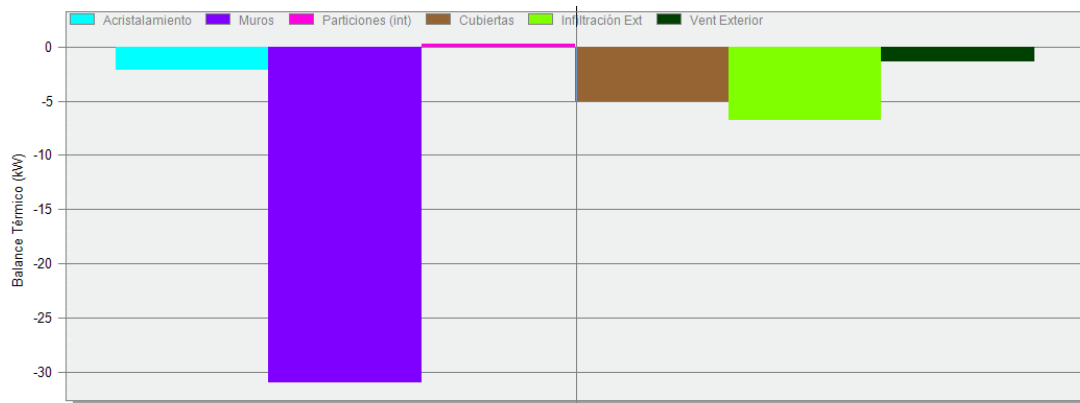


Fig 34. Pèrdues de calor durant del dia de disseny d'hivern de la zona Planta Baixa de la Piscina

Com podem veure en la figura superior les pèrdues més destacades venen donades per les infiltracions dels murs. Cal tenir en compte que no existeix cap mena d'aïllament en les parets de formigó armat que formen l'estructura de la piscina.

3.2.3 Pavelló Poliesportiu

Zona	Temperatura Confort (°C)	Pèrdues Calor Règim Estacionari (kW)	Capacitat Disseny (kW)	Superfície (m²)	Rati (W/m²)
Vestidor 4	22	6,48	8,11	47	172,553
Vestidor 3	22	7,16	8,95	54,7	163,620
Vestidor 1	21	6,86	8,57	55	155,818
Vestidor 2	22	7,47	9,34	56	166,786
WGrades	19	6,77	8,46	396	21,364
Pista Principal	16	55,42	69,28	255	271,686

A tall d'exemple es mostren les gràfiques de temperatura i de pèrdues tèrmiques d'un dels vestidors del pavelló.

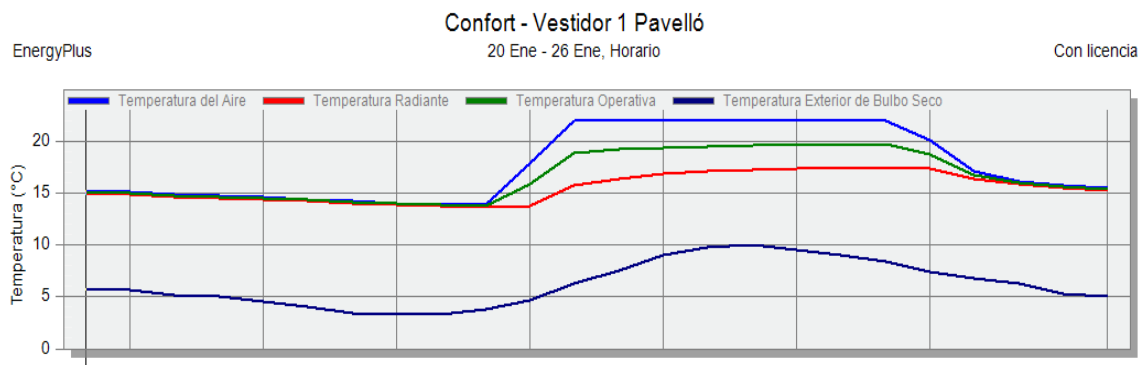


Fig 35. Temperatures vestidors



Fig 36. Pèrdues de calor durant del dia de disseny d'hivern d'una zona de vestidors

3.3 Resultats

Quan hem realitzat la simulació, hem escollit l'opció de la setmana extrema d'hivern. En aquest cas el programa escull la setmana de rigorós hivern amb les temperatures més crítiques del registre.

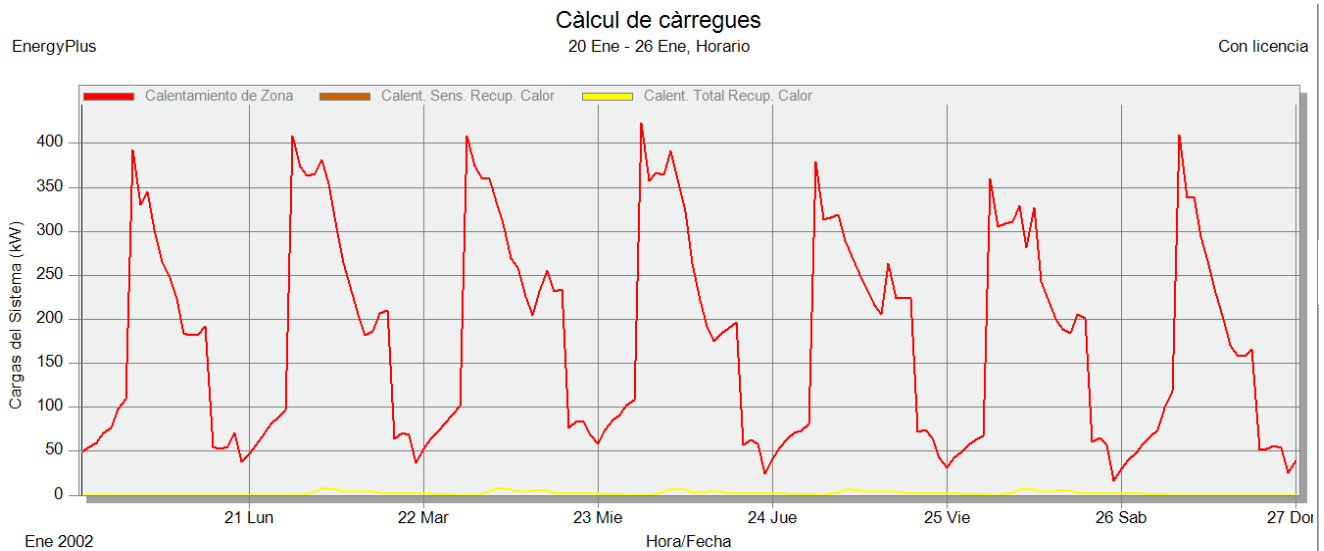


Fig 37. Captura de la setmana crítica de disseny.

Dia crític

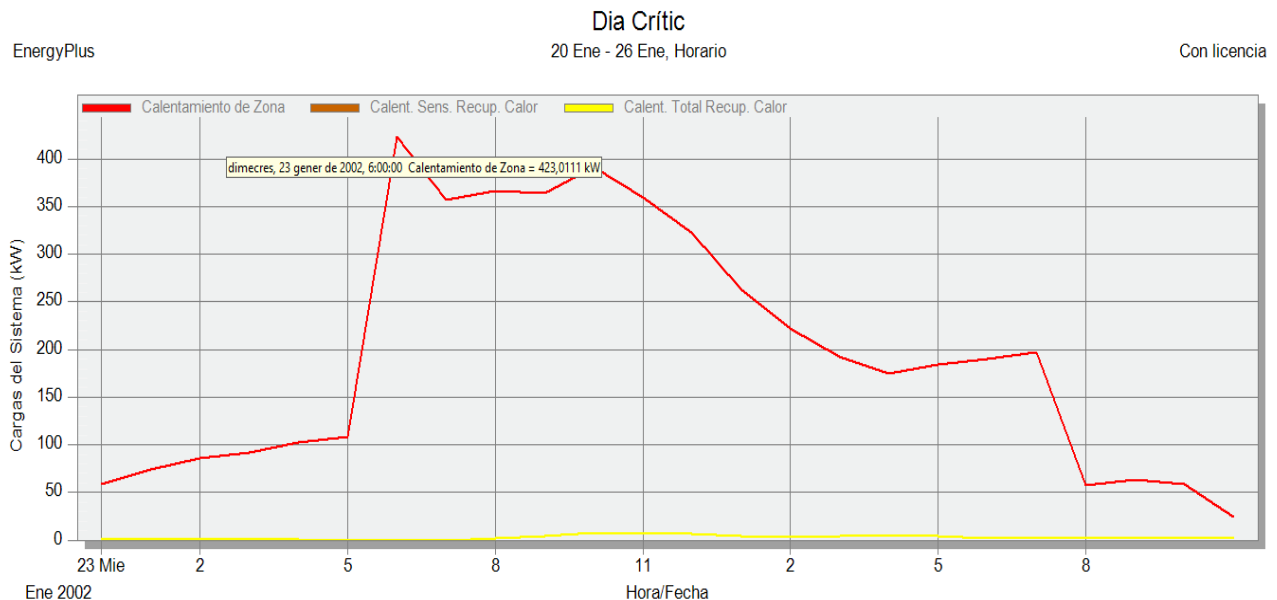


Fig 38. Detall dia més crític de la setmana de disseny

Es pot apreciar que el valor màxim de la demanda tèrmica conjunta dels tres edificis, és d'uns **423 kW**.

