



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

TREBALL FINAL DE GRAU D'ENGINYERIA FORESTAL I DEL MEDI NATURAL

**XARXA D'ABASTIMENT DE CALOR "DISTRICT
HEATING" AMB CALDERES DE BIOMASSA PER ALS
EDIFICIS PÚBLICS D'ALCALALÍ (ALACANT)**

Curs acadèmic 2017/2018

Autor: Miguel Andrés Perales

Director experimental: Pau Brunet Navarro

Tutor: Prof. Dr. José Vicente Oliver Villanueva

VALÈNCIA, FEBRER DEL 2018

Resum

XARXA D'ABASTIMENT DE CALOR "DISTRICT HEATING" AMB CALDERES DE BIOMASSA PER ALS EDIFICIS PÚBLICS D'ALCALALÍ (ALACANT)

Implantació d'una xarxa de calor centralitzada o *District Heating* que donarà servei a edificis públics seleccionats i representatius del terme municipal d'Alcalalí (Alacant). Aquest sistema contribueix a la reducció de les emissions dels gasos d'efecte hivernacle, ja que s'utilitza la biomassa com energia renovable per obtenir energia tèrmica. Açò implicarà una generació de treball local i una reducció significativament del risc d'incendis, que deriva dels tractaments silvícoles per l'aprofitament tant de la biomassa forestal com també la biomassa residual agrícola procedent de la poda de cultius llenyosos del terme municipal.

Es connectaran cinc edificis al Sistema *District Heating* a Alcalalí: Edifici Multiusos, Biblioteca Municipal, CEIP Mosquera, Ajuntament i Centre Cívic Social. El projecte es dividirà en tres parts ben diferenciades:

- 1) Estudi de viabilitat tècnica. Es realitza un estudi energètic de les demandes tèrmiques dels edificis objecte i un estudi de la disponibilitat de biomassa en el terme municipal.
- 2) Estudi de viabilitat econòmica. Es tracta la recuperació de la inversió econòmica basant-se amb els criteris econòmics de l'estalvi en l'abastament de combustibles fòssils i la reducció de costos de manteniment i treball.
- 3) Conclusions

Implantación de una red de calor centralizada o District Heating que dará servicio a edificios públicos seleccionados de forma representativa del término municipal de Alcalalí (Alicante). Este sistema contribuye a la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero, ya que se utiliza la biomasa como energía renovable para obtener energía térmica, esto implicará una generación de trabajo local y una reducción significativamente el riesgo de incendios que deriva de los tratamientos silvícolas para el aprovechamiento tanto de la biomasa forestal como la biomasa residual agrícola procedente de la poda de cultivos leñosos del término municipal.

Se conectarán cinco edificios al Sistema District Heating en Alcalalí: Edificio Multiusos, Biblioteca Municipal, CEIP Mosquera, Ayuntamiento y Centro Cívico Social. El proyecto se dividirá en tres partes bien diferenciadas:

- 1) Estudio de viabilidad técnica. Se realiza un estudio energético de las demandas térmicas de los edificios objeto y un estudio de la disponibilidad de biomasa en el término municipal.
- 2) Estudio de viabilidad económica. Se trata la recuperación de la inversión económica basándose en los criterios económicos del ahorro en el abastecimiento de combustibles fósiles y la reducción de costes de mantenimiento y trabajo
- 3) Conclusiones

Implementation of a District Heating that will serve to some selected and representative public buildings of the municipal district of Alcalalí (Alicante). This system contributes to the reduction of emissions of greenhouse gases (GHG), since biomass is used as renewable energy to obtain thermal energy, this will imply a generation of local work and a significant reduction in the risk of bushfires that are derived from forest treatments for the use of both forest biomass as well as agricultural residual biomass from the pruning of woody crops of the municipal district.

Five buildings will be connected to the "District Heating" System in Alcalalí: Multipurpose Building, Municipal Library, Mosquera CEIP, City Hall and Civic Social Center. The project will be divided into three distinct parts:

- 1) Technical feasibility study. An energy study of the thermal demands of the object buildings and a study of the availability of biomass in the municipal district is carried out.
- 2) Economic viability study. It is the recovery of the economic investment based on the economic criteria of the saving in the supply of fossil fuels and the reduction of costs of maintenance and work.
- 3) Conclusions

Paraules claus

Energia renovable, Biomassa, Energia tèrmica, Municipi, Treball local, Risc d'incendis, District Heating, Gasos d'efecte hivernacle, Tractaments silvícoles, Poda i Estalvi.

Energía renovable, Biomasa, Energía térmica, Municipio, Trabajo local, Riesgo de incendios, District Heating, Gases de efecto invernadero, Tratamientos silvícolas, Poda y Ahorro.

Renewable energy, Biomass, Thermal energy, Municipality, Local work, Fire risk, District Heating, Greenhouse gases, Forest treatments, Pruning and Saving.

Alumne: Miguel Andrés Perales

Tutor acadèmic: Prof. Dr. José Vicente Oliver Villanueva

VALÈNCIA, FEBRER DEL 2018

Agraïments

Després d'uns anys de formació acadèmica i treball intens, ha arribat el moment d'entregar el meu Treball Final de Grau.

En primer lloc, donar les gràcies a l'Ajuntament d'Alcalalí per haver confiat en mi donant-me l'oportunitat i així, poder realitzar un projecte per a benefici del poble.

Agrair, en especial, el gran treball, capacitat i interès per ajudar als seus alumnes del meu tutor José Vicente Oliver Villanueva. A la persona que m'ha ajudat i he après molt amb ella, Bruno. També als seus companys Edgar i Víctor.

Per últim, dedicar-li'l a la meua família per confiar en mi en tot moment i animar-me a seguir i a la persona que sempre ha estat al meu costat, ha cregut en mi i un dia com aquest no podia oblidar-me d'ella, el meu avi.

ÍNDEX

- DOCUMENT N°1:
 - MEMÒRIA DESCRIPTIVA
 - ANNEXOS

- DOCUMENT N°2: PLÀNOLS

- DOCUMENT N°3: PRESSUPOST

DOCUMENT Nº1:

MEMÒRIA DESCRIPTIVA I ANNEXOS

ÍNDEX

1. Antecedents	9
2. Objecte	10
A) Estudi de la viabilitat tècnica	10
B) Estudi de la viabilitat econòmica	11
C) Memòria explicativa de les xarxes del District Heating	11
3. Introducció. Model conceptual del Sistema District Heating	12
3.1 Avantatges d'un Sistema de <i>District Heating</i>	12
3.2 Anàlisi preliminar, balanç de la petjada de CO ₂	14
3.3 Experiències realitzades anteriorment	17
4. Estudi de viabilitat tècnica	18
4.1 Introducció	18
4.2 Demanda energètica de referència	18
4.3 Disseny de la xarxa de distribució	19
4.4 Selecció de la caldera	20
4.5 Quantificació de la biomassa del municipi.....	20
4.6 Model de generació i distribució.....	20
4.6.1 Central Tèrmica	21
A. Dimensionament de la Central	23
i. Calderes	25
ii. Bomba.....	26
iii. Vas d'expansió.....	28
iv. Sistema de control	28
v. Depòsit d'inèrcia.....	28
B. Xarxa de distribució energètica	29
i. Canonades	29
ii. Rases.....	30
iii. Tubs de comunicació	30
iv. Vàlvules de ventilació	30
v. Escomeses.....	31
vi. Subestació d'intercanvi	32
5. Estudi de viabilitat econòmica	33
5.1 Inversió.....	33
5.2 Costos evitats	34
5.3 Resultat econòmics	35
6. Impacte ambiental	42
7. Seguretat i salut	43
8. Conclusions	44

- Figura 1. Mapa localització del municipi d'Alcalalí. *Font: Ajuntament d'Alcalalí*
- Figura 2. Primer disseny de la xarxa de distribució. *Font: Elaboració pròpia*
- Figura 3. Esquema del sistema *District Heating*. *Font: Guelph Hydro (2017)*
- Figura 4. Gràfics de les emissions segons el tipus de combustible. *Font: IDAE (2017)*
- Figura 5. Gràfic comparatiu emissions de CO₂. *Font: Elaboració pròpia*
- Figura 6. Gràfic de les emissions de CO₂ sense rendiments. *Font: Elaboració pròpia*
- Figura 7. Disseny de la xarxa de distribució. *Font: Elaboració pròpia*
- Figura 8. Mapa cadastral de les parcel·les. *Font: Seu Electrònica del Cadastre*
- Figura 9. Dades descriptives de la parcel·la. *Font: Seu Electrònica de Cadastre*
- Figura 10. Vista aèria de la parcel·la en la qual s'ubicarà la Central Tèrmica. *Font: Google Earth.*
- Figura 11. Situació de la parcel·la on s'ubicarà la Central Tèrmica. *Font: Google Earth*
- Figura 12. Disseny de la Central Tèrmica. *Font: Elaboració pròpia*
- Figura 13. Caldera Ferroli model ARES A 100 kW. *Font: Biomasa Ferroli*
- Figura 14. Electrobomba centrífuga multicel·lular "HASA" model "VS 8-6". *Font: HASA*
- Figura 15. Vas d'expansió 250 l de la marca "HASA". *Font: HASA*
- Figura 16. Canonades RAUTHERMEX SDR 11. *Font: REHAU*
- Figura 17. Brida amb estanqueïtat. *Font: REHAU*
- Figura 18. Dimensions del forat del barrinat. *Font: REHAU*
- Figura 19. Entrada a usuari amb brida FA 80. *Font: REHAU*
- Figura 20. Gràfic comparatiu preu del combustible. *Font: Elaboració pròpia*
- Figura 21. Gràfic comparatiu costos finals obtenció d'energia. *Font: Elaboració pròpia*
- Figura 22. Variació en el preu del combustible. *Font: C.A.R.M.E.N. (2017)*
- Figura 23. Càlcul gràfic de la Tir a 30 anys. *Font: Elaboració pròpia*

- Taula 1. Emissions segons el tipus de combustible. *Font: IDAE (2017)*
- Taula 2. Dades emissions de CO₂. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 3. Dades emissions de CO₂ sense rendiments. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 4. Demandes tèrmiques dels edificis seleccionats. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 5. Estudi d'alternatives per a la selecció de la caldera. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 6. Punt de funcionament de la bomba. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 7. Estudi d'alternatives per a la selecció de la bomba. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 8. Estudi d'alternatives per a la selecció de les canonades. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 9. Intercanviadors de calor per a cada edifici. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 10. Models a utilitzar d'intercanviadors de calor. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 11. Pressupost *District Heating* Alcalalí. *Font: Elaboració pròpia.*
- Taula 12. Costos de combustible amb diferents sistemes. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 13. Costos finals obtenció d'energia. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 14. Resum característiques econòmiques. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 15. Costos d'operació sense o amb *District Heating*. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 16. Estudi econòmic a 30 anys. Obtenció del VAN. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 17. Justificació càlcul de la TIR a 30 anys. *Font: Elaboració pròpia*
- Taula 18. Resultats estudi econòmic. *Font: Elaboració pròpia*

1. Antecedents

En el següent treball sorgix la idea per part de l'Ajuntament d'Alcalalí (Alacant) de la implantació d'una Xarxa de Calor Centralitzada o sistema *District Heating* per alguns edificis públics del municipi. El treball s'ha realitzat en el marc d'un contracte com a becari en el propi Ajuntament.

