



EPS

Escola Politècnica
Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Eng. Tècn. Agrícola Explotacions Agropec. Pla 99

Títol: Projecte d'instal·lació d'un sistema de calefacció amb biomassa per a nau d'engreix de pollastres a Verges

Document: Memòria

Alumne: Borja Garcia Martinez

Director/Tutor: Francesc Ramírez de Cartagena Bisbe

Departament: Eng. Química, Agrària i Tecn. Agroalimentària

Àrea: Enginyeria Hidràulica

Convocatòria (mes/any): Juny/2014

ÍNDIX

I.	OBJECTE, ANTECEDENTS I ABAST	3
II.	CONDICIONANTS DEL PROJECTE	4
II.1.	Condicionants naturals.....	4
II.2.	Condicionants legals.....	4
II.3.	Condicionants del promotor	7
III.	SITUACIÓ ACTUAL.....	7
III.1.	Localització	7
III.2.	Característiques de l'explotació	8
III.3.	Característiques de la nau 1	9
IV.	ALTERNATIVES AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓ DE CALEFACCIÓ.....	9
IV.1.	Definició	9
IV.1.1.	Sistema de distribució per convecció per aire calent amb canonades helicoïdals	9
IV.1.2.	Sistema de distribució per aire calent amb arotermos axials	9
IV.1.3.	Sistema de distribució per aire calent amb termoconvectors CUBO®	10
IV.2.	Discussió.....	10
IV.3.	Elecció	11
V.	ENGINYERIA DEL PROJECTE	11
V.1.	Criteris de distribució	11
V.2.	Sistema de generació de calor: Caldera de biomassa	11
V.2.1	Generador de calor	11
V.2.2	Tipus de combustible, sistema d'alimentació i emmagatzematge	14
V.2.3.	Sala de calderes.....	15
V.2.4.	Sistema d'evacuació de fums de la combustió	17
V.2.5.	Sistema hidràulic de la sala de calderes.....	19
V.2.6.	Xarxa de distribució.....	21
V.3.	Sistema de distribució amb termoconvectors CUBO®	22
V.3.1.	Sistema CUBO®	22
V.3.2.	Criteris de disseny i càlculs.....	23
V.3.3.	Instal·lació a la nau i circuit interior	23
V.3.3.1.	Arotermes CUBO®	23
V.3.3.2.	Instal·lació hidràulica	24
V.3.4.	Automatització del sistema	24

V.4. Descripció de l'obra civil associada	25
V.4.1. Fonamentació i paviment	25
V.4.2. Estructura i tancaments	25
V.4.3. Cobertes	25
V.4.4. Portes	25
VI. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT	25
VII. PROGRAMACIÓ DE L'EXECUCIÓ I POSADA EN MARXA	26
VIII. PRESSUPOST	28
IX. AVALUACIÓ ECONÒMICA	29

DOCUMENT I. MEMÒRIA

I. OBJECTE, ANTECEDENTS I ABAST

El present projecte té com a objectiu la instal·lació d'una caldera de biomassa i un sistema de distribució de calor que produeixin calefacció a la nau de pollastres de la Granja XX de Verges, al Baix Empordà.

L'objecte del present projecte és dimensionar tots els elements necessaris per a la instal·lació d'un nou sistema de distribució de calefacció per a una nau de pollastres i substituir el seu sistema de generació de calor.

Actualment, la granja escalfa la nau de pollastres amb pantalles de gas propà, les quals seran substituïdes per un sistema de calefacció amb termoconvectors. L'objectiu d'aquest canvi és una millora en la producció animal i en els sistemes de maneig de l'explotació, buscant un sistema eficient i eficaç en funcionament i confort.

Per altra banda, el sistema de generació de calor serà reemplaçat per una caldera de biomassa, que funcioni amb estella forestal, amb la finalitat de millorar la rendibilitat de l'explotació buscant un estalvi econòmic important, i fomentar el consum de combustible local i renovable.

L'explotació agrícola basa la seva activitat en la producció avícola principalment, i en segon lloc s'ocupen de la producció extensiva de gra. En els últims anys, els costos de producció destinats a la calefacció del recinte de la nau de pollastres s'han anat incrementant progressivament. D'altra banda, el sistema de calefacció utilitzat fins al dia d'avui ha acumulat un bon nombre d'anys i s'ha decidit renovar-lo.

L'abast del projecte inclou dues parts diferenciades:

- El sistema de generació de calor amb biomassa, basat en el disseny i execució de l'obra civil de la sala de calderes i la sitja, la instal·lació hidràulica de la mateixa i la xarxa de distribució de calor.
- El sistema de distribució de calefacció amb aeroterms CUBO® i la instal·lació hidràulica dins de la nau de pollastres.

Es realitzaran tots els càlculs, dissenys i especificacions pertinents per a la correcta instal·lació i execució de les parts descrites anteriorment.

II. CONDICIONANTS DEL PROJECTE

II.1. Condicionants naturals

Per al present projecte es realitzaran dues actuacions ben distingides. Per un costat, la implementació del nou sistema de generació de calor, habilitant un espai per a l'emmagatzematge de combustible i per a la mateixa caldera.

Per l'altre, la instal·lació d'un nou sistema de distribució de calefacció dins la Nau 1 de pollastres.

No es consideren condicionants naturals per a la realització del present projecte en aquest cas.

II.2. Condicionants legals

Normativa general

- Ley de Ordenación de la Edificación. Ley 38/1999 (BOE: 06/11/99), modificació: llei 52/2002, (BOE 31/12/02) Modificada pels Pressupostos generals de l'estat per a l'any 2003. art. 105
- Codi Tècnic de l'Edificació. RD 314/2006, de 17 de març de 2006 (BOE 28/03/2006) i posteriors modificacions.

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
- Correcció 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.
- Decret 352/2004, de 27 de juliol, pel qual s'estableixen les condicions higienico-sanitàries per a la prevenció i el control de la legionel·losi.
- Ordre de 3 de maig de 1999, sobre el procediment d'actuació de les empreses instal·ladores de les entitats d'inspecció i control i dels titulars, instal·lacions regulades pel Reglament d'instal·lacions tèrmiques en els edificis (RITE) i les seves Instruccions Tècniques Complementàries (ITE).

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.
- - 100156:2004 IN Climatització. Dilatadors. Criteris de disseny.
- - 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 11/07/2002).
- Llei 37/2003, de 17 de novembre, per la qual s'aprova la Llei del Soroll.
- Ordenança reguladora dels sorolls i vibracions.

Residus

- Reial Decret 105/2008, de 1 de febrer, per el que se regula la producció i gestió dels residus de construcció i enderroc.
- Decret 89/2010 pel qual s'aprova el Programa de gestió de Residus de la construcció de Catalunya (PROGROC), es regula la producció i gestió de residus de la construcció i demolició, i el cànon sobre la deposició controlada dels residus de la construcció.

Instal·lacions Elèctriques

- Reglament Electrotècnic de Baixa tensió (REBT) segons RD 842/2002, de 2 d'Agost
- Instruccions tècniques complementàries ITC BT
- Decret 363/2004, de 24 d'Agost, pel qual es regula el procediment administratiu per a l'aplicació del Reglament Electrotècnic per a baixa tensió.
- Normes UNE descrites.
- 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.
- Pla General Municipal d'Ordenació Urbana (amb posteriors modificacions).
- Norma UNE 157001/2002 Criteris generals per a l'elaboració de projectes.