ANNEX · 2

CÀLCULS

1 Bescanviadors de plaques

1.1 Potència tèrmica a subministrar

Un cop hem realitzat la simulació, hem obtingut unes potències tèrmiques a subministrar durant el dia crític, per cada edifici. En funció d'aquests valors màxims, procedirem a dimensionar els intercanviadors de calor.

1.2 Demandes tèrmiques

Després d'obtenir les demanes tèrmiques del dia crític de cada edifici mitjançant la simulació, les introduïrem al programa de Sedical que ens permetrà dimensionar l'intercanviador de calor.

	Potència demandada (kW)	Cabal necessari m ³ /h
Pavelló Hoquei	142,32	6,2433
Piscina Municipal	442,07	19,433
Pavelló Municipal	154,81	6,771

Tal i com podem veure a la figura inferior, el programa de dimensionament de plaques de Sedical; a partir de la potència de l'intercanvi calcula el cabal necessari a subministrar per tal d'aconseguir la potència tèrmica desitjada. En la nostra instal·lació tenim tres bescanviadors de plaques que treballen en paral·lel, per tant haurem de sumar els tres cabals per saber el cabal total que haurà de subministrar la nostra bomba.

	Primario	Secundario
Potencia de intercambio	142,32 kW	
Fluido	Agua	Agua
Temperatura entrada	80.00 °C	45.00 °C
Temperatura salida	60.00 °C	60.00 °C
Perdida de carga maxima	50.00 kPa	50.00 kPa
Caudal	6243.3 l/h	8263.5 l/h
Presion maxima de diseño	10 bar	
Temperatura máxima de diseño	100 °C	
Sobredimensionamiento	10.00 %	

Fig 1 Captura programa Sedical dimensionament intercanviadors

A continuació es mostren les fitxes tècniques dels bescanviadors escollits mitjançant el programa de Sedical.

1.2.1 Bescanviador de plaques Pavelló Hoquei



SEDICAL - Intercambiador de placas UFPB-41 / 40 H - B - PN26

Datos Generales		Caliente	Frio
Fluido		Aqua	Aqua
Potencia de intercambio	kW	142.0	
Caudal	l/h	6243.3	8263.5
Temperatura entrada	°C	80.0	45.0
Temperatura salida	°C	60.0	60.0
Perdida de carga	kPa	25.8	42.6
Propiedades termodinámicas		Caliente	Frio
Densidad	kg/m³	978.06	987.00
Calor específico	kJ/kg×°K	4.19	4.18
Conductividad térmica	W/m×°K	0.66	0.64
Viscosidad media	mPaxs	0.43	0.54
Viscosidad pared	mPaxs	0.54	0.43
Datos técnicos			
Diferencia de temperatura logarítmica	°C	17.38	
Numero de placas		40	
Agrupamiento		1 x 19 / 1 x 20	
Tipo / porcentaje		H	
Superficie de intercambio efectiva	m²	1.35	
Coef. global de transmisión (servicio / Sobredimensionamiento)	W/m²×°K	6022.5 / 7332.5	
Factor de ensuciamiento	%	21.75	
Presión de trabajo / prueba	m²×°K/kW	0.0296	
Temperatura máxima de diseño	bar	10.0 / 14.3	
Acorde a normativa	°C	100.0	
		PED 97/23/EC Art 3.3	
Materiales, dimensiones y pesos			
Material del bastidor / tornillos	mm	AISI 316 / soldado (sin tornillos)	
Material de las placas / grosor		AISI 316 / 0.4 mm	
Material de las juntas		l/h	
Material de las conexiones circuito		°C	
Material de las conexiones circuito frio		AISI 316	
Diámetro de las conexiones		R 1"	
Situación de las conexiones (Caliente / Tipo de bastidor		F1 - F4 / F3 - F2	
Especificación pintura del bastidor		B - PN26	
Largo, alto, ancho y peso del bastidor		Bastidor de acero inoxidable no	
		227 mm/ 325 mm/ 115 mm/ 7 kg	

1.2.2 Bescanviador de plaques Piscina Municipal



SEDICAL - Intercambiador de placas UFP-55 / 30 LM 72 - IG - PN16

Datos Generales		Caliente	Frio
Fluido		Aqua	Aqua
Potencia de intercambio	kW	442.0	
Caudal	l/h	19433.2	25721.6
Temperatura entrada	°C	80.0	45.0
Temperatura salida	°C	60.0	60.0
Pérdida de carga	kPa	30.2	45.0
Propiedades termodinámicas		Caliente	Frio
Densidad	kg/m³	978.06	987.00
Calor específico	kJ/kgx°K	4.19	4.18
Conductividad térmica	W/mx°K	0.66	0.64
Viscosidad media	mPaxs	0.43	0.54
Viscosidad pared	mPaxs	0.54	0.43
Datos técnicos			
Diferencia de temperatura logarítmica	°C	17.38	
Numero de placas		30	
Agrupamiento		1 x 14 / 1 x 15	
Tipo / porcentaje		LM 72	
Superficie de intercambio efectiva	m²	4.05	
Coef. global de transmisión (servicio / Sobredimensionamiento)	W/m²x°K / %	6263.8 / 6901.4	
Factor de ensuciamiento	m²x°K/kW	0.0147	
Presión de trabajo / prueba	bar	6.0 / 8.5	
Temperatura máxima de diseño	°C	100.0	
Acorde a normativa		PED 97/23/EC Art 3.3	
Materiales, dimensiones y pesos			
Material del bastidor / tornillos	mm	ST 52.3 / calidad 8.8	
Material de las placas / grosor		AISI 316 / 0.5 mm	
Material de las juntas		Nitrilo HT (sin pegamento)	
Material de las conexiones circuito		Forro goma	
Material de las conexiones circuito frio		Forro goma	
Diámetro de las conexiones		R 2 "	
Situación de las conexiones (Caliente / Tipo de bastidor		F1 - F4 / F3 - F2	
Especificación pintura del bastidor		IG - PN16 N° 1 (Max =61 placas)	
Largo, alto, ancho y peso del		Según ISO12944 Categ. C2 RAL5010	
		437 mm/ 920 mm/ 320 mm/ 160 kg	

1.2.3 Bescanviador de plaques Pavelló poliesportiu



SEDICAL - Intercambiador de placas UFP-32 / 36 H - C - PN10

Datos Generales		Caliente	Frio
Fluido		Aqua	Aqua
Potencia de intercambio	kW	154.0	
Caudal	l/h	6770.9	8961.8
Temperatura entrada	°C	80.0	45.0
Temperatura salida	°C	60.0	60.0
Perdida de carga	kPa	22.3	32.7
Propiedades termodinámicas		Caliente	Frio
Densidad	kg/m³	978.06	987.00
Calor específico	kJ/kgx°K	4.19	4.18
Conductividad térmica	W/mx°K	0.66	0.64
Viscosidad media	mPaxs	0.43	0.54
Viscosidad pared	mPaxs	0.54	0.43
Datos técnicos del			
Diferencia de temperatura logarítmica	°C	17.38	
Numero de placas		36	
Agrupamiento		1 x 17 / 1 x 18	
Tipo / porcentaje		H	
Superficie de intercambio efectiva	m²	1.42	
Coef. global de transmisión (servicio / Sobredimensionamiento	W/m²x°K	6204.9 / 6881.1	
Factor de ensuciamiento	%	10.89	
Presión de trabajo / prueba	m²x°K/kW	0.0158	
Temperatura máxima de diseño	bar	6.0 / 8.5	
Acorde a normativa	°C	100.0	
		PED 97/23/EC Art 3.3	
Materiales, dimensiones y pesos			
Material del bastidor / tornillos	mm	ST 52.3 / calidad 8.8	
Material de las placas / grosor		AISI 316 / 0.5 mm	
Material de las juntas		Nitrilo HT (sin pegamento)	
Material de las conexiones circuito		AISI 316	
Material de las conexiones circuito frio		AISI 316	
Diámetro de las conexiones		R 1 1/4 "	
Situación de las conexiones (Caliente / Tipo de bastidor		F1 - F4 / F3 - F2	
Especificación pintura del bastidor		C - PN10	
Largo, alto, ancho y peso del bastidor		Según ISO12944 Categ. C2 RAL5010	
		390 mm/ 480 mm/ 194 mm/ 44 kg	

