

Estudi de potencial de biomassa en equipaments del Segrià

Anàlisi per a la potencial instal·lació d'equips de generació i xarxes de calor de biomassa per al subministrament d'energia tèrmica en equipaments municipals.



Diputació de Lleida

Referència: S00435

A l'atenció de Teresa Botargues i Manel Martínez

Barcelona, 13 de febrer de 2024.

AIGUASOL
Creative Climate Solutions

2024

Índex

ÍNDIX

REVISIONS.....	6
SUMARI EXECUTIU	7
1 INTRODUCCIÓ	9
1.1 Objectius de l'estudi	9
1.2 Metodologia.....	10
2 ANÀLISI DE LA DEMANDA ENERGÈTICA.....	11
2.1 Albatàrrec.....	11
2.1.1 Descripció dels equipaments.....	11
2.1.1.1 Ajuntament	12
2.1.1.2 Escola CEIP Sant Salvador.....	12
2.1.1.3 Pavelló esportiu.....	12
2.1.2 Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments	12
2.1.2.1 Ajuntament	12
2.1.2.2 Escola CEIP Sant Salvador.....	13
2.1.2.3 Pavelló esportiu.....	13
2.2 Alcarràs	13
2.2.1.1 Escola CEIP Comptes de Torregrossa	14
2.2.1.2 Escola CEIP Parc del Saladar.....	14
2.2.1.3 Poliesportiu Municipal Andreu Aixalà i Castells	14
2.2.1.4 Centre Cultural Municipal "Lo Casino"	15
2.2.1.5 Comissaria policia.....	15
2.2.2 Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments	15
2.3 Montoliu de Lleida	15
2.3.1 Descripció dels equipaments.....	15
2.3.1.1 Ajuntament	16
2.3.1.2 Escola CEIP Sant Isidre.....	16
2.3.2 Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments	16
2.3.2.1 Ajuntament	16
2.3.2.2 Escola CEIP Sant Isidre.....	17
2.4 Soses	17
2.4.1 Descripció dels equipaments.....	17
2.4.1.1 Escola CEIP Jaume Miret	18
2.4.2 Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments	18
2.4.2.1 Escola CEIP Jaume Miret	18
2.5 Sudanell.....	19
2.5.1 Descripció dels equipaments.....	19
2.5.1.1 Escola CEIP El Roser.....	20
2.5.1.2 Sala de Reunió i Ball	20
2.5.1.3 Consultori mèdic	20
2.5.2 Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments	21
2.5.2.1 Escola CEIP El Roser.....	21

2.5.2.2	Sala de Reunió i Ball	21
2.5.2.3	Consultori mèdic	22
2.6	Torres de Segre	22
2.6.1	Descripció dels equipaments.....	22
2.6.1.1	Escola CEIP Carrassumada.....	23
2.6.1.2	Pavelló Poliesportiu Municipal.....	23
2.6.2	Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments	23
2.6.2.1	Escola CEIP Carrassumada.....	23
2.6.2.2	Pavelló Poliesportiu Municipal.....	24
2.7	Almenar.....	24
2.7.1	Descripció dels equipaments.....	24
2.7.1.1	Ajuntament	25
2.7.1.2	Pavelló Poliesportiu Municipal.....	25
2.7.2	Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments	25
3	SISTEMES ENERGÈTICS BASATS EN BIOMASSA	26
3.1	Característiques dels sistemes de biomassa	26
3.2	Disponibilitat i característiques del recurs disponible a les terres de Ponent.....	27
3.3	Característiques del combustible.....	30
3.4	Tipus de calderes de biomassa	31
3.5	Components bàsics de la instal·lació	32
3.5.1	Emmagatzematge i transport del combustible	32
3.5.2	Sistema de combustió	32
3.5.3	Sistemes de tractament de gasos.....	33
3.5.4	Altres elements.....	33
4	XARXES DE DISTRICTE BASEDES EN BIOMASSA	34
4.1	Introducció als conceptes de xarxa de districte.....	34
4.1.1	Canonades	34
4.1.1.1	Canonades d'acer preaïllades amb recobriments de material plàstic.....	34
4.1.1.2	Canonades d'acer (canonades d'acer en acer)	35
4.1.1.3	Canonades de plàstic (PPR)	35
4.1.1.4	Comparació entre canonades segons material.....	35
4.1.2	Obra civil.....	36
4.1.3	Rasa tipus i variacions associades al gruix de recobriments.....	36
4.1.4	Altres aspectes tècnics	37
4.1.4.1	Punts de venteig i punts de purga.....	37
4.1.4.2	Arquetes d'inspecció.....	38
4.1.4.3	Sistemes de detecció de fuites.....	38
4.1.4.4	Altres	38
4.2	Subestacions	39
4.3	Control i operació.....	40
4.3.1	Temperatures de Xarxa	40
4.3.2	Optimització del salt tèrmic.....	41
4.3.3	Control de funcionament de la xarxa	41
4.3.4	Fluid de circulació	42
4.3.5	Operació i Manteniment al traçat de la xarxa	42
5	PROPOSTA DE SISTEMES ALTERNATIU BASATS EN BIOMASSA	44

5.1	Albatàrrec.....	44
5.2	Montoliu de Lleida	45
5.3	Soses	47
5.4	Sudanell.....	47
5.5	Torres de Segre	48
6	VIABILITAT ECONÒMICA DEL SISTEMA ALTERNATIU PROPOSAT.....	51
6.1	Valoració de la inversió	51
6.1.1	Substitució de caldera	51
6.1.2	Xarxa de calor	52
6.2	Hipòtesis financeres.....	52
6.3	Definició d'indicadors	53
6.4	Anàlisi de resultats per municipi.....	54
6.4.1	Albatàrrec	54
6.4.2	Montoliu de Lleida.....	56
6.4.3	Soses.....	57
6.4.4	Sudanell.....	57
6.4.5	Torres de Segre.....	58
6.5	Resum per municipi	60
7	QUANTIFICACIÓ DEL RECURS I DE LA INVERSIÓ.....	1
7.1	Hipòtesi de càlcul	1
7.2	Municipis dels Fons de Transició Nuclear	1
7.3	Alcarràs i Almenar	4
7.4	Valors globals	6
8	CRONOGRAMA	7
9	IDENTIFICACIÓ I MAPATGE D'ACTORS CLAU	8
10	CONCLUSIONS.....	11

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1. Plànol de situació dels equipaments del municipi d'Albatàrrec, Lleida.....	11
Figura 2. Plànol de situació dels equipaments del municipi d'Alcarràs, Lleida	14
Figura 3. Plànol de situació dels equipaments del municipi de Montoliu de Lleida, Lleida	16
Figura 4. Plànol de situació dels equipaments del municipi de Soses, Lleida.....	18
Figura 5. Caldera de Gasoil de l'Escola Jaume Miret i característiques tècniques	19
Figura 6. Plànol de situació dels equipaments del municipi de Sudanell, Lleida.....	20
Figura 7. Caldera de Gasoil de l'Escola El Roser i característiques tècniques.....	21
Figura 8. Caldera de Gasoil de la Sala de Reunió i Ball i característiques tècniques	22
Figura 9. Plànol de situació dels equipaments del municipi de Torres de Segre, Lleida	23
Figura 10. Plànol de situació dels equipaments del municipi d'Almenar, Lleida.....	25
Figura 11. Consums finals energètics per sector i tipus de font energètica a la província de Lleida. (Font: ICAEN, 2019)	29
Figura 12. Producció de biomassa a Catalunya. (Font: PECT AgroBioFood Ponent. <i>Informe de serveis ecosistèmics de Ponent</i> . 2022).....	30
Figura 13. Esquema de la rasa tipus per a la instal·lació de les canonades de distribució	37
Figura 14. Esquema simplificat d'una subestació de xarxa DH.....	39
Figura 15. Esquema de principi d'una subestació.....	40
Figura 16 Comparació d'un sistema de DH de temperatura d'impulsió variable i cabal constant (1) amb un altre de temperatura d'impulsió constant i cabal variable (2)	42
Figura 17. Proposta de xarxa de calor per al municipi d'Albatàrrec.....	44
Figura 18. Proposta de xarxa de calor per al municipi d'Alcarràs.....	46
Figura 19. Proposta de xarxa de calor per al municipi de Sudanell.	47
Figura 20. Proposta de xarxa de calor per al municipi de Torres de Segre.	49
Figura 21. Diagrama de Gantt proposat per la implantació del projecte.	7

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1. Resum dels equipaments del municipi d'Albatàrrec, Lleida	11
Taula 2. Resum de consums i costos energètics de l'Ajuntament.....	13
Taula 3. Resum de consums i costos energètics de l'Escola Sant Salvador	13
Taula 4. Resum dels equipaments del municipi d'Alcarràs, Lleida	13
Taula 5. Resum dels equipaments del municipi de Montoliu de Lleida, Lleida	15
Taula 6. Resum de consums i costos energètics de l'Ajuntament.....	17
Taula 7. Resum de consums i costos energètics de l'Escola Sant Isidre	17
Taula 8. Resum dels equipaments del municipi de Soses, Lleida	17
Taula 9. Resum de consums i costos energètics de l'Escola Jaume Miret.....	18
Taula 10. Resum dels equipaments del municipi de Sudanell, Lleida	19
Taula 11. Resum de consums i costos energètics de l'Escola El Roser	21
Taula 12. Resum de consums i costos energètics de la Sala de Reunió i Ball.....	21

Taula 13. Resum dels equipaments del municipi de Torres de Segre, Lleida	22
Taula 14. Resum de consums i costos energètics de l'Escola Carrassumada	24
Taula 15. Resum de consums i costos energètics del Pavelló	24
Taula 16. Resum dels equipaments del municipi d'Almenar, Lleida	24
Taula 17. Distribució de la superfície conreada a les comarques de Ponent (Font: IDESCAT, 2020). ...	27
Taula 18. Tones de restes de poda anual dels principals cultius llenyosos a les comarques de Ponent (Font: IRTA, 2023)	28
Taula 19. Tones de fusta anual generades a partir de les estructures permanents dels cultius llenyosos a les comarques de Ponent. (Font: IRTA, 2023).....	28
Taula 20. Potencial energètic i valor econòmic de la biomassa.	29
Taula 21. Característiques de la biomassa: restes de poda agrícola.	31
Taula 22 Valors acceptats per la qualitat de l'aigua de la xarxa. [E&Pdh, 2008]	42
Taula 23. Càlcul de demandes tèrmiques DH Albatàrrec.	45
Taula 24. Característiques de la solució centralitzada.....	45
Taula 25. Característiques equips proposats.....	45
Taula 26. Càlcul de demandes tèrmiques DH Montoliu de Lleida.....	46
Taula 27. Característiques equips proposats.....	46
Taula 28. Característiques equips proposats.....	47
Taula 29. Càlcul de demandes tèrmiques DH Sudanell.	48
Taula 30. Característiques equips proposats.....	48
Taula 31. Càlcul de demandes tèrmiques DH Torres de Segre.....	49
Taula 32. Característiques de la solució centralitzada.....	49
Taula 33. Característiques equips proposats.....	50
Taula 34. CAPEX de la proposta descentralitzada.....	51
Taula 35. CAPEX Xarxa de Calor per municipis.	52
Taula 36. Resultats solució centralitzada a Albatàrrec.	54
Taula 37. Resultats solució descentralitzada a l'escola d'Albatàrrec.	55
Taula 38. Resultats solució descentralitzada a l'Ajuntament d'Albatàrrec.	55
Taula 39. Resultats solució descentralitzada a l'Ajuntament de Montoliu de Lleida.	56
Taula 40. Resultats solució descentralitzada a l'Escola de Montoliu.....	56
Taula 41. Resultats solució descentralitzada a l'escola de Soses.	57
Taula 42. Resultats solució descentralitzada a l'escola de Sudanell.....	57
Taula 43. Resultats solució descentralitzada a la Sala de Ball de Sudanell.....	58
Taula 44. Resultats solució centralitzada a Torres de Segre.....	58
Taula 45. Resultats solució descentralitzada del pavelló a Torres de Segre.....	59
Taula 46. Resultats solució descentralitzada de l'escola a Torres de Segre.	60
Taula 47. Resum dels resultats dels municipis de Lleida.	1
Taula 48. Valors mitjans obtinguts en l'anàlisi per tipologia d'equipament i unitat de superfície.	1
Taula 49. Equipaments del municipis del Fons de Transició Nuclear analitzats.....	1
Taula 50. Resultats dels municipis del Fons de Transició Nuclear	2
Taula 51. Resultats per Alcarràs i Almenar	4
Taula 52 Resultats globals de l'anàlisi.....	6

Revisions

Versió document	Data revisió	Revisat per	Comentaris
V 0.0	12/02/2024	Sara Fusté Dídac Miró Laura Caballero Arnau González	Versió inicial

Resum Executiu

El present estudi se centra en avaluar el potencial d'aprofitament de biomassa agrícola per a usos energètics en equipaments públics de les comarques de Ponent. Els objectius específics inclouen l'anàlisi de la substitució d'equips de generació tèrmica convencionals per calderes de biomassa o xarxes de districte en diversos municipis, així com l'estudi de la viabilitat tècnica i econòmica de les tecnologies proposades. A més, es planteja extrapolar els resultats a 19 municipis del Fons de Transició Nuclear de la província de Lleida. La metodologia consisteix a analitzar de la demanda energètica de calor, la identificació de tecnologies alternatives sigui caldera de biomassa individual o xarxa de calor municipal, i l'avaluació dels indicadors clau per determinar la viabilitat tècnica i econòmica dels projectes proposats.

Com a primer pas, s'ha analitzat detalladament el sistema de generació tèrmic actual i la seva demanda de calefacció als equipaments municipals d'Albatàrrac, Alcarràs, Montoliu de Lleida, Soses, Sudanell, Torres de Segre i Almenar. Per determinar la demanda s'han calculat els consums de calefacció mitjançant les factures aportades i els rendiments dels equips de generació per cada un d'ells segons les fitxes tècniques facilitades.

Seguidament, s'han desenvolupat els conceptes clau que fan referència als sistemes energètics basats en biomassa, incloent-hi les característiques que té la biomassa com a combustible i quins són els components bàsics d'una instal·lació de biomassa, entrant també en detall en les configuracions de xarxes de districte basades en aquest recurs, identificant els elements necessaris per al seu funcionament i possibles esquemes de control i operació. S'ha analitzat també la disponibilitat i les característiques de la biomassa agrícola com a recurs energètic local a les terres de Lleida.

Un cop definida aquesta base teòrica, s'ha procedit a l'anàlisi tècnic-econòmica per a la substitució dels equips de generació actuals en els equipaments analitzats, basats en combustibles fòssils la majoria i en electricitat en alguns casos, avaluant també la conveniència d'implementar xarxes de calor municipals. La rendibilitat dels projectes s'ha calculat a 20 anys mitjançant el retorn de la inversió (ROI) i la taxa interna de retorn (TIR). Els resultats d'aquesta anàlisi detallada s'han extrapolat per als equipaments dels 19 municipis del Fons de Transició Nuclear de les terres de Lleida, podent arribar així a quantificar el potencial de biomassa necessari per a poder subministrar tots els equipaments municipals identitats així com la inversió necessària per al seu aprofitament.

L'estudi inclou una proposta de cronograma per a la implementació eficient i efectiva de les solucions proposades, identificant les diferents etapes del projecte i la seva durada.

També s'ha identificat als principals actors involucrats en la producció i gestió del recurs, disseny i implementació dels sistemes de biomassa, inclosa l'Administració Pública, empreses del sector energètic, productors agrícoles i la comunitat local, que s'han de coordinar i han de treballar de manera conjunta per tal d'assegurar l'èxit a llarg termini del projecte.

L'estudi demostra el potencial de l'ús de biomassa agrícola com a recurs energètic en edificis municipals, oferint una alternativa sostenible i de proximitat a les fonts d'energia convencionals. Les conclusions més rellevants són les següents:

- Es quantifica una demanda potencial tèrmica de 4,2 GWh/any susceptible de ser produïda utilitzant 1.208 tones de biomassa subproducte de l'activitat agrícola (quantitat inferior al 2% de les restes de poda de fruita dolça de la comarca del Segrià).
- La inversió necessària per a la substitució directa dels equips actuals és de 929.928 €, que repercutiria en el conjunt de les instal·lacions amb 196.711 € d'estalvi econòmic anual, 0,8 GWh d'estalvi d'energia primària i un estalvi d'emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) de 1.077 tones de CO₂ equivalents.
- El canvi de tecnologia analitzat té un període de retorn de la inversió inferior als 20 anys en tots els casos, superior als 10 anys només en el 20% dels casos i inferior als 5 anys en un 61% dels casos (33 municipis).
- Les xarxes de districte només resulten viables a nivell tècnic-econòmic als municipis d'Albatàrrec i Torres de Segre, amb un període de retorn d'entre 10 i 15 anys.

Així doncs, les propostes de sistemes de calefacció basats en biomassa es presenten com a solucions viables i econòmicament atractives, que poden contribuir significativament a la reducció de la petjada de carboni i al desenvolupament sostenible de la província. No obstant això, es requereix un compromís continu per part dels actors clau i un marc regulador favorable per garantir l'èxit a llarg termini d'aquestes iniciatives.

1 Introducció

El present estudi es desenvolupa en el marc de l'Agenda Compartida de les terres de Lleida, Pirineu i Aran, engegat l'any 2018 amb l'objectiu d'acompanyar la transició energètica i ecològica, planificar l'ús de recursos naturals de forma sostenible per al desenvolupament rural, i establir un compromís compartit entre les diverses administracions.

En aquest context, s'encarrega a AIGUASOL, consultoria amb àmplia trajectòria en projectes de sistemes energètics, un estudi del potencial d'aprofitament de biomassa agrícola provinent de cultius llenyosos per a usos energètics en diferents equipaments públics de municipis de les comarques de Ponent.

1.1 Objectius de l'estudi

L'objectiu principal del projecte és preparar les bases per a un potencial projecte pilot Europeu que permeti posar en valor la biomassa recurs biològic energètic disponible a les terres de Ponent i assentar les bases d'un model de col·laboració públic-privada per a la gestió de la cadena de subministrament d'aquest.

Per arribar-hi, es plantegen els següents objectius específics:

- Analitzar a partir d'estudis de viabilitat de detall la substitució d'equips de generació tèrmica convencionals per calderes de biomassa i/o xarxes de districte mitjançant biomassa si escau en els municipis d'Albatàrrec, Alcarràs, Montoliu de Lleida, Soses, Sudanell, Torres de Segre i Almenar.
- A partir dels resultats anterior, extrapolar l'anàlisi per als 19 municipis del Fons de transició nuclear de la província de Lleida (Aitona, Juncosa, l'Albagés, Llardecans, Alcanó, Maials, Almatret, la Pobla de Cérvoles, Bellaguarda, Sarroca, Bovera, Seròs, el Cogul, el Soleràs, la Granadella, els Torms, la Granja d'Escarp, Torrebesses i Granyena).