II.3. Condicionants del promotor

El promotor exigeix únicament que el sistema de generació de calor sigui una caldera que funcioni amb estella forestal, un recurs que té molt accessible degut a la gran superfície de bosc que té en propietat i que és gestionada per un productor local d'estella comercial. A partir d'aquí, vol efectuar el canvi del sistema actual de distribució de calefacció a les naus per un que millori el rendiment del sistema i el confort dels animals, plantejant diverses opcions i analitzant el seu funcionament. Es valorarà molt positivament el sistema que sigui més eficient en funcionament.

III. SITUACIÓ ACTUAL

III.1. Localització

L'explotació agrícola es situa al terme municipal de Verges (Baix Empordà). Veure més detall al *Plànol 01. Situació*, *Plànol 02. Emplaçament* i *Plànol 03. Planta general*. Les coordenades geogràfiques UTM de l'emplaçament són:

X: 503.780,7 m

Y: 4.654.760,2 m

A la *Imatge 01* es pot veure la situació actual de l'explotació i la ubicació dels diferents elements existents.



Imatge 01. Fotografia aèria de la situació actual general de la finca

III.2. Característiques de l'explotació

L'explotació compta amb dues nau d'engreix de pollastres. La nau que s'estudiarà per al desenvolupament del projecte és la "Nau 1". Les diferències entre les dues naus són importants, i detallen a la *Taula 01*.

Taula 01. Comparativa de les dues naus d'engreix de pollastres.

	NAU 1	NAU 2
Mides útils en metres (llarg x ample x alt)	100 x 13,6 x 4,5	60 x 11,6 x 4
Sistema de generació de calor	Estufes – cremadors de gas propà	Aerogeneradors amb cremador de gas propà
Potència tèrmica instal·lada	30 estufes de 10 kW =300 kW	2 aerogeneradors de 55 kW = 110 kW
Sistema de distribució de calor	Radiació	Convecció
Combustió	A l'interior de la nau	A l'exterior de la nau
Anys d'antiguitat	15	6
Característiques constructives de la nau	Tancament de bloc de formigó de 20 cm, coberta de fibrociment color terracota amb 3 cm d'escuma de poliuretà injectat in situ. Finestres de policarbonat i portes metàl·liques	Tancament de bloc de formigó de 20 cm, coberta de fibrociment color terracota amb 5 cm d'escuma de poliuretà injectat in situ. Finestres de fibra de vidre i portes metàl·liques
Consum anual de la nau (kg propà/any)	12.200 kg	3.583 kg
Consum anual de la nau (€ /any)	14.640 €	4.300 €

D'acord amb les justificacions detallades en la taula anterior, les raons per actuar de moment en només una de les dues naus són, entre altres, la despesa energètica i econòmica de la nau 1, els seus anys d'antiguitat i el seu sistema de calefacció deficitari i problemàtic pels animals (necessitat de ventilació constant degut a problemes per alta humitat i alta concentració de CO₂ en el recinte).

III.3. Característiques de la nau 1

La Nau 1 és una nau a dues aigües, amb una estructura formada per pilars i jàsseres, tancaments perimetrals amb bloc de formigó. Les finestres estan situades en tot el recorregut de la nau als dos costats longitudinals. A més, hi ha dues portes, una a cada extrem de la nau. Per la part anterior, hi ha una porta corredissa de 3,5 metres d'amplada i a l'altre, una porta de 80 cm d'amplada, on hi ha l'accés a la sala tècnica i d'instal·lacions.

En l'actualitat aquesta nau disposa de fonts de generació de calor independents, les quals seran substituïdes pel nou sistema de calefacció. Actualment es disposa de 30 pantalles radiants de gas propà de 10 kW cadascuna, amb una potència tèrmica total instal·lada de 300 kW.

IV. ALTERNATIVES AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓ DE CALEFACCIÓ

Es plantegen tres alternatives al sistema de distribució de calefacció:

- Sistema de distribució per convecció per aire calent amb canonades helicoidals de gran diàmetre.
- Sistema de distribució per aire calent amb aerotermos axials, bescanvi aigua-aire.
- Sistema de distribució per aire calent amb aerotermos CUBO®, bescanvi aigua-aire.

IV.1. Definició

IV.1.1. Sistema de distribució per convecció per aire calent amb canonades helicoidals

Aquest sistema funciona per la impulsió i circulació d'aire calent a través de canonades de gran diàmetre. Precisa comptar amb un generador d'aire calent que escalfi tot l'ambient de la nau partint d'un sistema amb bescanvi aire-aire. La instal·lació de canonades es realitza per arribar de manera més uniforme a tots els punts de la nau i per tal d'homogeneïtzar les temperatures. En aquest cas és el mateix generador d'aire que, mitjançant el seu ventilador d'impulsió, fa arribar l'aire a tots els punts.

IV.1.2. Sistema de distribució per aire calent amb aerotermos axials

El sistema amb aerotermos axials és una alternativa molt utilitzada en el món agrícola, tant en granges de pollastres, com de porcs, com en hivernacles (salvant les diferències en instal·lació). L'execució d'aquest sistema necessita una instal·lació hidràulica fins a cada element terminal (aeroterm) per poder fer el bescanvi aigua-aire dins la nau. Cada aeroterm compta amb un ventilador que impulsa l'aire ja escalfat cap a l'ambient. La col·locació dels aerotermos es fa en direcció al terra, per tal de fer arribar l'aire on interessa, que és a l'alçada dels animals. Els aerotermos necessiten treballar a alta temperatura d'aigua per aconseguir un bescanvi eficient amb l'aire (75-85°C). El

dimensionament i la potència tèrmica i abast de la màquina determinen les unitats necessàries per a obtenir un bon funcionament del sistema.

IV.1.3. Sistema de distribució per aire calent amb termoconvectors CUBO®

El CUBO® és el desenvolupament i millora de l'aerotherm axial convencional. El principi de funcionament és el mateix, amb un bescanvi de l'aerotherm aigua-aire, i amb un ventilador. Cal instal·lació hidràulica fins a cada element terminal. El ventilador compta amb un difusor a les quatre direccions, amb un abast de 12,5 metres a cada banda. Amb un sistema de canonades flexibles, el CUBO® permet adaptació a diferents alçades del terra i es movable en direcció vertical, es pot ajustar segons criteri o necessitats (pensant en els animals, o bé en tasques de manteniments i neteges). Els aerotherms necessiten treballar a alta temperatura d'aigua per aconseguir un bescanvi eficient amb l'aire (75 – 85°C). El dimensionament i la potència tèrmica i abast de la màquina determinen les unitats necessàries per a obtenir un bon funcionament del sistema.

IV.2. Discussió

Els avantatges i inconvenients dels tres sistemes de calefacció es detallen a la *Taula 02*.