2 CÀLCUL DEL VAS D'EXPANSIÓ



SEDICAL - HOJA TÉCNICA DEL VASO DE EXPANSION N - 600/6

Datos generales

Tipo de aplicación	: Circuitos cerrados
Tipo de vaso	: Sin transferencia masa
Modelo de vaso	: N - 600/6
Temperatura de llenado	: 12.0 °C

Volumen de agua

Volumen instalación: Conocido
Nº tramos a calcular : 1
Volumen de la instalación: 14629.0 l

Datos de cálculo

Tª máxima	
Concentración de etilenglicol	: 20.0 %
Presión estática	: 3.0 m
Presión mínima - tª mínima	: 0.8 bar
Presión máxima - tª máxima	: 5.0 bar
Presión de la válvula de seguridad	: 6.0 bar

Tramos

Volumen	14629 l
80	
Tª mínima	12

Modelo seleccionado

Vaso de expansión principal	: 1 x N - 600/6
-----------------------------	-----------------

Datos técnicos del conjunto

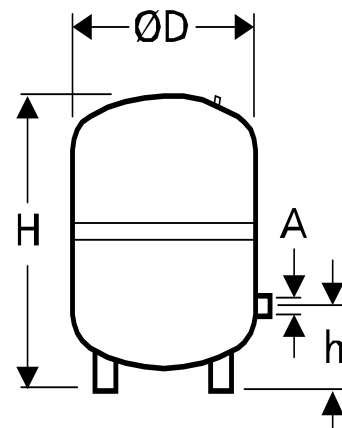
Presión máxima de trabajo	: 6 bar
Pres. vaso sin conectar al circuito	: 0.6 bar
Cap. de acumulación necesaria	: 589.1 litros
Expansión total de la instalación	: 366.6 litros
Volumen de agua en el vaso a	
- temperatura mínima	: 66.7 litros
- temperatura de llenado	: 66.7 litros

Dimensiones vaso N600/6

Anchura (D)	: 740.0 mm
Altura (H)	: 1530.0 mm
Diámetro de conexiones	: R 1"
Medida h	: 245.0 mm
Medida k	: 540.0 mm
Peso	: 85.0 kg

Características del tipo Thermopress N

- Para sistemas cerrados de calefacción y climatización.
- Conexiones roscadas.
- Membrana no recambiable.
- Temp. máxima del vaso: 70°C.
- Temp. máxima de la instalación: 120°C.
- Homologación según directiva 97/23/CE de aparatos a presión.
- Color gris.
- Presión inicial : 1.5 bar



3 CÀLCUL DE LA CANONADA DE LA XARXA DE CALOR

Grau del Tub	DIN 2448
Longitud tub (m)	1395,26
Cabal de fluid (m³/h)	32,4474
Velocitat màxima del fluid	1,5

Tamany del Tub	DN100
Diàmetre intern del tub	107,1
Velocitat de l'aigua	1,000048
Caiguda de pressió bar	1,31

Fòrmules emprades

$$d = \sqrt{\frac{Q \cdot w}{3600v} \cdot \frac{4}{\pi}}$$

$$\Delta P = \frac{\mu \cdot l \cdot v \cdot \rho}{2d}$$

l: Longitud de la Canonada (m)

Qw: Rang de Flux del Líquid (m³ / h)

d: Diàmetre Intern Canonada (m)

v: Velocitat de l'Aigua (m / s)

Ap: Caiguda de Pressió (Pa)

μ: Coeficient de Fricció

SG: Gravetat específica de l'aigua

4 CÀLCUL DE LA BOMBA D'IMPULSIÓ

TPED 100-200/2 A-F-A-BAQE



Código: 96110329

Bomba doble de una etapa, acoplamiento cerrado y voluta con puertos de aspiración y descarga en línea de idéntico diámetro. La bomba doble cuenta con dos cabezales motores paralelos. El diseño de la bomba incluye un sistema de extracción superior que facilita el desmontaje del cabezal motor (el motor, el cabezal de la bomba y el impulsor) con fines de mantenimiento o reparación sin necesidad de desconectar las tuberías de la carcasa de la bomba.

Cada cabezal motor está equipado con un cierre de fuelle de caucho no equilibrado. El cierre mecánico satisface los requisitos establecidos por la norma EN 12756. La conexión de las tuberías se lleva a cabo por medio de bridas DIN de PN 16 (normas EN 1092-2 e ISO 7005-2).

Cada cabezal motor está equipado con un motor asíncrono refrigerado por ventilador de idéntico tamaño.

El motor incluye un convertidor de frecuencia y un controlador PI en la caja de conexiones. Ello facilita el control variable y continuo de la velocidad del motor, lo cual, a su vez, permite adaptar el rendimiento a un determinado conjunto de requisitos.

Líquido:

Líquido bombeado: Agua
Rango de temperatura del líquido: 0 .. 120 °C
Temp. líquido: 80 °C
Densidad: 971.8 kg/m³

Técnico:

Velocidad para datos de bomba: 2920 rpm
Caudal real calculado: 32.4 m³/h
Altura resultante de la bomba: 22.02 m
Diámetro real del impulsor: 127 mm
Código del cierre. 1:Tipo 2:Carra giratoria 3:Carra estacionaria 4:Cierre secunda.: BAQE
Tolerancia de curva: ISO9906:2012 3B

Materiales:

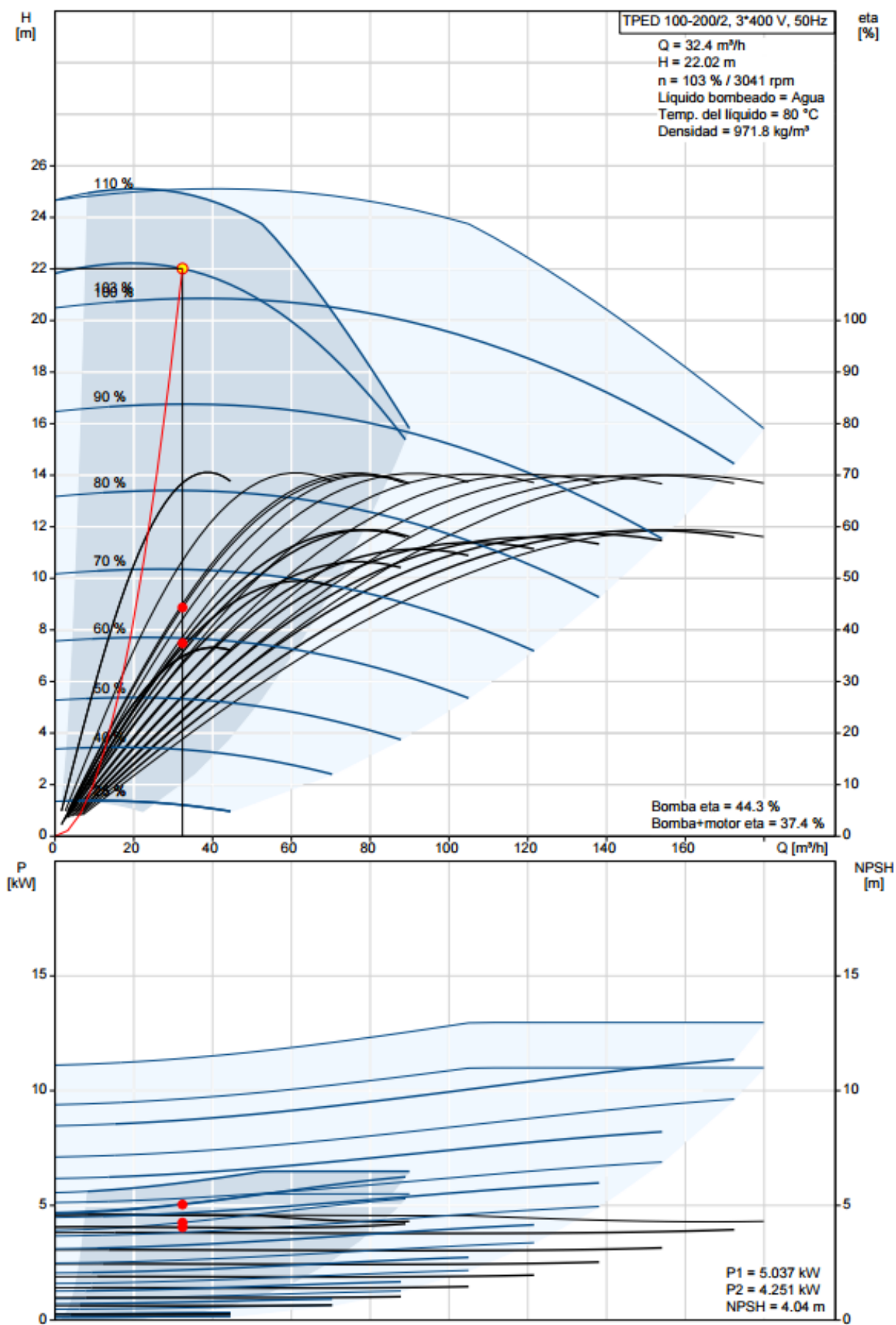
Cuerpo hidráulico: Fundición
EN-JL1040
ASTM A48-40 B
Impulsor: Fundición
EN-JL1030
ASTM A48-30 B