Es pretén substituir la demanda dels combustibles fòssils en els edificis públics per una font d'energia renovable com és la biomassa. En aquest cas s'utilitzarà la biomassa residual procedent, tant com de la neteja dels forests com de l'aprofitament de la biomassa residual agrícola originària pels dels diversos tipus de cultius.



Figura 1. Mapa localització del municipi d'Alcalalí. Font: Ajuntament d'Alcalalí

Actualment, la societat cada vegada va agafant més consciència del problema del canvi climàtic i del gran risc que suposa per al nostre territori els incendis forestals sobretot en estiu, ja siga per la sequera o per l'abandonament dels terrenys agrícoles i forestals. La solució a aquest problema és la substitució de fonts de calor cada vegada més esgotades com les fonts fòssils per una renovable com és l'aprofitament del material biomàssic, una energia verda i menys contaminant.

2. Objecte

L'objecte d'aquest PFG consisteix en la comprovació de la viabilitat Tècnic-Econòmica de la implantació de la Xarxa de Calor Centralitzada o *District Heating* que donarà servei a alguns edificis públics del municipi d'Alcalalí. Amb aquest sistema es reduiran les emissions de gas d'efecte hivernacle, així com la producció de llocs de treball locals fomentat el desenvolupament rural de la zona. També la reducció dels riscos d'incendis derivats d'una gestió forestal sostenible i de la neteja dels camps agrícoles.

Aquest estudi es dividirà en 3 parts diferenciades:

A) Estudi de la viabilitat tècnica

Realització d'un estudi energètic complet de les demandes tèrmiques dels edificis objecte del sistema i de la disponibilitat dels recursos biomàssics del municipi i la viabilitat d'aquest sistema energètic.

Per a portar a terme aquest estudi necessitem el consum:

Tèrmic segons tipologia del edificis objecte aportada per l'administració pública local, l'Ajuntament, mitjançant factures i etiquetes tècnic-informatives dels aparells corresponents.

Així, es planteja un primer disseny, amb una xarxa principal i escomeses als edificis seleccionats.

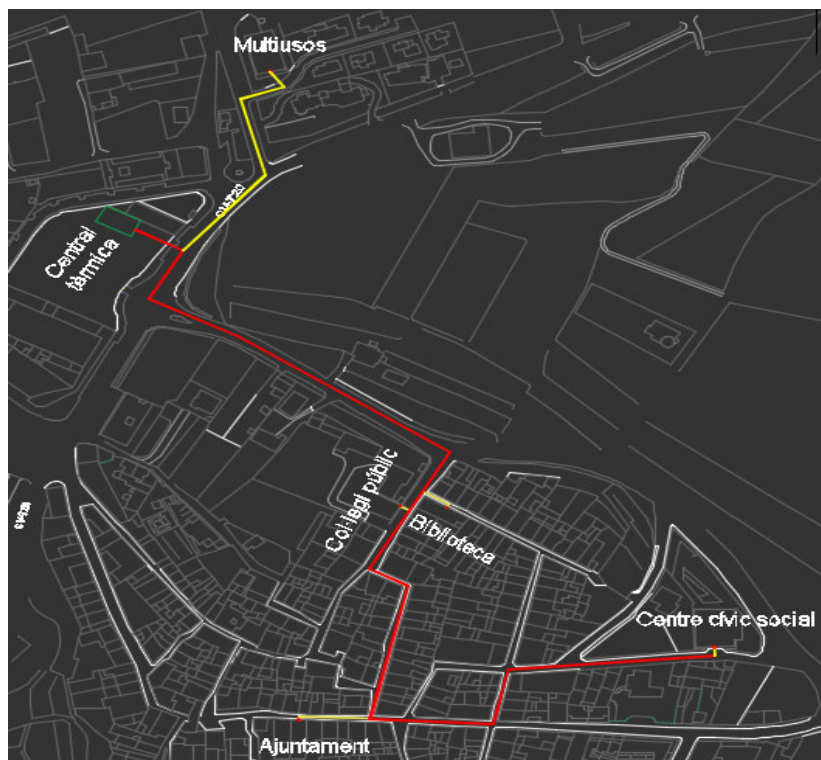


Figura 2. Primer disseny de la xarxa de distribució. Font: *Elaboració pròpia*

Per decisió dels tècnics de l'Ajuntament, tenint en compte l'ús actual dels edificis i la proximitat entre si, la xarxa de distribució donarà servei a:

1. Edifici Multiusos
2. CEIP Mosquera
3. Biblioteca Municipal
4. Centre Cívic
5. Ajuntament

B) Estudi de la viabilitat econòmica

S'estudia la recuperació de la inversió principal únicament tenint en compte els criteris econòmics al voltant de l'estalvi energètic ja siga en l'abastiment de matèria prima i en combustibles fòssils, en els quals també es reduiran els costos en manteniment i operacions.

C) Memòria explicativa de les xarxes del District Heating

Es defineixen els diferents components de la instal·lació i el trajecte per a les canonades de distribució de l'energia.

3. Introducció. Model conceptual del Sistema District Heating

Una Xarxa de Calor Centralitzada o *District Heating* és un sistema de subministrament d'aigua calenta sanitària i calefacció (i en alguns casos també refrigeració) a diferents edificis a partir d'una planta central. El calor produït en aquesta planta s'entrega als usuaris per al seu consum mitjançant una xarxa de canonades soterrades.

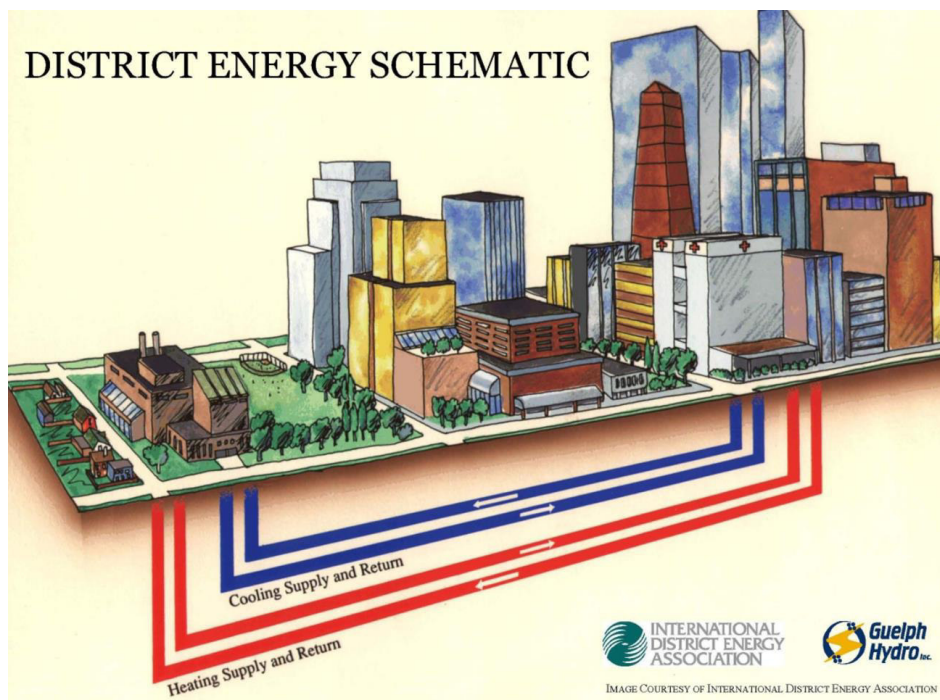


Figura 3. Esquema del sistema *District Heating*. Font: *Guelph Hydro* (2017)

Els sistemes de calefacció centralitzada varien tant en les fonts energètiques utilitzades com en la mida, puguen cobrir des d'un nombre menut de cases fins àrees metropolitanes completes.

Utilitzant aquest sistema, cada usuari té a la seua disposició de forma independent el servei tèrmic d'aigua calenta, a partir d'una central general.

3.1 Avantatges d'un Sistema de *District Heating*

Aquest sistema presenta importants avantatges respecte als sistemes tradicionals de calefacció individual i central.

- **Major eficiència energètica:** Una central *District Heating* posseeix un major rendiment energètic estacional, molt superior a la unitat única de generació distribuïda, entenent rendiment energètic estacional per la relació entre la

energia produïda i consumida durant un període de temps gran. Puguent quantificar en un 0,55 el rto. mig estacional en en sistema de calderes i un 0,85 en el cas d'un sistema de producció centralitzat.

- **Reducció de costos d'execució:** els costos d'obra civil seran menors ja que les xarxes existents de gas o d'aigua podran ser utilitzades així com les rases realitzades per la seua construcció.
- **Reducció dels costos de l'explotació:** al ser un sistema centralitzat en la seua producció i distribució obtenim una reducció de costos en manteniment comparant-la amb una instal·lació distribuïda. També sumar-li un augment de l'eficiència anteriorment mencionat, reduint els costos en energia primària.
- **Reducció de contaminants:** un augment en la eficiència del sistema implica una menor contaminació derivada de la combustió per a l'obtenció de l'energia necessària. A més, només existeix un focus d'emissió, més fàcil de controlar i mantenir-lo. Tenint en compte el combustible utilitzat es produeixen una sèrie de beneficis:
 - Reducció del risc d'incendis: La utilització de biomassa residual forestal i agrícola com a combustible del District Heating redueix el risc d'incendis degut a la gestió dels forests del terme i a la disminució de cremes de restes agrícoles ja que aniran destinats a l'abastiment de la central tèrmica.