Taula 02. Comparatiu dels sistemes de calefacció estudiats

Sistema	Avantatges	Inconvenients
Convecció per aire calent	<ul style="list-style-type: none"> - Resposta ràpida en calefactar ambient - Inversió més baixa 	<ul style="list-style-type: none"> - Baixa inèrcia tèrmica - Problemes d'estratificació - Poc eficient - Alt consum energètic - Alt consum en combustible - Necessitat d'emplaçar la caldera molt propera al punt de consum
Aire calent amb aerotherms axials	<ul style="list-style-type: none"> - Alta inèrcia tèrmica - Homogeneïtat bona de temperatures a la nau 	<ul style="list-style-type: none"> - Problemes d'estratificació - Alta inversió - Exigent en temperatura d'aigua
Termoconvectors CUBO®	<ul style="list-style-type: none"> - Alta inèrcia tèrmica - Homogeneïtat molt bona de temperatures a la nau - No es produeix estratificació - Adaptable en alçades - Permet treballar la nau i fer neteges amb maquinària 	<ul style="list-style-type: none"> - Alta inversió - Exigent en temperatura d'aigua

IV.3. Elecció

Un cop valorats els tres sistemes de distribució de calefacció i exposats anteriorment, la solució tècnica escollida per a calefactar la nau de pollastres és la del sistema CUBO®. Es tracta d'un sistema innovador i amb un funcionament òptim. Les raons que han portat a aquesta decisió són:

- Alt grau d'homogeneïtat de temperatures a la nau. Al tirar l'aire calent en totes les direccions i en els punts baixos de la nau, proporciona una temperatura molt uniforme a la mateixa, establint un confort i benestar òptim pels animals.
- Té molta inèrcia tèrmica.
- No hi ha problemes per estratificació, ja que el CUBO® agafa l'aire a escalfar de la part superior de la nau. És una de les raons de més pes per les quals s'escull aquest sistema. Els problemes per estratificació en naus fan augmentar molt el consum i hi ha una despesa energètica molt important. Aquest problema queda resolt amb els CUBO®.
- Sistema adaptable en alçada. Permet pujar i baixar l'aeroterms segons convingui: adaptació als animals segons setmana d'engreix, neteges, manteniment de la nau, buits sanitaris...
- Permet aprofitar tots els punts de la nau i no es produeixen agrupacions d'animals, millora el maneig.

V. ENGINYERIA DEL PROJECTE

V.1. Criteris de distribució

L'emplaçament de la sala de calderes i del sistema d'emmagatzematge de la biomassa s'efectuaran aprofitant el magatzem de maquinària agrícola proper a la nau de pollastres (situat a 40 m), on hi ha espai suficient per encabir el sistema de generació de calor i la sitja d'estella. D'aquesta manera s'aprofitarà un espai inutilitzat. D'altra banda, no s'haurà d'assumir el sobre cost que suposa l'execució d'obra civil per sala de caldera i sitja completament. S'adequarà una part del magatzem en una de les seves cantonades per ubicar-ho, efectuant alguns canvis i particions d'obra nova per al bon funcionament del sistema.

Veure més detall al *Plànol 03. Planta general*

V.2. Sistema de generació de calor: Caldera de biomassa

V.2.1 Generador de calor

Per al redactat del present projecte s'ha previst la instal·lació d'una caldera de biomassa de 150kW, modulant (30-100%), que funcioni amb estelles, amb els complements necessaris per a un funcionament automàtic, ubicada a la sala de calderes.

Al requerir-se una potència tèrmica nominal igual a 100kWt, tal i com s'indica a la IT 1.2.4.1.2 Generación de calor del RITE, podria utilitzar-se un únic generador de calor de biocombustible sòlid, el qual haurà de disposar de dues marxes o ser modulant. Veure més detall de característiques tècniques a la *Taula 03*.

Aquests generador disposarà de:

- Capacitat de funcionar amb diferents tipus de combustibles (policombustible), podent adaptar el seu funcionament al combustible disponible en cada moment.
- 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.
- Sistema de control que permeti connectar un pc o mòdem per a realitzar un seguiment del sistema i dels principals paràmetres.
- Sistema d'avís mitjançant missatgeria en cas de fallada.
- Funcionament modulant capaç de modular la potència de càrrega entre el 30% i el 100%.
- Sistema d'extracció dels productes de la combustió mitjançant ventilador amb velocitat variable.
- Sistema d'aportació d'aire secundari mitjançant ventilador de velocitat variable per a millorar la combustió.
- Sonda lambda que permeti regular i optimitzar la quantitat d'oxigen a aportar millorant així la combustió.
- Rendiment en funcionament a plena càrrega superior al 90%.
- Pressió de treball de fins a 3 bars.
- Sistema de filtratge i neteja de gasos de combustió, per evitar l'emissió de pols fina, bé sigui inserit en la pròpia caldera o bé mitjançant la instal·lació d'un cicló separador de partícules.

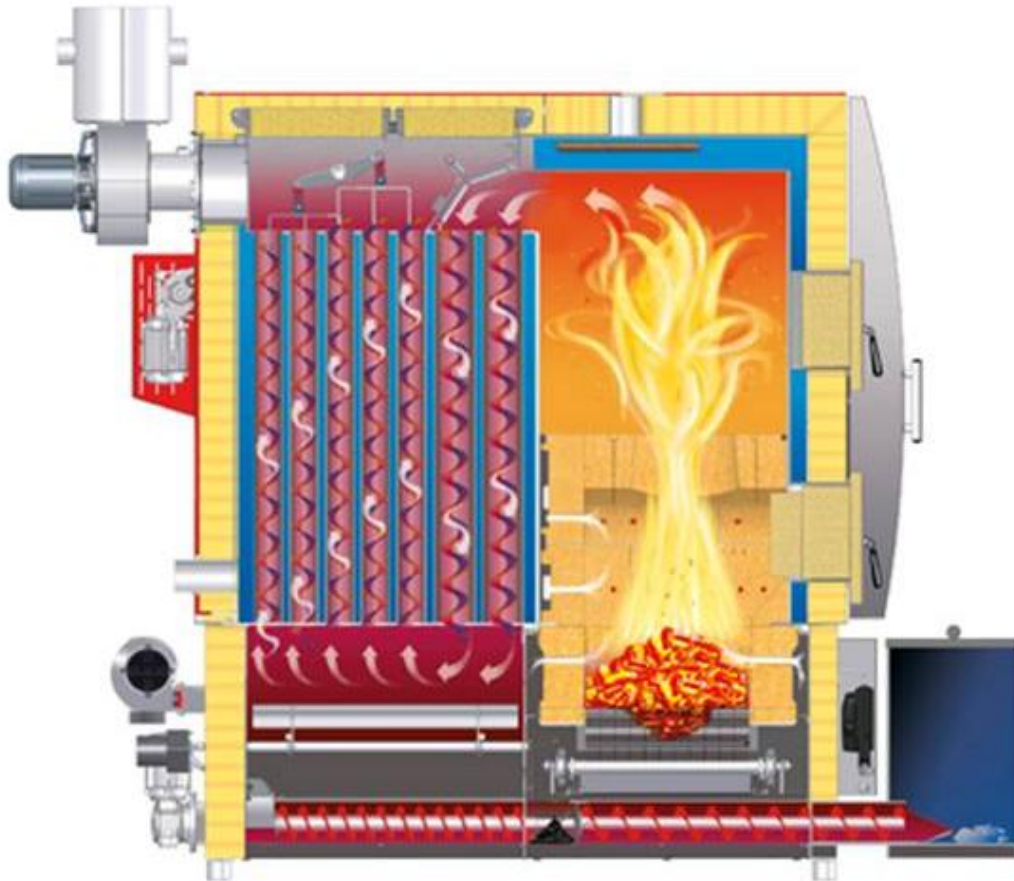
S'instal·larà una vàlvula de 3 vies, o una bomba de recirculació anticondensats o dispositiu similar, per tal de garantir que la temperatura del retorn a la caldera sigui superior a 55°C, reduint així els efectes de corrosió que es poden donar a la caldera per l'efecte de la condensació (per diferència de temperatures). Veure detall en secció de la caldera a la *Imatge 02*.