Instalación:

Temperatura ambiental máxima: 40 °C
Presión de trabajo máxima: 16 bar
Tipo de brida: DIN
Diámetro de conexiones: DN 100
Presión: PN 16
Distancia entre conexiones de aspiración y descarga: 500 mm
Tamaño de la brida del motor: FF265

Datos eléctricos:

Tipo de motor: 132SC
Clase eficiencia IE: IE3
Potencia nominal - P2: 2 x 5.5 kW
Frecuencia de alimentación: 50 Hz
Tensión nominal: 3 x 380-480 V
Corriente nominal: 11,0-8,80 A



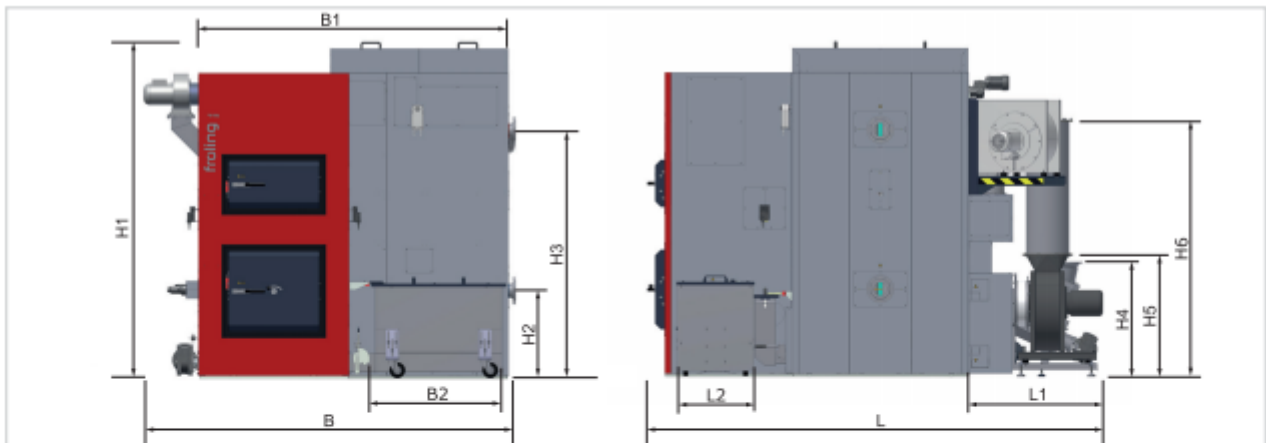
ANNEX · 3

CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE LA CALDERA

1 PRINCIPALS CARACTERÍSTIQUES DE LA CALDERA FROLING TURBOMAT:

- Intercanviador vertical de molt alta superfície d'intercanvi, tres passos i neteja automàtica .
- Sistema de neteja de fums i quadre de protecció elèctrica incorporat a la caldera .
- Aires primaris i de postcombustió regulats automàticament.
- Cambra de combustió monobloc de grans dimensions i totalment en material refractari .
- Tots els components a la vista per un molt fàcil i ràpid manteniment .
- Concepció industrial " heavy - duty " amb ús de motors , ventiladors , etc .. universals .
- Aprofitament de la calor de la carcassa per més alta eficiència . Sistema de recirculació de fums totalment automàtic .
- Xapes i sens fins fabricats amb metall austríac de gran gruix per aconseguir major vida útil .
- Dotzenes de referències a Espanya en district heating, sector terciari i indústria . Diverses opcions per sitges i transport en funció de les necessitats i l'espai . Muntatge i posada en marxa per professional altament qualificat .
- Servei Tècnic altament qualificat i present a tot Espanya .
- Vida útil de l'equip : l'ordre de 20 a 30 anys .
- Telegestió via internet .
- Ampliació de garantia de l'equip: 5 anys

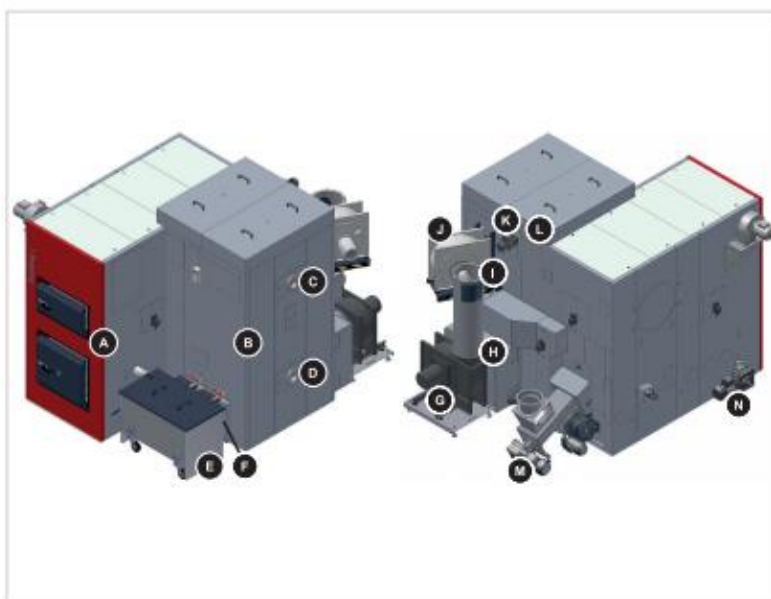
Dimensiones



Turbomat		300	320	400	500	
H1	Altura de la caldera, incluido aislamiento	mm	2560	2560	2660	2660
H2	Altura de la conexión de retorno	mm	640	640	710	710
H3	Altura de la conexión de alimentación	mm	1850	1850	2000	2000
H4	Altura del sinfín de alimentación, incl.protección cortafuego	mm	815	815	930	930
H5	Altura de conexión del tubo de salida de humos sin RCH	mm	960	960	985	985
H6	Altura de conexión del tubo de salida de humos con RCH	mm	2005	2005	2075	2075
B	Anchura total, incluidas piezas accesorias	mm	2780	2780	2990	2990
B1	Anchura de la caldera, incluido aislamiento	mm	2195	2195	2495	2495
B2	Anchura del carro de cenizas, retorta	mm	730	730	1165	1165
L	Longitud total, incluidas piezas accesorias	mm	3340	3340	3595	3595
L1	Longitud de la unidad de alimentación	mm	940	940	1050	1050
L2	Longitud del carro de cenizas, retorta	mm	600	600	630	630

Componentes

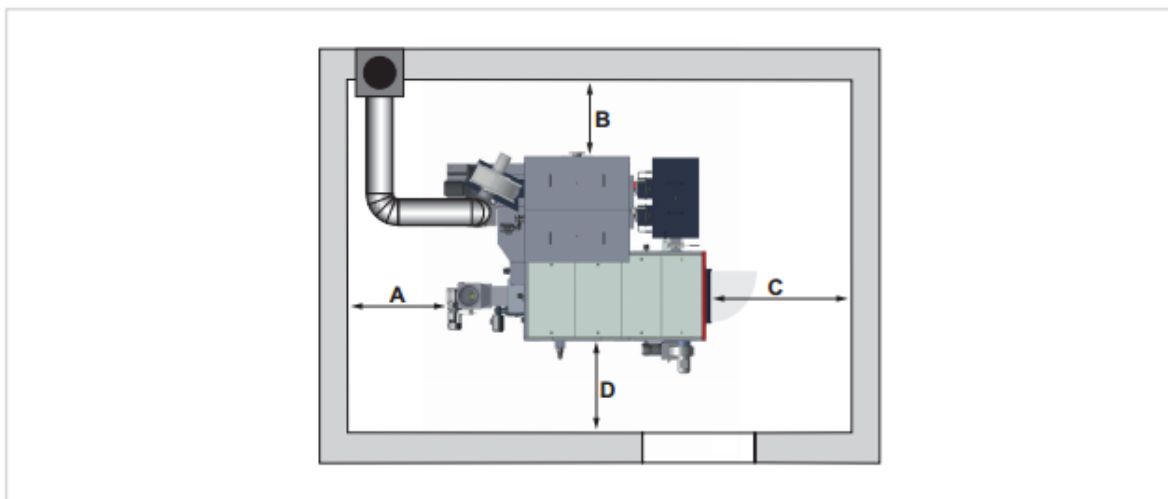
A	Retorta
B	Intercambiador de calor
C	Conexión de alimentación
D	Conexión de retorno
E	Carro de cenizas de la retorta
F	Carro de cenizas del intercambiador de calor
G	Ventilador de humos
H	conexión del tubo de salida de humos sin RCH
I	conexión del tubo de salida de humos con RCH
J	Ventilador de la RCH
K	Accionamiento del SOE
L	Conexión del dispositivo de seguridad de descarga térmica
M	Unidad de alimentación
N	Accionamiento de la extracción de cenizas de la retorta