1.2 Metodologia

Per a l'assoliment dels objectius descrits en l'anterior apartat, l'estudi es desenvoluparà seguint les etapes que es descriuen a continuació.

Per als equipaments dels 7 primers municipis :

1. Anàlisi de la demanda energètica de cadascun dels equipaments a partir de les dades de consum i factures energètiques facilitades. Pels equipaments dels quals no s'han obtingut aquestes dades, s'ha estimat la demanda tèrmica a partir de ratis energètics segons tipologia d'ús de l'edifici i la seva superfície.
2. Anàlisi de la potència tèrmica dels equips de generació actuals a partir de les fotografies de les fitxes tècniques dels equips i de la visita tècnica.
3. Identificació de tecnologies alternatives a les actuals, en general calderes de biomassa o xarxes de districte a partir també de calderes de biomassa, basades en la biomassa provinent de la regió, i quantificació de la inversió necessària per la seva implementació.
4. Estudi de la viabilitat tècnica i econòmica de les tecnologies proposades mitjançant l'avaluació d'indicadors clau.

Per als equipaments del 19 municipis pertanyents al Fons de Transició Nuclear:

5. Extrapolació dels resultats anteriors segons la tipologia i superfície de cada equipament, estimació de la viabilitat tècnica i econòmica de les tecnologies proposades.

2 Anàlisi de la demanda energètica

2.1 Albatàrrec

2.1.1 Descripció dels equipaments

Al municipi d'Albatàrrec, s'avaluarà la viabilitat de la substitució dels sistemes de generació de calor actuals per sistemes basats en biomassa en els equipaments següents:

- Ajuntament
- Escola CEIP Sant Salvador
- Pavelló esportiu

La Taula 1 mostra un resum dels equipaments a analitzar.

Taula 1. Resum dels equipaments del municipi d'Albatàrrec, Lleida

Equipament	Adreça	Referència cadastral	Ús	Any de construcció	Superfície [m ²]
Ajuntament	c/ Doctor Robert, 51	0452207CG0005S0001KL	Públic	2006	1.506
CEIP Sant Salvador	c/ Sudanell, 2	0152316CG0005S0000UK	Educatiu	2006	2.764
Pavelló	c/ Nou		Esportiu		3.526

La Figura 1 mostra el plànol de situació dels equipaments.



Figura 1. Plànol de situació dels equipaments del municipi d'Albatàrrec, Lleida.

2.1.1.1 Ajuntament

L'ajuntament d'Albatàrrec es troba ubicat al Carrer Doctor Robert, 51, 25171 Albatàrrec, Lleida. L'edifici disposa d'espais per a ús públic i zones d'oci, hostaleria i espectacles. La seva superfície total construïda és de 1.506 m² distribuïda en quatre plantes:

- Espai d'ús públic: 725 m²
- Espai d'oci/hostaleria: 213 m²
- Espai d'espectacles: 568 m²

L'ajuntament es va construir l'any 2006 i l'horari d'ocupació és el següent:

- Dilluns a Divendres: 9:00h a 14:00h
- Dijous tarda: 17:00h a 19:30h
- Dissabte i Diumenge: Tancat

2.1.1.2 Escola CEIP Sant Salvador

L'escola Sant Salvador es troba ubicada al Carrer Sudanell, 2, 25171 Albatàrrec, Lleida. L'escola es va construir l'any 2006 i la superfície total és de 2.764 m² distribuïda en planta baixa i planta primera per a educació infantil i primària. El seu l'horari lectiu habitual és de dilluns a divendres de 09:00h a 12:30h i de 15:00h a 16:30h.

2.1.1.3 Pavelló esportiu

El pavelló es troba ubicat al Carrer Nou, 25171 Albatàrrec, Lleida. És un local de 3.525,82 m² de superfície per a ús esportiu. Actualment no es troba en funcionament encara ja que està en procés de finalització de la seva construcció.

2.1.2 Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments

2.1.2.1 Ajuntament

Els equips de producció d'energia tèrmica instal·lats actualment consisteixen en bomba de calor de 150,6 kW de potència instal·lada. Convé destacar que en no disposar de dades corresponents a la potència del sistema, aquesta es determina a partir de la superfície total construïda del local fixant un rati de 100 W/m².

La Taula 2 mostra els consums i costos energètics de l'equipament en un any a partir de les factures elèctriques de l'any 2022. Per a la determinació del consum elèctric en calefacció es resta l'aportació del sistema d'il·luminació i d'altres aparells elèctrics i electrònics, estimada en 7.500 kWh mensuals a partir de les dades de la factura elèctrica dels mesos d'estiu. Aquest consum representa el 41,5% del total del consum elèctric.

Taula 2. Resum de consums i costos energètics de l'Ajuntament

Combustible	Potència [kW]	Eficiència [%]	Consum [kWh/any]	Cost econòmic [€/any]	Demanda tèrmica [kWh/any]
Electricitat	150,6	300	67.835	14.060,8	203.505

2.1.2.2 Escola CEIP Sant Salvador

Els equips de producció d'energia tèrmica instal·lats actualment consisteixen en caldera de gas natural de 276,4 kW de potència instal·lada. Convé destacar que en no disposar de dades corresponents a la potència del sistema, aquesta es determina a partir de la superfície total construïda del local fixant un rati de 100 W/m².

La Taula 3 mostra els consums i costos energètics de l'equipament en un any a partir de les factures de l'any 2021 i 2022.

Taula 3. Resum de consums i costos energètics de l'Escola Sant Salvador

Combustible	Potència [kW]	Eficiència [%]	Consum [kWh/any]	Cost econòmic [€/any]	Demanda tèrmica [kWh/any]
Gas natural	276,4	80	205.630	18.797	164.504

2.1.2.3 Pavelló esportiu

No es disposa d'informació corresponent a les instal·lacions de generació de calor actuals, consums i costos energètics anuals ja que l'equipament encara no es troba en funcionament.

2.2 Alcarràs

Al municipi d'Alcarràs, província de Lleida, s'avaluarà la viabilitat de la substitució dels equips de generació de calor actuals per equips de biomassa en els equipaments següents:

- Escola CEIP Comptes de Torregrossa
- Escola CEIP Parc del Saladar
- Pavelló Poliesportiu Andreu Aixalà I Castells
- Centre Cultural Municipal "Lo Casino"
- Comissaria de policia

La Taula 4 mostra un resum dels equipaments a analitzar.

Taula 4. Resum dels equipaments del municipi d'Alcarràs, Lleida

Equipament	Adreça	Referència cadastral	Ús	Any de construcció	Superfície [m ²]
CEIP C. de Torregrossa	c/ de les Escoles	4048009BG9044N0001GD	Educatiu	1978	4.188
CEIP Parc del Saladar	Av. Devesa, 50	3048603BG9034N0001KO	Educatiu	2014	6.141
Pavelló Andreu Aixalà I Castells	c/ Segon Passeig de Ronda	3449802BG9034N0001DO	Esportiu	1990	3.820
Centre "Lo Casino"	c/ Major, 84	3846509BG9034N0001JO	Públic	2000	2.599
Comissaria policia	c/ Joan XXIII		Públic		

La Figura 2 mostra el plànol de situació dels equipaments.



Figura 2. Plànol de situació dels equipaments del municipi d'Alcarràs, Lleida

2.2.1.1 Escola CEIP Comptes de Torregrossa

L'escola Comptes de Torregrossa es troba ubicada al Carrer de les Escoles, s/n, 25180 Alcarràs, Lleida. La superfície construïda total és de 4.188 m² i disposa d'aules per a estudis d'infantil i primària, zona de magatzem i gimnàs:

- Ensenyament: 2.974 m²
- Gimnàs: 800 m²
- Magatzem: 398 m²

L'escola es va construir l'any 1978 i el seu l'horari lectiu habitual és de dilluns a divendres de 09:00h a 12:30h i de 15:00h a 16:30h.

2.2.1.2 Escola CEIP Parc del Saladar

L'escola Parc del Saladar es troba ubicada al l'Avinguda Devesa, 50, 25180 Alcarràs, Lleida. L'escola disposa d'una superfície construïda total és de 6.141 m² distribuïda en dues plantes edificables per a usos d'educació d'infantil i primària i zona esportiva.

L'escola es va construir l'any 2014 i l'horari lectiu habitual és de dilluns a divendres de 09:00h a 16:30h.

2.2.1.3 Poliesportiu Municipal Andreu Aixalà I Castells

El Pavelló Municipal Andreu Aixalà I Castells es troba ubicat al Carrer Segon Passeig de Ronda, 25180 Alcarràs, Lleida. L'edifici va construir l'any 1990 per a ús esportiu i disposa d'una superfície construïda de 3.820 m² en un únic espai.

L'horari d'ocupació és el següent:

- Dilluns a Dijous: 10:00h a 13:30h; 16:00h a 18:30h
- Divendres: 09:00h a 15:00h
- Dissabte i Diumenge: Tancat

2.2.1.4 Centre Cultural Municipal “Lo Casino”

El Centre Cultural Municipal “Lo Casino” es troba ubicat al Carrer Major, 84, 25180 Alcarràs, Lleida. L'edifici disposa d'una planta soterrani i tres plantes sobre rasant amb una superfície construïda total de 2.599 m².

El centre es va construir l'any 2000 i l'horari d'ocupació és el següent:

- Dilluns a Divendres: 10:00h a 13:30h
- Dimarts i Dijous tarda: 17:00h a 19:00h
- Dissabte i Diumenge: Tancat

2.2.1.5 Comissaria policia

La comissaria de policia es troba ubicada al Carrer Joan XXIII, 25180 Alcarràs, Lleida. El seu horari d'ocupació és de dilluns a divendres de 09:00h a 14:00h i de 16:00h a 19:00h.

2.2.2 Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments

No es disposa d'informació corresponent a les instal·lacions de generació de calor actuals, consums i costos energètics anuals. Per aquesta raó, l'anàlisi del potencial canvi de calderes de biomassa dels equipaments del municipi es realitzarà en la fase d'extrapolació.

2.3 Montoliu de Lleida

2.3.1 Descripció dels equipaments

Al municipi de Montoliu de Lleida, província de Lleida, s'avaluarà la viabilitat de la substitució dels equips de generació de calor actuals per equips de biomassa en els equipaments següents:

- Ajuntament
- Escola CEIP Sant Isidre

La Taula 5 mostra un resum dels equipaments a analitzar.

Taula 5. Resum dels equipaments del municipi de Montoliu de Lleida, Lleida

Equipament	Adreça	Referència cadastral	Ús	Any de construcció	Superfície [m ²]
Ajuntament	c/ Orient, 3	9340011BG9094S0001UK	Públic	1900	648
CEIP Sant Isidre	c/ la Creu, s/n	9040201BG9094S0001XK	Educatiu	1965	415

La Figura 3 mostra el plànol de situació dels equipaments.



Figura 3. Plànol de situació dels equipaments del municipi de Montoliu de Lleida, Lleida

2.3.1.1 Ajuntament

L'ajuntament d'Albatàrrec es troba ubicat al Carrer Orient, 3, 25172 Montoliu de Lleida, Lleida. L'edifici disposa d'una superfície total construïda de 648 m² distribuïda en tres plantes destinades a ús públic de 216 m² cadascuna. L'ajuntament es va construir l'any 1900 i va ser reformat el 1975. El seu horari d'ocupació és de dilluns a divendres de 09:00h a 13:00h.

2.3.1.2 Escola CEIP Sant Isidre

L'escola Sant Isidre es troba ubicada al Carrer la Creu, s/n, 25172 Montoliu de Lleida, Lleida. L'edifici es va construir l'any 1965 i disposa d'una superfície total construïda de 415 m² distribuïda en planta baixa i primera destinades a educació infantil i primària i zona de magatzem:

- Ensenyament: 393 m²
- Magatzem: 22 m²

2.3.2 Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments

2.3.2.1 Ajuntament

Els equips de producció d'energia tèrmica instal·lats actualment consisteixen en caldera de gasoil B P 200 - 6 del fabricant REMEHA de 117 kW de potència màxima.

La Taula 6 mostra els consums i costos energètics de l'equipament en un any a partir de les factures de l'any 2022.

Taula 6. Resum de consums i costos energètics de l'Ajuntament

Combustible	Potència [kW]	Eficiència [%]	Consum [kWh/any]	Cost econòmic [€/any]	Demanda tèrmica [kWh/any]
Gasoil B	117	83	62.615	5.307,04	51.971

2.3.2.2 Escola CEIP Sant Isidre

Els equips de producció d'energia tèrmica instal·lats actualment consisteixen en bomba de calor de 41,5 kW de potència instal·lada. Convé destacar que en no disposar de dades corresponents a la potència del sistema, aquesta es determina a partir de la superfície total construïda del local fixant un rati de 100 W/m².

La Taula 7 mostra els consums i costos energètics de l'equipament en un any a partir de les factures elèctriques de l'any 2022 i 2023. Per a la determinació del consum elèctric en calefacció es resta l'aportació del sistema d'il·luminació i d'altres aparells elèctrics i electrònics, estimada en 518 kWh mensuals a partir de les dades de la factura elèctrica dels mesos d'estiu. Aquest consum representa el 84,22% del total del consum elèctric.

Taula 7. Resum de consums i costos energètics de l'Escola Sant Isidre

Combustible	Potència [kW]	Eficiència [%]	Consum [kWh/any]	Cost econòmic [€/any]	Demanda tèrmica [kWh/any]
Electricitat	41,5	300	13.155	1.928	39.465

2.4 Soses

2.4.1 Descripció dels equipaments

Al municipi de Soses, província de Lleida, s'avaluarà la viabilitat de la substitució dels equips de generació actuals de calor per equips de biomassa en els equipaments següents:

- Escola CEIP Jaume Miret

La Taula 8 mostra un resum dels equipaments a analitzar.

Taula 8. Resum dels equipaments del municipi de Soses, Lleida

Equipament	Adreça	Referència cadastral	Ús	Any de construcció	Superfície [m ²]
CEIP Jaume Miret	c/ del Sindicat, s/n	0410101BG9001S0001JM	Educatiu	1984	2.979

La Figura 4 mostra el plànol de situació dels equipaments.



Figura 4. Plànol de situació dels equipaments del municipi de Soses, Lleida

2.4.1.1 Escola CEIP Jaume Miret

L'Escola Jaume Miret es troba ubicada al Carrer del Sindicat, s/n, 25181 Soses, Lleida. L'edifici disposa de dues plantes per a estudis d'infantil i primària, gimnàs i zona magatzem amb una superfície total edificable de 2.979 m².

- Ensenyament: 2.208 m²
- Gimnàs: 691 m²
- Magatzem: 80 m²

L'escola es va construir l'any 1984 i l'horari lectiu habitual és de dilluns a divendres de 09:00h a 12:30h i de 15:00h a 16:30h.

2.4.2 Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments

2.4.2.1 Escola CEIP Jaume Miret

Els equips de producció d'energia tèrmica instal·lats actualment consisteixen en caldera de gasoil Energy E+ TD-130 del fabricant ROCA de 151,2 kW de potència màxima. La fitxa tècnica es troba a la Figura 5.

La Taula 9 mostra els consums i costos energètics de l'equipament en un any a partir de les factures de l'any 2021 i 2022.

Taula 9. Resum de consums i costos energètics de l'Escola Jaume Miret

Combustible	Potència [kW]	Eficiència [%]	Consum [kWh/any]	Cost econòmic [€/any]	Demanda tèrmica [kWh/any]
Gasoil Energy E+	151,2	86,6	194.504,60	14.066,07	168.440,98



Figura 5. Caldera de Gasoil de l'Escola Jaume Miret i característiques tècniques

2.5 Sudanell

2.5.1 Descripció dels equipaments

Al municipi de Sudanell, província de Lleida, s'avaluarà la viabilitat de la substitució dels equips de generació de calor actuals per equips de biomassa en els equipaments següents:

- Escola CEIP El Roser
- Sala de Reunió i Ball
- Consultori mèdic

La Taula 10 mostra un resum dels equipaments a analitzar.

Taula 10. Resum dels equipaments del municipi de Sudanell, Lleida

Equipament	Adreça	Referència cadastral	Ús	Any de construcció	Superfície [m²]
CEIP El Roser	c/ Verge del Rosar, 8	7137603BG9073N0001XI	Educatiu	1963	795
Sala de Reunió i Ball	c/ Verge del Rosar, 2	7137401BG9073N0001LI	Públic	1960	660
Consultori mèdic	c/ Segre, 30	7137115BG9073N0001FI	Públic	1970	241

La Figura 6 mostra el plànol de situació dels equipaments.



Figura 6. Plànol de situació dels equipaments del municipi de Sudanell, Lleida

2.5.1.1 Escola CEIP El Roser

L'Escola El Roser es troba ubicada al Carrer Verge del Rosar, 8, 25173 Sudanell, Lleida. L'edifici disposa de dues plantes per a educació infantil i primària i zona magatzem amb una superfície total construïda de 795 m².

- Ensenyament: 600 m²
- Magatzem: 195 m²

L'escola es va construir l'any 1963. La zona de magatzem i ensenyament es van reformar l'any 1995 i 2008 respectivament. L'horari lectiu habitual és de dilluns a divendres de 09:00h a 13:00h i de 15:00h a 17:00h.

2.5.1.2 Sala de Reunió i Ball

La Sala de Reunió i Ball es troba ubicada al Carrer Verge del Rosar, 2, 25173 Sudanell, Lleida. L'edifici es va construir l'any 1960 i es va reformar l'any 1994. Disposa d'un únic espai d'espectacles de 660 m² de superfície.

2.5.1.3 Consultori mèdic

El consultori mèdic es troba ubicat al Carrer Segre, 30, 25173 Sudanell, Lleida. L'edifici es va construir l'any 1970 i té una superfície total construïda de 241 m² distribuïts en dues plantes. Segons la informació facilitada, el consultori es troba tancat i sense ús actualment.

2.5.2 Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments

2.5.2.1 Escola CEIP El Roser

Els equips de producció d'energia tèrmica instal·lats actualment consisteixen en caldera de gasoil *NACK6 412T* del fabricant *SIME* de 120 kW de potència màxima. El consum tèrmic s'ha calculat a partir del consum de gasoil en litres facilitat pels tècnics de l'Ajuntament i el seu poder calorífic.

