

ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO

DH TXOMIN

(SAN SEBASTIÁN)



ÍNDICE

1.	Antecedentes	5
2.	Objeto	6
3.	Introducción. Modelo conceptual del Sistema de District Heating	7
3.1.	Ventajas de un Sistema de District Heating.....	8
3.2.	Balance de huella de CO ₂	9
4.	Primera parte. Estudio de viabilidad técnica DH TXOMIN	11
4.1.	Introducción.....	12
4.2.	Tipología edificatoria	12
4.3.	Escenarios valorados	16
4.3.1.	Escenario previsto.....	17
4.3.2.	Escenario conservador.....	20
4.3.3.	Escenario pesimista	23
4.4.	Demanda energética de referencia	26
4.4.1.	Demanda energética escenario previsto.....	26
4.4.2.	Demanda energética escenario conservador.....	27
4.4.3.	Demanda energética escenario pesimista	28
4.5.	Modelo de generación y distribución	29

4.5.1.	Central térmica.....	29
4.5.2.	Redes de distribución energética.....	34
4.5.3.	Subestaciones de intercambio térmico.....	34
5.	Segunda parte. Estudio de viabilidad económica.....	39
5.1.	Inversiones.....	39
5.2.	Ingresos previstos.....	46
5.3.	Costes.....	46
5.4.	Resultados económicos en los escenarios planteados.....	47
6.	Tercera parte. Memoria explicativa de redes de distribución de energía.....	48
6.1.	Potencias térmicas previstas.....	48
6.2.	Descripción de la red de DH.....	50
6.3.	Otros elementos de la red de calor.....	50
6.3.1.	Zanjas.....	50
6.3.2.	Tritubo de comunicaciones.....	50
6.3.3.	Válvulas de venteo.....	51
7.	Anexos.....	52
7.1.	Cálculos.....	52
7.1.1.	Criterios de cálculo de la demanda energética.....	52
7.2.	Planos.....	57

7.2.1.	IC-03 Esquema de principio	57
7.2.2.	IC-06 Trazado de tuberías	58
7.2.3.	IC-08 Ejemplo implantación de Central Térmica	59
7.2.4.	Especificaciones de las tuberías y accesorios preaislados	60
7.3.	IC-09 Detalle de las zanjas	67

1. Antecedentes

El presente texto es fruto de un trabajo de consultoría energética orientado a realizar un estudio de viabilidad técnico-económica para la implantación de un sistema de generación y distribución energética District Heating.

Este estudio se centra en al área de Txomin-Enea un área que ha sufrido un proceso urbanístico que se inició en Junio del año 2004 cuando el Excmo. Ayuntamiento de Donostia -San Sebastián convoca un concurso para la reordenación y/o reestructuración del ámbito denominado “L.M.06 - TXOMIN ENEA”.

El barrio de Txomin-Enea se encuentra localizado entre los barrios donostiarras de Loiola y Martutene, en el valle del río Urumea, entre los montes de Zorroaga y Uba¹. Dicha zona se encuentra ubicada al Sureste de San Sebastián. En la siguiente imagen se muestra la zona que alberga al barrio.

Localización del barrio Txomin-Enea



¹ Fuente: Proyecto de Urbanización del Área “LM.06-TXOMIN-ENEA” en Donostia – San Sebastián.

Dada la proximidad del barrio al Río, la zona ha sufrido inundaciones frecuentes, por lo que es necesario elevar la rasante general de la urbanización por encima de la cota +7.00, esto es lo que ha propiciado la transformación de dicho barrio.

El ámbito se divide en diferentes manzanas o zonas que se han pensado para diversas utilidades y gentes. Así como zonas de vegetación autóctona, primando en todo su recorrido el aspecto verde (arbolado, césped, riberas naturales...), por senderos y recorridos propuestos (Orilla urbana, itinerario paisajístico, paseo de ribera-humedal...).

2. Objeto

El presente texto, tiene como objeto realizar un análisis de viabilidad, tanto desde un punto de vista técnico como económico, de la implantación de un sistema de District Heating (DH) que pueda dar servicio al nuevo desarrollo urbanístico para la AIU "LM.06 – TXOMIN ENEA" situado en San Sebastián.

Su objetivo fue sólo la valoración de la viabilidad técnica y económica, teniendo los datos incluidos en el mismo el mero valor de estimaciones realizadas sólo a esos efectos en base a la información disponible en el momento de su elaboración y a las hipótesis que en ese momento se consideraron más adecuadas.