Datos técnicos

Turbomat		300	320	400	500
Potencia térmica nominal	kW	300	320	399	499
Rango de potencia térmica	kW	90-300	96-320	119-399	149-499
Potencia térm. nominal del combustible con astillas	kW	323	344	425	533
Potencia térm. nominal del combustible con pellets	kW	324	345	425	529
Rendimiento de las astillas a carga nominal / carga parcial	%	92,9 / 90,3	92,9 / 90,3	93,9 / 90,3	93,6 / 90,3
Rendimiento de los pellets a carga nominal / carga parcial	%	92,7 / 90,1	92,7 / 90,1	93,9 / 92,0	94,4 / 92,0
Cantidad necesaria de combustible a carga nominal	kg/h	94	100	124	155
Clase de caldera según EN 303-5		5	5	5	5
Conexión eléctrica		400 V / 50Hz			
Protección eléctrica ²⁾		35A			
Consumo de potencia eléctrica	W	700-1600	700-1600	880-1750	880-2080
Dimensiones de montaje l x an x al, retorta	mm	2550x1100x2020		2800x1150x2280	
Dim.de montaje l x an x al, intercambiador de calor	mm	1280x1190x2400		1480x1330x2580	
Peso de la retorta	kg	1450	1450	2200	2200
Peso del intercambiador de calor	kg	1470	1470	2150	2150
Peso del hormigón refractario	kg	2150	2150	2700	2700
Peso total, incluidas piezas accesorias	kg	6200	6200	8400	8400
Conexión de alimentación / retorno del intercambiador de calor		DN100 / PN16			
Conexión de alimentación/retorno de la batería de seguridad		3/4" AG			
Vaciado		1"			
Contenido en agua del intercambiador de calor	l	560	560	750	750
Temperatura máxima de servicio permitida	°C	90	90	90	90
Temperatura mínima de retorno	°C	65	65	65	65
Sobrepresión máxima de servicio permitida	bar	6	6	6	6
Caudal a $\Delta T = 20K / 10K$	m³/h	12,9 / 25,8	13,8 / 27,6	17,2 / 34,4	21,5 / 43
Resistencia hidrodinámica lateral a $\Delta T = 20K / 10K$	mbar	1,9 / 10,0	2,0 / 12,0	5,6 / 14,3	8,5 / 19
Abertura mín.del aire de entrada según DIN EN 15170	cm²	650	690	850	1070

Distancias mínimas recomendadas en la sala de la caldera



Turbomat		300	320	400	500
A	Distancia entre el sinfín de alimentación y la pared	mm 500	500	500	500
B	Distancia entre el lateral de la caldera (intercambiador de calor) y la pared	mm 500	500	500	500
C	Distancia entre la puerta aislada y la pared	mm 1000	1000	1000	1000
D	Distancia entre el lateral de la caldera (cámara de combustión) y la pared	mm 870	870	950	950
Altura mínima de la sala		mm 3100	3100	3300	3300

FUNCIONAMENT

La caldera Froling Turbomat és totalment automàtica.

Disposa de dos blocs que es poden separar i muntar a dreta o esquerra per facilitar la instal·lació. Un dels blocs és la cambra de combustió i l'altre l'intercanviador. El combustible és introduït a la cambra de combustió per mitjà d'un vis sens fi hidràulic. El conducte d'alimentació del combustible disposa d'un sistema de circulació d'aigua calenta per presentar assecat el combustible. Igualment, a l'entrada a la graella, hi ha un període de residència abans de la combustió amb l'objectiu d'assecat més el combustible. La caldera disposa de graelles de grans dimensions amb l'objectiu d'aconseguir una perfecta i lenta combustió.

Un cop el combustible ha estat totalment cremat, la cendra cau al final del recorregut de la graella i és comprimida en un cendrer extern amb rodes.

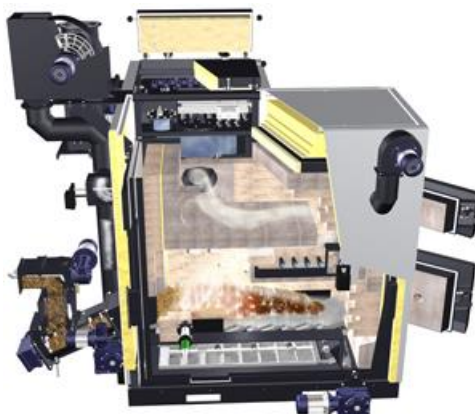


Fig. 60 Secció de la Froling Turbomat en què s'aprecien els dos blocs units. El de la cambra de combustió i darrere el bloc de l'intercanviador



Fig. 61. Graella mòbil alimentada pel vis sense fi



Fig. 62. Sistema de neteja de cendres de la cambra de combustió.

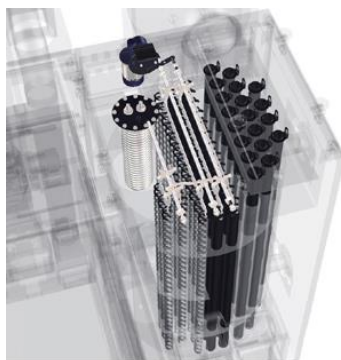


Fig. 63. Intercanviador de calor de la caldera Turbomat

Els fums passen per dos nivells dins de la cambra de combustió i al cap de dues combustions arriben gairebé totalment nets de partícules, al bloc de l'intercanviador .

L'intercanviador d'una Froling Turbomat és de molt gran superfície d'intercanvi (vertical des de la base de la caldera fins a la part més alta de la mateixa) i té tres o quatre passos de fums a baixa velocitat , depenent del model , gràcies a l'ús de serpentins amb tecnologia WOS .

La tecnologia WOS, patentada per Froling , aconseguix un efecte turbo ciclònic de neteja de fums . D'aquesta manera el client s'estalvia els diners i espai necessari per a un sistema de neteja de fums extern . Dins de l'intercanviador hi ha instal·lat un serpentí de refredament en cas d'emergència i un sistema de neteja automàtica de l'intercanviador . Les partícules recollides a l'intercanviador són retirades a uns cendrers especials , separades de la cendra de la cambra de combustió , complint les més estrictes normatives europees

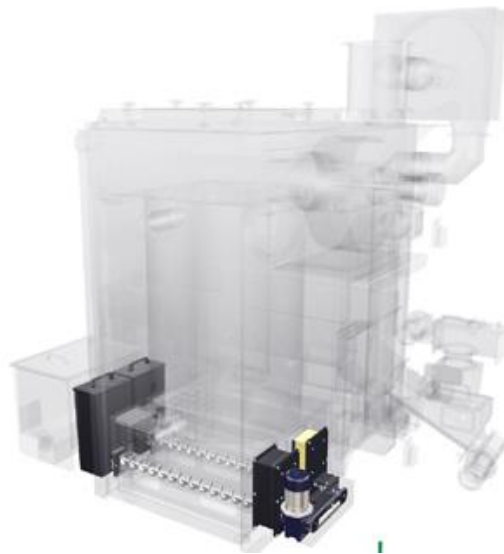


Fig. 64. Sistema de vis sens fi de recollida de partícules de l'intercanviador



Fig. 65. Sistema de recirculació de fums

El sistema és totalment telegestionable de sèrie per assegurar que la caldera sempre està funcionant a la seva màxima capacitat i eficiència. Aquest servei de telegestió és gratuït.

La caldera ve equipada amb un quadre de protecció elèctrica amb components de seguretat industrial, variador de freqüència i protecció independent per a cada motor.

ALTRES CARACTERÍSTIQUES

SISTEMA DE CONTROL

La caldera ve equipada de sèrie amb quadre de control per microprocessador SPS 4000 amb interfície de pantalla tàctil muntat en el cos de la caldera, encesa automàtica per aire calent, ventilador de tir induït i ventilador d'aire de combustió amb control de velocitat, servomotors, sonda lambda, termòstat de seguretat, intercanviador de seguretat amb vàlvula per a la descàrrega tèrmica (en cas de sobreescalfament de la caldera), i regulació de depressió per a l'ajust precís de la potència (de 30-100%).

CAMBRA DE COMBUSTIO

La càmera de combustió (CC) està revestida amb maons refractaris protegeix el cos d'acer de la caldera i permet assolir i mantenir les temperatures que assegurin una combustió òptima i major eficiència. Consta també d'una camisa d'aire per pre-escalfar l'aire de combustió i al mateix temps minimitza les pèrdues de calor per radiació.