Taula 11. Resum de consums i costos energètics de l'Escola El Roser

Combustible	Potència [kW]	Eficiència [%]	Consum [kWh/any]	Cost econòmic [€/any]	Demanda tèrmica [kWh/any]
Gasoil B	120	80	21.340	2.090,88	17.072



Figura 7. Caldera de Gasoil de l'Escola El Roser i característiques tècniques

2.5.2.2 Sala de Reunió i Ball

Els equips de producció d'energia tèrmica instal·lats actualment consisteixen en caldera de gasoil *GT 335* del fabricant *De Dietrich* de 115 kW de potència màxima. El consum tèrmic s'ha calculat a partir del consum de gasoil en litres facilitat pels tècnics de l'Ajuntament i el seu poder calorífic.

Taula 12. Resum de consums i costos energètics de la Sala de Reunió i Ball

Combustible	Potència [kW]	Eficiència [%]	Consum [kWh/any]	Cost econòmic [€/any]	Demanda tèrmica [kWh/any]
Gasoil B	115	80	17.460	1.710.72	13.968



Figura 8. Caldera de Gasoil de la Sala de Reunió i Ball i característiques tècniques

2.5.2.3 Consultori mèdic

Els equips de producció d'energia tèrmica instal·lats actualment consisteixen en caldera de gasoil *CGNT N30* del fabricant *FER* de 34,9 kW i 38,7 kW de potència instal·lada. Actualment es troba tancat i sense ús i no es disposa de dades de consums d'anys anteriors.

2.6 Torres de Segre

2.6.1 Descripció dels equipaments

Al municipi de Torres de Segre, província de Lleida, s'avaluarà la viabilitat de la substitució dels equips de generació de calor actuals per equips de biomassa en els equipaments següents:

- Escola CEIP Carrassumada
- Pavelló Poliesportiu Municipal

La Taula 13 mostra un resum dels equipaments a analitzar.

Taula 13. Resum dels equipaments del municipi de Torres de Segre, Lleida

Equipament	Adreça	Referència cadastral	Ús	Any de construcció	Superfície [m²]
CEIP Carrassumada	c/ Canal, 20	2710001BG9021S0001GI	Educatiu	2003	3.147
Pavelló	Plaça Països Catalans	2810801BG9021S0001HI	Esportiu	1981	1.503

La Figura 9 mostra el plànol de situació dels equipaments.



Figura 9. Plànol de situació dels equipaments del municipi de Torres de Segre, Lleida

2.6.1.1 Escola CEIP Carrassumada

L'escola Carrassumada es troba ubicat al Carrer Canal, 20, 25170 Torres de Segre, Lleida. Disposa d'una superfície total construïda de 3.147 m² distribuïda en tres plantes edificables destinades a estudis d'infantil i primària i zona esportiva:

- Ensenyament: 2.333 m²
- Gimnàs: 765 m²

L'edifici es va construir l'any 2003 i l'horari lectiu habitual és de dilluns a divendres de 09:00h a 12:30h i de 15:00h a 16:30h.

2.6.1.2 Pavelló Poliesportiu Municipal

El pavelló es troba ubicat a la Plaça Països Catalans, 25170 Torres de Segre, Lleida. L'edifici és un local en planta baixa construït l'any 1981 amb una superfície total construïda de 1.503 m² per a zona esportiva i magatzem. No es disposa d'informació corresponent a l'horari d'ocupació.

2.6.2 Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments

2.6.2.1 Escola CEIP Carrassumada

Els equips de producció d'energia tèrmica instal·lats actualment consisteixen en caldera de gasoil B/Energy E+ CPA 160 del fabricant ROCA de 186 kW de potència instal·lada.

La Taula 14 mostra els consums i costos energètics de l'equipament en un any a partir de les factures de l'any 2021.

Taula 14. Resum de consums i costos energètics de l'Escola Carrassumada

Combustible	Potència [kW]	Eficiència [%]	Consum [kWh/any]	Cost econòmic [€/any]	Demanda tèrmica [kWh/any]
Gasoil B/Energy E+	186	80	190.624,40	13.262,66	152.499,52

2.6.2.2 Pavelló Poliesportiu Municipal

Els equips de producció d'energia tèrmica instal·lats actualment consisteixen en caldera de gasoil B TD-260 del fabricant ROCA de 115 kW de potència instal·lada.

La Taula 15 mostra els consums i costos energètics de l'equipament en un any a partir de les factures de l'any 2021.

Taula 15. Resum de consums i costos energètics del Pavelló

Combustible	Potència [kW]	Eficiència [%]	Consum [kWh/any]	Cost econòmic [€/any]	Demanda tèrmica [kWh/any]
Gasoil B	115	88,7	28.139,70	2.291,79	24.959,91

2.7 Almenar

2.7.1 Descripció dels equipaments

Al municipi d'Almenar, província de Lleida, s'avaluarà la viabilitat de la substitució dels equips de generació de calor actuals per equips de biomassa en els equipaments següents:

- Ajuntament
- Pavelló Poliesportiu Municipal

La Taula 16 mostra un resum dels equipaments a analitzar.

Taula 16. Resum dels equipaments del municipi d'Almenar, Lleida

Equipament	Adreça	Referència cadastral	Ús	Any de construcció	Superfície [m²]
Ajuntament	Plaça de la Vila, 10	8004002BG9380S0001TU	Públic	1900	1.254
Pavelló	c/ Espadós, 60	8505601BG9380N0001IX	Esportiu	2005	2.141

La Figura 10 mostra el plànol de situació dels equipaments.



Figura 10. Plànol de situació dels equipaments del municipi d'Almenar, Lleida

2.7.1.1 Ajuntament

L'ajuntament d'Almenar es troba ubicat a la Plaça de la Vila, 10, 25126 Almenar, Lleida. L'edifici disposa de sis plantes edificables amb una superfície total construïda de 1.254 m².

Es va construir l'any 1900 i va rebre una reforma el 1986. L'horari d'atenció al públic de les oficines municipals és el següent:

- Dilluns, Dimarts, Dijous i Divendres: 11:00h a 14:00h
- Dimecres: 08:00h a 14:00h
- Dissabte i Diumenge: Tancat

2.7.1.2 Pavelló Poliesportiu Municipal

El pavelló es troba ubicat al Carrer Espadós, 60, 25126 Almenar, Lleida. Consisteix en un local en planta baixa, construït l'any 2005, de 2.141 m² de superfície per a ús esportiu. No es disposa d'informació corresponent a l'horari d'ocupació.

2.7.2 Sistema de generació actual i demanda tèrmica dels equipaments

No es disposa d'informació corresponent a les instal·lacions de generació de calor actuals, consums i costos energètics anuals. Per aquesta raó, l'anàlisi del potencial canvi de calderes de biomassa dels equipaments del municipi es realitzarà en la fase d'extrapolació, com en el cas d'Alcarràs.

3 Sistemes energètics basats en biomassa

3.1 Característiques dels sistemes de biomassa

La valorització de recursos agrícoles i forestals en biomassa presenta certes característiques diferencials i avantatjoses respecte a l'ús de combustibles convencionals. Entre les principals, s'exposen les següents:

- **Renovable i abundant:** La biomassa prové de recursos orgànics renovables, com residus agrícoles, forestals, urbans i cultius específics. La seva disponibilitat és considerable i es renova amb certa constància, el que la converteix en un recurs sostenible a llarg termini.
- **Diversitat d'orígens:** Es tracta d'un recurs derivat d'una àmplia gamma de materials biològics, el que ofereix flexibilitat d'ús.
- **Varietat de processos de conversió:** Malgrat que en aquest estudi ens centrarem en l'ús tèrmic, la biomassa ofereix diferents vies de valorització en funció del residu, com podrien ser els usos elèctrics o la fermentació per generar biocombustibles.
- **Menor emissió de CO₂:** El procés d'obtenció i utilització de biomassa per a generar energia tèrmica genera emissions significativament menors que els combustibles fòssils.
- **Foment d'economies circulars i polítiques d'autosuficiència:** La valorització de residus de processos industrials afavoreix el naixement de projectes d'autosuficiència i circularitat, principalment en zones rurals i agrícoles, disminuint la dependència de combustibles fòssils provinents de països i regions llunyanes, sovint fora de la mateixa Unió Europea.

Alhora, també cal preveure algunes debilitats característiques d'aquest tipus de sistemes:

- **Emissió de partícules i gasos:** Si bé la implementació de sistemes de biomassa ajuda a la reducció d'emissions de CO₂, pot generar emissions d'altres elements com poden ser les partícules, el NO_x i el SO₂. Cal preveure sistemes de tractament d'aquests gasos per evitar que suposin un problema pel medi ambient.
- **Cendres:** La combustió de biomassa generà la cendra com a residu, a diferència de combustibles com el gas natural o el gasoil. Aquest fet obliga a incorporar sistemes de neteja i major inversió en manteniment dels equips.
- **Necessitat d'espai:** La baixa densitat energètica del combustible incrementa considerablement l'espai necessari, tant pel que fa a l'emmagatzematge i transport com als propis equips de combustió.
- **Inèrcia tèrmica:** La capacitat de resposta dels equips de biomassa és molt més lenta que els seus homònims en combustible fòssil, això obliga a disposar de sistemes auxiliars o bé dipòsits d'inèrcia de capacitat suficient per cobrir les puntes de consum i els canvis ràpids de demanda.

3.2 Disponibilitat i característiques del recurs disponible a les terres de Ponent

Les comarques de Ponent agrupen gairebé un terç del total de la superfície agrícola utilitzada a Catalunya, sent la comarca del Segrià la que disposa de major quantitat de terres llaurades, amb un total de 93.891 hectàrees segons dades de l'IDESCAT del 2020.

Si s'analitza per tipologia de conreu, la Taula 17 mostra la distribució a les terres de Ponent.

Taula 17. Distribució de la superfície conreada a les comarques de Ponent (Font: IDESCAT, 2020).

Conreus herbacis	Àrea (ha)	Conreus llenyosos	Àrea (ha)
Cereals per a gra	162.347	Olivera	34.683
Conreus collits en verd	25.712	Fruiters de clima temperat (de pinyol)	21.479
Lleguminoses	11.218	Fruiters de fruit sec	18.885
Conreus industrials	1.624	Fruiters de clima temperat (de llavor)	16.370
Hortalisses, melons i maduixes	881	Vinya	4.681
Altres conreus herbacis	284	Fruiters tropicals o subtropicals	676
		Altres conreus llenyosos	359
		Vivers	344
Subtotal	202.065		97.477
Total			299.542

Malgrat l'evident representació dels conreus herbacis, que conformen dues tercers parts del total, el seu elevat índex d'aprofitament per part de la indústria ramadera implica un menor interès en la valorització en biomassa. Per contra, la gestió dels residus provinents dels conreus llenyosos es planteja avui dia com un problema per als agricultors, ja que la prohibició vigent de crema d'aquests al camp implica l'assumpció dels costos, derivats de l'eliminació per empreses especialitzades, per part dels productors. Aquest fet suposa una oportunitat per a la valorització d'aquest residu en forma de biomassa.

La Taula 18 mostra les tones de restes de poda anual dels principals cultius llenyosos a les terres de Ponent.

Taula 18. Tones de restes de poda anual dels principals cultius llenyosos a les comarques de Ponent (Font: IRTA, 2023)

Comarca	Superfície	Vinya		Fruita dolça		Fruita seca		Olivera	
	ha	Tones	t/ha	Tones	t/ha	Tones	t/ha	Tones	t/ha
Garrigues	79.734	556	0,007	8.949	0,112	4.196	0,053	33.087	0,415
Noguera	178.402	393	0,002	12.859	0,072	1.193	0,007	3.238	0,018
Pla d'Urgell	30.516	2	0	17.511	0,574	301	0,01	169	0,006
Segarra	72.286	61	0,001	483	0,007	410	0,006	781	0,011
Segrià	139.699	2.806	0,02	68.450	0,49	4.560	0,033	2.658	0,019
Urgell	57.947	1.272	0,022	10.203	0,176	1.782	0,031	5.305	0,092
Total / mitjana	558.584	5.090	0,009	118.455	0,212	12.442	0,022	45.238	0,081

NOTA: Les tones de vinya són en pes fresc i la resta de cultius en pes sec. Les tones de poda d'olivera són bianuals.

Encapçala la llista el residu provinent de la poda anual dels conreus de fruita dolça, fet coherent amb la seva alta presència en els conreus de les comarques analitzades. Per a la determinació del potencial de valorització en biomassa també caldrà incloure als valors de la Taula 18 el potencial de generació anual de fusta de les estructures permanents dels cultius llenyosos, és a dir, el valor mitjà de la quantitat de fusta que es genera al final de la seva vida útil, indicat a la Taula 19.

Taula 19. Tones de fusta anual generades a partir de les estructures permanents dels cultius llenyosos a les comarques de Ponent. (Font: IRTA, 2023)

Comarca	Biomassa	Superfície	Producció específica
	Tones	ha	t/ha
Garrigues	58.759	79.734	1
Noguera	24.588	178.402	0
Pla d'Urgell	17.132	30.516	1
Segarra	4.207	72.286	0
Segrià	147.197	139.699	1
Urgell	25.740	57.947	0
Total/Mitjana	277.623	558.584	0,5

Aquestes dades es poden traduir a potencial energètic assumint un poder calorífic inferior (PCI) de la biomassa agrícola de 2,908 MWh/t. Alhora, es pot determinar el valor econòmic agafant el preu mitjà per tona d'estella determinat per l'Observatori Forestal Català per l'any 2022, de 92,6 €/t, tot i que la biomassa agrícola, en tenir menys potencial energètic, tindrà un preu inferior. La Taula 20 mostra aquests resultats.

Taula 20. Potencial energètic i valor econòmic de la biomassa.

Comarca	Biomassa <i>Tones</i>	Potencial energètic <i>MWh</i>	Valor econòmic €
Garrigues	105.547	306.931	9.773.652
Noguera	42.271	122.924	3.914.295
Pla d'Urgell	35.115	102.114	3.251.649
Segarra	5.942	17.279	550.229
Segrià	225.671	656.251	20.897.135
Urgell	44.302	128.830	4.102.365
Total	458.848	1.334.330	42.489.325

A mode de context, La Figura 11 mostra els consums energètics finals per sector i tipus de font energètica per la província de Lleida l'any 2019.

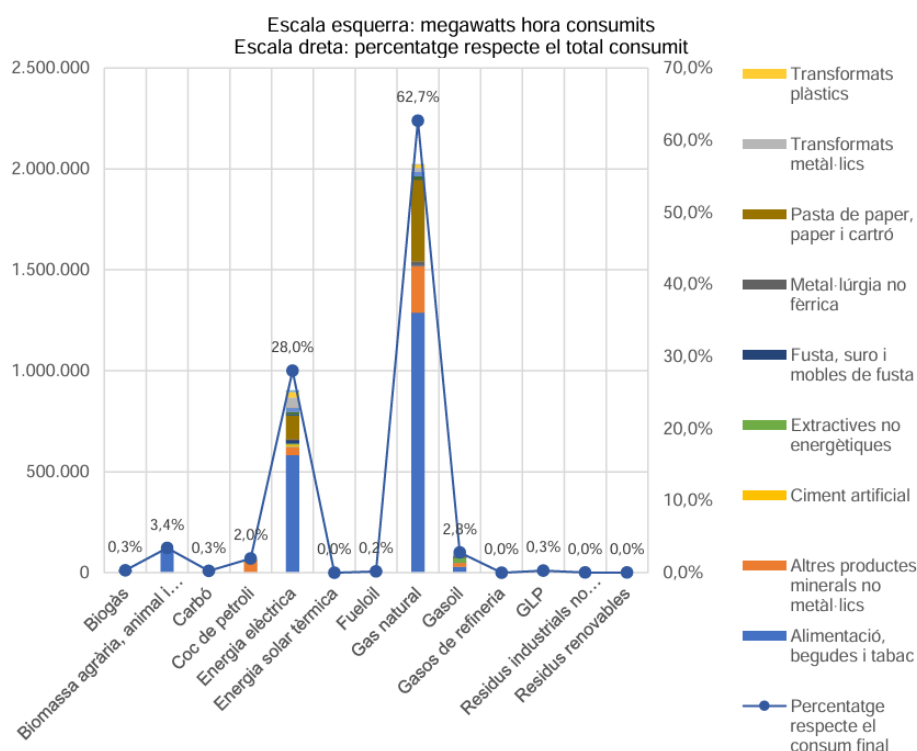


Figura 11. Consums finals energètics per sector i tipus de font energètica a la província de Lleida. (Font: ICAEN, 2019)

Es pot apreciar una predominança majoritària del Gas Natural, que suposa més del 60% del consum global, i una presència menor però significativa de gasoil, amb el 2% del consum. Aquestes dues fonts energètiques són potencialment substituïbles per biomassa, si bé és cert que la biomassa agrícola no té capacitat per substituir-les, pot contribuir a una reducció important, amb els avantatges ambientals i econòmics que això pot suposar.

Finalment, per tal de contrastar les dades amb la situació actual al territori Català i, en particular, a les comarques de Ponent, la Figura 12 mostra la producció de biomassa a Catalunya geolocalitzada a partir de dades del 2022.

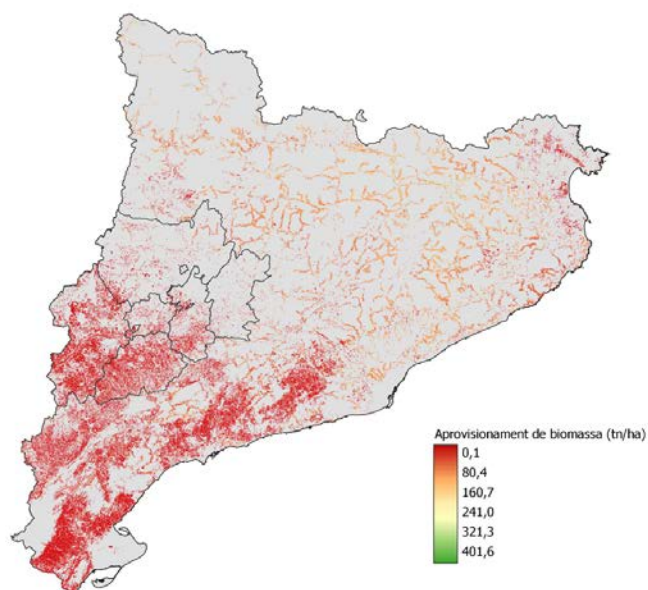


Figura 12. Producció de biomassa a Catalunya. (Font: PECT AgroBioFood Ponent. *Informe de serveis ecosistèmics de Ponent. 2022*)

L'anàlisi realitzada mostra una producció generalment baixa encara de biomassa arreu del territori. No obstant això, s'identifica un escenari més favorable a la meitat nord, generada principalment per una major presència de zones forestals que afavoreixen la producció de biomassa provinent de les restes de poda d'aquests. Per contra, a la meitat sud del territori, on hi predomina el terreny de conreu per sobre del forestal, s'observa una major presència de centres d'aprovisionament, però amb una producció encara molt baixa de biomassa, propera a les 0,1 ton/ha.