A tot açò, la disminució de l'emissió de gasos d'efecte hivernacle va a ser molt major, no sols per l'efecte substitutiu sinó per la valorització energètica ja que acabaria contaminat la seua no utilització. També al disminuir el risc d'incendis es disminueix la probabilitat d'emissió d'una gran quantitat de diòxid de carboni a l'atmosfera.

- **Generació de treball local:** la utilització d'un combustible d'origen local implicarà una generació de llocs de treball per al municipi, contribuint al desenvolupament rural, incrementat l'economia i la indústria local.
- **Menor dependència exterior:** un avantatge clau és l'autoconsum, és a dir, el municipi dependrà en menor mesura d'agents externs per a la producció d'energia tèrmica sinó de les seues fonts de biomassa residual.
- **Estalvi econòmic:** obtenim un estalvi econòmic en el combustible, ja que la biomassa té un preu per unitat energètica obtinguda menor a qualsevol altre combustible fòssil. També existeix una disminució de residus a tractar i una reducció dels costos de prevenció d'incendis paral·lelament. A més de la reducció de costos d'explotació ja anomenats anteriorment.

Existeixen beneficis directes, indirectes, intangibles i de responsabilitat futura, molts d'ells difícils de mesurar i altres actualment inquantificables, però a pesar d'això no s'ha de deixar de tenir en compte.

3.2 Anàlisi preliminar, balanç de la petjada de CO₂

Independentment del combustible utilitzat s'eviten grans quantitats d'emissions de CO₂ en comparació a altres models convencionals. Però és molt important fixar-se en el combustible ja que ens proporciona unes grans reduccions de les emissions de CO₂.

Es presenta de cadascú dels combustibles tradicionalment utilitzats les emissions de CO₂ en comparació amb la biomassa.

Taula 1. Emissions segons el tipus de combustible. *Font: IDAE (2017)*

Combustibles	Kg CO₂/kWh E. Final
Gasoil calefacció	0,311
Electricitat Peninsular	0,372
Gas natural	0,252
Carbó	0,472
Biomassa	0,018 (NEUTRE*)

*En la combustió de la biomassa es considera que les emissions tenen el balanç neutre de CO₂. Realment sí que es produeix CO₂ com a resultat de la combustió de la biomassa, però açò es considera així perquè es planteja que la combustió de biomassa no contribueix a l'augment de l'efecte hivernacle perquè el CO₂ que s'allibera forma part de l'atmosfera actual (és el CO₂ que absorbeixen i alliberen contínuament les plantes i arbres per al seu creixement) i no és el CO₂ capturat en el subsòl al llarg de milers d'anys i alliberat en un breu espai de temps com ocorre amb els combustibles fòssils.

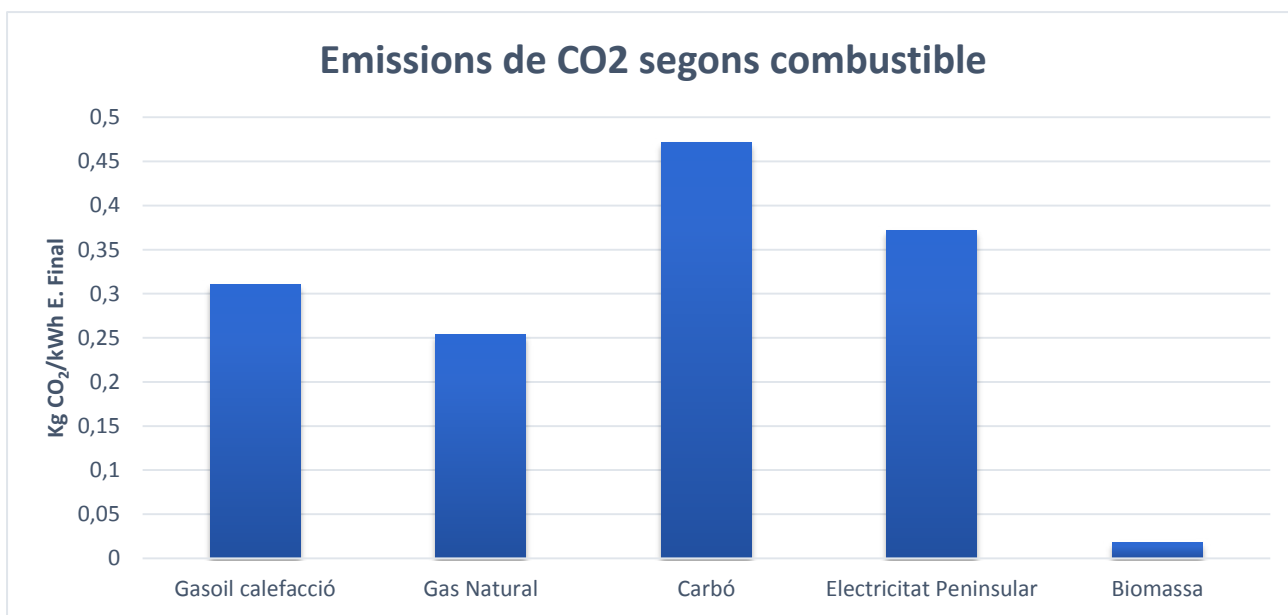


Figura 4. Gràfics de les emissions segons el tipus de combustible. *Font: IDAE (2017)*

Aquest gràfic representa segons les estimacions realitzades de consum energètic en els diferents edificis una reducció molt important de les emissions de CO₂ anual amb la implantació del Sistema *District Heating* en el municipi. Aspecte rellevant ja que actualment en l'atmosfera hi ha una elevada quantitat de gasos d'efecte hivernacle, conseqüentment la temperatura de la Terra augmenta.

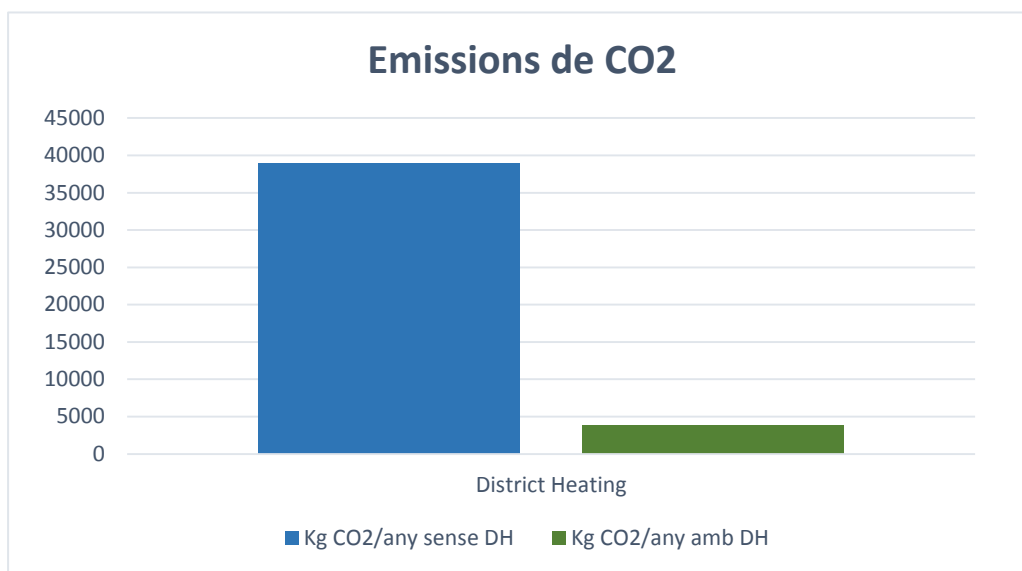


Figura 5. Gràfic comparatiu emissions de CO₂. *Font: Elaboració pròpia*

Taula 2. Dades emissions de CO₂. Font: Elaboració pròpia

KgCO₂/any sense DH	38.904
kgCO₂/any amb DH	3.872

En l'obtenció d'aquestes dades s'ha tingut en compte l'augment d'eficiència que es produeix en el sistema centralitzat en lloc de distribuït ja que la necessitat de combustible és menor per obtindre la mateixa demanda d'energia.

Sinó es té en compte la millora de rendiment que implica substitució d'un sistema distribuït per un centralitzat s'observa com la reducció d'emissions segueix sent notòria.

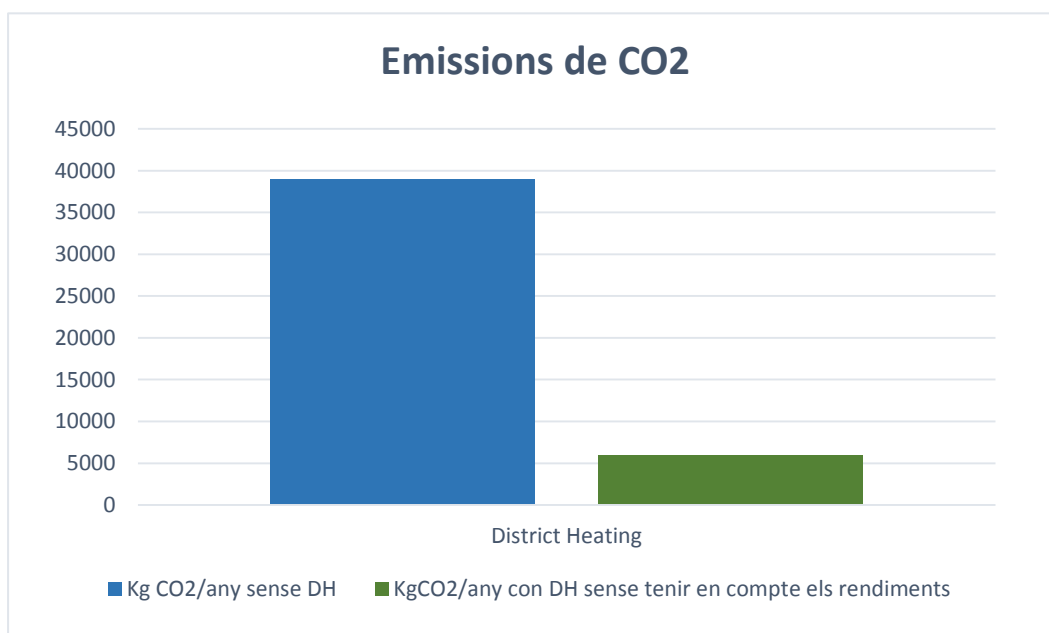


Figura 6. Gràfic de les emissions de CO₂ sense rendiments. Font: Elaboració pròpia

Taula 3. Dades emssions de CO₂ sense rendiments. Font: Elaboració pròpia

KgCO₂/any sense DH	38.904
kgCO₂/any amb DH sense tenir en compte el rto.	5.984

3.3 Experiències realitzades anteriorment

Existeixen experiències similars que ja s'han realitzat amb anterioritat i el funcionament actual avala la seua viabilitat. Alguns exemples que podem destacar són:

- Molins de Rei (Barcelona): 2,25 MW de calor (IDAE, 2007).
- Cuellar (Segovia): 6 MW de calor (IDAE, 2007).
- Sant Pere de Torelló (Barcelona): 6 MW de calor (IDAE, 2007).
- ExpoZaragoza (Zaragoza): 15/20 MW de calor/frío (DISTRICLIMA, 2012).
- Central Tanger (Barcelona): 13,4/6,7 MW de calor/frío (DISTRICLIMA, 2012).
- Central Forum (Barcelona): 20/15,5 MW de calor/frío (DISTRICLIMA, 2012).
- TodoIella (Castellón): 200 kW de calor (ATG Enginyers, 2014)

4. Estudi de viabilitat tècnica

4.1 Introducció

L'objectiu d'aquesta part és demostrar la viabilitat tècnica de la implantació de la Xarxa de Calefacció Centralitzada o sistema *District Heating* per al alguns edificis públics del terme municipal d'Alcalalí.