GRAELLA MÒBIL

Aquest model està equipat amb una graella mòbil d'aliatge especial (suporta altes temperatures) per cremar estelles. El moviment continu de la graella evita la formació d'escòria i condueix les cendres al cendrer.

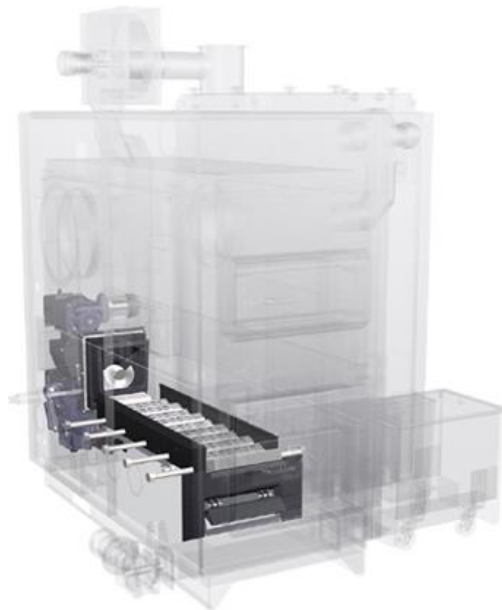


Fig. 66. Sistema de graella mòbil

ALIMENTACIÓ I SEGURETAT

El dispositiu d'alimentació consta de canal i cargol sense fi amb el seu accionament, i està preparat per acoblar-se a una comporta o una vàlvula rotativa com a element de seguretat antiretorn de flama. L'element de seguretat adequat depèn del combustible utilitzat i de la disposició del sistema d'extracció i transport de combustible.

ANNEX · 4

PLA DE MANTENIMENT

1 CONDICIONS PER L'ÚS I MANTENIMENT DE LA INSTAL·LACIÓ

La instal·lació disposarà a l'objecte d'assegurar que la instal·lació, el seu funcionament, durant la seva vida útil, es realitzi amb la màxima eficiència energètica, garantint la seguretat, durabilitat i la protecció del medi ambient, així com les exigències del projecte de la instal·lació realitzada.

La instal·lació es mantindrà segons el que indiqui:

1.1.1 Condicions administratives

El titular o usuari de la instal·lació tèrmica és el responsable del compliment de la normativa en el que es refereix al seu ús i manteniment, i sense que el manteniment pogui ésser substituït per la garantia.

S'ha de posar en coneixement del responsable de manteniment qualsevol anomalia que s'observi en el funcionament normal de les instal·lacions tèrmiques.

El titular de la instal·lació és el responsable de que es realitzin les següents accions:

1. Encarregar a una empresa mantenidora, la realització del manteniment de la instal·lació.
2. Realitzar les inspeccions obligatòries i conservar la seva corresponent documentació.
3. Conservar la documentació de totes les actuacions, reparacions o reformes realitzades en la instal·lació.

El titular subscriurà un contracte de manteniment amb una empresa mantenidora. La instal·lació disposarà d'un registre que reculli les operacions de manteniment i les reparacions que es realitzin.

El titular de la instal·lació es el responsable de la seva existència i el tindrà a disposició de les autoritats competents. Aquest registre es conservarà per un temps no inferior a cinc anys.

L'empresa mantenidora realitzarà el registre i serà responsable de les anotacions.

Anualment el mantenidor autoritzat, realitzaran un certificat de manteniment, en el que figurarà com a mínim:

1. Identificació de la instal·lació.
2. Identificació de l'empresa mantenidora i del director de manteniment.
3. Els resultats de les operacions realitzades.
4. Declaració expressa que la instal·lació s'ha mantingut d'acord amb el manual "d'ús i manteniment de la instal·lació".

1.1.2 Pla de manteniment preventiu

Les instal·lacions tèrmiques es mantindran d'acord amb les operacions i periodicitat indicades en el següent pla de manteniment:

	Operació	Periodicitat
4	Comprovació i neteja dels circuits de fums de les calderes	2 T

5	Comprovació i neteja dels conductes de fums i xemeneies	2 T
6	Neteja de cremador de les calderes	M
7	Revisió del sistema de tractament d'aigua	M
8	Comprovació del material refractari	2 T
9	Comprovació de l'estanquitat del tancament entre cremador i caldera	M
10	Revisió general de las calderes	T
11	Comprovació dels nivell d'aigua en els circuits	M
12	Comprovació de l'estanquitat dels circuits de canonades	T
13	Comprovació de l'estanquitat de les vàlvules de pas	2 T
14	Comprovació dels elements de seguretat	M
15	Revisió i neteja dels filtres d'aigua	2 T
16	Revisió i neteja dels filtres d'aire	M
24	Revisió de bombes i ventiladors	M
26	Revisió de l'estat de l'aïllament tèrmic	T
27	Revisió dels sistema de control automàtic	2 T

PERIODICITAT

M	mensual
T	Un cop per temporada
2 T	Dos cops per temporada

S'inclouran en la relació d'operacions de manteniment, a més, les exigides pel fabricant dels aparell instal·lats.

El programa de manteniment preventiu s'adequarà i actualitzarà permanent a les característiques de la instal·lació.

1.1.3 Pla de gestió energètica

Periòdicament l'empresa mantenidora realitzarà un anàlisi i avaluació del rendiment dels equips generadors de calor i fred instal·lats.

Les mesures i periodicitat queden reflectides en la següent taula:

GENERADORS DE CALOR

	Mesura	Periodicitat
1	Temperatura i pressió de l'aigua a l'entrada i sortida del generador	3m
2	Temperatura ambient del local o sal de màquines	3m
3	Temperatura dels gasos de combustió	3m
4	Contingut de CO i CO ₂ en els productes de la combustió	3m
5	Índex d'opacitat dels fums	3m
6	Tir de la caixa de fums de la caldera	3m

(3m : cada tres mesos)

L'empresa mantenidora realitzarà un seguiment del consum d'energia i de l'aigua periòdicament, amb l'objectiu

de poder detectar possibles desviacions i així realitzar les mesures correctores oportunes. Aquesta informació és registrarà amb les operacions de manteniment.

1.1.4 Instruccions de seguretat

Les instruccions de seguretat seran les adequades a les característiques tècniques de la instal·lació i tenen com objectiu el reduir a límits acceptables els riscos de que els usuaris i operaris puguin tenir durant l'ús de les instal·lacions.

Es col·locaran unes instruccions de seguretat en l'accés i en l'interior de les sales de màquines, locals tècnics i al costat de tots els aparell i equips, fen referència a:

- Parada dels equips abans d'una intervenció.
- Desconnexió del corrent elèctric.
- Advertències avanç d'intervenir en un equip.
- Indicacions de seguretat per diferents pressions, temperatures, intensitat elèctriques, etc.
- Tancament de vàlvules avanç d'obrir un circuit.

1.1.5 Instruccions d'utilització i maniobra

Les instruccions d'utilització i maniobra seran les adequades a les característiques tècniques de la instal·lació i han de servir per realitzar la posada en marxa i parada de la instal·lació, de forma total o parcial, i per aconseguir qualsevol programa de funcionament i servei previst.

Les instruccions han d'estar situades en lloc visible de la sala de màquines i locals tècnics, fen referència entre altres aspectes, a:

- Seqüència de posada en marxa de les bombes de circulació.
- Limitació de puntes de potència elèctrica, per la posada en marxa simultània de varis motors a plena carrega.

1.1.6 Programa de funcionament

El programa de funcionament serà l'adequat a les característiques tècniques de la instal·lació amb l'objectiu de donar el servei pel que s'ha dissenyat la instal·lació amb el mínim de consum energètic.

El programa de funcionament inclourà el següents aspectes:

- Horari de posada en marxa i parada de la instal·lació.
- Ordre de posada en marxa i parada dels equips.
- Programa de modificació del regim de funcionament.
- Programa de parades parcials del conjunt o de part dels equips.
- Programa i règim especial per caps de setmana i per condicions especials d'ús de l'edifici o de condicions exterior excepcionals.