3.3 Característiques del combustible

Tal com s'ha vist en els darrers apartats, existeixen diversos tipus de biomassa en funció del seu origen i les seves característiques. Algunes de les principals són les següents:

- Biomassa residual agrícola.
- Residus forestals.
- Residus orgànics urbans.
- Biomassa energètica cultivada.
- Residus d'indústries agroalimentàries.

En el cas del present estudi l'objectiu és identificar el potencial existent en biomassa agrícola de tipus llenyós, provinent a les comarques de ponent principalment dels conreus de fruita dolça i, en grau més baix, dels conreus de fruita seca, olivera i vinya.

Alguns dels principals avantatges i inconvenients de l'ús d'aquest tipus de biomassa en comparació amb la biomassa provinent de restes forestals són els següents:

- **Disponibilitat constant:** Al contrari que la poda forestal, que és molt estacional, la poda agrícola es combina en la diversitat de tipus de cultiu, per la qual cosa es pot arribar a ser més constant anualment.
- **Menor contingut d'humitat:** Les restes de conreu agrícola tendeixen a tenir un contingut d'humitat menor en comparació amb la biomassa forestal, fet que facilita la seva manipulació i combustió.
- **Menor densitat energètica:** La fusta tendeix a tenir una major densitat energètica en comparació amb els residus agrícoles, el que pot traduir-se en una major eficiència en la generació d'energia.
- **Qualitat variable:** La biomassa agrícola pot presentar més impureses com poden ser la presència de brutícia o d'elements no orgànics (per exemple l'existència de filferros o altres elements de suport en els conreus de vinya). Alhora està afectada per la variabilitat genètica de les plantes i les pràctiques agrícoles, així com la variabilitat meteorològica.

La Taula 21 mostra algunes de les principals característiques d'aquest combustible:

Taula 21. Característiques de la biomassa: restes de poda agrícola.

Restes de poda agrícola		
PCI	kWh/t	3.489
PCI	MJ/t	12.560
Cendres	%	2,85
Preu	€/t	92,6

3.4 Tipus de calderes de biomassa

Pel que fa a les calderes de biomassa, també existeixen diferents classificacions en funció de l'objectiu de la separació, en el cas del present estudi interessarà escollir en funció del fluid tèrmic:

- Calderes d'aigua calenta: escalfen aigua fins a temperatures no superiors als 110°C, en general per a usos de climatització, tot i que poden servir per múltiples processos. Seran les que es proposaran en aquest estudi.
- Calderes de vapor: treballen mitjançant la generació de vapor d'aigua saturat o sobreescalfat a alta temperatura i pressió. En general no sobrepassen els 20 bars manomètrics.
- Calderes d'oli tèrmic: sistemes més complexos que treballen amb fluids tèrmics capaços d'assolir majors temperatures sense arribar a pressions crítiques. Poden treballar a temperatures superiors als 400°C.
- Generadors de gasos calents: s'utilitza en processos industrials que requereixen la utilització directa de l'aire calent. Poden emprar directament l'aire provinent de la combustió o poden disposar de sistemes de filtració i neteja, o fins i tot bescanviadors, en funció de la puresa necessària en l'aire emprat.

3.5 Components bàsics de la instal·lació

El present apartat pretén fer una descripció bàsica dels principals components que conformen una instal·lació de biomassa, amb l'objectiu que es tinguin en compte en l'estudi tant a nivell econòmic com tècnic, ja que representen el centre de la qüestió.

3.5.1 Emmagatzematge i transport del combustible

Es requerirà la instal·lació d'una sitja, o dipòsit, per emmagatzemar la biomassa ja llesta per a ser consumida, garantint a la instal·lació una autonomia suficient per al seu funcionament. Alhora aquest sistema d'emmagatzematge ha de garantir l'adequada conservació del combustible, per tal d'assegurar que mantingui les seves característiques principals (humitat i poder calorífic).

En general, l'emmagatzematge consistirà en un espai, d'obra o metàl·lic, dotat d'un sistema de mobilització del combustible, com poden ser el pis mòbil, sistemes de caragols, vibradors o ponts grua.

Pel que fa al transport, dependrà de la distància de la sitja a la caldera. En general es tractarà de cintes transportadores, cargols, elevadors de catúfols o sistemes pneumàtics.

3.5.2 Sistema de combustió

Es tracta del cor de la instal·lació, ja que és on té lloc la combustió i, per tant, el que ha de garantir que se satisfacin les necessitats tèrmiques del procés. El seu disseny, així com el posterior manteniment i una correcta operació, seran claus a l'hora d'aconseguir un funcionament eficient i una vida útil elevada.

Principalment, es pot distingir entre tres elements del sistema de combustió:

- **Sistema d'alimentació:** Encarregat de dosificar l'entrada de combustible dins el forn, és important que tingui una gran capacitat de regulació per adaptar-se a la demanda canviant del forn. Pot estar format per sistemes de caragols, sistemes hidràulics o sistemes pneumàtics. Una altra funció imprescindible serà la regular l'entrada d'aire no desitjat a la cambra de combustió. Per això farà servir sistemes com són les vàlvules rotatives o les comportes tipus guillotina.
- **Cremador:** És el lloc on es desenvoluparà la combustió i la seva configuració variarà en funció del tipus escollit
 - Combustió sobre suport físic (graelles): poden ser estàtiques i mòbils, i es tracta del sistema més utilitzat en calderes de biomassa. Poden cobrir des d'uns pocs MW fins a centenars, depenent la seva configuració.
 - Combustió en suspensió: limitada a combustibles molt pulverulents. Aquests s'injecten a través d'un corrent d'aire dins del forn.
 - Combustió en llit fluidificant: Sistema més car i complex, permet assolir potències relativament grans mitjançant la combustió sobre un medi inert en estat fluidificat.

Alhora, també caldrà definir-ne la combustió en funció del tipus d'envolupant escollit:

- o Combustió adiabàtica: mitjançant envoltant amb refractari i aïllament tèrmic, serà l'escollida en combustibles relativament humits per la seva major simplicitat tècnica.
- o Combustió refrigerada: en casos on el combustible a utilitzar sigui més sec, interessarà refrigerar la càmera de combustió per tal d'evitar assolir temperatures massa elevades. En aquest cas s'utilitzaran sistemes de circulació d'aigua per l'envoltant.
- **Caldera:** Es tracta de l'espai físic on tindrà lloc la transferència de calor entre els gasos de la combustió, a alta temperatura, i el fluid tèrmic escollit. Hi haurà dos sistemes possibles:
 - o Sistemes piro-tubulars: on els gasos són conduïts per tubs i el fluid circula per l'envoltant.
 - o Sistemes aqüo-tubulars: on l'aigua circula per l'interior dels tubs i els fums circularan pel seu voltant.

3.5.3 Sistemes de tractament de gasos

Tal com es comentava amb les característiques de la biomassa, una de les principals debilitats és l'emissió d'altres gasos (partícules, NO_x i SO₂) que, si no es tracten, poden suposar un problema per al medi ambient. En aquest sentit, hi ha sistemes auxiliars que permeten regular aquestes emissions:

- Filtres de mànigues o electrofiltres per a regular l'emissió de partícules.
- Elements de dessulfuració basats en l'addició de calç o altres reactius per regular l'emissió de SO₂.
- Mesures d'injecció d'amoniac o urea per la regulació de l'emissió de NO_x.

La seva selecció dependrà, en cada cas, del tipus de tecnologia seleccionada, el tipus de biomassa emprada i la potència de la instal·lació. En general, la normativa permetrà evitar aquest tipus de sistemes sempre que la potència nominal de la caldera no excedeixi el valor d'1 MW.

3.5.4 Altres elements

Més enllà dels elements descrits als apartats anteriors, la instal·lació haurà d'incorporar altres elements auxiliars per al seu correcte funcionament:

- Sistema de tractament de les cendres: depenent del tipus de biomassa utilitzada s'haurà d'eliminar més o menys quantitat de cendres. És important tenir un sistema àgil i que cobreixi tots els punts dèbils o singulars on es pugui acumular la cendra, ja que de no ser així la vida útil d'aquesta es pot veure minvada.
- Electricitat i control: caldrà preveure la instal·lació elèctrica per alimentar els diferents consums de la pròpia caldera, així com un sistema de control que permeti regular el seu ús en funció de la demanda existent.
- Sistemes de tractament d'aigua.
- Tanques d'alimentació.
- Bombes i grups hidràulics.
- Sistema d'aire comprimit.

4 Xarxes de districte basades en biomassa

4.1 Introducció als conceptes de xarxa de districte

El present apartat pretén fer una descripció bàsica dels principals components que conformen les xarxes de districte basades en biomassa per tal de tenir-ne una visió general, tot i que en aquest estudi no s'entrarà en el disseny detallat de les potencials xarxes de calor que puguin esdevenir a partir d'aquesta anàlisi.

4.1.1 Canonades

Les canonades que formen part d'una xarxa de distribució i transport, per on circula l'aigua des de la central de producció fins als punts de consum, poden ser de materials molt variats depenent en molts casos de les característiques de l'aplicació particular a la qual es faran servir.

Els materials que més es fan servir per canonades són l'acer, metalls flexibles i plàstics flexibles i no flexibles. Independentment del material de la canonada, actualment, la gran majoria de les canonades són preaïllades donades les seves baixes pèrdues tèrmiques així com la seva gran durabilitat i facilitat d'instal·lació respecte al que seria la instal·lació per separat de les canonades i l'aïllament.

Les canonades de circulació haurien de tenir una vàlvula d'equilibratge entre els diferents ramals per a garantir el flux correcte de la xarxa.

Generalment, aquestes canonades es componen de tres parts:

- La canonada per on circula el fluid
- L'aïllant encarregat de disminuir les pèrdues tèrmiques
- La coberta exterior protectora.

4.1.1.1 Canonades d'acer preaïllades amb recobriments de material plàstic

La canonada en contacte amb el fluid és d'acer. Una coberta d'escuma de poliuretà constitueix l'aïllament tèrmic. La coberta exterior és de material plàstic, generalment polietilè constitueix la protecció del medi exterior.

Les tensions provocades sobre la canonada en contacte amb el fluid es transmeten a través dels materials de forma que és convenient que estiguin disposades sobre un material no rígid així com que disposin d'elements de dissipació de les tensions esmenades.

Les connexions entre els trams de canonada haurien de ser realitzades per personal especialitzat donat que requereixen un treball manual complex i del qual depenen l'existència de futures fuites així com la durabilitat d'aquestes. Les temperatures de circulació del fluid interior per calefacció hauran

de ser inferiors a 130 °C donat que l'ús de temperatures excessivament elevades són perjudicials per a l'escuma de poliuretà.

4.1.1.2 Canonades d'acer (canonades d'acer en acer)

La canonada en contacte amb el fluid és d'acer. El recobriment que fa d'aïllament és de llana mineral tenint una segona coberta amb el medi exterior que és també d'acer. Es fan servir per requisits especials. Aquesta fa la funció de protecció contra la humitat i possibles fuites que puguin haver-hi al terreny, així com per augmentar l'estabilitat mecànica del sistema.

Existeixen canonades amb el buit fet a l'espai existent entre l'aïllament de la canonada i la protecció exterior d'acer de forma que es disminueixen les pèrdues de calor. Com a contrapunt, augmenten els costos de la instal·lació.

La pressió de disseny per aquestes canonades pot arribar fins als 65 bars, tenint un rang de temperatures que varia des dels -30 °C fins als 200 °C com a valors estàndards.

4.1.1.3 Canonades de plàstic (PPR)

Aquestes canonades poden ser emprades en comptes de les d'acer únicament quan la màxima temperatura del sistema és de 90 °C i la pressió màxima de 6 bar. S'acostumen a emprar a les interconnexions entre la xarxa de distribució i l'usuari. La limitació de temperatura i pressió es deu que el temps de vida de les canonades varia en funció de les condicions de funcionament. A mesura que la temperatura i la pressió augmenta, el plàstic té més tendència a la degradació en un nivell molt més elevat que les canonades de metall.

La canonada en contacte amb el fluid caloportador és de plàstic, amb una coberta d'escuma de poliuretà i una coberta exterior de plàstic. És el mateix concepte que s'havia introduït com canonades preaïllades, però en comptes d'acer, la canonada és de plàstic.

Aquesta tècnica implica una important reducció de despeses respecte als sistemes d'instal·lació de canonades convencionals.

4.1.1.4 Comparació entre canonades segons material

Hi ha diversos avantatges i desavantatges a l'ús de sistemes de canonades de plàstic per a xarxes de districte en comparació amb els sistemes convencionals de canonada d'acer.

Avantatges:

- No hi ha corrosió a la xarxa, atesa la manca de peces de metall als sistemes de canonades de plàstic
- Instal·lació menys complicada
- Menys juntes al sistema de canonades
- Possibilitat de rases més petites
- Menys fricció de superfície

- Millor aïllament acústic
- Enginyeria més senzilla

Inconvenients:

- Restriccions de material
- Difusió de gasos a través del plàstic
- Elevat cost material
- Limitació del diàmetre de canonades

Fent, doncs, un balanç entre avantatges i inconvenients dels diferents tipus de canonades, i tenint en compte que els costos són més elevats de material i més reduïts de mà d'obra pel cas del plàstic, motiu pel qual la decisió serà d'optar per un sistema amb acer, amb més costos de mà d'obra i menys de material.

A més, l'acer ens assegura que, encara que necessitem treballar a temperatures més altes a la xarxa, ho podrem fer sense penalitzar la vida útil de les canonades, el que permet en un futur més opcions per la incorporació de diferents sistemes de producció que si poguessin connectar.

4.1.2 Obra civil

L'obra civil és una part molt important al desenvolupament dels sistemes de DH. En cas de tractar-se de nous desenvolupaments, aquest punt és un punt que es pot incloure dins el traçat urbà que s'ha de desenvolupar.

En cas de tractar-se de sistemes a implementar a zones ja urbanitzades com el cas que ens ocupa, la partida d'obra civil dins el total del projecte pren proporcions tècniques, econòmiques i socials de caràcter molt important.

A nivell tècnic, per zones urbanes existents, l'obra civil implica l'aixecament de carrers. Això comporta el que en molts casos no hi ha documentació del que existeix al subsòl amb les complicacions que pot afegir al projecte, a nivell de troballes arqueològiques, o necessitat de refer altres tipus d'instal·lacions com poden ser canalitzacions d'aigua o electricitat que en funció de l'antiguitat no estiguin documentades.

4.1.3 Rasa tipus i variacions associades al gruix de recobriment

Hi ha diferents formes d'instal·lar les canonades de distribució dels sistemes centralitzats de districte, de forma aèria, a túnels sota terra, enterrades a túnels de formigó i en rases.

En aquest capítol es tractarà únicament el cas de canonades en rases donat que és el cas més comú.

Els costos derivats d'aquest tipus d'instal·lació són inferiors als de la realització de túnels. L'inconvenient es dona en el moment de la realització de tasques de reparació donat que s'ha d'excavar per tal d'aixecar tot el terra.

L'amplada de les rases per la xarxa depèn de la decisió si el sistema cobreix només el servei de calefacció i ACS o també inclou el subministrament del fred, ja que en el primer cas hi haurà dos tubs (impulsió i retorn) mentre que en el segon seran quatre (impulsió i retorn per a calor i per a fred).

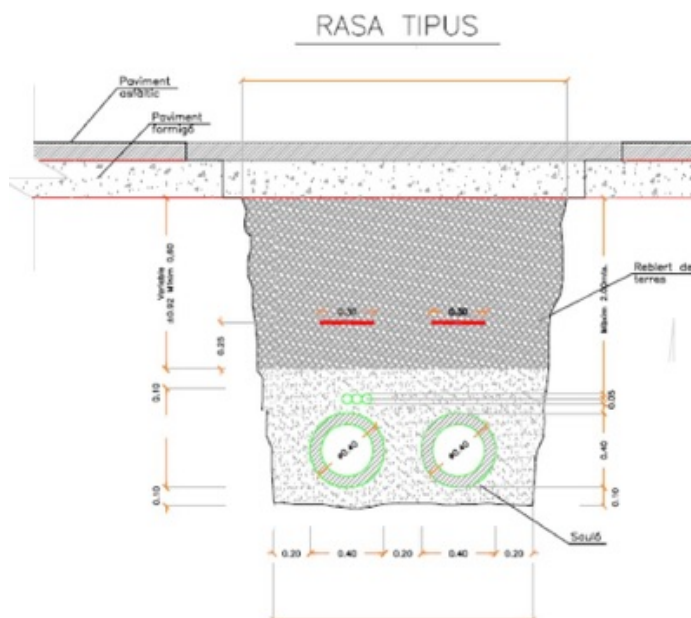


Figura 13. Esquema de la rasa tipus per a la instal·lació de les canonades de distribució

4.1.4 Altres aspectes tècnics

4.1.4.1 Punts de venteig i punts de purga

La xarxa de DH és una xarxa hidràulica que disposa de diferents nivells tèrmics, manomètrics i d'alçada.

És necessari disposar, per seguretat, de punts de purga del sistema de forma que tant a la posada en marxa del sistema, com a la operació del mateix, qualsevol bombolla d'aire que pugui haver al circuit sigui evacuada per aquests punts.

És necessària la instal·lació dels mateixos als punts més alts de la instal·lació, així com als més calents i amb possibilitat de formació d'aire. Per aquest motiu s'ha d'evitar la formació de punts morts al circuit a on l'aire es pugui acumular per posteriorment circular per la xarxa.

L'existència d'aire al circuit només provoca una disminució del rendiment del mateix així com un augment de la probabilitat d'aparició de problemes.

Els punts de venteig i purga disposaran de purgadors a totes les parts del circuit, generador, distribuïdor i consum.

4.1.4.2 Arquetes d'inspecció

Les arquetes d'inspecció seran necessàries sempre que la xarxa de distribució es trobi enterrada a terra. En aquest cas, donat que no hi ha un accés al traçat serà necessària la ubicació d'espais d'accés al sistema.

A les instal·lacions que disposen les canonades de circulació dins calaixos transitable o dins el clavegueram per exemple, les arquetes es fan prescindibles.

En funció del traçat del sistema es disposaran d'arquetes d'inspecció per poder efectuar el manteniment de les instal·lacions així com les proves que s'hagin de fer durant el funcionament de la instal·lació.

Les arquetes han de ser de fàcil accés, només per personal autoritzat i amb una fàcil manipulació dels sistemes.