Per poder portar a terme aquest estudi, es va a analitzar la demanda produïda pels diferents edificis inclosos en el projecte amb un estudi de la viabilitat econòmica posterior. L'obtenció d'aquesta demanda tèrmica s'ha realitzat mitjançant les etiquetes tècnic-informatives de les bombes de calor i els consum dels edificis.

4.2 Demanda energètica de referència

Mitjançant l'observació de les factures del consum de la caldera de gasoil i de les etiquetes tècnic-informatives de les bombes de calor, prestant atenció amb les potències tèrmiques i elèctriques s'han obtingut les següents demandes tèrmiques per als edificis municipals. S'han seleccionat cinc edificis per a la xarxa de distribució de calor que són: Edifici Multiusos, CEIP Mosquera, Biblioteca Municipal, Ajuntament i Centre Cívic. La selecció d'aquests edificis es deu a la proximitat entre alguns d'ells i al consum actual energètic ja que són edificis amb una ocupació continuada.

Taula 4. Demandes tèrmiques dels edificis seleccionats. *Font: Elaboració pròpia*

Edificis DH	Demanda tèrmica kWh/any
Multiusos	105.329
CEIP Mosquera	22.765
Biblioteca Municipal	28.736
Ajuntament	96.442
Centre Cívic	79.200
Total	332.472

Amb aquestes dades, es pot realitzar els càlculs corresponents per al dimensionat de la xarxa de distribució de calor.

Aquestes càlculs estan realitzats i explicats detalladament en l'Annex N^o 1 *Càlculs de la demanda energètica, Emissions de CO₂ i Cost final de l'obtenció d'energia.*

4.3 Disseny de la xarxa de distribució

Una vegada s'han seleccionats els diferents edificis en el municipi, es dissenya la xarxa de calor o *District Heating*, sempre buscant un recorregut amb la màxima eficiència possible.

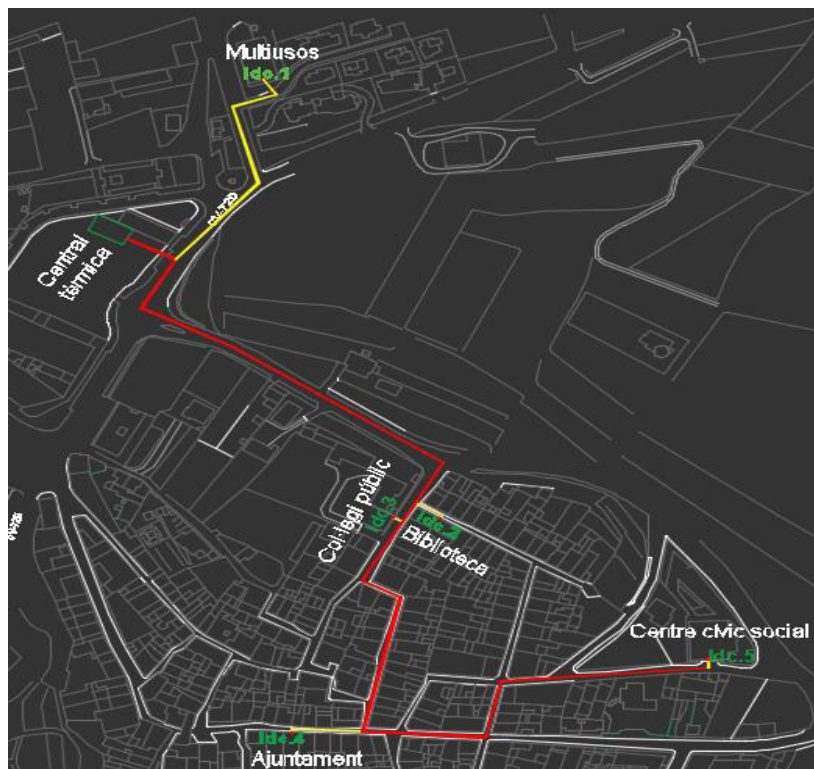


Figura 7. Disseny de la xarxa de distribució. Font: *Elaboració pròpia*

Aquest recorregut va des d'una Central Tèrmica fins als edificis corresponents.

- La primera escomesa va fins a l'Edifici Multiusos situat al Nord-Oest de la Central.
- La segona i tercera escomesa es situen al Col·legi i a la Biblioteca, aquests dos edificis es localitzen un en front de l'altre.
- La quarta escomesa es troba dins del casc urbà, a l'Ajuntament.
- La quinta i última escomesa es situa al Centre Cívic.

El recorregut total de la xarxa de distribució és de 819m.

4.4 Selecció de la caldera

Per a la selecció de la caldera en la xarxa de distribució de calor d'Alcalalí s'ha realitzat un estudi d'alternatives i s'han tingut en compte una sèrie d'aspectes tècnics:

- Una marca comercial fiable, que seguisca uns requisits mínims en rendiment, tipus de combustible i consum energètic.
- Preu d'adquisició raonable amb la potència energètica que aporta la caldera.

Després d'una selecció prèvia, s'ha escollit una empresa que estiga dins l'àmbit nacional i que facilite la instal·lació i el manteniment de la caldera i les instal·lacions en la central tèrmica.

La casa comercial seleccionada és FERROLI, i la gama de la caldera és ARES A de 100kW, amb un rendiment de 90%. S'han seleccionat dues calderes de 100kW per poder superar les necessitats tèrmiques calculades i al mateix temps tenir un règim de treball més eficient i continu.

4.5 Quantificació de la biomassa del municipi

En el càlcul de la biomassa forestal i agrícola residual s'han utilitzat ferramentes com el GIS i l'Excel. La metodologia que s'ha empleat segueix les recomanacions de la tesis doctoral "Planificación logística i valoración de biomasa forestal residual en la provincia de Valencia" (Lerma, 2015) de la Universitat Politècnica de València.

Les bases de dades i el material cartogràfic, procedeixen del Inventari forestal Nacional (IFN3, 2007), Mapa Forestal d'Espanya (MFE 2007), SIOSE (2011), i Base Cartogràfica de MFE 50 (IGN).

Els càlculs de quantificació de la biomassa en el municipi d'Alcalalí estan detallats en l'Annex N^o 4.

4.6 Model de generació i distribució

El sistema de generació i distribució de l'energia tèrmica estarà format de tres parts clarament diferenciades i per tant objecte d'estudi, seran aquestes:

- La Central Tèrmica
- Les xarxes de distribució
- Les subestacions d'intercanvi tèrmic situades en cada edifici

4.6.1 Central Tèrmica

L'edifici de la Central Tèrmica d'Alcalalí és l'encarregat d'allotjar els equips de producció, emmagatzemament, control i distribució de l'energia tèrmica amb una superfície total del sòl de 300 m².

En primer lloc, es va buscar la possibilitat d'ubicar la central en alguna parcel·la la propietat de la qual fos de l'ajuntament. A pesar de tenir diferents parcel·les les seues situacions i característiques no interessaven en aquest projecte. Finalment, es va optar per una situada al polígon industrial per la seua ubicació i extensió.

La central es va a situar en al parcel·la cadastral 70348 d'Alcalalí, espai qualificat com Sòl Urbà amb:

Latitud: 38°45'8.88"N

Longitud: 0° 2'31.13"O

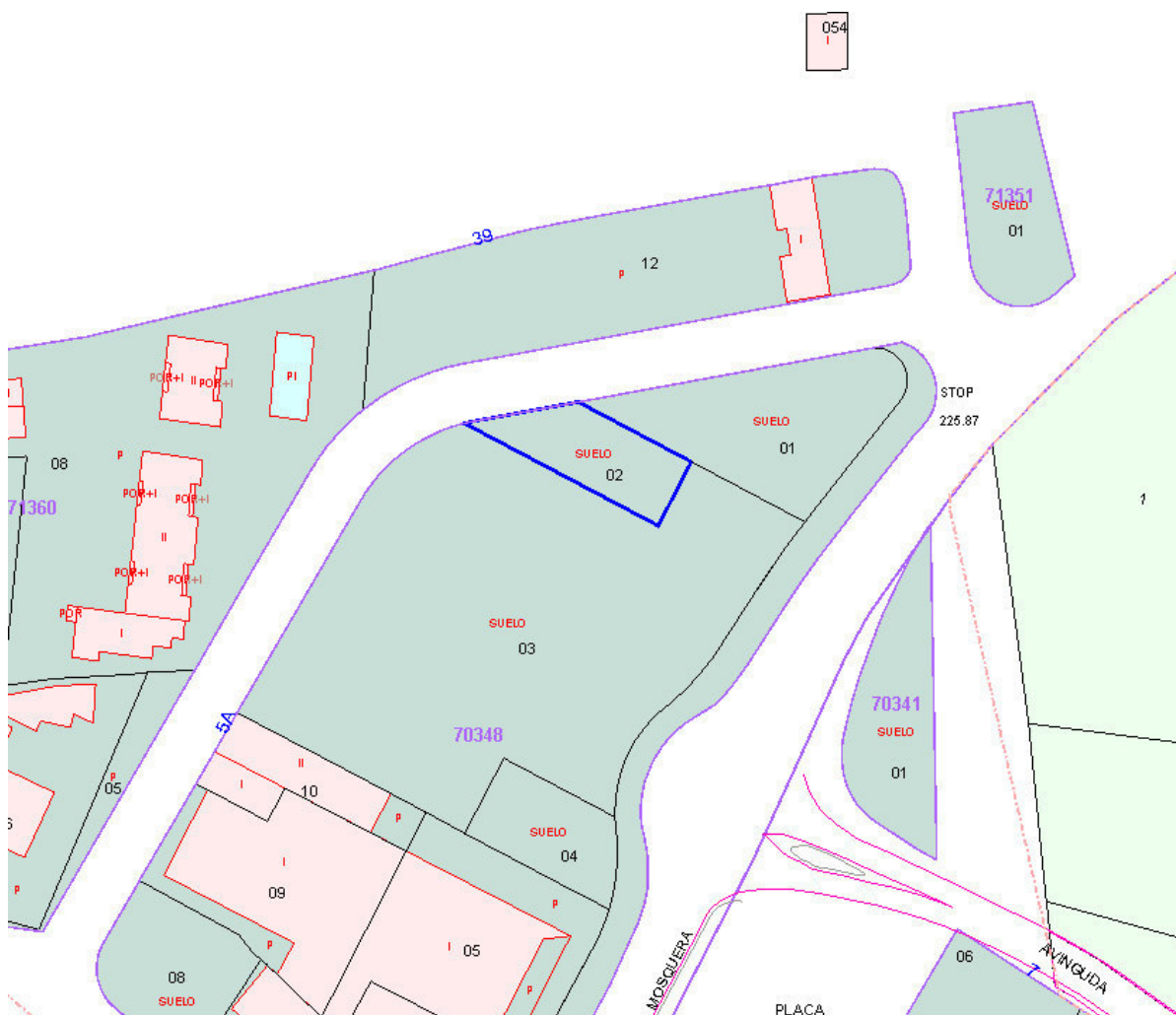




Figura 8. Mapa cadastral de les parcel·les. Font: Seu Electrònica del Cadastre

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	7034802YH5973S0001FK  
Localización	UR SOLANA, LA 2 Suelo R12 UE 10 03728 ALCALALI (ALICANTE)
Clase	Urbano
Uso principal	Suelo sin edif.

PARCELA CATASTRAL		
	Localización	UR SOLANA, LA R12 UE 10 ALCALALI (ALICANTE)
	Superficie gráfica	300 m ²

Figura 9. Dades descriptives de la parcel·la. *Font: Seu Electrònica de Cadastre*



Figura 10. Vista aèria de la parcel·la en la qual s'ubicarà la Central Tèrmica. *Font: Google Earth.*



Figura 11. Situació de la parcel·la on s'ubicarà la Central Tèrmica. Font: Google Earth

A. Dimensionament de la Central

El disseny i dimensionament de la Central es va a realitzar amb la màxima eficiència econòmica i tècnica.

La potència tèrmica necessària per abastir les necessitats energètiques dels edificis proposats és de 185kW, aquesta potència serà coberta amb dos calderes de biomassa de 100kW cadascuna.

La Central Tèrmica estarà formada per una sèrie de equips principals:

- Caldera
- Bombes
- Sistema de control
- Oficines d'administració
- Servicis o WC
- Tremuja d'alimentació a la caldera
- Depòsit d'inèrcia

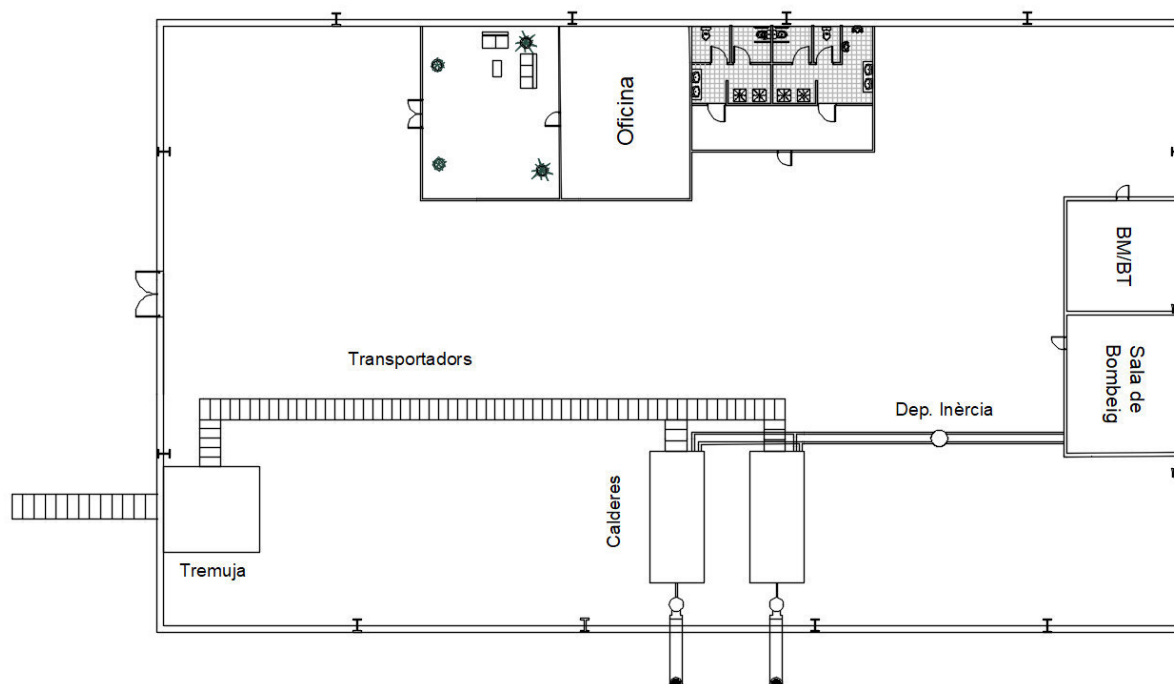


Figura 12. Disseny de la Central Tèrmica. Font: *Elaboració pròpia*

Constarà de dues parts diferenciades:

- La nau industrial on es situaran tot els equips principals anomenats anteriorment ocupant una superfície en planta construïda de 227,95 m².
- Es disposarà d'un pati d'emmagatzematge, en el qual hi haurà un *stock* ja que així la tremuja treballarà amb més autonomia i actuarà com a assecador a l'aire de l'estella. Tindrà una superfície d'uns 80 m² per a permetre la descàrrega dels camions. També es disposarà d'una coberta de fusta laminada de 5 metres d'altura per evitar que la matèria prima amb la pluja augmente la seua humitat.

La distribució de la maquinaria en l'interior de la central s'ha realitzat de manera que estiga el més lluny possible de la zona d'habitatges per les molèsties ocasionades pel soroll i s'ha situat l'eixida de fums el més allunyat de les zones residencials o de pas de persones.

i. Calderes

En un Sistema *District Heating* la caldera és l'element més important per això es buscarà una sèrie de característiques per garantir una major eficiència i el millor funcionament possible.

Necessàriament la caldera seleccionada ha de tenir una màxima eficiència i unes emissions mínimes de CO₂ per a la xarxa de distribució. Es considera la instal·lació de dues calderes degut a l'estacionalitat de la demanda, i així tenir un sistema modulant i poder treballar a diferents potències per poder subministrar una demanda elevada en hivern i a la mateixa vegada una menor demanda en estiu i primavera per evitar que les calderes treballen a un règim molt baix que disminuïa el rendiment i que no provoquen problemes de funcionament.

Per tant, s'instal·laran dues calderes de 100 kW de potència connectades en cascada. Aquest fet implicarà la possibilitat de treball d'una caldera individualment sinó es requereix major potència i l'adhesió de potència que es desitge en cada moment.

Diferents tipus de calderes:

- Model BIO MANN 100 de la marca MET MANN
- Model Ares A 100 de la marca Ferroli
- Model GH-BI 100 de la marca GREENHEISS

Taula 5. Estudi d'alternatives per a la selecció de la caldera. *Font: Elaboració pròpia*

Calderes	Rendiment	Capacitat	Combustibles	Preu (€)
MET MANN	90%	400 L	Pellet, closca i os d'olives	17.000
Ferroli	90%	480 L	Estelles, encenalls, os de fruites, etc.	17.253
GREENHEISS	87%	400 L	Pellet i os d'olives	18.000

Després d'un estudi de diferents alternatives es seleccionen dues calderes de la marca Ferroli amb una potència de 100 kW, degut a l'alt rendiment, la seua capacitat i el combustible, ja que en el nostre cas s'utilitzaran estelles. El model ARES A 100 està format per un cos d'acer amb cremador de ferro colat per floració amb un sistema d'alimentació mecànic amb un sinfín per al transport de combustibles i un control d'aire tant primari com secundari. Estan classificades en la CLASE 3 segons la UNE EN 303.



Figura 13. Caldera Ferrolí model ARES A 100 kW. Font: Biomasa Ferrolí

ii. Bomba

Es disposarà d'una bomba en funcionament, ja que només existirà una xarxa de distribució però hi haurà una segona en paral·lel per si haguera algun problema i així poder realitzar el treball de manteniment sense que pare el funcionament del sistema. Funcionarà com a bomba de caldera i distribució als edificis públics seleccionats.

Per a un Sistema DH (*District Heating*) la bomba haurà de tenir unes determinades característiques:

- Seleccionar una tipologia per a la bomba, ja siga in-line, normal, de bancada, monobloc, etc. Sempre intentant buscar el màxim rendiment adaptat al cas concret en el qual serà utilitzada
- S'ha de tenir en compte que el cabdal potser constant o variable ja que amb un variable es poden complir les requisits de cada edifici en el moment que ho necessite, amb un estalvi econòmic de combustible. L'eficiència mínima per a este tipus de bombes ha de ser del 70%. El circuit haurà de contar amb una bomba principal i una de reserva.

Es mostra detalladament en l'Annex N^o3 *Circuit hidràulic* el procés de càlcul del punt de funcionament de la bomba que es mostra en aquesta taula, característiques que determinaran la bomba de la xarxa de distribució.