Se desarrolla el estudio en cuatro grandes bloques o partes:

- Parte 1: Estudio de viabilidad técnica DH TXOMIN. Se realiza un estudio energético completo del futuro barrio para analizar la viabilidad de la implantación del sistema energético que se describirá. Para ello, se desarrollarán los siguientes puntos.
 - ✓ Se define tipología edificatoria que se tiene proyectado implantar en el futuro barrio.
 - ✓ Se establecen 3 calendarios distintos de incorporación de los distintos edificios al ámbito (previsto, conservador y pesimista)
 - ✓ Se calcula la demanda energética para cada uno de dichos calendarios
 - ✓ Se establece un modelo de generación y distribución energético
- Parte 2: Estudio de viabilidad económica

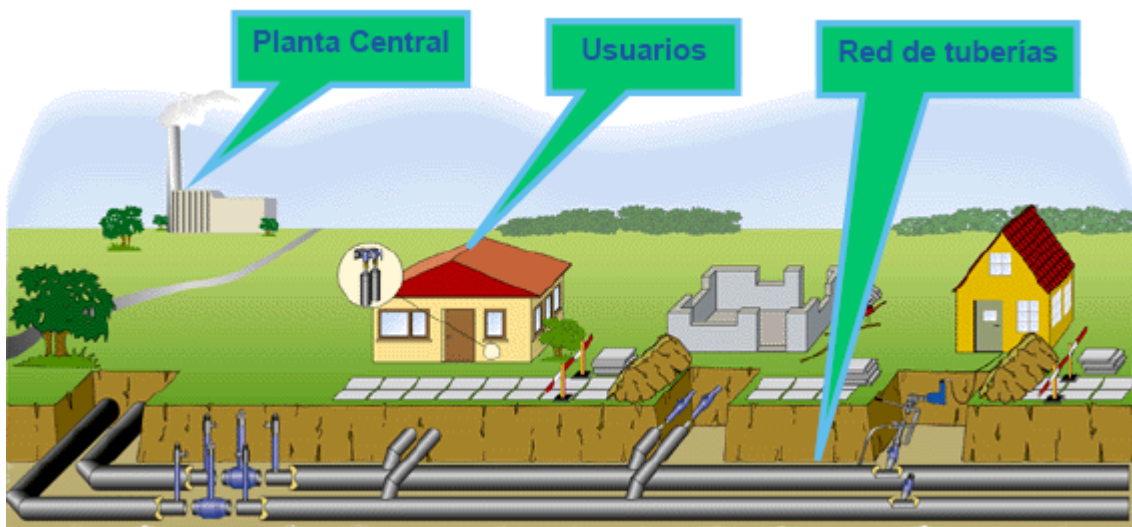
- ✓ Se define el calendario de inversiones para cada uno de los escenarios estudiados
- ✓ Se establecen las diferentes variables económicas que servirán de base para la realización de un plan de negocio.
- Parte 3: Memoria explicativa de redes de DH
 - ✓ En esta parte, se define en mayor manera la instalación de necesaria para la implantación de las redes de calor.

3. Introducción. Modelo conceptual del Sistema de District Heating

Un sistema de District Heating es un sistema centralizado de producción y distribución de calor. Se basa en una tecnología orientada a la producción y suministro de agua caliente, desde una o varias plantas centrales a diversos usuarios o edificios. La distribución se realiza mediante una red de tuberías aisladas térmicamente que, normalmente, transcurren bajo tierra.

De esta forma, cada usuario dispone de forma independiente en sus instalaciones, del servicio de acondicionamiento térmico, a partir de la generación centralizada.

Componentes de un sistema de DistrictHeating.



3.1. Ventajas de un Sistema de District Heating

Las ventajas de un sistema de DH, frente a un sistema convencional con calderas individuales en cada vivienda son, fundamentalmente, las siguientes:

- Mayor eficiencia energética

Una central de DH tiene un rendimiento energético estacional (entendido como la relación entre la energía producida y la consumida a lo largo de un periodo de tiempo grande) muy superior a un sistema convencional.

El rendimiento medio estacional de un sistema de calderas descentralizado es $\eta=0,55$, aproximadamente,

El rendimiento medio estacional de un sistema de DH es $\eta=0,85$, aproximadamente.

- Reducción de los costes de explotación

Un sistema de DH conlleva la una reducción significativa de los costes de explotación. Al estar la producción y distribución de calor centralizada, se reduce el coste de las tareas de mantenimiento y, por lo tanto, los costes de explotación dedicados al mantenimiento.

Por otro lado, el aumento de la eficiencia energética respecto a un sistema convencional, permite la reducción en los costes en la energía primaria necesaria para la explotación del sistema de producción.