S'intentarà que aquestes es trobin als punts més conflictius del traçat.

4.1.4.3 Sistemes de detecció de fuites

És necessària la instal·lació d'un sistema de detecció de fuites al traçat que doni dos tipus d'errors; per una banda, en cas de trencament o esquerda a una canonada que es pugui detectar i es doni el senyal de fuga, per altra banda, en cas d'infiltracions al terreny cap a la canonada, per una esquerda o defecte a la protecció exterior de la mateixa. En aquest cas un avís és necessari donat que si una infiltració del terreny traspasa la protecció exterior provoca humitats a l'aïllament de la canonada fent que aquest perdi les seves propietats.

Els sistemes de detecció de fuites a les canonades consisteixen en cables que segueixen les canonades i que en el millor dels casos es troba inclòs a l'aïllament. Els cables van al llarg de tota la canonada. Una forma de detecció és la instal·lació de quatre cables, un a cadascun dels quadrants a la meitat del gruix de l'aïllament.

Aquests cables conductors donen un senyal al control de la instal·lació el qual estarà monitoritzat.

4.1.4.4 Altres

Tots els elements de la instal·lació hauran de disposar d'elements de tall a totes les seves connexions.

S'instal·laran filtres per evitar la circulació de partícules pel sistema. Els filtres tindran una densitat de la malla d'entre 0,5 i 1 mm. Hauran d'estar equipats amb una vàlvula que afavoreixi el netejat del filtre sense necessitat del desmuntatge de la vàlvula. El material de la malla serà d'acer inoxidable.

S'instal·laran al circuit mesuradors de temperatura sigui en forma de termòmetres, o preferiblement en forma de sondes. El rang de temperatures comprendrà la totalitat del rang de temperatures que es faran servir al sistema i la mesura haurà de tenir una sensibilitat de com a màxim 1°C.

Es disposaran així mateix de mesuradors de la pressió amb un rang de mesura d'acord amb les pressions de funcionament de la instal·lació.

Tots els elements de la instal·lació portaran la informació de les seves característiques de forma visible, amb una informació mínima del fabricant, article, any de fabricació, nombre de sèrie, temperatures de disseny mínimes i màximes, pressions de disseny mínimes i màximes, pressió de prova i en cas dels bescanviadors, el volum de fluid.

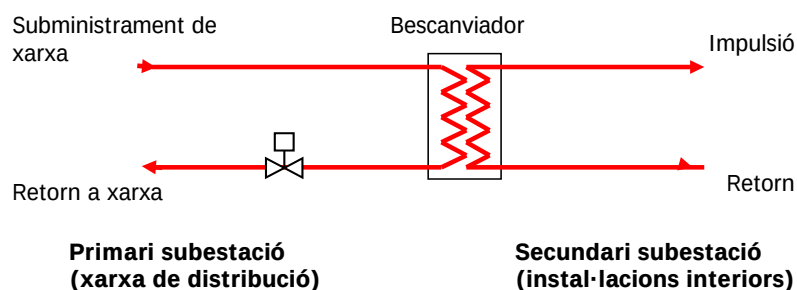
4.2 Subestacions

Les subestacions consisteixen en la unió del sistema de distribució de l'energia, la xarxa, amb els consumidors (edificis o instal·lacions). Les subestacions adequen la pressió i la temperatura de la xarxa de distribució a les condicions necessàries per al consum de l'edifici.

Les subestacions consisteixen en un equip de regulació i control, un equip de comptatge i en funció del tipus de subestació disposa a més a més d'equips de bescanvi o emmagatzematge.

Depenent del tipus de consum poden haver-hi principalment dos tipus de subestacions, de connexió directa i de connexió indirecta. La diferència consisteix en si l'aigua de la xarxa de distribució entra directament als emissors d'energia dels edificis (sistema connexió directa) o bé si es produeix un intercanvi de calor mitjançant un bescanviador de calor de forma que els circuits s'independitzen (sistema indirecte). En la nostra proposta partirem d'una solució indirecta, amb un bescanviador enmig.

L'opció indirecta permet independitzar els circuits hidràulics, el que garanteix una separació entre la pròpia xarxa i els usuaris. Amb la instal·lació del bescanviador es garanteix que possibles problemes en la xarxa dels edificis no incideixi en la xarxa, donant una garantia de subministrar a la resta dels usuaris. Aquesta qüestió pren rellevància en sistemes de gran nombre d'usuaris.



ESQUEMA SIMPLIFICAT SUBESTACIÓ (font: DISTRICLIMA)

Figura 14. Esquema simplificat d'una subestació de xarxa DH

Per la connexió dels diferents receptors a la xarxa, s'empraran subestacions d'intercanvi de calor, que incorporaran tots els elements de control i regulació.

Les subestacions s'instal·laran en una sala dedicada en cadascun dels equipaments. En aquells on l'espai ho permeti, podran emplaçar-se a les actuals sales de calderes.

Serà necessària una subestació per calor, una per fred i, en cas d'existir, una per aigua calenta sanitària.

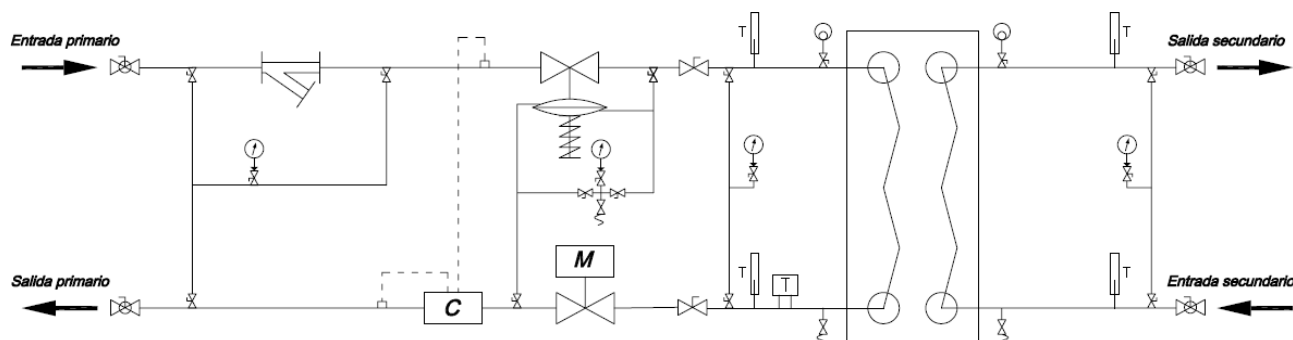


Figura 15. Esquema de principi d'una subestació

La producció d'ACS als tres equipaments que se substitueix es pot realitzar mitjançant un bescanviador independent connectat directament al primari de la xarxa, en paral·lel amb el bescanviador de calefacció. Cal tenir en compte, que els sistemes que substitueixen la generació d'ACS hauran de permetre elevar la temperatura fins al valor requerit per la legislació sobre legionel·losis.

4.3 Control i operació

4.3.1 Temperatures de Xarxa

En el cas de xarxes de districte, la majoria dels sistemes actuals es basen en aigua calenta, tot i que alguns sistemes antics encara utilitzen vapor. Les temperatures d'impulsió i retorn varien considerablement entre diferents països. A alguns països la temperatura d'impulsió no excedeix els 90 °C, mentre que a d'altres varia oscil·la entre 100-130 °C i fins i tot entre 150-180 °C (països d'Europa Central i de l'Est).

S'observen temperatures altes principalment a països amb tradició de xarxes de districte situades al costat de grans centrals de cogeneració; i s'observen temperatures baixes a països amb extenses xarxes de distribució necessàries per a abastir comunitats de cases adossades o similars. L'evolució dels sistemes de xarxes de districte condueix cap a la disminució de les temperatures de les xarxes de distribució.

Als països on els sistemes de xarxes de districte s'han incorporat a petits municipis s'utilitzen temperatures de distribució de 70-80 °C. Aquest canvi cap a l'ús d'aigua calenta es deu principalment a les següents raons:

- ✓ Els sistemes de canonades són més senzills i econòmics
- ✓ Els moviments i esforços que han de resistir les canonades són inferiors
- ✓ Les pèrdues d'energia són proporcionals a la temperatura del fluid, per això l'ús d'aigua calenta comporta el benefici d'una reducció de pèrdues
- ✓ A sistemes de xarxes de districte alimentats per una cogeneració, una reducció de la temperatura implica un augment de l'eficiència elèctrica al sistema de cogeneració

Es pot emprar calor residual de processos industrials a baixa temperatura o bombes de calor. El principal inconvenient de l'ús d'aigua calenta a baixa temperatura és l'augment al cabal necessari i per tant, a les dimensions de les canonades i bescanviadors de calor o radiadors.

Actualment, la temperatura de disseny varia més en funció del tipus de calefacció destí que de les condicions climàtiques del país (influent al moment de calcular les pèrdues de calor que es produeixen en el transport).

4.3.2 Optimització del salt tèrmic

La quantitat de calor utilitzada pel sistema de DH depèn sobretot del disseny i de la configuració dels sistemes interns de calefacció de l'edifici, però també del funcionament i la condició de la subestació. Un bon refredament de l'aigua emprada al sistema centralitzat de districte a la subestació pels sistemes de calor, o un bon escalfament pels sistemes de fred, beneficia conjuntament el consumidor i el subministrador.

4.3.3 Control de funcionament de la xarxa

La xarxa de distribució es dimensiona per a transportar la màxima demanda de calor o de fred que pugui existir en un moment concret. La xarxa de distribució ha de satisfer una demanda tèrmica variable alhora que aquesta és requerida, per això ha de ser capaç d'aportar tothora l'energia necessària. Existeixen dues formes de controlar la quantitat d'energia que la xarxa posa a disposició del grup de consumidors connectats:

1. Variació de la temperatura d'impulsió (T_i , °C) i cabal de fluid constant
2. Variació del cabal de fluid (m , m³/h) i temperatura d'impulsió constant

Operant el sistema en base a cabal constant i temperatura variable (estratègia 1) es tenen els següents desavantatges:

- ✓ La capacitat de reacció de la central de producció vers les variacions a la demanda és molt lenta

Les freqüents variacions a la temperatura d'impulsió provoquen tensions acumulades a la xarxa de distribució, incrementant el risc de rebentades i fuites als conductes

En canvi, aquests inconvenients no apareixen si el mode d'operació de la xarxa és el de control de cabal i temperatura d'impulsió constant (estratègia 2).

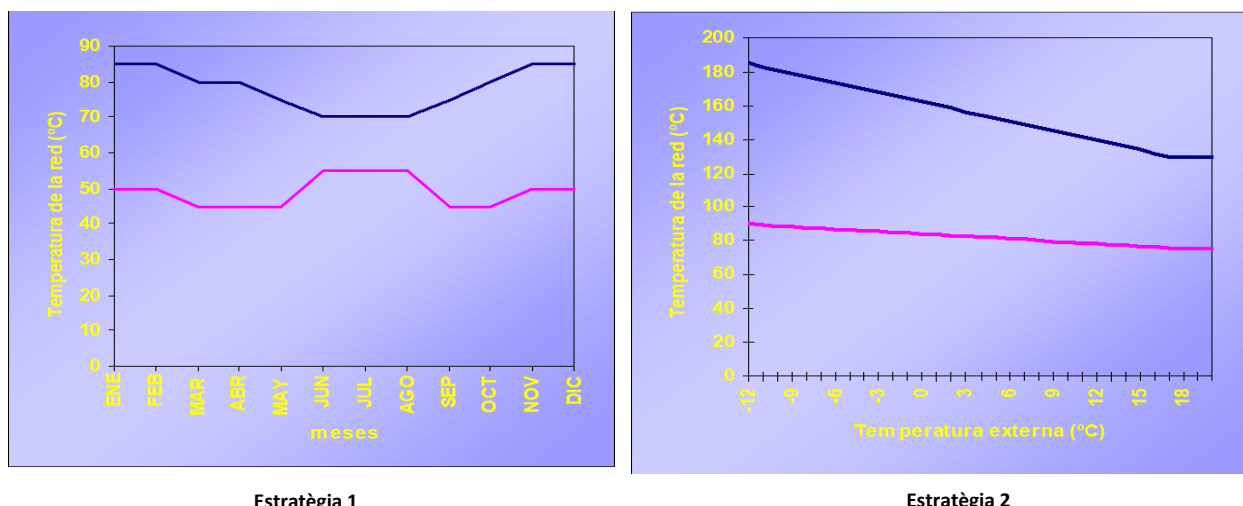


Figura 16 Comparació d'un sistema de DH de temperatura d'impulsió variable i cabal constant (1) amb un altre de temperatura d'impulsió constant i cabal variable (2)

La capacitat de la xarxa i les condicions de funcionament afecten molt l'eficiència energètica i la rendibilitat econòmica de tot el sistema de xarxa de districte DH.

4.3.4 Fluid de circulació

El fluid de circulació per tal de transportar l'energia per les canonades als sistemes de DH moderns és aigua. El principal motiu és que la capacitat de transferència de calor que té és molt elevada incrementant així el rendiment del sistema.

La qualitat d'aquesta aigua en circulació que transporta la calor pot afectar-ne el funcionament. Per això és important el tractament d'aigües i el control i la vigilància de l'aportació d'aigua al sistema.

Es realitzarà la preomplerta amb aigua descalcificada per reduir problemes de calcificacions i de corrosions produïdes per la calç. Els valors acceptables per tal de garantir el millor funcionament de la xarxa són els que es mostren en la taula següent.

Taula 22 Valors acceptats per la qualitat de l'aigua de la xarxa. [E&Pdh, 2008]

Criteri	Unitats	Valor
Conductivitat elèctrica	[$\mu\text{m}/\text{cm}$]	100 - 1500
pH		9,5 – 10
Oxigen	[mg/l]	< 0,02
Alcalins	[mmol/l]	< 0,02

4.3.5 Operació i Manteniment al traçat de la xarxa

El sistema ha d'estar completament estanc pel que fa a l'absorció d'aire i d'aigua freda per prevenir la corrosió.

Un altre aspecte és que la magnetita, com a producte de corrosió, construeix una capa superficial homogènia d'oxigen d'elevada resistència a la corrosió a les superfícies metàl·liques, però aquesta capa protectora només es forma a temperatures superiors a 100 °C.

5 Proposta de sistemes alternatius basats en biomassa

5.1 Albatàrrec

En el cas del municipi d'Albatàrrec, es disposa de dos equipaments potencials on implementar sistemes basats en biomassa, sent l'ajuntament el que requereix una major demanda tèrmica en l'actualitat.

Es fa notar que es descarta la inclusió a la solució centralitzada del Pavelló Municipal, ja que es considera que, en tractar-se d'un edifici de nova construcció, compta amb equips d'alta eficiència encara pendents d'amortitzar i, per tant, seria complicat justificar-ne la substitució.

La Figura 17. Proposta de xarxa de calor per al municipi d'Albatàrrec.



Figura 17. Proposta de xarxa de calor per al municipi d'Albatàrrec.

La Taula 23 mostra un resum de les demandes tèrmiques, la longitud del traçat de la possible xarxa de districte i el rati entre tots dos valors.

Taula 23. Càlcul de demandes tèrmiques DH Albatàrrec.

Albatàrrec			
	<i>Escola</i>	<i>kWh/any</i>	164.504
	<i>Ajuntament</i>	<i>kWh/any</i>	203.505
	Demanda tèrmica total	<i>kWh/any</i>	368.009
	Recorregut del traçat	<i>m</i>	350
	Rati	<i>kWh/m/any</i>	1051
Viabilitat DH			Sí

S'observa que es donen les condicions favorables suficients per plantejar una instal·lació centralitzada que satisfaci la demanda d'aquests dos equipaments de forma conjunta.

La Taula 24 mostra un resum de les característiques que hauria de contemplar la caldera de biomassa centralitzada.

Taula 24. Característiques de la solució centralitzada

			DH
Potència:	<i>kW</i>		220
Rendiment:	<i>%</i>		90
Consum de biomassa estimat:	<i>t/any</i>		105
Capacitat requerida a la sitja:	<i>m³</i>		15

Per contra, la següent Taula 25 mostra un resum de les principals característiques dels equips proposats per cadascun dels equipaments en un cas descentralitzat.

Taula 25. Característiques equips proposats

		Escola	Ajuntament
Potència:	<i>kW</i>	150	100
Rendiment:	<i>%</i>	90	90
Consum de biomassa estimat:	<i>t/any</i>	47	58
Capacitat requerida a la sitja:	<i>m³</i>	15	11

5.2 Montoliu de Lleida

En el cas del municipi de Montoliu de Lleida, es disposa de dos equipaments potencials on implementar sistemes basats en biomassa, sent l'Ajuntament el que requereix una major demanda tèrmica en l'actualitat.

La Figura 18 mostra l'emplaçament dels diferents equipaments i una proposta de traçat per una possible xarxa de calor.



Figura 18. Proposta de xarxa de calor per al municipi d'Albatàrrrec.

La Taula 26 mostra un resum de les demandes tèrmiques, la longitud del traçat de la possible xarxa de districte i el rati entre tots dos valors.

Taula 26. Càlcul de demandes tèrmiques DH Montoliu de Lleida.

Montoliu de Lleida			
<i>Ajuntament</i>	<i>kWh/any</i>		51.971
<i>Escola</i>	<i>kWh/any</i>		39.465
Demanda tèrmica total	<i>kWh/any</i>		91.436
Recorregut del traçat	<i>m</i>		245
Rati	<i>kWh/m/any</i>		373
Viabilitat DH			No

S'observa que la demanda tèrmica total dels diferents equipaments és reduïda, conseqüentment, no justifica la inversió necessària per realitzar una xarxa de districte. Davant d'aquest context es descarta l'opció d'una instal·lació centralitzada i s'aposta per una solució d'instal·lació d'equips de biomassa individuals per cada equipament.

La Taula 27 mostra un resum de les principals característiques dels equips proposats per cadascun dels equipaments.

Taula 27. Característiques equips proposats

		Ajuntament	Escola
Potència:	<i>kW</i>	30	30
Rendiment:	<i>%</i>	90	90
Consum de biomassa estimat:	<i>t/any</i>	15	11
Capacitat requerida a la sitja:	<i>m³</i>	3	3

5.3 Soses

En el cas del municipi de Soses, només es disposa d'un equipament potencial on implementar sistemes basats en biomassa: l'Escola Municipal.

La solució proposada serà la substitució de la caldera actual per un equip de similars característiques alimentat per biomassa. La Taula 28 mostra un resum de les principals característiques dels equips proposats per cadascun dels equipaments.