Taula 6. Punt de funcionament de la bomba. *Font: Elaboració pròpia*

	Total cabdal(L/h)	Pressió m.c.a
Bomba	9449,00	49,51

Diferents tipus de bombes:

- Model NLX 10/7 de la marca Bombas Ideal
- Model "VS 8-8" de la marca HASA
- Model Multi VE121 4 N de la marca ESPA

Taula 7. Estudi d'alternatives per a la selecció de la bomba. *Font: Elaboració pròpia*

Bombes	Preu (€)
Bombas Ideal	2.935
HASA	1.983
ESPA	2.161

Després d'analitzar diferents alternatives, estudiant les característiques de les bombes, la selecció la determinarà el preu ja que els tres models s'adeqüen a la nostra necessitat. La bomba de la instal·lació serà l'electrobomba centrífuga multicel·lular d'eix vertical HASA, model "VS 8-8".



Figura 14. Electrobomba centrífuga multicel·lular "HASA" model "VS 8-6". *Font: HAS*

iii. Vas d'expansió

El vas d'expansió ha sigut calculat segons les pautes especificades en la norma UNE 100155:2004 recomanada pel RITE.

Aquesta instal·lació requereix un vas d'expansió de 80 litres de capacitat. Després d'estudiar diferents alternatives, s'ha seleccionat el model "Vas d'expansió 80 l" de la marca "HASA", ja que segueix uns criteris tècnic-econòmics que s'adeqüen a la instal·lació.



Figura 15. Vas d'expansió 80 l de la marca "HASA". Font: HASA

iv. Sistema de control

Aquest sistema serà l'encarregat de gestionar el funcionament de la Central Tèrmica, així com la seua monitorització. S'ha optat per un sistema de control centralitzat de tipus BMS (Building Management System), degut a les seues característiques, ja que permet regular i controlar amb un temps real el consum energètic, de forma automàtica i amb paràmetres personalitzats. El BMS t'assegura un màxim confort i una eficiència energètica.

v. Depòsit d'inèrcia

Es recomana la seua utilització sobretot en sistemes en els quals es treballa amb calderes de biomassa, ja que disminueix notablement les pèrdues estacionals de la instal·lació. El volum recomanable es troba entre els 20-30 litres per kW instal·lat segons el RITE.

B. Xarxa de distribució energètica

i. Canonades

La xarxa de distribució està formada per canonades, per les quals circularà el fluid des de la central tèrmica fins els diferents intercanviadors dels edificis públics.

Diferents tipus de canonades:

- Model PEXFLEXTRA de la marca EFITERM
- Model RAUTHERMEX SDR 11 de la marca REHAU
- Model LOGSTOR de la marca EFITERM

Taula 8. Estudi d'alternatives per a la selecció de les canonades. *Font: Elaboració pròpia*

Canonades	Material	Durabilitat	Pèrdues tèrmiques	Cost logístic
EFITERM	Polietilè d'alta densitat reticulat	Baixa	Mitjà	Mitjà
REHAU	Polietilè reticulat a alta pressió PE-Xa	Mitjana	Baix	Mitjà
EFITERM	Acer	Elevada	Mitjà	Elevat

Després d'analitzar les diferents alternatives, les canonades a utilitzar són les flexibles RAUTHERMEX SDR 11, ja que l'aïllament tèrmic d'espuma de poliuretà i la coberta externa corrugada li confereixen unes excel·lents propietats energètiques i una gran resistència estàtica i flexibilitat. El tub intern està format per polietilè a alta pressió PE-Xa. També degut a les poques pèrdues tèrmiques i cost logístic comparades amb altres models.



Figura 16. Canonades RAUTHERMEX SDR 11. Font: REHAU

ii. Rases

Les rases venen diferenciades pel diàmetre de les canonades. Per totes circularà un tub de polietilè corrugat amb la funció d'allotjar els cables de control de distribució. A uns 20 cm es col·locarà una cinta que realitzarà la funció de testimoni. En *l'Annex N^o 3 Circuit hidràulic* s'explica amb més detall.

La disposició dels materials des de l'inferior fins la superfície de la rasa serà:

- Una capa de 10 cm de sorra 2/6 mm per protegir les canonades de conducció.
- Les canonades van submergides en una capa del mateix material situat en la part inferior (sorra 2/6mm), fins 10cm per damunt de la generatriu de la canonada.
- El farcit de la rasa es farà amb material seleccionat procedent de l'excavació.

iii. Tubs de comunicació

Per sobre de la xarxa de distribució de calor s'instal·larà un tub de polietilè corrugat de doble paret de color roig per allotjar els cables de control i regulació. Aquest tub quedarà immers amb un capa de sorra compactada baix d'una capa de saorra.

Aquesta instal·lació s'ha de realitzar de manera que es facilite la instal·lació posterior dels cables, així que, s'ha d'aprofitar el màxim espai possible.

iv. Vàlvules de ventilació

Es realitzarà la instal·lació d'aquestes vàlvules per evitar la possible presència d'aire en el circuit i així no tenir tots els problemes derivats d'aquesta situació. Hauran de ser col·locades ens els punts més elevats de la xarxa, ja que són les zones amb més probabilitat d'acumulació d'aire. Totes les subestacions tindran un purgador d'aire i

també abans de l'entrada de la bomba en la Central Tèrmica. Aquestes vàlvules s'instal·laran amb una distància de 500 metres de recorregut cadascuna.

v. Escomeses

Les escomeses dels diferents edificis es componen de peces necessàries per a realitzar la connexió amb la xarxa principal. En la zona exterior s'instal·larà una arqueta soterrada on es faran les connexions pertinents. En l'entrada de l'edifici es col·locarà una brida amb estanqueïtat FA 80, per possibilitar l'entrada es realitzarà un barrinat i es respectarà una distància mínima de 30 mm entre anada i tornada. En obra civil serà necessari una excavació i tall del paviment que després es reposarà.



Figura 17. Brida amb estanqueïtat. Font: REHAU

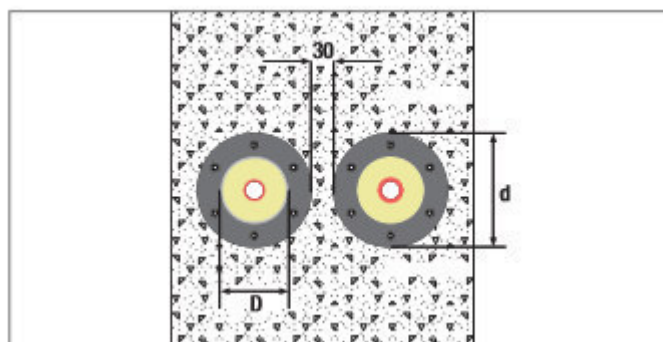


Figura 18. Dimensions del forat del barrinat. Font: REHAU



Figura 19. Entrada a usuari amb brida FA 80. Font: REHAU

Elements singulars: Escomeses i subestacions:

- Vàlvula termostàtica de regulació de cabal
- Purgador d'aire incorporat
- Vàlvula de buidatge i omplert
- Comptador d'energia de precisió amb memòria de dades
- Tapa de tancament (opcional)
- Sistema de lectura remota per al comptador (opcional)
- Vàlvula d'equilibrat hidràulic k-flow
- Clau de pas
- Vàlvula antiretorn

vi. Subestació d'intercanvi

Les subestacions d'intercanvis tèrmics estan formades per un intercanviador de calor de plaques desmuntables, vàlvules, accessoris i aparells de mesura necessaris per a la connexió a la instal·lació interior de cada edifici. Aquestes subestacions aniran ubicades en una sala específicament amb aquesta utilitat en cada edifici. Normalment solen ubicar-se on anteriorment es trobava la caldera si l'edifici en tenia.

Taula 9. Intercanviadors de calor per a cada edifici. *Font: Elaboració pròpia*

Edificis	Nº Idc	Potència Idc (kW)
Multiusos	Idc. 1	60
Biblioteca	Idc. 2	20
CEIP Mosquera	Idc. 3	20
Ajuntament	Idc. 4	60
Centre Cívic	Idc. 5	60

Taula 10. Models a utilitzar d'intercanviadors de calor. *Font: Elaboració pròpia*

Models	Potència kW
T2-BFG/14H	20
M3-FG/17H	60

5. Estudi de viabilitat econòmica

5.1 Inversió

La inversió necessària per aconseguir la implantació del *District Heating* en els criteris plantejats en l'apartat anterior de viabilitat tècnica es detalla a continuació:

- Tremuja emmagatzematge d'estelles
- Central tèrmica
- Instal·lació de calderes
- Instal·lació elèctrica
- Sistema de bombeig
- Xarxa de canonades de distribució
- Escomeses
- Gestió de residus
- Seguretat i salut

A continuació, es resumeix el pressupost d'execució calculat:

Taula 11. Pressupost *District Heating* Alcalalí. Font: *Elaboració pròpia*.

Projecte: DISTRICT HEATING ALCALALÍ

Capítol	Import
1 CONSTRUCCIÓ TREMUJA EMMAGATZEM D'ESTELLES	17.303,77
2 CENTRAL TÈRMICA	192.411,24
3 INSTAL·LACIÓ CALDERES	53.117,51
4 INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA	4.031,03
5 SISTEMA DE BOMBEIG	4.340,77
6 XARXA CANONADES DISTRIBUCIÓ	93.414,68
7 ESCOMESES	31.190,57
8 GESTIÓ DE RESIDUS	218,40
9 SEGURETAT I SALUT	582,40
Pressupost d'execució material	396.610,37
13% de despeses generals	51.559,35
6% de benefici industrial	23.796,62
Suma	471.966,34
21% IVA	99.112,93
Pressupost d'execució per contracta	571.079,27

Puja el pressupost d'execució per contracta a l'expressada quantitat de CINQ-CENTS SETANTA-U MIL SETANTA-NOU EUROS AMB VINT-I-SET CÈNTIMS.

Alcalalí (Alacant)
Enginyer Forestal i del Medi Natural

Miguel Andrés Perales

5.2 Costos evitats

El cost energètic basat en les bombes de calor i el gasoil de calefacció que tenien els edificis ara units al *District Heating* i al preu actual que tindrà per a l'ajuntament el abastiment de matèria prima procedent del mateix municipi, és a dir, un sistema basat en l'autoconsum, s'obtindrà un estalvi anual total que haurà d'amortitzar la inversió anterior.

S'han de tenir en compte la reducció en costos de manteniment i operació.