Aquesta caldera s'ubicarà a dins de la sala de calderes construïda a tal efecte (veure més detall a l'apartat *V.2.3 Sala de calderes* i al *Plànol 05. Planta sala calderes*).

Taula 03. Característiques tècniques de la caldera

Marca i Model	HARGASSNER WTH 110
Rang de potència	32-102 kW
Rendiment a plena càrrega	93,6 %
Capacitat calorífica a plena càrrega	102 kW
Diàmetre fums	200 mm
Capacitat d'aigua	190 L
Temperatura de servei màxima	95 °C
Rang de temperatura de la caldera	69 - 78 °C
Augment de la temperatura de retorn	58 °C
Pressió màxima de servei	3 bar
Resistència del costat d'aigua ΔT 10 [K]	24 mbar
Resistència del costat d'aigua ΔT 20 [K]	6,8 mbar
Avanç	2 "
Retorn	2 "
Protecció tèrmica, connexions, sensor	3/4 "
Pes	1010 kg
Alçada de la caldera	1700 mm
Amplada de la caldera	840 mm
Llargada de la caldera	1500 mm
Connexió elèctrica	400 V CA, 50 Hz, fusible de 13 A

Font: Hargassner



Imatge 02. Secció detall de la caldera

Veure més detall de les característiques tècniques de la caldera proposada a l' *Annex I. Caldera de biomassa: Característiques tècniques.*

V.2.2 Tipus de combustible, sistema d'alimentació i emmagatzematge

V.2.2.1. Tipus de combustible a utilitzar

La caldera seleccionada per a la instal·lació pot alimentar-se mitjançant diferents tipus de biomassa (pèl·let, estella, closques de fruits, etc). 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. Les característiques aproximades d'aquest tipus de biocombustible són les següents:

- PCI: 3,5-4,5 kWh/kg
- Densitat a granel: 200-400 kg/m³
- Contingut en cendres: variable
- Humitat: <35%
- Dimensions: fins G50 (50 mm)

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

V.2.2.2. Sistema d'emmagatzematge i alimentació de la biomassa

El sistema d'emmagatzematge de la biomassa es realitzarà a la sitja.

S'emmagatzemaran diferents tipus de combustibles, especialment estella forestal. Aquest tipus de combustible és molt fibrós, característica que fa que tendeixi a entrellaçar-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 s'hi ubicarà el sistema d'alimentació, que remourà l'estella evitant la formació d'aquests espais buits.

Aquest sistema d'alimentació estarà format per un rotor de 5m de diàmetre el qual disposa de cinc ballestes que remouen l'estella i la van desplaçant cap als canals d'alimentació oberts. Aquestes ballestes estan plegades quan la sitja és plena i incrementen el seu diàmetre a mesura que la biomassa de la part central de la sitja és consumida. Els canals d'alimentació oberts disposen al seu interior de visos sens fi que orienten l'estella i la transporten per dins d'uns trams de canals tancats fins a les clapetes antiincendis. Sota la clapeta antiincendis hi ha el vis sense fi d'alimentació que introdueix el combustible a la caldera.

El moviment del vis sense fi i del rotor es controla des del quadre de la caldera i a l'interior de la sitja no es 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.

V.2.3. Sala de calderes

Al tractar-se d'una caldera de més de 70kW de potència, caldrà disposar d'una sala de màquines a tal efecte. Aquesta sala de màquines, o en endavant de calderes, serà destinada exclusivament a aquest ús (no podrà ser usada com a magatzem d'eines ni tindrà cap altre ús aliè al propi de la instal·lació).

V.2.3.1. Ubicació i elements constructius

La sala de calderes i la sitja d'emmagatzematge de la biomassa s'ubicaran dins del magatzem agrícola que pertany a l'explotació, el qual té unes mesures de 35 x 10,5 metres (llarg x ample) i que una part del mateix no té utilitat. D'aquesta manera, s'aprofitarà un edifici ja existent i només caldrà fer unes modificacions per separar les dues sales i donar-los les característiques i utilitat que interessin.

Estructuralment l'edifici ja es suporta sobre una llosa de fonamentació de 20 cm de gruix, pilars cada 5m i jàsseres, on hi descansa la coberta de fibrociment. La nau és a una aigua amb una alçada de 5m

en el seu punt més alt i un pendent del 12%. Té en tres dels quatre costats parets amb bloc de formigó de 20cm.

S'aprofitarà una de les cantonades de la nau per executar la sala de calderes i la sitja. Per tal d'aïllar la caldera i el dipòsit d'inèrcia de la intempèrie i la pròpia instal·lació hidràulica de les baixes temperatures de la pròpia nau, es farà una sala de calderes aïllada dins de la mateixa nau, executada amb parets de bloc de formigó de 20cm i sostre de xapa grecada amb acabat formigonat, sense pendent.

La sitja es construirà executant dues parets més amb bloc de formigó de 20 cm i aprofitant la cantonada de la nau. Una de les parets laterals de la sitja s'executarà amb una obertura especial, a base de dues guies metàl·liques i taulons de fusta de 20 cm, per tal de permetre la càrrega i emplenat de la sitja mitjançant tractor amb pala. La sitja no disposarà de sostre, ja que la mateixa nau compta amb sostre. D'aquesta manera, a més, la sitja tindrà bona ventilació per la part superior.

Veure més detall al *Plànol 05. Planta sala calderes* i *Plànol 06. Alçat sala calderes*

V.2.3.2. Accessos a la sala

Com a accés a la sala de calderes s'instal·larà una porta de doble batent de 0,9m per fulla.

Veure més detall al *Plànol 06. Alçat sala calderes*

V.2.3.3. Dimensions de la sala

Les dimensions interiors de la sala de calderes seran de 4,6m d'amplada i de 5,0m de llargada. L'alçada de la sala de calderes serà de 3,70m.

Les dimensions interiors de la sitja seran de 5,0m d'amplada i de 5,0m de llargada. La sitja no comptarà amb sostre.

Veure més detall al *Plànol 05. Planta sala calderes*

V.2.3.4. Ventilació de la sala

La sala de calderes comptarà amb ventilació natural. S'habilitaran dos punts de ventilació (admissió i extracció). Un d'ells, situat en una de les quatre parets de la sala de calderes. L'altra punt es disposarà a la porta d'entrada a la sala de calderes. Serà una porta amb doble batent i amb dues reixetes a la part baixa de la mateixa. La obertura de la paret serà de 40 cm · 20 cm. El RITE exigeix una ventilació de $5 \text{ cm}^2 / \text{kW}$. De manera que $5 \text{ cm}^2 / \text{kW} \cdot 102 \text{ kW} = 510 \text{ cm}^2$. Una obertura de 40 cm · 20 cm = 800 cm². Es compleix.