Taula 28. Característiques equips proposats

		Escola
Potència:	<i>kW</i>	150
Rendiment:	<i>%</i>	90
Consum de biomassa estimat:	<i>t/any</i>	48
Capacitat requerida a la sitja:	<i>m³</i>	15

5.4 Sudanell

En el cas del municipi de Sudanell, es disposa de tres equipaments potencials on implementar sistemes basats en biomassa, sent l'Escola el que requereix una major demanda tèrmica en l'actualitat.

La Figura 19 mostra l'emplaçament dels diferents equipaments i una proposta de traçat per una possible xarxa de calor.

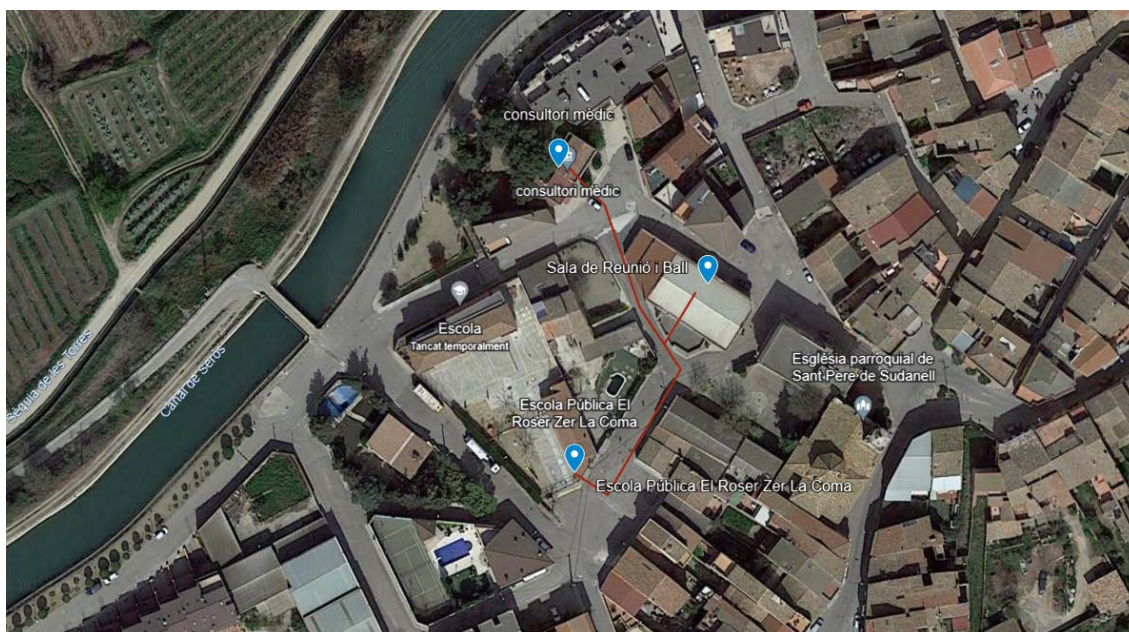


Figura 19. Proposta de xarxa de calor per al municipi de Sudanell.

La Taula 29 mostra un resum de les demandes tèrmiques, la longitud del traçat de la possible xarxa de districte i el rati entre tots dos valors.

Taula 29. Càlcul de demandes tèrmiques DH Sudanell.

Sudanell			
	<i>Escola</i>	<i>kWh/any</i>	17.072
	<i>Sala de ball</i>	<i>kWh/any</i>	13.968
	Demanda tèrmica total	<i>kWh/any</i>	31.040
	Recorregut del traçat	<i>m</i>	150
	Rati	<i>kWh/m/any</i>	207
Viabilitat DH			No

S'observa que els tres equipaments, malgrat gaudir d'emplaçaments molt propers, disposen de demandes tèrmiques molt reduïdes. En conseqüència, no es justifica la implementació d'una xarxa de districte que les connecti. Davant d'aquest context es descarta l'opció d'una instal·lació centralitzada i s'aposta per una solució d'instal·lació d'equips de biomassa individuals per cada equipament.

La Taula 30 mostra un resum de les principals característiques dels equips proposats per cadascun dels equipaments.

Taula 30. Característiques equips proposats

		Escola	Sala de ball
Potència:	<i>kW</i>	30	30
Rendiment:	<i>%</i>	90	90
Consum de biomassa estimat:	<i>t/any</i>	5	4
Capacitat requerida a la sitja:	<i>m³</i>	2	2

5.5 Torres de Segre

En el cas del municipi de Torres de Segre, es disposa de dos equipaments potencials on implementar sistemes basats en biomassa, sent l'Escola el que requereix una major demanda tèrmica en l'actualitat.

La Figura 20 mostra l'emplaçament dels diferents equipaments i una proposta de traçat per una possible xarxa de calor.



Figura 20. Proposta de xarxa de calor per al municipi de Torres de Segre.

La següent taula mostra un resum de les demandes tèrmiques, la longitud del traçat de la possible xarxa de districte i el rati entre tots dos valors.

Taula 31. Càlcul de demandes tèrmiques DH Torres de Segre.

Torres de Segre			
Escola	kWh/any	152.500	
Pavelló municipal	kWh/any	24.960	
Demanda tèrmica total	kWh/any	177.460	
Recorregut del traçat	m	50	
Rati	kWh/m/any	3.550	
Viabilitat DH			Sí

S'observa que les elevades demandes, sobretot de l'Escola, i la proximitat dels dos equipaments, generen un escenari favorable per plantejar solucions de generació centralitzades.

La Taula 32 mostra un resum de les característiques que hauria de contemplar la caldera de biomassa centralitzada.

Taula 32. Característiques de la solució centralitzada

DH		
Potència:	kW	150
Rendiment:	%	90
Consum de biomassa estimat:	t/any	50
Capacitat requerida a la sitja:	m ³	15

Alternativament, es planteja la solució descentralitzada, consistent en la substitució de cadascuna de les calderes existents per un equip de similars característiques alimentat per biomassa.

Taula 33. Característiques equips proposats

		Escola	Pavelló
Potència:	<i>kW</i>	150	30
Rendiment:	<i>%</i>	90	90
Consum de biomassa estimat:	<i>t/any</i>	44	7
Capacitat requerida a la sitja:	<i>m³</i>	15	2

6 Viabilitat Econòmica del sistema alternatiu proposat

6.1 Valoració de la inversió

En el present apartat es descriuen els càlculs realitzats per a la determinació de la inversió necessària per a implementar les diferents tecnologies proposades. En els casos on s'aposta per una nova instal·lació centralitzada en format de xarxa de calor, aquesta també s'ha considerat.

La valoració econòmica que s'ha realitzat, tot i no tenir la voluntat de precisió que correspondria a fases posteriors del projecte, es basa en l'experiència d'Aiguasol en projectes similars ja executats, motiu pel qual s'acosta significativament a la realitat.

6.1.1 Substitució de caldera

En primer lloc, s'ha determinat per a tots els equipaments la inversió necessària per a la substitució dels equips existents per equips de similars característiques alimentats amb biomassa, seguint la proposta feta al capítol 5 d'aquest estudi.

Per al càlcul, s'han considerat els elements amb major contribució al valor total de la inversió, sent aquests els que determinen la viabilitat del projecte. Aquest fet no exclou que en fases posteriors calgui considerar-los. Els costos contemplats són els següents:

- Desmantellament dels equips existents, consistent en la retirada de cadascuna de les calderes actuals.
- Instal·lacions complementàries, consistent en l'adaptació d'instal·lacions necessàries per al funcionament dels equips de biomassa, com són la instal·lació d'aigua de xarxa o la instal·lació elèctrica en baixa tensió.
- Caldera de biomassa proposada.
- Sitja i sistema de càrrega de la biomassa a la caldera (amb un topall de capacitat de 15 m³).

La Taula 34 mostra els resultats d'inversió necessària per cadascun dels equipaments.

Taula 34. CAPEX de la proposta descentralitzada

Municipi	Equipament	CAPEX
Albatàrrec	Escola	32.216 €
	Ajuntament	22.556 €
Montoliu de Lleida	Escola	12.371 €
	Ajuntament	12.371 €
Soses	Escola	32.216 €
Sudanell	Escola	12.371
	Sala de ball	12.371
Torres de Segre	Escola	32.216
	Pavelló	12.371

6.1.2 Xarxa de calor

En segon lloc, per als equipaments on s'ha determinat que l'escenari compleix els requisits per estudiar la viabilitat d'una instal·lació centralitzada amb distribució per xarxa de calor, s'ha calculat el cost de la inversió necessària per implementar-ho.

S'ha emprat la mateixa simplificació que en l'apartat anterior, és a dir, s'han considerat només els costos amb major contribució a l'import total i, per tant, al resultat final de l'informe, passant per alt altres costos inferiors que caldrà considerar en fases posteriors. El càlcul realitzat contempla els següents elements:

- Desmantellament dels equips existents, consistent en la retirada de cadascuna de les calderes actuals.
- Instal·lacions complementàries, consistent en l'adaptació d'instal·lacions necessàries per al funcionament dels equips de biomassa, com són la instal·lació d'aigua de xarxa o la instal·lació elèctrica en baixa tensió.
- Caldera de biomassa proposada.
- Sitja i sistema de càrrega de la biomassa a la caldera (amb un topall de capacitat de 15 m³).
- Obra civil associat al traçat de canonades de la xarxa de calor, considerant la demolició i reposició de paviments asfàltics de la via pública.
- Traçat de les canonades de distribució de la xarxa de calor, segons la longitud plantejada a l'apartat 5 d'aquest estudi.
- Auxiliars d'obra civil, sent ajudes del ram de paleta, instal·lació de pericons i altres elements existents al recorregut.
- Subestacions, a considerar una per cadascun dels usuaris consumidors.
- Monitoratge i control de la xarxa.

La Taula 35 mostra els resultats d'inversió necessària per als municipi d'Albatàrrec i de Torres de Segre, els únics en què, amb les dades disponibles, podria ser viable la instal·lació d'una xarxa de districte de calor.

Taula 35. CAPEX Xarxa de Calor per municipis.

	Albatàrrec	Torres de Segre
A) Central de generació centralitzada	40.450 €	28.542 €
B) Xarxa de distribució	199.625 €	52.137 €
Total CAPEX	240.075 €	80.678 €

6.2 Hipòtesis financeres

Partint de la inversió inicial requerida, s'analitza la rendibilitat econòmica de les diferents opcions a partir dels corresponents balanços econòmics. Per a fer-ho, es confronten:

- Cas base: escenari existent, on la demanda tèrmica se satisfà mitjançant l'ús d'un combustible fòssil o mitjançant l'electricitat de xarxa.

- b) Cas proposat: escenari hipotètic, on la demanda tèrmica se satisfà mitjançant l'ús de biomassa.

Per a realitzar els corresponents balanços econòmics, s'assumeixen les següents premisses:

- **Inversió:** es consideren tots els costos associats a la inversió del projecte, que en una primera aproximació es realitzarà sencera a l'any 0, sense costos financers.
- **Despeses energètiques:** cost associat al combustible usat en les calderes i a l'electricitat paràsita associada a aquestes, considerant els següents preus unitaris:
 - o Preu de l'electricitat de xarxa: 0,1658 €/kWh
 - o Preu del gas natural: 0,08 €/kWh
 - o Preu del Gasoil C: 1,02 €/litre
 - o Preu del biocombustible: 7,4 €/GJ (preu considerat al qual s'haurà d'adquirir la biomassa), equivalent al de la biomassa forestal. Com que no s'aplica la inflació de preus al càlcul de viabilitat, aquest preu representaria un escenari desfavorable envers la realitat, ja que el recurs es podrà adquirir en millors condicions econòmiques, o fins puntualment sense cost, representa per tant un punt de partida de "worst-case scenario".
- **Despeses de manteniment i operació:** es consideren aquí els costos associats al manteniment preventiu de les calderes, l'eliminació de cendres en el cas de la biomassa, la gestió del subministrament del combustible i altres despeses generals.

6.3 Definició d'indicadors

Establerts els diferents criteris, es defineixen els indicadors que s'analitzaran al posterior estudi de resultats. Es distingiran dos grups d'indicadors, segons ens mostrin els resultats energètics, econòmics o ambientals:

En primer lloc, els indicadors energètics seran els següents:

- Consum anual de combustible fòssil actual [kWh/any o litres/any] o d'electricitat actual [kWh any].
- Consum anual de biomassa [t/any]
- Estalvi anual d'emissions de CO₂ equivalent [t CO₂/any]

En segon lloc, els indicadors econòmics analitzats seran els següents:

- Cost de la inversió o CAPEX [€] – Corresponent a la inversió inicial a realitzar.
- Cost d'operació energètic o OPEX energètic [€] – Corresponent a les despeses energètiques.
- Cost d'operació i manteniment o OPEX Manteniment i Operació [€] – Corresponent a les despeses associades a les tasques de manteniment i operació.
- Estalvis [€] – Corresponent a l'estalvi econòmic aconseguit pel canvi de biomassa agrícola com recurs energètic emprat.
- Valor actual net, VAN [€], a 20 anys – Partint d'una taxa de descompte del 3%.

- Taxa interna de retorn, TIR [%], a 20 anys.
- *Payback* o període de retorn simple de la inversió (ROI) [anys].

6.4 Anàlisi de resultats per municipi

El present apartat mostra els resultats obtinguts per als diferents escenaris proposats considerant tots els elements exposats en el desenvolupament de l'estudi. Per a cada cas, es determina la viabilitat i idoneïtat econòmica i ambiental. S'assumeix la viabilitat tècnica de totes les solucions proposades.

6.4.1 Albatàrrec

En el cas del municipi d'Albatàrrec, es proposa l'estudi d'una Xarxa de Calor, donat que es donen condicions favorables perquè pugui resultar-ne la viabilitat econòmica. La següent taula mostra els resultats obtinguts per aquesta solució:

Taula 36. Resultats solució centralitzada a Albatàrrec.

		Situació Actual	Situació Futura
DADES DE LA PLANTA			
Potència instal·lada actual	<i>kW</i>	276	
Potència necessària de la instal·lació de biomassa	<i>kW</i>	-	220
Capacitat requerida a la sitja de biomassa	<i>m³</i>		15
CONSUMS			
Consum anual de biomassa	<i>t/any</i>		105
Estalvi anual d'emissions de CO ₂ equivalent	<i>t CO₂eq/any</i>		59
DADES ECONÒMIQUES			
Cost anual combustibles i electricitat actuals	<i>€/any</i>	32.857	
Cost anual de la biomassa	<i>€/any</i>		11.491
Cost d'operació i manteniment integral anual	<i>€/any</i>	100	6.210
Inversió aproximada	<i>€</i>		240.075
Estalvi anual	<i>€/any</i>		15.256
Període de retorn de la inversió (simple)	<i>anys</i>		15,74
TIR del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>%</i>		2,4
VAN del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>€</i>		-12.718

S'observa que, malgrat les condicions favorables per a la implementació d'una xarxa de calor pel volum de demanda tèrmica, els estalvis generats pel canvi de tecnologia no són suficients per justificar la inversió inicial necessària, raó per la qual els indicadors econòmics resulten desfavorables i, per tant, es descarta aquesta solució.

Alternativament, s'ha avaluat la opció descentralitzada. Les taules següents mostren els resultats econòmics i energètics de la substitució individual d'equips per l'Ajuntament i l'Escola, ambdós amb resultats de rendibilitat favorables.

Taula 37. Resultats solució descentralitzada a l'escola d'Albatàrrec.

		Situació Actual	Situació Futura
DADES DE LA PLANTA			
Potència instal·lada actual	<i>kW</i>	276	
Potència necessària de la instal·lació de biomassa	<i>kW</i>	-	150
Capacitat requerida a la sitja de biomassa	<i>m³</i>		15
CONSUMS			
Consum anual de Gas natural	<i>kWh_{PCS}/any</i>	205.630	-
Consum anual de biomassa	<i>t/any</i>		47
Estalvi anual d'emissions de CO ₂ equivalent	<i>t CO₂eq/any</i>		41
DADES ECONÒMIQUES			
Cost anual del combustible convencional	<i>€/any</i>	18.797	
Cost anual de la biomassa	<i>€/any</i>		4.851
Cost d'operació i manteniment integral anual	<i>€/any</i>	100	1.338
Inversió aproximada	<i>€</i>		32.216
Període de retorn de la inversió (simple)	<i>anys</i>		2,5
TIR del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>%</i>		39,4
VAN del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>€</i>		152.284

Taula 38. Resultats solució descentralitzada a l'Ajuntament d'Albatàrrec.

		Situació Actual	Situació Futura
DADES DE LA PLANTA			
Potència instal·lada actual	<i>kW</i>	151	
Potència necessària de la instal·lació de biomassa	<i>kW</i>	-	100
Capacitat requerida a la sitja de biomassa	<i>m³</i>		11
CONSUMS			
Consum anual d'electricitat per calefacció	<i>kWh_{elec}/any</i>	67.835	-
Consum anual de biomassa	<i>t/any</i>		58
Estalvi anual d'emissions de CO ₂ equivalent	<i>t CO₂eq/any</i>		18
DADES ECONÒMIQUES			
Consum anual d'electricitat per calefacció	<i>€/any</i>	14.060	
Cost anual de la biomassa	<i>€/any</i>		6.001
Cost d'operació i manteniment integral anual	<i>€/any</i>	100	1.267
Inversió aproximada	<i>€</i>		22.556
Període de retorn de la inversió (simple)	<i>anys</i>		3,3
TIR del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>%</i>		30,4
VAN del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>€</i>		77.662

No es contempla la substitució d'equips al pavelló ja que l'edifici és de nova construcció.

6.4.2 Montoliu de Lleida

En el cas del municipi de Montoliu de Lleida, es proposa únicament l'estudi de la solució descentralitzada. La Taula 39 mostra els resultats per aquest escenari.

Taula 39. Resultats solució descentralitzada a l'Ajuntament de Montoliu de Lleida.

		Situació Actual	Situació Futura
DADES DE LA PLANTA			
Potència instal·lada actual	<i>kW</i>	117	
Potència necessària de la instal·lació de biomassa	<i>kW</i>	-	30
Capacitat requerida a la sitja de biomassa	<i>m³</i>		3
CONSUMS			
Consum anual de Dièsel	<i>l/any</i>	6.455	-
Consum anual de biomassa	<i>t/any</i>		15
Estalvi anual d'emissions de CO ₂ equivalent	<i>t CO₂eq/any</i>		17
DADES ECONÒMIQUES			
Cost anual del combustible convencional	<i>€/any</i>	5.307	
Cost anual de la biomassa	<i>€/any</i>		1.533
Cost d'operació i manteniment integral anual	<i>€/any</i>	100	524
Inversió aproximada	<i>€</i>		12.371
Període de retorn de la inversió (simple)	<i>anys</i>		3,7
TIR del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>%</i>		26,9
VAN del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>€</i>		36.383

Taula 40. Resultats solució descentralitzada a l'Escola de Montoliu.