Costos del combustible:

Taula 12. Costos de combustible amb diferents sistemes. *Font: Elaboració pròpia*

€ combustible sense DH	54.240,67
€ combustible amb DH	2.990,13

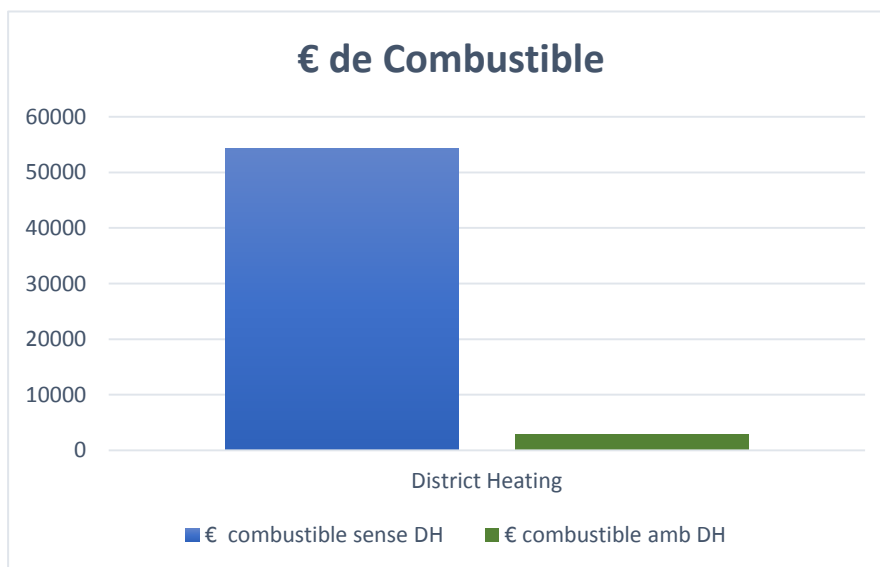


Figura 20. Gràfic comparatiu preu del combustible. *Font: Elaboració pròpia*

En aquest càlcul s'ha tingut en compte l'augment d'eficiència, ja que hi ha una necessitat menor de combustible per obtenir la mateixa demanda energètica que es produeix en el sistema centralitzat en lloc d'un sistema amb distribució.

Les despeses de manteniment i operació s'han estimat aproximadament en un 10% majors en cas del sistema distribuït obtenint per tant els següents costos:

Taula 13. Costos finals obtenció d'energia. *Font: Elaboració pròpia*

Cost final obtenció d'energia sense DH (€)	59.664,74
Cost final obtenció d'energia amb DH (€)	2.990,13

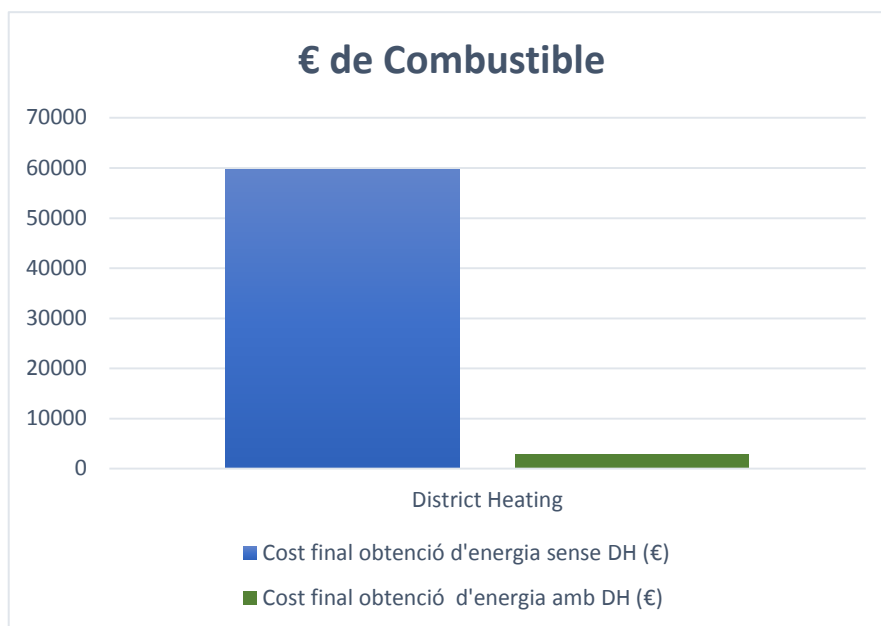


Figura 21. Gràfic comparatiu costos finals obtenció d'energia. *Font: Elaboració pròpia*

Hi hauria que comptabilitzar l'estalvi econòmic produït per la previsible disminució en les averies i els costos d'actuacions correctives degut al manteniment constant que requereix el *District Heating* que no es quantificarà.

5.3 Resultat econòmics

Per aquest estudi s'han realitzat una sèrie de consideracions detallades a continuació:

Per al càlcul del flux de caixa es tenen en compte Cobrament C, Pagament M, i Pagament P, que seran els següents:

- Cobrament C: cost final d'obtenció de la energia sense DH (€) a l'any, és a dir, mitjançant combustibles fòssils. Com no es tindrà este cost s'interpreta com un cobrament.

$$\text{Cobrament C} = 59.664,74 \text{ €}$$

- Pagament M: cost final d'obtenció de la energia amb DH (€) a l'any, és a dir, de l'obtenció de la energia amb biomassa.

Pagament M: 2.990,13 €

- Pagament P: pagaments que s'han de realitzar per la sol·licitud d'algun préstec, que en aquest cas no es contempla.

Pagament P: inexistent

Explicació dels índexs d'inflació que intervenen en els càlculs i el tipus d'interès, que seran els següents:

- Índex d'inflació de pago (f_m)
- Índex d'inflació de cobros (f_c)
- Índex d'inflació general (f)
- Tipus d'interès (i)

Els índexs econòmics i , f , f_c i f_m , poden sofrir variacions importants considerant períodes de temps tan llarg (15-20-50 anys). Tan mateix, buscant evitar hipòtesis massa complexes i donat que resulta impossible realitzar una predicció precisa, s'adoptaran uns valors en base a l'estat actual econòmic i a la consulta de fonts expertes en matèria per ajustar-se al màxim a la realitat, es considera que estos paràmetres es van a mantenir immutables al llarg de tota la vida útil estudiada, sent el valor en tots els anys igual al de l'any 0. Aquesta consideració és el punt més dèbil del model econòmic utilitzat però inevitable per la volatilitat en els preus de la energia. Amb valors com els següent:

Índex d'inflació de pago (f_m) = 2%

En quant a l'**índex d'inflació de pago (f_m)** associat al cost d'obtenció de la biomassa per alimentar el sistema, s'ha de tenir en compte que la biomassa és un producte renovable i amb la gestió forestal sostenible que es realitza per a l'obtenció del recurs biomàssic, es considera inesgotable. Açò comporta, un increment nul o negatiu del preu amb el temps, ja que cada vegada l'extracció del producte resultarà més econòmica a causa de la bona gestió dels forests del municipi d'Alcalalí. A més, la indagació d'estudis i previsions de diverses fonts bibliogràfiques de països membres de la UE molt influents en este mercat, confirmen la hipòtesi, com per exemple: "Propellets ustria", "Avebiom" i "Energiesparen im haustralt".

Índex d'inflació de cobros (f_c) = 3%

En l'índex d'inflació de cobros (f_c) associat al cost d'obtenció de la energia mitjançant els combustibles fòssils, s'ha de tenir en compte la gran volatilitat del preu dels combustibles fòssils del últims anys (Fig.....) destacant que per la seua naturalesa no renovable del producte el preu tendirà augmentar per el progressiu esgotament, sent d'un notori increment. A pesar d'açò situarem l'índex en el mateix valor que l'associat a la biomassa, des del lloc més desfavorable i per simplificar càlculs. A l'igual que anteriorment la indagació de diverses fonts

ja mencionades confirmen aquesta hipòtesis, concretament "Energiesparen im haustralt" prediu una pujada en el fuel oil del 6% anual, i en el gas natural (depenent de la inflació per tant del país) considerant per tant un 2%, es deixa aquest índex d'inflació de cobros en un 3%.

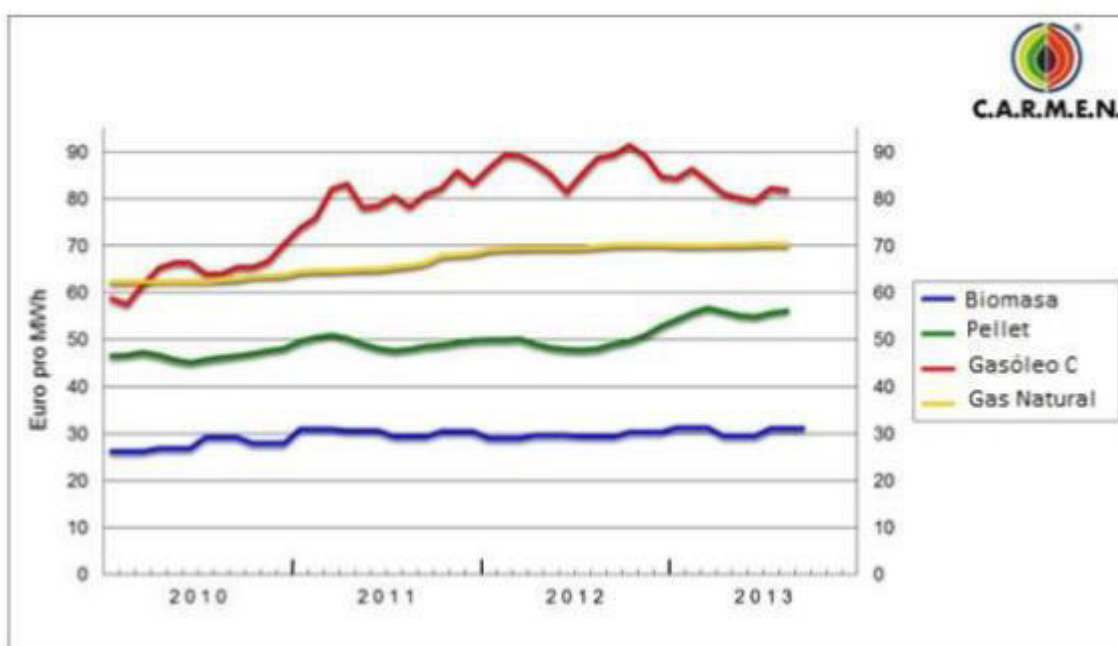


Figura 22. Variació en el preu del combustible. Font: C.A.R.M.E.N. (2017)

Índex d'inflació general (f)=2%

Tipus d'interès (i) = 3%

- Un altre factor a definir és la Taxa de descompte o d'actualització (d):

Ha de reflectir el cost d'oportunitat del capital invertit per part de l'inversor en el moment en que s'haja efectuat la inversió. S'han de considerar dos situacions diferents:

- a. Si l'inversor té una única alternativa que és el mercat de capitals i per tant ofereix un interès i :

$$d = i$$

b. Si l'inversor té una alternativa amb una rendibilitat $i' > i$:

$$d = i'$$

En aquest cas es contempla la situació 1: ($d=1$)

En cas que $TIR > d$, es justificarà la realització de la inversió front a la possible alternativa.