ANNEX · 5

SIMULACIÓ ECONÒMICA

Pressupost (PEM):	796.038,72 € (IVA inclòs)
--------------------------	---------------------------

Dades de Partida			
IPC	3,00%		
Pressupost	796.038,72 €		
		€/m3 Gas N	0,712
		€/tn Estella	93,100
η Gas N.	90%	€/kWh Gas **	0,072
n Biomassa	95%	€/kWh Estella **	0,028

Demanda:	1.703.050 kWh
PCI Gas N.	11,63 kWh/m3
Δ€ biomassa	3,5%
Δ€ Gas N.	6,5%

	any 0	any 1	any 2	any 3	any 4	any 5	any 6	any 7	any 8	any 9	any 10	any 11	any 12
Consum [kWh] *		1.703.050	1.703.050	1.703.050	1.703.050	1.703.050	1.703.050	1.703.050	1.703.050	1.703.050	1.703.050	1.703.050	1.703.050
Gas N. [€/kWh] **		0,072	0,077	0,082	0,087	0,093	0,099	0,105	0,112	0,119	0,127	0,135	0,144
Gas N. [€]		122620	130590	139078	148118	157746	167999	178919	190549	202935	216126	230174	245135
Estella [€/kWh]		0,028	0,029	0,030	0,031	0,032	0,033	0,034	0,036	0,037	0,038	0,039	0,041
Estella [€]		47685	49354	51082	52870	54720	56635	58618	60669	62793	64990	67265	69619
Diferència [€]		74934	81235	87996	95249	103026	111364	120302	129880	140142	151135	162909	175516

**** Evolució del preu del gas N. referenciat a l'estimació de l'evolució del preu de barril de Brent. El preu és per kWh consumit, és a dir, es té en compte el rendiment de la caldera**

FINANÇAMENT PROPI													
	any 0	any 1	any 2	any 3	any 4	any 5	any 6	any 7	any 8	any 9	any 10	any 11	any 12
Inversió inicial	796.039												
Manteniment (IVA)		2.352	2.423	2.495	2.570	2.647	2.727	2.808	2.893	2.979	3.069	3.161	3.256
Consum		47.685	49.354	51.082	52.870	54.720	56.635	58.618	60.669	62.793	64.990	67.265	69.619
Tresoreria [€]	796.039	50.037	51.777	53.577	55.440	57.367	59.362	61.426	63.562	65.772	68.059	70.426	72.875
Estalvi [Cost Gas N. - Tresoria]	-796.039	72.582	78.813	85.501	92.679	100.379	108.638	117.494	126.987	137.163	148.067	159.748	172.260
		-723.457	-644.644	-559.142	-466.464	-366.085	-257.448	-139.954	-12.967	124.196	272.263	432.011	604.271
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,09	0,00	0,00	0,00
Estalvi [Cost Gas - Tresoreria] [%]		59%	60%	61%	63%	64%	65%	66%	67%	68%	69%	69%	70%
TIR [15 anys]	12%												
VAN [descompte6,0 %]	396.183,49€												
PRI	8,09 anys												

DOCUMENT · 2

PRESSUPOST

RESUM

QUANTITAT

PREU

IMPORT

CAPÍTOL 1 - Sala de Calderes i sitja

1.1	Edific sala de calderes i sitja	1	36.751,00 €	36.751,00
<p>Construcció d'una edificació aïllada sobre el nivell del terreny existent, per situar-hi la sala de calderes i la sitja. El conjunt es dividirà en dues sales; la pròpia sala de calderes on s'ubicarà la caldera, els dipòsits d'inèrcia i la resta d'elements auxiliars.</p>				

TOTAL CAPÍTOL 1..... 36.751,00

CAPÍTOL 2 - PRODUCCIÓ DE CALOR

2.1	Caldera Froeling 500 kW	1	78.087,00 €	78.087,00 €
<p>Caldera per a la combustió d'estelles, Froeling Turbomat 500 SPS, potència nominal de 75 a 500 kW, amb tecnologia WOS de depuració de gasos procedents de la combustió, amb aïllament incorporat, sistema d'elevació de la temperatura de retorn per sobre de 55°C, compost per vàlvula reguladora i bomba de circulació.</p>				
2.2	Recirculació de fums	1	2.847,47 €	2.847,47 €
<p>Recirculació de fums (RCH) per TM 500 SPS. Per reducció d'emissions de NOx, protecció dels materials de la cambra de combustió (graella, xapes i refractari) i màxima eficiència i optimització de la combustió. Part dels fums es recirculen mitjançant un ventilador regulat automàticament amb variador de freqüència, i es tornen a injectar a la caldera a través de comportes servomotoritzades a la zona de combustió primària i / o secundària. La regulació es fa automàticament segons la mesura de la temperatura dins de la cambra de combustió, temperatura dels fums i aire primari i secundari. En casos de combustibles amb</p>				
2.3	Extracció automàtica de cendres	1	2.097,66 €	2.097,66 €
<p>Extracció automàtica de cendres del bescanviador TM500. Per a l'extracció automàtica de les cendres del intercanviador mitjançant 2 sensfí cap a cendrers de 20 litres de capacitat cadascun. Inclou els cendrers. Extracció automàtica de cendres del bescanviador TM250. Per a l'extracció automàtica de les cendres del intercanviador mitjançant 2 sensfí cap a cendrers de 20 litres de capacitat cadascun. Inclou els cendrers.</p>				
2.4	Sistema d'alimentació de biomassa	1	10.142,93 €	10.142,93 €
<p>Sistema d'alimentació d'Estelles, per a caldera de biomassa compost per extractor rotatiu per a Estelles, format per disc rotatori, de 4,70 m de diàmetre, amb lamelles, motor per a alimentació trifàsica a 400 V, transportador helicoidal sense fi de 2,5 m de longitud i 1 m de transportador helicoidal sense fi tancat, amb xapa d'acer en "U", .. Descripció del Pressupost de Fröling, en català: - INFINITAT d'alimentació amb COMPORTA antiretorn. Dispositiu d'alimentació de infinitat per TM 400- 500 amb una comporta antiretorn de flama que consta de: Infinitat amb accionament, i comporta 180 amb servomotor de tancament automàtic en cas de tall de suministro elèctric. Aquest sistema antiretorn és vàlid per a estelles tipus G30-G50. - Consta de ballesta giratòria amb 2 braços flexibles, canal de xapa d'acer de forma trapezoidal per evitar embussos, sense fi, motor d'accionament, part superior del conducte de caiguda i dispositiu de ruixat automàtic com a element de seguretat per impedir el retorn de flama.</p>				

2.5	Connexió empenat estella	1	1.250,00 €	1.250,00 €
2.6	Evacuació producte combustió	6	382,00 €	2.292,00 €
	Xemeneia modular metàl·lica, de doble paret, paret interior d'acer inoxidable AISI 316L de 350 mm de diàmetre i paret exterior d'acer inoxidable AISI 304, amb aïllament entre parets mitjançant manta de fibra ceràmica d'alta densitat de 25 mm d'espessor, instal·lada en el interior de l'edifici, per caldera de peu amb càmera de combustió atmosfèrica, de biomassa. Inclòs 4 colzes, 1 T i accessoris de muntatge.			
2.7	Dipòsit d'inèrcia	2	8.630,00 €	17.260,00 €
	Acumulador d'inèrcia, d'acer negre, 5000 l, altura 2845 mm, diàmetre 1840 mm			
2.8	Bomba Grundfos TPD 100/200	1	11.224,00 €	11.224,00 €
	Bomba doble d'una etapa, amb acoblament humit i voluta d'aspiració descàrrega en línia. La bomba té dos capçals motors en paral·lel. El moto inclou un convertidor de freqüència i un controlador PI a la caixa de connexions. Això facilita el control variable i continu de la velocitat del motor, podent adaptar el rendiment a un determinat conjunt de requisits.			
2.9	Vas d'expansió tancat amb capacitat per 600 l	1	2.841,00 €	2.841,00 €
2.10	Partida de subministrament i muntatge de la resta d'accessoris hidràulics i valvuleria, necessaris per al primari de la sala de calderes, compostat per.	1	20.500,00 €	20.500,00 €
2.11	Instal·lació elèctrica producció de calor	1	4.500,00 €	4.500,00 €
	Quadres de comandament, preses de terra, línies de potència			
2.12	Sistemes de control caldera biomassa	1	5.650,00 €	5.650,00 €
	Sistema de control i gestió energètica: sondes de temperatura, mesuradors d'energia tèrmica, elements necessaris pel control de la instal·lació, programació i posada en marxa			
TOTAL CAPÍTOL 2.....				158.692,06 €

CAPÍTOL 3 - DISTRIBUCIÓ DE CALOR

3.1	PAVEL·LÓ HOQUEI			
3.1.1	Xarxa de tub preaïllat col·locat en rasa	280	197,00 €	55.160,00 €

Canonada per a calefacció preaïllada amb dos tubs, de 170 mm de diàmetre, per a conducció soterrada.
Característiques de Fabricant:
Coberta exterior gris fosc apte per a fins màx. 95 ° C (Temperatura flotant) i 6 bar, composta per:
- Tub intern en polietilè reticulat (PE-Xa) segons DIN 16892/93 amb capa barrera contra la difusió de l'oxigen (EVOH), segons DIN 4726, acolorida en taronja.
- L'aïllament dels tubs RAUVITHERM de SDR 11 es compon de les plaques de PE reticulat i, en el cas dels tubs DUO, addicionalment d'una peça escuma al centre.
- Coberta exterior de polietilè (PE-HD) gris fosc corrugat, sobreextrusionada sense costures.
Inclou excavació de la rasa per a pas d'instal·lacions en terreny compacte, amb mitjans mecànics, reomplerta de la rasa i així com la part proporcional de la reposició del paviment.