Veure més detall al *Plànol 05. Planta sala calderes* i *Plànol 06. Alçat sala calderes*

V.2.3.5. Instal·lació d'abastament d'aigua freda

Aprofitant la rasa que s'obrirà per soterrar la canonada de calefacció cap a la nau amb els CUBO®, s'instal·larà una canonada d'abastament d'aigua freda des de la granja de pollastres fins a la sala de calderes, amb un tub de polietilè tipus Saipen o similar PN= 10 atm. Aquesta canonada habilitarà l'empenat de tot el circuit hidràulic i de la instal·lació i el sistema de seguretat de la mateixa caldera en cas de fallada de subministrament elèctric si la caldera estigués funcionant. La caldera compta amb un "sprinkler", una vàlvula tarada a 95°C i que funciona per accionament mecànic en cas de superar aquesta temperatura. Automàticament circula aigua freda per dins de la caldera a través d'un bescanviador intern per treure calor a la mateixa i refredar-la.

Veure més detall al *Plànol 11. Esquema hidràulic*

V.2.3.6. Instal·lacions elèctriques

S'instal·larà un subquadre elèctric a la sala de calderes. Aquest subquadre alimentarà la caldera, la bomba de circulació de càrrega de dipòsit, la mateixa il·luminació de la sala de calderes i els punts de presa de corrent.

Aprofitant la rasa que s'obrirà per soterrar la canonada de calefacció cap a la nau amb els CUBO® i la canonada d'abastament d'aigua freda, es soterrarà un tub corrugat de 40mm de diàmetre per alimentació elèctrica i per l'engegada de la bomba del circuit de la nau.

La instal·lació elèctrica dels aerotermes CUBO® es farà mitjançant el control existent de la nau, situat a la sala d'instal·lacions annexa a la nau de pollastres. Aquesta línia no dependrà del quadre de la sala de calderes de biomassa.

Veure més detall al *Plànol 12. Esquema elèctric i a l'Annex II. Càlcul elèctric*

V.2.3.7. Mesures de seguretat en cas d'incendi

Es compliran amb les prescripcions descrites en el CTE DB SI. Veure més detall de la justificació del compliment del mateix així com de les mesures correctores a *l'Annex III. Compliment de seguretat en cas d'incendi*.

V.2.4. Sistema d'evacuació de fums de la combustió

V.2.4.1. Xemeneia

Per al disseny de la xemeneia així com per a 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 la coberta de la sala de calderes i per la coberta del magatzem agrícola. Veure més detall al *Plànol 05. Planta sala calderes* i al *Plànol 06. Alçat sala calderes*

L'alçada de la xemeneia serà de 4 m i superarà 1 m per sobre de la teulada.

Els conductes i accessoris de la xemeneia seran d'acer inoxidable AISI 316 interior i AISI 304 exterior, de doble paret aïllada, tipus Negarra o similar, per tal de resistir bé l'acció agressiva dels productes de combustió i a la temperatura. El diàmetre interior de la xemeneia serà de 250 mm (310 mm exterior) al tram vertical i horitzontal. 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.

Al final del tram horitzontal es disposarà una T a la base del tram vertical de la qual hi haurà un registre per a poder eliminar les restes sòlides amb un maneguet a on es podrà connectar un tub de drenatge de diàmetre mínim 20mm. Aquest tub de drenatge que permetrà recollir l'aigua de pluja i condensació es conduirà fins al desaiguat de la sala de calderes.

En la tramada vertical es disposarà d'una altra T, per a poder col·locar el regulador de tiratge amb clapeta antiexplosió. Aquest dispositiu evita les pèrdues per excés de tiratge de la xemeneia.

Així mateix es disposarà d'un tram amb orifici de comprovació per a poder efectuar les mesures de la qualitat dels fums de combustió.

El barret de la xemeneia estarà dissenyat de manera que no obstaculitzi la lliure difusió dels productes de combustió a l'atmosfera.

Veure més detall del càlcul de la xemeneia a l'*Annex IV. Càlcul de la sortida de fums*.

V.2.4.2. Cendres

Les instal·lacions de biomassa a més del fum tenen com a producte de la combustió les cendres (normalment inferior al 1,5% del consum de combustible). Les mateixes calderes es subministraran 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 de dos contenidors de 240l.

Cal destacar que aquesta cendra, si prové de la combustió de biocombustibles provinents de restes forestals i agrícoles (o industrials de serralleries quan no han estat tractats químicament) es pot

utilitzar com a adob per a les plantes o ser tractat com a residu no especial. Cal tenir especial atenció a la temperatura de les mateixes en el moment de l'extracció.

V.2.5. Sistema hidràulic de la sala de calderes.

V.2.5.1. Vàlvules, filtre, pressòstat, sondes i termòmetres de contacte

S'instal·laran les vàlvules de bola amb les dimensions indicades a l'esquema hidràulic per a poder independitzar els diferents elements del circuit (aquestes vàlvules podran ser de papallona sempre que la seva finalitat sigui únicament sectoritzar el circuit per a tasques de reparació o manteniment; en cap cas s'usaran per a regular els cabals).

Es disposarà de vàlvules de retenció de doble clapeta, una per a cada circuit, amb cos de ferro colat i clapeta, eix i ressort d'acer inoxidable, PN 16 atmosferes, de dimensions indicades a l'esquema hidràulic, per a poder garantir un correcte sentit de circulació.

Veure més detall de la seva ubicació al Plànol 11. *Esquema hidràulic*.

S'instal·larà també un filtre retenidor de residus de bronze a cada circuit, amb tamís d'acer inoxidable amb perforacions de 0,5 mm de diàmetre, amb cargol, dimensions indicades a l'esquema hidràulic, per a una pressió màxima de treball de 16 bar i una temperatura màxima de 110°C. Aquest filtre retindrà les impureses que pugui contenir l'aigua allargant la vida dels components del sistema.

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, de 2" al retorn de la caldera, la qual anirà governada per la centraleta de control de la caldera.

V.2.5.2. Sistema de buidat

Es disposarà de diferents punts de buidats parcials de la instal·lació els quals disposaran d'un diàmetre mínim de 20mm i del punt de buidat total, en el punt més baix de la instal·lació (veure més detall al Plànol 11. *Esquema hidràulic*).

V.2.5.3. Sistema de purga de la instal·lació

En els punts alts de la instal·lació s'ubicaran sistemes de purgadors automàtics de diàmetre mínim 15mm per a poder treure l'aire que pugui haver a la instal·lació (veure més detall al Plànol 11. *Esquema hidràulic*).

Veure més detall de la seva ubicació al Plànol 11. *Esquema hidràulic*

V.2.5.4. Conjunt de seguretat davant sobrepressió

En el circuit primari de les calderes, i just abans de la vàlvula de pas que aïlla el dipòsit d'inèrcia del circuit, s'instal·larà un conjunt de seguretat davant sobrepressió el qual estarà format per:

- Vàlvula de sobrepressió tarada a 3 bars. La seva descàrrega es conduirà a la xarxa de desaigüat i serà visible.
- Manòmetre amb bany de glicerina i diàmetre d'esfera de 100 mm, amb presa vertical, per a muntatge roscat de 1/2", escala de pressió de 0 a 5 bar.
- Connexió per a l'emplenament del circuit.
- Vas d'expansió.

Així mateix la caldera disposa de la seva pròpia vàlvula de seguretat tarada directament pel fabricant.

Aquests elements tindran un dispositiu d'actuació manual que no afectarà al seu tarat per tal de poder-los provar.