		Situació Actual	Situació Futura
DADES DE LA PLANTA			
Potència instal·lada actual	<i>kW</i>	41,5	
Potència necessària de la instal·lació de biomassa	<i>kW</i>	-	30
Capacitat requerida a la sitja de biomassa	<i>m³</i>		5
CONSUMS			
Consum anual d'electricitat per calefacció	<i>kWh_{elec}/any</i>	13.155	-
Consum anual de biomassa	<i>t/any</i>		11
Estalvi anual d'emissions de CO ₂ equivalent	<i>t CO₂eq/any</i>		3
DADES ECONÒMIQUES			
Consum anual d'electricitat per calefacció	<i>€/any</i>	2.457	
Cost anual de la biomassa	<i>€/any</i>		1.164
Cost d'operació i manteniment integral anual	<i>€/any</i>	100	426
Inversió aproximada	<i>€</i>		12.371
Període de retorn de la inversió (simple)	<i>anys</i>		12,8
TIR del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>%</i>		4,7
VAN del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>€</i>		1.953

Tal i com es pot observar, la substitució dels equips actuals per calderes de biomassa seria rendible per ambdós equipaments, tot i que la inversió en el cas de l'Ajuntament, que actualment funciona amb calderes de dièsel, presenta un període de retorn molt més baix que el de l'escola, que funciona amb electricitat actualment.

6.4.3 Soses

En el cas del municipi de Soses, en existir un sol equipament potencial consumidor de biomassa, s'ha estudiat una solució única per aquesta demanda. La Taula 41 mostra els resultats per aquest escenari, que es consideren positius tant pel que fa a la rendibilitat com al retorn de la inversió.

Taula 41. Resultats solució descentralitzada a l'escola de Soses.

		Situació Actual	Situació Futura
DADES DE LA PLANTA			
Potència instal·lada actual	<i>kW</i>	151	
Potència necessària de la instal·lació de biomassa	<i>kW</i>	-	150
Capacitat requerida a la sitja de biomassa	<i>m³</i>		15
CONSOMS			
Consum anual de Dièsel	<i>kWh/any</i>	18.178	-
Consum anual de biomassa	<i>t/any</i>		48
Estalvi anual d'emissions de CO2 equivalent	<i>t CO2eq/any</i>		47
DADES ECONÒMIQUES			
Cost anual del combustible convencional	<i>l/any</i>	14.066	
Cost anual de la biomassa	<i>€/any</i>		4.967
Cost d'operació i manteniment integral anual	<i>€/any</i>	100	1.339
Inversió aproximada	<i>€</i>		32.216
Període de retorn de la inversió (simple)	<i>anys</i>		4,1
TIR del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>%</i>		24,1
VAN del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>€</i>		82.256

6.4.4 Sudanell

En el cas del municipi de Sudanell, es proposa únicament l'estudi de la solució descentralitzada. Les següents taules mostren els resultats pels equipaments del municipi, amb uns resultats econòmics i de rendibilitat admissibles tot i que els períodes de retorn se situen entorn dels 10 anys (10 per l'escola i 12 per la Sala de Ball).

Taula 42. Resultats solució descentralitzada a l'escola de Sudanell.

		Situació Actual	Situació Futura
DADES DE LA PLANTA			
Potència instal·lada actual	<i>kW</i>	120	
Potència necessària de la instal·lació de biomassa	<i>kW</i>	-	30
Capacitat requerida a la sitja de biomassa	<i>m³</i>		2
CONSOMS			
Consum anual de Dièsel	<i>l/any</i>	2.200	-
Consum anual de biomassa	<i>t/any</i>		5
Estalvi anual d'emissions de CO2 equivalent	<i>t CO2eq/any</i>		6

		Situació Actual	Situació Futura
DADES ECONÒMIQUES			
Cost anual del combustible convencional	€/any	2.091	
Cost anual de la biomassa	€/any		503
Cost d'operació i manteniment integral anual	€/any	100	420
Inversió aproximada	€		12.371
Període de retorn de la inversió (simple)	anys		9,8
TIR del projecte a 20 anys abans d'impostos	%		8,1
VAN del projecte a 20 anys abans d'impostos	€		6.296

Taula 43. Resultats solució descentralitzada a la Sala de Ball de Sudanell.

		Situació Actual	Situació Futura
DADES DE LA PLANTA			
Potència instal·lada actual	kW	115	
Potència necessària de la instal·lació de biomassa	kW	-	30
Capacitat requerida a la sitja de biomassa	m ³		2
CONSUMS			
Consum anual de Dièsel	l/any	1.800	-
Consum anual de biomassa	t/any		4
Estalvi anual d'emissions de CO ₂ equivalent	t CO ₂ eq/any		5
DADES ECONÒMIQUES			
Cost anual del combustible convencional	€/any	1.711	
Cost anual de la biomassa	€/any		412
Cost d'operació i manteniment integral anual	€/any	100	364
Inversió aproximada	€		12.371
Període de retorn de la inversió (simple)	anys		12
TIR del projecte a 20 anys abans d'impostos	%		5,5
VAN del projecte a 20 anys abans d'impostos	€		2.939

6.4.5 Torres de Segre

En el cas del municipi de Torres de Segre, es proposa l'estudi d'una Xarxa de Calor, donat que es donen condicions favorables perquè pugui resultar-ne la viabilitat econòmica. La següent taula mostra els resultats obtinguts per aquesta solució:

Taula 44. Resultats solució centralitzada a Torres de Segre.

		Situació Actual	Situació Futura
DADES DE LA PLANTA			
Potència instal·lada actual	kW	301	
Potència necessària de la instal·lació de biomassa	kW	-	150
Capacitat requerida a la sitja de biomassa	m ³		15
CONSUMS			
Consum anual de biomassa	t/any		50
Estalvi anual d'emissions de CO ₂ equivalent	t CO ₂ eq/any		59

		Situació Actual	Situació Futura
DADES ECONÒMIQUES			
Cost anual combustibles actuals	€/any	15.555	
Cost anual de la biomassa	€/any		5.465
Cost d'operació i manteniment integral anual	€/any	200	2.373
Inversió aproximada	€		80.678
Estalvi anual	€/any		7.917
Període de retorn de la inversió (simple)	anys		10,2
TIR del projecte a 20 anys abans d'impostos	%		7,5
VAN del projecte a 20 anys abans d'impostos	€		36.027

S'observa que, malgrat que les condicions són molt favorables en termes de proximitat i volum de la demanda de calor, la rendibilitat de la implementació de la xarxa no ho és tant. Tot així, els indicadors econòmics resulten suficients per tenir en compte la inversió, amb un període de retorn al voltant de 10 anys.

Per comparar els resultats amb el sistema centralitzat, s'avalua també l'opció descentralitzada. La següents taules mostren els resultats econòmics i energètics d'aquest segon escenari.

Taula 45. Resultats solució descentralitzada del pavelló a Torres de Segre.

		Situació Actual	Situació Futura
DADES DE LA PLANTA			
Potència instal·lada actual	kW	115	
Potència necessària de la instal·lació de biomassa	kW	-	30
Capacitat requerida a la sitja de biomassa	m ³		1
CONSUMS			
Consum anual de Dièsel	l/any	2.901	-
Consum anual de biomassa	t/any		7
Estalvi anual d'emissions de CO ₂ equivalent	t CO ₂ eq/any		8
DADES ECONÒMIQUES			
Cost anual del combustible convencional	€/any	2.292	
Cost anual de la biomassa	€/any		736
Cost d'operació i manteniment integral anual	€/any	100	433
Inversió aproximada	€		12.371
Període de retorn de la inversió (simple)	anys		10,1
TIR del projecte a 20 anys abans d'impostos	%		7,6
VAN del projecte a 20 anys abans d'impostos	€		5.654

Taula 46. Resultats solució descentralitzada de l'escola a Torres de Segre.

		Situació Actual	Situació Futura
DADES DE LA PLANTA			
Potència instal·lada actual	<i>kW</i>	186	
Potència necessària de la instal·lació de biomassa	<i>kW</i>	-	150
Capacitat requerida a la sitja de biomassa	<i>m³</i>		15
CONSUMS			
Consum anual de Dièsel	<i>l/any</i>	19.652	-
Consum anual de biomassa	<i>t/any</i>		44
Estalvi anual d'emissions de CO2 equivalent	<i>t CO₂eq/any</i>		51
DADES ECONÒMIQUES			
Cost anual del combustible convencional	<i>€/any</i>	13.263	
Cost anual de la biomassa	<i>€/any</i>		4.497
Cost d'operació i manteniment integral anual	<i>€/any</i>	100	1.334
Inversió aproximada	<i>€</i>		32.216
Període de retorn de la inversió (simple)	<i>anys</i>		4,3
TIR del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>%</i>		23
VAN del projecte a 20 anys abans d'impostos	<i>€</i>		77.508

Tal com es mostra a les taules anteriors, els resultats demostren que el canvi de tecnologia és més rendible a l'escola que a l'ajuntament, ja que aquest últim té un consum de calefacció baix.

6.5 Resum per municipi

Les taules següents mostren un resum dels indicadors més rellevants per cada municipi i equipament, tant pel cas descentralitzat com pels casos analitzats de possible xarxa de calor.

Es considera rentable una inversió en que el període de retorn simple d'aquesta (ROI) es estigui entorn dels 10 anys. Al sector privat, es considera que una inversió d'aquest tipus és rentable quan tingui un període de retorn inferior als 5 anys, però en el cas d'estudi, al tractar-se d'equipaments municipals de titularitat pública en que els projectes d'implantació serien també finançats per l'Administració, es contempla que el període de retorn sigui més llarg que ja no només es busca el maximitzar el benefici econòmic sinó que la inversió s'emmarca en un projecte des carbonització i utilització de la biomassa agrícola com a recurs energètic.

Taula 47. Resum dels resultats dels municipis de Lleida.

Municipi	Equipament	Combustible actual	Demanda de calor	Potència caldera biomassa	Consum estimat biomassa	Cost biomassa anual	Cost operació i manteniment	Cost inversió	Estalvi econòmic	Estalvi consum energia primària	Estalvi emissions CO ₂	ROI
			kWh	kW	t/any	€/any	€/any	€	€/any	kWh/any	tCO ₂ eq/any	anys
Albatàrrec	Escola	Gas natural	164.504	150	47	4.851	1.338	32.216	12.708	56.183	41	2,5
	Ajuntament	Electricitat	203.505	100	58	6.001	1.267	22.556	6.893	-71.476	18	3,3
Montoliu de Lleida	Escola	Electricitat	39.465	30	11	1.164	426	12.371	967	-13.861	3	12,8
	Ajuntament	Gasoil	51.971	30	15	1.533	524	12.371	3.350	14.130	17	3,7
Soses	Escola	Gasoil	168.441	150	48	4.967	1.339	32.216	7.860	35.823	47	4,1
Sudanell	Escola	Gasoil	17.072	30	5	503	420	12.371	1.267	5.553	6	9,8
	Sala de ball	Gasoil	13.968	30	4	412	364	12.371	1.035	4.543	5	12,0
Torres de Segre	Escola	Gasoil	152.500	150	44	4.497	1.334	32.216	7.531	49.605	51	4,3
	Pavelló	Gasoil	24.960	30	7	736	433	12.371	1.223	4.502	8	10,1
Total			836.385	700	239	24.664	7.445	181.059	42.834	85.001	196	

Es considera que la inversió seria vàlida en tots els equipaments dels municipis analitzats, ja que el retorn simple de la inversió és per aquests equipaments en tots els casos inferior als 15 anys i en la majoria inferior als 10 anys. A més, els retorns entre 10 i 15 anys sempre estan en equipaments de municipis que tenen un altre equipament la inversió del qual representa un retorn molt més ràpid, podent fer un pla de substitució conjunta i seqüenciat amb un retorn homogeneïtzat inferior a 10 anys (com per exemple amb una licitació conjunta).

7 Quantificació del recurs i de la inversió

7.1 Hipòtesi de càlcul

A partir dels resultats de l'anàlisi detallada de substitució d'equips del capítol anterior, es realitza una extrapolació a partir dels indicadors obtinguts per tipologia d'ús d'edifici als 19 als Municipis dels Fons de Transició Nuclear de la província de Lleida, en funció dels m² dels equipaments. També es durà a terme aquesta anàlisi per als equipaments dels municipis d'Alcarràs i Almenar, dels quals finalment no s'ha pogut realitzar l'estudi detallat per manca de dades.

Pel que fa als càlculs de la demanda de calor, el consum de biomassa i els costos d'operació i d'inversió, s'ha utilitzat els ratis calculats a partir dels valors mitjans de tots els municipis analitzats en detall. Pel que fa als càlculs d'estalvis econòmics, d'energia primària i d'emissions, s'han utilitzat els valors mitjans segons tipologia d'equipament només tenint en compte aquells equipaments que utilitzen gasoil com a combustible, per tal de simplificar els càlculs i tenint també en consideració que pot ser el combustible de consum majoritari pels equipaments dels municipis estudiats.

Pel que fa a les escoles i tenir uns valors més acurats a la realitat, s'han discretitzat els centres per mida en funció de si la seva superfície és major o menor de 1.000 m².

Així doncs, els valors que s'utilitzen per l'extrapolació a són els següents:

Taula 48. Valors mitjans obtinguts en l'anàlisi per tipologia d'equipament i unitat de superfície.

Equipament	Demanda	Consum biomassa	Cost biomassa	Cost operació	Cost inversió	Estalvi econòmic	Estalvi consum energia primària	Estalvi emissions CO ₂
	kWh/m ²	t/any m ²	€/any m ²	€/any m ²	€/m ²	€/any m ²	kWh/any m ²	tCO ₂ eq/any m ²
Ajuntament	107,67	0,03	3,18	0,82	17,03	5,17	21,80	0,03
Escola < 1.000 m ²	58,29	0,02	1,72	0,78	22,69	1,59	6,98	0,01
Escola ≥ 1.000 m ²	54,84	0,02	1,62	0,45	10,90	2,52	13,89	0,02
Pavelló	16,61	0,01	0,49	0,29	8,23	0,81	3,00	0,01

7.2 Municipis dels Fons de Transició Nuclear

Els equipaments dels municipis del Fons de Transició Nuclear als quals s'aplicarà aquesta aproximació són els que es llisten a continuació:

Taula 49. Equipaments del municipis del Fons de Transició Nuclear analitzats.

Municipi	Equipament	Adreça	Referència cadastral	Any de construcció	Superfície m ²
Aitona	Escola	Avinguda Joan Maragall, 23	8367802BF8986N0001IS	1986	3.633
	Ajuntament	Carrer Major, 6,	8070009BF8987S0001JF	1991	2.061
	Pavelló	Carrer Pau Casals, 35	8166003BF8986N0001LS	1988	2.100
Juncosa	Escola	Passeig de l'Esport, s/n	4225101CF1842N0001UD	1988	1.360
	Ajuntament	Plaça Major, 6	4125016CF1842N0001RD	1990	159
L'Albagés	Escola	Carrer ntra. Sra. de Montserrat, s/n	1512013CF1911S0001JB	1960	539
	Ajuntament	Carrer Santiago Russinyol, 9	1212213CF1911S0001EB	1892	411
Llardecans	Escola	Carrer del Raval	5033703BF9853S0001AP	1950	523
	Ajuntament	Plaça dels Arbres, 1	5333025BF9853S0001AP	1930	1.217
	Pavelló	Carrer del Raval	4832002BF9853S0001UP	2004	1.310
Alcanó	Escola	Carrer Escoles, 37	1149101CF0914N0001BT	1960	262
	Ajuntament	Carrer Major, 13	1251615CF0915S0001AU	1986	384
Maials	Escola	Plaça Eliseu Sales, s/n	1723008BF9812S0001MM	1960	1.943
	Ajuntament	Plaça Església, s/n	1325401BF9812N0001KG	1973	655
	Pavelló	Carrer la Barceloneta, 93	1824002BF9812S0001SM	2002	3.871
Almatret	Ajuntament	Carrer Major, 2	4461001BF8746S0001GJ	1940	632
La Pobla de Cérvoles	Escola	Carrer del Calvari, s/n	5716101CF2851N0001LS	1961	1.231
	Ajuntament	Plaça de Sant Miquel, 9	5720406CF2852S0001SF	1870	401
Bellaguarda	Escola	Carrer de les Escoles, 7	0889502CF1708N0001QW	1964	347
	Ajuntament	Plaça Escoles, 10	0888303CF1708N0001BW	1990	313
Sarroc de Lleida	Escola	Plaça Les Escoles, s/n	6429012BF9962N0001DJ	1963	2.348
	Ajuntament	Carrer Monsenyor Vilaplana, 30	6428432BF9962N0001SJ	1965	483
Bovera	Escola	Carrer de les Escoles, 5	2479010CF0727N0001ER	1964	418
	Ajuntament	Carrer Major, 20-22	2579019CF0727N0001UR	2002	410
Seròs	Escola	Carrer del Mercat, 2	3938601BF8933N0001IP	2000	4.312
	Ajuntament	Plaça de les Escoles, 1	3937601BF8933N0001EP	1900	832
	Pavelló	Carrer Montmaneu, s/n	4039501BF8943N0001WF	2009	2.876
El Cogul	Escola	Carrer Apere, 31	7135501CF0973N0001DS	1960	206
	Ajuntament	Plaça de la Vila, 4	7234812CF0973S0001GB	1980	226
El Soleràs	Escola	Carrer del Comella, 12	6474601CF0867S0001MP	1957	325
	Ajuntament	Carretera de Bellpuig, 23	6475002CF0867N0001DW	1990	2.142
La Granadella	Escola	Plaça Joan Perucho, 3	4512002CF0841S0001UG	1952	759
	Ajuntament	Carrer del Pla de la Vila, 33	4711033CF0841S0001MG	1955	306

Municipi	Equipament	Adreça	Referència cadastral	Any de construcció	Superfície m ²
Els Torms	Escola	Carrer Prat de la Riba, 10	9653501CF0895S0001DA	1933	284
	Ajuntament	Plaça Major, 4	9552710CF0895S0001OA	2000	357
La Granja d'Escarp	Escola	Carrer Barcelona, s/n	9089012BF7898N0001KP	1961	634
	Ajuntament	Plaça Major, 3	8888501BF7888N0001XY	1982	249
Torrebellés	Escola	Carrer Escoles, s/n	9189101BF9898N0001AA	1982	574
	Ajuntament	Carrer Portal, 3	9191009BF9899S0001TD	1988	642
Granyena de Les Garrigues	Ajuntament	Carrer del Portal, 5	3796209CF0839N0001RQ	1900	453