- S'ha de tenir en compte la possibilitat de que l'alternativa no siga la imposició a termini per raons de risc. Es contemplaria r com un valor suplementari respecte a i que reflectirà el major risc que suposarà la inversió front als depòsits a termini.

$$r = 0,5\%$$

Sols si $TIR > i + r$, es justificarà la realització de la inversió.

- Es destaca que no es va a considerar cap tipus d'ajuda o subvenció
- Per últim, relacionat amb la vida útil de la instal·lació, UP-RES (Urban Planners with Renewable Energy Skills), de "Intelligent Energy Europe" (Comisión Europea), assegura que una xarxa de calor urbana, amb el correcte manteniment, té una vida útil de mínim 50 anys. En aquest estudi econòmic i sempre al costat del més desfavorable es va contemplar una vida útil de 30 anys.

En funció de les anteriors consideracions i la inversió necessària calculada en l'annex del pressupost el estudi econòmic seria el següent:

Taula 14. Resum característiques econòmiques. Font: Elaboració pròpia

INVERSIÓ	571.079,27
Taxa i	3%
r	0,50%
Taxa $d (i+r)$	3,50%
Taxa fc	3%
Taxa fm	2%
Taxa f	2%

Taula 15. Costos d'operació sense o amb *District Heating*. Font: Elaboració pròpia

Cobrament C	Cost final obtenció d'energia sense DH (€)	59.664,74
Pagament M	Cost final obtenció d'energia amb DH (€)	2.990,13

Taula 16. Estudi econòmic a 30 anys. Obtenció del VAN. Font: Elaboració pròpia

Any	Taxa d (i+r)	Taxa fc	Taxa fm	Taxa f	Cobrament C	Pagament M	Pagament P	Fluix Anual Actualitzat	VAN any Actualitzat
1	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	55323,24	-515756,025
2	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	54003,82	-461752
3	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	52715,59	-409037
4	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	51457,83	-357579
5	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	50229,82	-307349
6	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	49030,87	-258318
7	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	47860,30	-210458
8	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	46717,45	-163740
9	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	45601,67	-118139
10	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	44512,32	-73626
11	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	43448,79	-30178
12	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	42410,47	12233
13	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	41396,77	53630
14	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	40407,12	94037
15	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	39440,94	133478
16	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	38497,70	171975
17	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	37576,84	209552
18	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	36677,85	246230
19	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	35800,21	282030
20	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	34943,43	316974
21	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	34107,00	351081
22	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	33290,45	384371
23	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	32493,31	416865
24	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	31715,13	448580
25	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	30955,46	479535
26	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	30213,87	509749
27	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	29489,92	539239
28	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	28783,20	568022
29	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	28093,31	596115
30	3,50%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	27419,85	623535

Taula 17. Justificació càlcul de la TIR a 30 anys. Font: Elaboració pròpia

Any	Taxa d (i+r)	Taxa fc	Taxa fm	Taxa f	Cobrament C	Pagament M	Pagament P	Fluix Anual Actualitzat	VAN any Actualitzat
1	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	51892,1224	-519187,148
2	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	47512,9566	-471674
3	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	43503,1227	-428171
4	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	39831,4929	-388340
5	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	36469,5612	-351870
6	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	33391,2221	-318479
7	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	30572,5694	-287906
8	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	27991,7103	-259915
9	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	25628,5965	-234286
10	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	23464,8686	-210821
11	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	21483,7143	-189337
12	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	19669,7377	-169668
13	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	18008,8405	-151659
14	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	16488,1123	-135171
15	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	15095,7309	-120075
16	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	13820,8705	-106254
17	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	12653,6179	-93600
18	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	11584,8955	-82016
19	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	10606,391	-71409
20	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	9710,49277	-61699
21	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	8890,23112	-52808
22	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	8139,22398	-44669
23	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	7451,62742	-37218
24	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	6822,09038	-30395
25	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	6245,71306	-24150
26	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	5718,00891	-18432
27	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	5234,86984	-13197
28	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	4792,53426	-8404
29	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	4387,5579	-4017
30	10,34%	3%	2%	2%	59664,74	2990,13	0	4016,78705	0

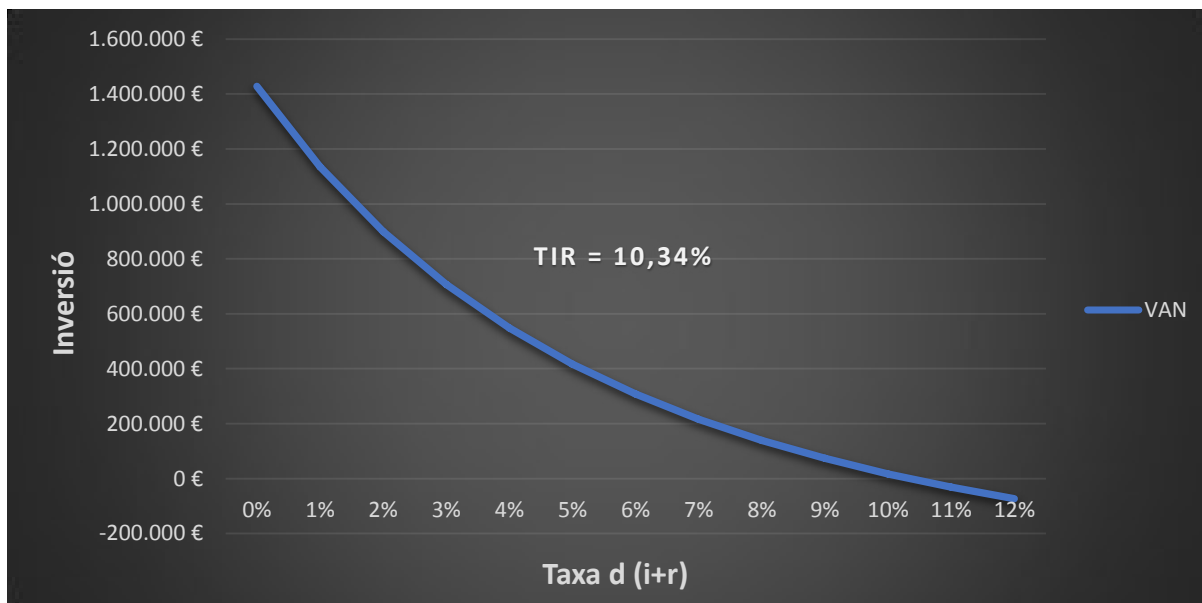


Figura 23. Càlcul gràfic de la Tir a 30 anys. Font: Elaboració pròpia

Taula 18. Resultats estudi econòmic. Font: Elaboració pròpia

TIR	10,34%
VAN	623535
TR	12
IR	2,09

Com és complex que $TIR > d \times (i + r)$, es justifica la realització de la inversió.

És molt important tenir en compte que s'ha calculat amb l'índex d'inflació del preu vinculat a la biomassa com del preu dels combustibles fòssils actualment utilitzats. Com s'ha dit abans, el preu de la biomassa tendirà a mantenir-se constant o baixar i el preu dels combustibles fòssils a pujar, aleshores, és un aspecte rellevant per realitzar un treball perquè siga el més realista possible. A pesar d'aquestes consideracions, es demostra la viabilitat de la inversió i la rendibilitat del projecte.

En l'estudi econòmic només es valoren beneficis econòmics directes, sense comptabilitzar alguns secundaris com per exemple la prevenció d'incendis o plagues, els beneficis intangibles i els de responsabilitat futura. Aquestes beneficis poder ser molt important i encara que no és quantifiquen, s'han de tenir en compte per poder afavorir aquest tipus d'inversions.

6. Impacte ambiental

D'acord amb el Real Decreto Ley 21/2013, del 9 de desembre, de modificació del Real Decreto Legislativo 1/2008, del 11 de gener, d'avaluació d'impacte ambiental, és perceptiu fer per al següent projecte un estudi d'impacte ambiental i una avaluació d'impacte ambiental ja que està dins dels supòsits que s'especifiquen en les Annexes d'aquesta llei.

7. Seguretat i salut

Segons el Real Decreto 1627/1997, del 24 d'octubre, pel que s'estableix disposicions mínimes de seguretat i salut en les obres de construcció, i atenint als supòsits de l'article 4, s'haurà de fer un estudi bàsic de seguretat i salut.

8. Conclusions

L'avaluació dels resultats del projecte permeten concloure que la implantació d'una xarxa de distribució de calor o *District Heating* que suministre als edificis públic del terme municipal d'Alcalalí és viable tant tècnicament com econòmicament. Aquest sistema serà abastit amb biomassa forestal i agrícola local, aspecte rellevant que proporcionarà diversos beneficis socioeconòmics i ambientals d'interès per al municipi.

Des de la Unió Europea i cada vegada més, s'estan recolzant i exigint unes polítiques amb una finalitat d'eficiència energètica i renovables per tal d'aconseguir una reducció de les emissions de CO₂. Aquest projecte està molt lligat a aquestes polítiques, ja que contempla aquest aspecte sempre del costat més desfavorable.

La implantació del sistema dissenyat comporta una sèrie de beneficis com el desenvolupament rural, ja que es generaria llocs de treballs locals buscant el creixement econòmic municipal i la no dependència d'agents externs, per ser un sistema basat en l'autoconsum. La disminució dels riscos d'incendis lligat a una reducció de costos de prevenció i extinció conseqüentment. Tant mateix, la gestió forestal com agrícola proporcionarà una reducció dels riscos de plagues i malalties.

L'estalvi econòmic que suposa la substitució de l'anterior sistema de subministrament per un sistema de *District Heating*, dona suport a la viabilitat d'aquest projecte. A més, quan no s'ha contemplat cap tipus de bonificació o préstec, ni la possibilitat d'ingressos addicionals de l'estat per contribuir a la reducció d'emissions. S'ha de tenir en compte que tant per part de l'Administració Autònoma (IVACE) com el Ministeri d'Energia existeixen ajudes importants a fons perdut que donen suport a aquest tipus de projectes amb subvencions al voltant del 50%.