Veure més detall de la seva ubicació al *Plànol 11. Esquema hidràulic*

V.2.5.5. Sistema d'expansió

Amb l'objectiu d'esmoreir els esforços mecànics ocasionats per les dilatacions produïdes per l'escalfament del fluid calorportador, s'instal·larà un vas d'expansió tancat de 300 l. , de 1105 mm d'altura i 600 mm de diàmetre, amb rosca de 1" de diàmetre, 6 bar de pressió i temperatura de treball fins a 110°C, per a tal efecte. El dimensionat del vas d'expansió s'ha efectuat en base a la norma UNE 100155 . Aquest vas d'expansió s'ubicarà tal i com s'ha comentat a l'apartat anterior. Veure més detall de la seva ubicació al *Plànol 11. Esquema hidràulic*

V.2.5.6. Bomba de circulació i càrrega de dipòsit i bomba de circuit de calefacció

Per a la circulació de l'aigua calenta pel circuit primari de les calderes i pels circuits de la xarxa de calor, s'instal·laran dues bombes 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.

Veure més detall de la seva ubicació al *Plànol 11. Esquema hidràulic i detalls tècnics a l'Annex V. Bombes de circulació: característiques tècniques*

V.2.5.7. Aïllament de canonades

Com que les canonades que hi ha a dins de la sala de calderes (la qual es considera local no calefactual) 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 30mm.

Així mateix tots els accessoris (vàlvules, etc) també hauran d'estar aïllats amb una espessor equivalent a la de la canonada en qüestió.

Per al dipòsit d'inèrcia s'exigirà que l'espessor mínim d'aïllament sigui igual o superior a 40mm (igual al de canonada de més de 140mm de diàmetre)

V.2.6. Xarxa de distribució

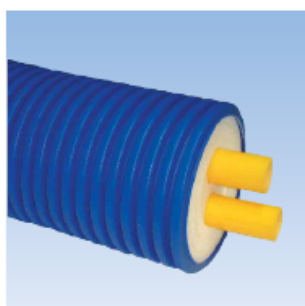
La xarxa de distribució de calor és el conjunt d'elements que transportaran l'energia en forma d'aigua calenta des de la sala de calderes de biomassa fins a la nau de pollastres. Donat que la sala de calderes estarà aïllada de l'edifici a calefactar, s'executarà una xarxa de distribució de calor.

S'instal·laran dues canonades soterrades que comunicaran el dipòsit d'inèrcia de la sala de calderes amb la nau.

S'instal·laran canonades de polietilè d'alta densitat reticulat PEX, amb barrera antidifusió d'oxigen EVOH, preaïllades amb escuma de PEX i amb una coberta corrugada protectora de PEHD, amb temperatura màxima de treball de 95°C i la pressió màxima de 6 bar, tipus WATTS Microflex Uno 2x63/5,8 (200) o similar. Aquestes canonades, de 200 mm de diàmetre exterior, estaran compostes de dos tubs de 63 mm de diàmetre exterior amb un espessor de 5,8 mm. Veure característiques de les canonades a la *Imatge 03*.

És important que la canonada disposi de barrera antidifusió d'oxigen ja que aquest element genera molts problemes de corrosió en els components i els materials plàstics acostumen a tenir problemes de difusió d'oxigen.

Veure més detall de la seva ubicació al *Plànol 11. Esquema hidràulic*



MICROFLEX® MAX DUO CLIMATIZACIÓN

Dos tubos interiores: PE-Xa. Polietileno reticulado por peróxido con barrera antidifusión de oxígeno, para temperaturas de hasta 95° C con 6 bar, según UNE-EN ISO 15875.
Aislamiento térmico: multicapa de espuma microcelular de polietileno reticulado con células de estructura cerrada.
Protección exterior: PE-HD. Doble capa corrugada de polietileno de alta densidad.

Imatge 01. Exemple de canonades preaïllades per a xarxes de calor

Per la naturalesa del material de la canonada no serà necessari la instal·lació de lires de dilatació. Així mateix, per les longituds de les tramades, es realitzaran sense unions i, en cas que siguin necessàries, es realitzaran les corresponents proves d'estanqueïtat abans de procedir a l'aïllament de les unions i la cobertura de les rases.

Alhora de determinar els diàmetres, en els dos casos, s'ha tingut en compte que la velocitat del fluid no superi els 2m/s i que les pèrdues de càrrega generades per metre de canonada no superessin en cap cas els 25mmca/m.

Per a comprovar que els aïllaments de les canonades compleixen amb les exigències del RITE, s'haurà de comprovar que les pèrdues tèrmiques totals de la xarxa no superin el 4% de la potència màxima que transportarà (en el nostre cas el circuit s'ha dimensionat per a transportar 100kW, per tant les pèrdues totals no podran superar 4kW) com indica l'apartat 6 de la IT 1.2.4.2.1.1 del RITE.

Un cop realitzats els càlculs, per més detall, veure *l'Annex VI. Càlcul de l'aïllament de la xarxa de calor*, s'ha comprovat que les pèrdues totals de la xarxa de calor soterrada seran de 1,3kW (1,3%) i per tant la solució adoptada compleix.

Veure més detall de la instal·lació hidràulica a *l'Annex VII. Càlcul hidràulic*

V.3. Sistema de distribució amb termoconvectors CUBO®

V.3.1. Sistema CUBO®

El termoconvector CUBO® és una màquina amb una potència tèrmica de 35 kW. És un aerotem de bescanvi aigua – aire que compta amb un ventilador i un difusor, amb la capacitat de tirar aire en les 4 direccions. L'abast de cada un d'ells és de 12 metres als 4 costats. El seu principi de funcionament es basa en escalfar l'aire ambient mitjançant aigua a alta temperatura. L'aire que serà escalfat dins del termoconvector és captat de la part superior del recinte, de manera que així s'evita un problema molt comú en espais de grans volums: l'estratificació tèrmica.

El CUBO evita la formació de capes estratificades ja que fa tornar al nivell més baix l'aire que va ascendint fins als punts més als de la nau.

Seguint les recomanacions del fabricant (veure més detall en *l'Annex VIII. Termoconvectors CUBO®: Característiques tècniques*), els CUBO® no poden estar a menys de 25 metres entre ells. La poca distància entre ells podria causar problemes de corrents d'aire i turbulències dins del recinte calefactat.

V.3.2. Criteris de disseny i càlculs

D'acord amb l'Annex IX. Càlcul tèrmic, la potència tèrmica instantània necessària per escalfar la nau és de kW. S'instal·laran 4 aeroterms CUBO® de 35 kW, amb una potència tèrmica instal·lada de 140 kW. No obstant, aquests aeroterms poden treballar a diferents potències tèrmiques en funció de la temperatura de l'aigua d'impulsió que arriba per fer el bescanvi aigua – aire. Així doncs, la potència unitària de treball prevista per cada CUBO® és de 25 kW.

El cabal a impulsar que s'imposarà a la bomba de circulació per alimentar la nau serà de 8,6 m³/h, amb un salt tèrmic de 10°C. La temperatura ideal de l'aigua a l'entrada de l'aeroterm és de 70°C. La temperatura a la sortida del mateix serà de 75°C.