3.1.2	Subestació transmissió de calor	1	15.000,00 €	15.000,00 €
	Subestació transmissió de calor amb bescanviador de plaques de 150kW, amb bombes de circulació tuberia, valvuleria, dipòsits d'expansió. Inclosa connexió a la instal·lació existent.			
3.1.3	Instal·lació de vàlvules termostàtiques	1	6.000,00 €	6.000,00 €
3.1.4	Sistema de control de subestació	1	5.100,00 €	5.100,00 €
	Instal·lació elèctrica de quadre de comandament i protecció, línies de potència, inclou canalitzacions i cablejat.			
3.1.5	Adequació de les instal·lacions existents	1	15.800,00 €	15.800,00 €
	Treballs i materials necessaris per la revisió i posterior actuació en l'esquema hidràulic existent. Connexionat als col·lectors existents i implantació d'un sistema de control per regular el funcionament conjunt de la instal·lació			
3.2	PISCINA			
3.2.1	Xarxa de tub preaïllat col·locat en rasa	170	350,00 €	59.500,00 €
	Canonada per a calefacció preaïllada amb dos tubs, de 170 mm de diàmetre, per a conducció soterrada. Característiques de Fabricant: Coberta exterior gris fosc apte per a fins màx. 95 ° C (Temperatura flotant) i 6 bar, composta per: - Tub intern en polietilè reticulat (PE-Xa) segons DIN 16892/93 amb capa barrera contra la difusió de l'oxigen (EVOH), segons DIN 4726, acolorida en taronja. - L'aïllament dels tubs RAUVITHERM de SDR 11 es compon de les plaques de PE reticulat i, en el cas dels tubs DUO, addicionalment d'una peça escuma al centre. - Coberta exterior de polietilè (PE-HD) gris fosc corrugat, sobreextrusionada sense costures. Inclou excavació de la rasa per a pas d'instal·lacions en terreny compacte, amb mitjans mecànics, reomplerta de la rasa i així com la part proporcional de la reposició del paviment.			
3.2.2	Xarxa de tub preaïllat col·locat en rasa	10	140,00 €	1.400,00 €
	Tram flexible per entrar a la sala de calderes			
3.2.3	Subestació transmissió de calor	1	22.500,00 €	22.500,00 €
	Subestació transmissió de calor amb bescanviador de plaques de 500kW, amb bombes de circulació tuberia, valvuleria, dipòsits d'expansió. Inclosa connexió a la instal·lació existent.			
3.2.4	Instal·lació de vàlvules termoestàtiques	1	6.000,00 €	6.000,00 €

3.2.5	Sistema de control de subestació	1	6.100,00 €	6.100,00 €
	Instal·lació elèctrica de quadre de comandament i protecció, línies de potència, inclou canalitzacions i cablejat.			
3.2.6	Adequació de les instal·lacions existents	1	18.000,00 €	18.000,00 €
	Treballs i materials necessaris per la revisió i posterior actuació en l'esquema hidràulic existent. Connexionat als col·lectors existents i implantació d'un sistema de control per regular el funcionament conjunt de la instal·lació			
3.3	PAVELLÓ POLIESPORTIU			
3.3.1	Xarxa de tub preaïllat col·locat en rasa	270	280,00 €	75.600,00 €
	Canonada per a calefacció preaïllada amb dos tubs, de 170 mm de diàmetre, per a conducció soterrada. Característiques de Fabricant: Coberta exterior gris fosc apte per a fins màx. 95 ° C (Temperatura flotant) i 6 bar, composta per: - Tub intern en polietilè reticulat (PE-Xa) segons DIN 16892/93 amb capa barrera contra la difusió de l'oxigen (EVOH), segons DIN 4726, acolorida en taronja. - L'aïllament dels tubs RAUVITHERM de SDR 11 es compon de les plaques de PE reticulat i, en el cas dels tubs DUO, addicionalment d'una peça escuma al centre. - Coberta exterior de polietilè (PE-HD) gris fosc corrugat, sobreextrusionada sense costures. Inclou excavació de la rasa per a pas d'instal·lacions en terreny compacte, amb mitjans mecànics, reomplerta de la rasa i així com la part proporcional de la reposició del paviment.			
3.3.2	Xarxa de tub preaïllat col·locat en rasa	8	550,00 €	4.400,00 €
	Tram amb planxa d'acer reforçat per travessar el carrer i recobriments de la rasa amb asfalt			
3.3.3	Subestació transmissió de calor	1	12.500,00 €	12.500,00 €
	Subestació transmissió de calor amb bescanviador de plaques 200 kW, amb bombes de circulació tuberia, valvuleria, dipòsits d'expansió. Inclosa connexió a l'instal·lació existent.			
3.3.4	Instal·lació de vàlvules termostàtiques	1	6.000,00 €	6.000,00 €
3.3.5	Sistema de control de subestació	1	5.100,00 €	5.100,00 €
	Instal·lació elèctrica de quadre de comandament i protecció, línies de potència, inclou canalitzacions i cablejat.			
3.3.6	Adequació de les instal·lacions existents	1	18.000,00 €	18.000,00 €
	Treballs i materials necessaris per la revisió i posterior actuació en l'esquema hidràulic existent. Connexionat als col·lectors existents i implantació d'un sistema de control per regular el funcionament conjunt de la instal·lació			
TOTAL CAPÍTOL 3.....				332.160,00 €

CAPÍTOL 4 - HONORÀRIS TÈCNICS

4.1	Avantprojecte	1	4.840,00 €	4.840,00 €
	Assessorament en la definició del requeriment mitjançant la modelització amb el software Design Builder. Definició dels esquemes de principi i recorregut de les instal·lacions. Inclosa			

4.2	Projecte executiu	1	9.500,00 €	9.500,00 €
	Realització del projecte executiu, detallant la central tèrmica. Inclou: la presa de dades, juntament amb tots els apartats que conformen el projecte executiu			
4.3	Direcció facultativa de l'obra	1	7.500,00 €	7.500,00 €
	Seguiment i direcció dels treballs d'execució de les instal·lacions, assessorament en l'elecció dels materials, visites programades pel seguiment de l'execució i seguiment econòmic.			
4.5	Legalització del projecte segons RITE	1	3.400,00 €	3.400,00 €
	Realització de la memòria descriptiva justificant el compliment de la normativa, realització de plànols i esquemes, i tramitació de taxes			
TOTAL CAPÍTOL 4.....				25.240,00 €

SUBTOTAL PROJECTE		552.843,06 €
13% de despeses generals		71.869,60 €
6% de benefici industrial		33.170,58 €
21% d'IVA		138.155,48€
		796.038,72 €

Puja el pressupost d'execució per contracta a l'expressada quantitat de SET-CENTS NORANTA-SIS MIL TRENTA-VUIT EUROS AMB SETANTA-DOS CÈNTIMS.

1.2 Detall pressupost avantprojecte.

A continuació es detalla els cost associat a l'avant projecte, que és el que correspon al document que teniu entre mans.

4.1	Avantprojecte	1	4.840,00 €	
	Assessorament en la definició dels requeriment mitjançant la modelització amb el software Design Builder. Definició dels esquemes de principi i recorregut de les instal·lacions.			
4.1.1	Treball de camp i desplaçament	10	15,00 €	150,00 €
	Desplaçament a les instal·lacions i visites amb l'encarregat de manteniment. Contacte amb proveïdors i empreses del sector de la biomassa.			
4.1.2	Modelització Design Builder	30	28,00 €	840,00 €
	Definició del model amb totes les dades obtingudes, també inclou l'amortització del software.			
4.1.3	Hores redacció projecte	200	20,00 €	4.000,00 €
	Només es comptabilitzen les hores efectives de redacció del projecte, no es tenen en compte les hores de classificació i documentació, que han estat tantes o més que les de redacció.			
4.1.4	Adquisició de coneixement	250	0 €	0 €
	Inclou les hores de cerca, classificació de la informació i documentació de tots els aspectes relacionats amb el present projecte			
			SUBTOTAL	4.840,00 €
			13% Despeses generals	629,20 €
			21% IVA	1.016,40 €
TOTAL			6.485,60 €	

DOCUMENT · 3

PLÀNOLS

ÍNDEX DE PLÀNOLS

PLÀNOL 1. SITUACIÓ

PLÀNOL 2. EMPLAÇAMENT I TRAMS DE TUBS XARXA CALOR

PLÀNOL 3. ALÇAT PAVELLÓ HOQUEI

PLÀNOL 4. ALÇAT PISCINA MUNICIPAL

PLÀNOL 5. ALÇAT PAVELLÓ POLIESPORTIU

PLÀNOL 6. SECCIÓ I ALÇAT SALA DE MÀQUINES I SITJA

PLÀNOL 7. ESQUEMA DE PRINCIPI HIDRÀULIC