En aplicar els valors de la Taula 48 segons les hipòtesis considerades als equipaments del municipis anteriors, s'obtenen els següents resultats:

Taula 50. Resultats dels municipis del Fons de Transició Nuclear

Municipi	Equipament	Demanda de calor kWh	Consum estimat biomassa t/any	Cost biomassa anual €/any	Cost operació i manteniment €/any	Cost inversió €	Estalvi econòmic €/any	Estalvi consum energia primària kWh/any	Estalvi emissions CO ₂ tCO ₂ eq/any	ROI anys
Aitona	Escola	199.231	57	5.875	1.644	39.608	9.140	50.476	58	4,3
Aitona	Ajuntament	221.899	64	6.544	1.700	35.108	10.655	44.940	54	3,3
Aitona	Pavelló	34.874	10	1.028	605	17.285	1.709	6.290	11	10,1
Juncosa	Escola	74.582	21	2.199	615	14.827	3.421	18.896	22	4,3
Juncosa	Ajuntament	17.119	5	505	131	2.708	822	3.467	4	3,3
L'Albagés	Escola	31.416	9	926	419	12.227	859	3.765	4	14,2
L'Albagés	Ajuntament	44.251	13	1.305	339	7.001	2.125	8.962	11	3,3
Llardecans	Escola	30.483	9	899	407	11.864	834	3.653	4	14,2
Llardecans	Ajuntament	131.029	38	3.864	1.004	20.731	6.292	26.536	32	3,3
Llardecans	Pavelló	21.755	6	641	377	10.782	1.066	3.924	7	10,1
Alcanó	Escola	15.271	4	450	204	5.944	418	1.830	2	14,2
Alcanó	Ajuntament	41.344	12	1.219	317	6.541	1.985	8.373	10	3,3
Maials	Escola	106.553	31	3.142	879	21.183	4.888	26.996	31	4,3
Maials	Ajuntament	70.521	20	2.080	540	11.157	3.386	14.282	17	3,3

Municipi	Equipament	Demanda de calor <i>kWh</i>	Consum estimat biomassa <i>t/any</i>	Cost biomassa anual <i>€/any</i>	Cost operació i manteniment <i>€/any</i>	Cost inversió <i>€</i>	Estalvi econòmic <i>€/any</i>	Estalvi consum energia primària <i>kWh/any</i>	Estalvi emissions CO ₂ <i>tCO₂eq/any</i>	ROI <i>anys</i>
Maials	Pavelló	64.285	18	1.896	1.115	31.862	3.150	11.595	21	10,1
Almatret	Ajuntament	68.045	19	2.007	521	10.766	3.267	13.781	17	3,3
La Pobla de Cérvoles	Escola	67.507	19	1.991	557	13.421	3.097	17.103	20	4,3
La Pobla de Cérvoles	Ajuntament	43.174	12	1.273	331	6.831	2.073	8.744	11	3,3
Bellaguarda	Escola	20.225	6	596	270	7.872	553	2.424	3	14,2
Bellaguarda	Ajuntament	33.699	10	994	258	5.332	1.618	6.825	8	3,3
Sarroca de Lleida	Escola	128.763	37	3.797	1.062	25.599	5.907	32.623	38	4,3
Sarroca de Lleida	Ajuntament	52.002	15	1.534	398	8.228	2.497	10.532	13	3,3
Bovera	Escola	24.363	7	718	325	9.482	666	2.920	3	14,2
Bovera	Ajuntament	44.143	13	1.302	338	6.984	2.120	8.940	11	3,3
Seròs	Escola	236.467	68	6.973	1.951	47.011	10.848	59.910	69	4,3
Seròs	Ajuntament	89.578	26	2.642	686	14.172	4.301	18.142	22	3,3
Seròs	Pavelló	47.761	13	1.408	829	23.672	2.340	8.615	15	10,1
El Cogul	Escola	12.007	3	354	160	4.673	328	1.439	2	14,2
El Cogul	Ajuntament	24.332	7	718	186	3.850	1.168	4.928	6	3,3
El Soleràs	Escola	18.943	5	559	253	7.373	518	2.270	2	14,2
El Soleràs	Ajuntament	230.619	66	6.801	1.767	36.487	11.074	46.706	56	3,3
La Granadella	Escola	44.239	12	1.304	590	17.218	1.210	5.302	6	14,2
La Granadella	Ajuntament	32.946	9	972	252	5.212	1.582	6.672	8	3,3
Els Torms	Escola	16.553	5	488	221	6.443	453	1.984	2	14,2
Els Torms	Ajuntament	38.437	11	1.134	295	6.081	1.846	7.784	9	3,3
La Granja d'Escarp	Escola	36.953	10	1.090	493	14.382	1.010	4.428	5	14,2
La Granja d'Escarp	Ajuntament	26.809	8	791	205	4.242	1.287	5.429	7	3,3

Municipi	Equipament	Demanda de calor <i>kWh</i>	Consum estimat biomassa <i>t/any</i>	Cost biomassa anual <i>€/any</i>	Cost operació i manteniment <i>€/any</i>	Cost inversió <i>€</i>	Estalvi econòmic <i>€/any</i>	Estalvi consum energia primària <i>kWh/any</i>	Estalvi emissions CO ₂ <i>tCO₂eq/any</i>	ROI <i>anys</i>
Torrebesses	Escola	33.456	9	986	446	13.021	915	4.009	4	14,2
Torrebesses	Ajuntament	69.121	20	2.039	530	10.936	3.319	13.999	17	3,3
Granyena de Les Garrigues	Ajuntament	48.772	14	1.438	374	7.717	2.342	9.878	12	3,3
Total		2.593.524	740	76.482	23.596	565.833	117.088	539.370	651	

Tot i que en aquesta taula no es detallen tots els indicadors de rendibilitat, es considera, com en els municipis anteriors, que en ser la inversió assumida per l'Administració es consideraria viable un període de retorn al voltant dels 10 anys. És dona aquesta condició en un 70% dels equipaments dels municipis del Fons de Transició Nuclear analitzats.

7.3 Alcarràs i Almenar

En aquest apartat es mostren els resultats del mateix anàlisi a partir les hipòtesis de càlcul anteriors aplicades als equipaments dels municipis d'Alcarràs i Albatàrrec, dels quals no s'ha pogut realitzar-ne l'anàlisi exhaustiva.

Taula 51. Resultats per Alcarràs i Almenar

Municipi	Equipament	Demanda de calor <i>kWh</i>	Consum estimat biomassa <i>t/any</i>	Cost biomassa anual <i>€/any</i>	Cost operació i manteniment <i>€/any</i>	Cost inversió <i>€</i>	Estalvi econòmic <i>€/any</i>	Estalvi consum energia primària <i>kWh/any</i>	Estalvi emissions CO ₂ <i>tCO₂eq/any</i>	ROI <i>anys</i>
Alcarràs	Escola	229.667	66	6.773	1.895	45.659	10.536	58.187	67	4,3
Alcarràs	Escola	336.769	96	9.931	2.779	66.951	15.449	85.322	98	4,3

Municipi	Equipament	Demanda de calor <i>kWh</i>	Consum estimat biomassa <i>t/any</i>	Cost biomassa anual <i>€/any</i>	Cost operació i manteniment <i>€/any</i>	Cost inversió <i>€</i>	Estalvi econòmic <i>€/any</i>	Estalvi consum energia primària <i>kWh/any</i>	Estalvi emissions CO ₂ <i>tCO₂eq/any</i>	ROI <i>anys</i>
Alcarràs	Pavelló	63.438	18	1.871	1.101	31.442	3.108	11.442	20	10,1
Almenar	Ajuntament	135.013	39	3.982	1.035	21.361	6.483	27.343	33	3,3
Almenar	Pavelló	35.555	10	1.048	617	17.622	1.742	6.413	11	10,1
Total		800.441	229	23.604	7.426	183.035	37.319	188.707	230	

Segons els resultats de l'anàlisi, el canvi de tecnologia seria favorable en tots els equipaments d'Alcarràs i Almenar.

7.4 Valors globals

Després de dur a terme l'anàlisi detallada de la substitució dels equips tèrmics actuals als equipaments municipals d'Albatàrrac, Montoliu de Lleida, Soses, Sudanell i Torres de Segre, i considerant els valors obtinguts de l'anàlisi per extrapolació d'aquests per als municipis d'Alcarràs, Almenar i per als municipis del Fons de Transició Nuclear de Ponent, els resultats agregats es mostren a la següent taula:

Taula 52 Resultats globals de l'anàlisi

Demanda de calor	Consum estimat biomassa	Cost biomassa anual	Cost operació i manteniment	Cost inversió	Estalvi econòmic	Estalvi consum energia primària	Estalvi emissions CO ₂
<i>kWh</i>	<i>t/any</i>	<i>€/any</i>	<i>€/any</i>	<i>€</i>	<i>€/any</i>	<i>kWh/any</i>	<i>tCO₂eq/any</i>
4.230.350	1.208	124.750	38.467	929.928	196.711	813.078	1.077

En resum, hi ha una demanda potencial tèrmica de 4.230.350 kWh (4,2 GWh) anual susceptible de ser produïda amb 1.208 tones de biomassa agrícola com a subproducte de l'activitat agrícola. La substitució dels equips actuals per calderes de biomassa tindria un cost total de la inversió inferior al milió d'euros (929.928 €) que repercutiria en el conjunt de les instal·lacions amb 196.711 € d'estalvi econòmic anual, 813.078 kWh d'energia primària i un estalvi d'emissions d'efecte hivernacle de 1.077 tones de CO₂ equivalents.

El canvi de tecnologia analitzat té un període de retorn de la inversió inferior als 20 anys en tots els casos, superior als 10 anys només en el 20% del casos i inferior als 5 anys en un 61% dels casos (33 municipis).

8 Cronograma

En aquest capítol es presenta una proposta de calendari d'implementació que inclou les tasques necessàries per dur a terme la substitució dels equips actuals.

La proposta de cronograma es pot observar al a figura següent:

Tasca	Mes																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1 Auditories energètiques exhaustives dels equipaments																								
2 Licitació conjunta del projecte executiu																								
3 Redacció del Projecte executiu																								
4 Sol·licitud de subvencions																								
5 Licitació conjunta contracte d'obres																								
6 Execució de les obres																								
7 Posta en marxa de les instal·lacions																								

Figura 21. Diagrama de Gantt proposat per la implantació del projecte.

A les tasques 2 i 7, es suggereix realitzar licitacions conjuntes, que permeten optimitzar processos i sovint obtenir millors condicions econòmiques.

9 Identificació i mapatge d'actors clau

Per tal de determinar el potencial d'implantació de tecnologies basades en biomassa, cal també identificar quins són aquells agents presents al territori que poden desenvolupar un paper clau en l'estratègia de transició energètica plantejada. Així doncs, a continuació, es llisten alguns dels principals actors identificats, sense que això sigui exclouent de la possible implicació d'altres entitats o institucions.

1. Productors agrícoles

A l'apartat XX s'identificava la valorització de residu agrícola com a principal oportunitat per obtenir el recurs energètic. Així doncs, l'agent clau en la producció de la biomassa és el conglomerat de la indústria agroalimentària del Segrià, organitzat entorn les cooperatives agràries. Algunes de les principals són les següents:

- Actel
- Agropecuària de Soses
- Agroserveis d'Almacelles
- Agrícola d'Albatàrrec
- Agrícola i Secció de Crèdit d'Alcoletge
- Agrícola Progressiva de Benavent – Portella
- Almenar Fruits
- Camp d'Alcarràs i Secció de Crèdit
- Camp de Gimènells
- Camp i Secció de Crèdit de Massalcoreig
- Camp Sant Faust d'Alguair
- Camp de Sunyer
- Cooperativa de Maials
- Fru-Rose
- Fruitera de Corbins i Secció de Crèdit
- Fruitera Segrià
- Grup Cooperatiu Fruits de Ponent
- Trecoop Fruites

També cal remarcar la importància que els sindicats agraris amb més implantació al territori siguin coneixedors d'aquesta via de valorització del residu, i del potencial que aquesta pot tenir a l'hora de potenciar l'economia circular en matèria energètica. Els principals són:

- Unió de pagesos
- Associació Agrària de Joves Agricultors (ASAJA)
- Joves Agricultors i Ramaders de Catalunya (secció COAG a Catalunya)

2. Productor de biomassa: Recol·lecció, transformació i emmagatzematge

Tant la recol·lecció com la transformació de la biomassa, poden ser gestionades directament per la cooperativa agrícola, però a causa del marge econòmic de producció, el més lògic i habitual és que tot el que tingui a veure amb la biomassa agrícola com a subproducte sigui directament gestionat per tercers, els productors de biomassa pròpiament. Aquí s'inclourà la recol·lecció del subproducte agrícola (restes de poda, etc.), la seva transformació en producte energètic final (estella), i el seu emmagatzematge i assecat. Aquest últim és un punt especialment important, ja que cal una elevada capacitat d'emmagatzematge per contrarestar l'estacionalitat de la producció

El productor de biomassa és un actor central per a la viabilitat tècnica i econòmica de les cadenes de subministrament, permetent la centralització d'inversions en equips de trituració i patis d'assecat i emmagatzematge que ajuden en bona mesura a rendibilitzar les cadenes de subministrament. No obstant, implica que hi ha un actor que ha de veure garantida la viabilitat de la seva activitat, pel què els beneficis de l'economia d'escala i centralització de les inversions han de poder generar els marges necessaris per a la sostenibilitat econòmica de tot el projecte.

Alguns productors o potencials productors de la zona són:

- Alcarràs Bioproductors
- Nufri

3. Enginyeries i proveïdors de calderes

Per a dur a terme els projectes d'enginyeria, i posteriorment, per fer la instal·lació dels equips i el seu manteniment un cop en funcionament, calen equips tècnics especialistes. A continuació es proposen algunes enginyeries amb demostrada experiència en aquest tipus de projectes així com proveïdors de calderes de biomassa:

- Proveïdors calderes i empreses de prestació de serveis energètics:
 - o AESA
 - o Engie
 - o Isved
 - o Termosun
 - o Veolia
 - o Vyncke
- Enginyeries
 - o Aiguasol
 - o Rifà
 - o Suno

4. Planta d'energia de biomassa

En el cas d'estudi d'aquest informe, la planta d'energia de biomassa s'instal·larà als propis equipaments analitzats. En els casos on s'ha determinat la idoneïtat de plantejar una xarxa, serà o bé a l'equipament amb major demanda, o bé al que presenti millors condicions tècniques per la seva

implementació. En tractar-se tots d'equipaments municipals, la titularitat seria del propi ajuntament, qui en pot assumir la gestió directe o derivar-la a altres agents o institucions.

5. Xarxa de distribució de calor i usuaris finals

La xarxa de distribució de calor unirà, en els casos en que es determini, el seguit d'equipaments usuaris. En el cas d'estudi, tant l'ajuntament com els usuaris finals serien de titularitat municipal, però podria existir interès en implicar altres agents en un futur, com poden ser indústries locals o establiments del sector privat, com per exemple de caire turístic, amb demandes tèrmiques importants.

6. Administració Pública

La implantació d'aquest tipus d'instal·lacions, fora de paràmetres econòmics, està vinculada a polítiques enfocades a potenciar la transició energètica i la descarbonització, principalment en la indústria local, i a fomentar un model d'economia circular que permeti un aprofitament major de tot el procés industrial. En aquest sentit, les institucions locals tenen un paper central en la promoció d'aquesta tipologia de projectes. Algunes de les principals són:

- Ajuntaments locals dels municipis analitzats.
- Diputació de Lleida
- Consell comarcal del Segrià i, en especial, l'Oficina comarcal de Transició Energètica.
- Institut Català de l'Energia (ICAEN)

7. Comunitats energètiques i organitzacions locals

Finalment, cal posar en valor l'oportunitat de teixir noves comunitats energètiques capaces d'unir productors i consumidors. Aquestes comunitats poden assumir tota la cadena de valor: producció, recol·lecció, transformació, distribució i gestió, així com sumar altres tecnologies de generació complementàries. Els models d'estructura ja implementats en les cooperatives agràries són ideals per a plantejaments com aquests, ja que ja disposen d'una presència consolidada en el territori i d'una organització establerta.

10 Conclusions

Per a assolir el propòsit d'avançar cap a un futur més sostenible i aprofitar els beneficis dels recursos renovables disponibles a escala local per a usos energètics, en el present estudi s'ha avaluat el canvi dels sistemes de producció de calor actuals per calderes de biomassa i la possibilitat de desenvolupar xarxes de districte de calor per al subministrament de calefacció als municipis d'Albatàrrec, Alcarràs, Montoliu de Lleida, Soses, Sudanell i Torres de Segre de la província de Lleida.

Seguidament, s'han extrapolat els resultats obtinguts als municipis indicats per als equipaments dels municipis del Fons de Transició Nuclear (Aitona, Juncosa, l'Albagés, Llardecans, Alcanó, Maials, Almatret, la Pobla de Cérvoles, Bellaguarda, Sarroca, Bovera, Seròs, el Cogul, el Soleràs, la Granadella, els Torms, la Granja d'Escarp, Torrebellas i Granyena) i per als municipis d'Almenar i Alcarràs, segons la tipologia i la superfície de cada equipament.

A partir dels resultats obtinguts, es poden extreure les següents conclusions:

- Per al primer grup de municipis, la creació de xarxes de districte per a la cobertura de la demanda tèrmica dels equipaments municipals és viable en l'àmbit tècnic pel que fa a la proximitat i quantitat de la demanda energètica de calor als municipis de Torres de Segre i a Albatàrrec. Entre aquests dos municipis, la xarxa de calor a Torres de Segre presentaria una millor rendibilitat econòmica (amb un període de retorn de la inversió al voltant dels 10 anys) que a Albatàrrec (amb un període de retorn superior als de 15 anys).
- Pel que fa a la solució descentralitzada de substitució directa de la instal·lació existent en cada equipament per una caldera de biomassa, tots els equipaments dels municipis analitzats presenten períodes de retorn de la inversió inferior als 20 anys, essent en 33 municipis inferior als 5 anys.
- La demanda tèrmica potencial de ser produïda amb biomassa és 4,2 GWh/any, que es podria generar mitjançant 1.208 tones de biomassa, que representarien anualment en el conjunt de les instal·lacions 196.711 € d'estalvi econòmic anual, 813.078 kWh d'energia primària estalviada i un estalvi d'emissions d'efecte hivernacle de 1.077 tones de CO₂ equivalents. Aquest consum de biomassa equival al 1,76% del total de les restes de poda anuals de fruita dolça de la comarca del Segrià.
- La inversió necessària per dur a terme el global de les actuacions (en solució descentralitzada) es de 1 milió d'euros (929.928 € de PEM).