Amb aquest càlcul i les temperatures necessàries pels CUBO®, la temperatura de l'aigua s'acumularà 10°C per sobre de la temperatura d'impulsió necessària: 80°C. Segons el fabricant i d'acord amb el manual tècnic de funcionament de les màquines, és molt important assegurar els 70°C a la impulsió. Si no s'aconsegueixen aquestes temperatures, la potència tèrmica útil de cada aeroterm disminueix a mesura que el gradient tèrmic descendeix. A la Taula 04 es poden veure les diferents condicions de treball dels aeroterms.

Taula 04. Característiques i exigències de funcionament dels CUBO®

Aigua						Aire			
T _{entrada} aigua [°C]	T _{sortida} aigua [°C]	Salt tèrmic Δt	Temp. Mitjana [°C]	Cabal [l/h]	Pèrdua Càrrega [kPa]	Cabal aire [m ³ /h]	T _{entrada} aire [°C]	T _{sortida} aire [°C]	Potència Tèrmica [kW]
90	80	10	85	3.175	40,98	4.100	15	42,4	35
80	70	10	75	2.716	30,19	4.100	15	38,1	30
70	60	10	65	2.253	20,89	4.100	15	34,0	25
60	50	10	55	1.797	13,36	4.100	15	30,0	20
50	40	10	45	1.343	7,49	4.100	15	26,1	15
40	30	10	35	893	3,33	4.100	15	22,3	10

Font: CUBO®

V.3.3. Instal·lació a la nau i circuit interior

V.3.3.1. Aeroterms CUBO®

S'instal·laran 4 aeroterms CUBO® de potència tèrmica 35 kW cada un. La col·locació dels mateixos es realitzarà amb l'ajuda de les biguetes del sostre, on hi penjaran els suports que aguantaran la màquina. Per la regulació de l'alçada de l'aeroterm dins la nau, es farà mitjançant politges. Tot el material de suporteria i fixació dels CUBO® ja ve subministrat pel mateix fabricant de les màquines.

Cada aeroterm inclou les canonades de polipropilè flexible (impulsió i retorn), politges i els elements de fixació i suport.

De les dues canonades principals d'impulsió i retorn, situades a la part superior de la nau, s'instal·laran dues "T" de 90º reduïdes (54-54-35) per cada CUBO®, per tal connectar les canonades flexibles de polipropilè entre cada aeroterm i les canonades d'alimentació. És indispensable que entre la "T" de 90º i la canonada de polipropilè s'instal·li una vàlvula de pas (1 ¼"), per poder tancar i separar hidràulicament cada aeroterm en cas que sigui necessari.

V.3.3.2. Instal·lació hidràulica

La instal·lació hidràulica de a la Nau 1 de pollastres es realitzarà amb canonades d'acer al carboni, Ø54 i aïllament tubular flexible de 30mm. El seu recorregut estarà comprès entre el punt de connexió a les canonades soterrades de PEHD Ø63 i l'últim CUBO® de la nau. La longitud de les canonades serà de 90 metres (impulsió + retorn).

La tramada de canonades a la nau serà del mateix diàmetre en tot el seu recorregut. No es realitzaran reduccions, d'acord amb les recomanacions del fabricant pel que fa a instal·lació hidràulica. Per més detalls, veure *Annex VIII. Termoconvectors CUBO®: Característiques tècniques*.

V.3.4. Automatització del sistema

El sistema de control i funcionament de la calefacció dins la nau de pollastres i la regulació de la temperatura ambient interior es realitzarà mitjançant el control existent de ventilació de la nau. S'integrarà el funcionament dels 4 aeroterms CUBO® dins el sistema, el qual permet el control de calefacció, a més dels controls d'humitat, ventilació i alimentació, els quals ja estan en ús.

El programa de control conté sondes de temperatura interiors que detallen les temperatures a diferents punts de la nau. Caldrà, doncs, portar el cablejat elèctric dels aeroterms cap a la sala de control de la nau i de la bomba de circulació (ubicada a la sala de calderes), per tal de que el mateix programa controli les engegades i les parades d'aquests dos elements.

No està dins l'abast del projecte la connexió elèctrica dels aeroterms i de la bomba de circulació al programa existent, el qual serà executat per l'instal·lador del mateix programa segons reclama el promotor.

No obstant, es detallarà la instal·lació elèctrica requerida tant pels aeroterms com per la bomba de circulació.

Caldrà posar en marxa i comprovar el sistema hidràulic i el bon funcionament dels aeroterms.

V.4. Descripció de l'obra civil associada

V.4.1. Fonamentació i paviment

No es preveu l'execució de fonamentacions i paviment, ja que el magatzem agrícola compta amb una llosa de formigó armat de 20 cm.

V.4.2. Estructura i tancaments

Aprofitant les façanes existents del magatzem, caldrà realitzar 4 parets amb mur de bloc de formigó: dues correspondran a la sala de calderes, juntament amb la paret existent de la cantonada. Les altres dues, correspondran a la paret mitjanera i divisòria entre la sala de calderes i la sitja, i a la paret lateral, que acabarà formant un quadrat amb les altres dues parets existents del magatzem. La paret lateral a construir per a la sitja d'estella s'executarà amb unes condicions i mides especials, diferent a la resta de parets. La raó d'aquesta diferència és per permetre la càrrega de la sitja amb tractor i pala i facilitar l'emplenat de la sitja. Veure més detall al *Plànol 05. Planta sala calderes*, *Plànol 06. Alçat sala calderes* i *Plànol 07. Secció sala calderes*

V.4.3. Cobertes

La coberta per a la sala de calderes serà plana de xapa grecada amb capa de formigó i de gruix inferior a 0,12 m (veure pendent al *Plànol 06. Alçat sala calderes*) i es realitzarà mitjançant perfil de xapa d'acer galvanitzat de 0,75 mm d'espessor, fixada sobre bigues metàl·liques T-18, amb malla electrosoldada i capa de formigó superficial. Es prestarà especial atenció a la impermeabilització del pas de la xemeneia. Veure més detall a l'*Annex X. Càlcul estructural*

V.4.4. Portes

S'instal·larà una porta de dues fulles de 2,35 m, d'acer lacada de color crema, per a permetre l'accés als diferents espais (*Plànol 06. Alçat sala calderes*). La porta disposarà d'obertura fàcil des de l'interior. No es disposarà de porta a la sitja d'emmagatzematge. Un dels laterals de la mateixa actuarà de punt d'accés i de punt de càrrega. Estarà format per taulons de fusta guiats a l'interior de perfils metàl·lics, que permetrà obrir la porta, sense que s'esllavissi la pila de biomassa. Veure detall de l'obertura al *Plànol 06. Alçat sala calderes*

VI. ESTUDI BÀSIC DE SEGURETAT I SALUT

En l'obra que es projecta no es donen els supòsits establerts en l'article del Reial Decret que obliga a la redacció d'un estudi de seguretat i salut.

- El pressupost d'execució per contracta és inferior a 450.760,00 euros.

- La durada prevista de l'obra, encara que pugui ésser superior a 30 dies laborables, no s'utilitzarà en cap moment a més de 20 treballadors simultàniament.
- El volum de mà d'obra estimada, entenent per tal la suma dels dies de treball del total dels treballadors de l'obra, no és superior a 500.
- No es tracta d'una obra de túnels, galeries, conduccions subterrànies ni preses.

Per això es justifica la redacció de l'estudi bàsic. Es redacta el present document en compliment del Reial Decret 1627/1997 de 24 d'octubre pel que s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció. Les especificacions recollides a l'estudi pretenen avaluar els riscos, planificar i organitzar l'activitat preventiva i adoptar les mesures correctores que calguin en cada cas per garantir la integritat dels treballadors que participen en aquesta obra.

L'estudi bàsic de seguretat i salut figura a l'*Annex XI. Estudi bàsic de seguretat i salut*.

VII. PROGRAMACIÓ DE L'EXECUCIÓ I POSADA EN MARXA

La planificació d'un projecte és important per tal de coordinar els diferents elements que intervenen en el projecte. És important conèixer les tasques més problemàtiques i així poder-les preveure i evitar endarreriments en l'execució del projecte. Per a la planificació del projecte s'utilitzarà el mètode PERT (Program Evaluation and Review Technique). Aquest mètode s'utilitza per a la planificació, el control i la programació de les activitats que es realitzen en l'execució del projecte. El mètode PERT proporciona informació sobre l'estat del projecte, ajuda a pronosticar la probabilitat d'assolir els objectius en un moment de temps concret i determina el temps mínim amb què es pot executar el projecte.

La durada mitjana o durada PERT de cada activitat (durada d'execució) es determina amb l'expressió:

$$t = (a + 4m + b) / 6$$

essent,

a: durada optimista, en dies

m: durada més probable, en dies

b: durada pessimista, en dies

A la *Taula 05* es defineixen tots els treballs i tasques que es duran a terme.

Taula 05. Anàlisi de les activitats del projecte

Activitat	Descripció	a	m	b	t	Precedent
A	Excavació de rases per instal·lacions	-	-	-	-	-
B	Fonamentacions i estructura	0,3	0,6	1	0,62	C
C	Façanes i particions	9	11	14	11,2	-
D	Cobertes	3	4	6	4,2	B
E	Caldera de biomassa i accessoris complementaris	9	11	13	11	D
F	Xarxa de calor i connexió nau	-	-	-	-	-

Com que hi ha algunes activitats que no es veuen afectades per altres, el mètode de PERT només s'aplicarà per aquelles tasques on hi ha un precedent. Les rases per instal·lacions i la xarxa de calor i la instal·lació a la nau es podran desenvolupar sense precedents. A més, les seves durades són inferiors en tots els casos a la seqüència de tasques que s'analitza. Les activitats que s'analitzaran a la *Taula 06* seran B, C, D i E.

Taula 06. Anàlisi pel mètode de PERT

Activitat	Durada (D_{ij})	T_{Ei}	$T_{Ej} (T_{Ej} = T_{Ei} + D_{ij})$
C	11,2	0	$0 + 11,2 = 11,2$
B	0,62	11,2	$11,2 + 0,62 = 11,82$
D	4,2	11,82	$11,82 + 4,2 = 16,02$
E	11	16,02	$16,02 + 11 = 27,02$

La durada de les tasques conjuntes serà de 27,02 dies.

A la *Taula 07* es pot veure la representació de tasques (en setmanes), conjuntament amb la petició i arribada de materials prevista.

Taula 07. Programació en diagrama de Gantt

ACTIVITATS / SETMANES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Petició i arribada de materials												
Construcció de la sala de calderes i sitja.												
Instal·lació canonades preaïllades en rasa.												
Instal·lació de la caldera a la sala. Connexions hidràuliques i instal·lació elèctrica												
Instal·lació hidràulica i elèctrica a la nau												
Proves, posada en servei. Seguiment												

VIII. PRESSUPOST

Puja el pressupost anual d'execució material a la quantitat de **seixanta mil quatre-cents cinc euros amb quaranta-set cèntims** (60.405,47 €)

IX. AVALUACIÓ ECONÒMICA

A la *Taula 08* es poden veure els consums actuals en propà i els futurs en biomassa, segons dades de consum facilitades pel client

Taula 08. Avaluació de consums i estalvi econòmic

SISTEMA ACTUAL: GAS PROPÀ		
Consum combustible fòssil	12.200	kg
Preu del combustible fòssil	1,20	€/kg
Cost anual del combustible fòssil	14.640	€/any
Poder calorífic gas propà (P.C.I)	13,14	kWh/kg
Consum energètic	160.308	kWh/any
Rendiment cremadors	83	%
Demanda tèrmica anual	133.055	kWh/any
SISTEMA BIOMASSA		
Rendiment caldera de biomassa (mínim)	91,5	%
Consum anual energia de la biomassa	145.416	kWh/any
Poder calorífic biomassa (P.C.I)	3,7	kWh/kg
Densitat biomassa	0,25	tones/m ³
Tones de biomassa anuals	39,3	tones
Volum de biomassa anual	157,2	m ³
Cost de la biomassa (estella 30% humitat)	85	€
Cost anual de la biomassa	3.340,5	€/any

Estalvi econòmic anual	11.299,5 €
-------------------------------	-------------------

Com a dades addicionals, a la *Taula 09* es pot veure un estudi ambiental resumit amb les quantitats de diòxid de carboni que es deixaran d'emetre a l'atmosfera per contribuir a l'estalvi en emissions de CO₂

Taula 09. Estudi ambiental resumit

ESTUDI AMBIENTAL RESUMIT		
Estalvi de consum fòssil anual	160.308	kWh/any
Emissions CO ₂ gas propà	0,229	kg CO ₂ /kWh
Estalvi anual emissions CO ₂	36.710,53	kg CO ₂
Estalvi anual emissions CO ₂	36,71	tones CO ₂

Estalvi anual emissions CO₂	36,71 tones CO₂
---	-----------------------------------

DADES ECONÒMIQUES

Estudi econòmic (anys)	10	anys
Cost de la inversió	60.405,47	
Augment de retribució anual (IPC)	1,5%	
Augment anual preu combustible fòssil (previsió)	3,0%	

DADES D'OPERACIÓ I MANTENIMENT

Cost biomassa	85	€/t
---------------	----	-----

VARIABLES FINANCERES

TIR PROJECTE (a 10 anys)	15,70%
PAYBACK [INV/F.C.]	5,1 anys

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Compte d'explotació											
ESTALVI D'ENERGIA											
Estalvi combustible instal·lació gas	+	14.640	15.079	15.532	15.998	16.477	16.972	17.481	18.005	18.546	19.102
Total estalvi	+	14.640	15.079	15.532	15.998	16.477	16.972	17.481	18.005	18.546	19.102
COSTOS BIOMASSA											
Cost manteniment biomassa	400	400	406	412	418	425	431	437	444	451	457
Costos principals biomassa	-	3.341	3.391	3.442	3.493	3.546	3.599	3.653	3.708	3.763	3.820
Total costos	- 60.405	3.741	3.797	3.854	3.912	3.970	4.030	4.090	4.152	4.214	4.277
Benefici brut - Marge Explotació (M.E)	- 60.405	10.899	11.282	11.678	12.086	12.507	12.942	13.391	13.854	14.332	14.825
Subvencions	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crèdit		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BENEFICI NET	- 60.005	10.899	11.282	11.678	12.086	12.507	12.942	13.391	13.854	14.332	14.825
CASH FLOW ACUMULAT	-60.005	-49.106	-37.824	-26.146	-14.060	-1.552	11.390	24.780	38.634	52.966	67.791

Peralada, a 11 de Juny de 2014



L'estudiant Borja Garcia Martinez