Además, gracias a la incorporación de un equipo de mantenimiento en la central se disminuyen sensiblemente las incidencias y los costes en el mantenimiento correctivo. Esto permite, a su vez, garantizar el servicio y la disponibilidad a los usuarios frente a un sistema descentralizado convencional.

- Reducción de contaminantes

Un aumento de la eficiencia energética conlleva una reducción de los contaminantes derivados de la producción térmica lo que contribuirá a una reducción de la huella de CO₂.

- Un mayor confort y comodidad, para el usuario final.

Conlleva una mayor comodidad y confort para los usuarios de la red.

- Ahorro económico

La incorporación de una central de DH supondrá un ahorro económico respecto a los sistemas tradicionales, lo que permitirá ofrecer al usuario final un mejor precio de los costes energéticos respecto a un sistema convencional, manteniendo, al mismo tiempo, la rentabilidad económica de la explotación de la futura central.

3.2. Balance de huella de CO₂

Como veremos más adelante, independientemente del escenario estudiado se evitan grandes cantidades de emisiones de CO₂ respecto a un modelo de generación convencional. Esto se debe principalmente a dos motivos distintos:

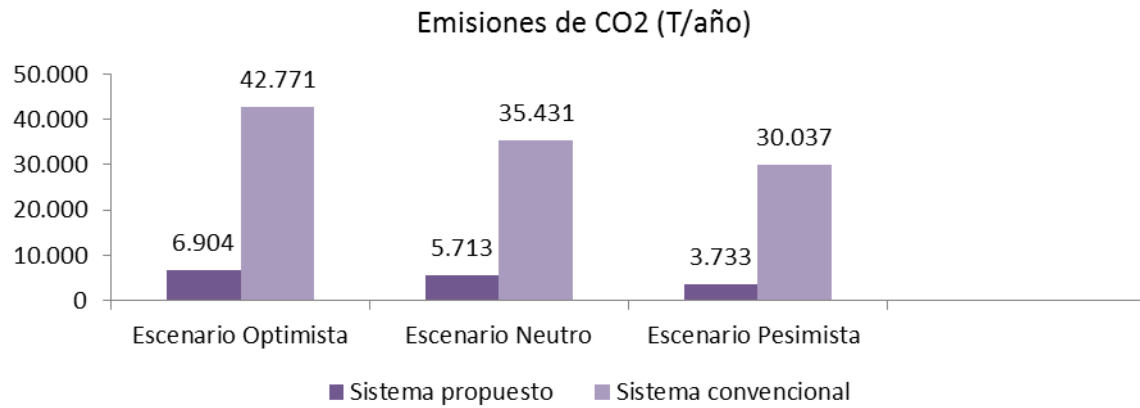
- ✓ El sistema convencional con el que se compara con calderas individuales, es un sistema que ofrece bajos rendimientos estacionales respecto a los sistemas centralizados.
- ✓ La biomasa ofrece un balance de emisiones de CO₂ neutro, lo que ayuda a reducir la huella del sistema propuesto.

Se expone el balance de la huella de CO₂ para cada uno de los escenarios valorados. Para ello, se han utilizado los coeficientes de paso a CO₂ de cada una de las fuentes primarias de energía publicadas por el IDAE en su guía de contabilización de consumos y mostrados a continuación:

- Emisiones de CO₂ (gr CO₂/kWh de energía primaria)
 - ✓ Gas Natural: 204
 - ✓ Electricidad: 649
 - ✓ Biomasa: Neutro

En los gráficos expuestos a continuación y a partir de las estimaciones de consumos energéticos incluidos en el apartado 4.3 (anexo 7.1), se puede apreciar, para cada escenario, la comparativa entre las emisiones de CO₂ acumuladas a lo largo del horizonte temporal estudiado de 15 años en el sistema propuesto y las que se tendrían con un sistema convencional.

Comparativa de emisiones del CO₂. Sistema propuesto Vs. sistema convencional





DONOSTIAKO
SUSTAPENA
FOMENTO DE
SAN SEBASTIÁN



donostiasustapena
fomento**sansebastián**

DESARROLLO ECONÓMICO DE SAN SEBASTIÁN
DONOSTIAKO GARAPEN EKONOMIKOA
SAN SEBASTIÁN ECONOMIC DEVELOPMENT

4. Primera parte. Estudio de viabilidad técnica DH TXOMIN



4.1. Introducción

En esta parte, se analiza desde un punto de vista técnico la viabilidad de implementar un District Heating para el futuro barrio de TXOMIN.

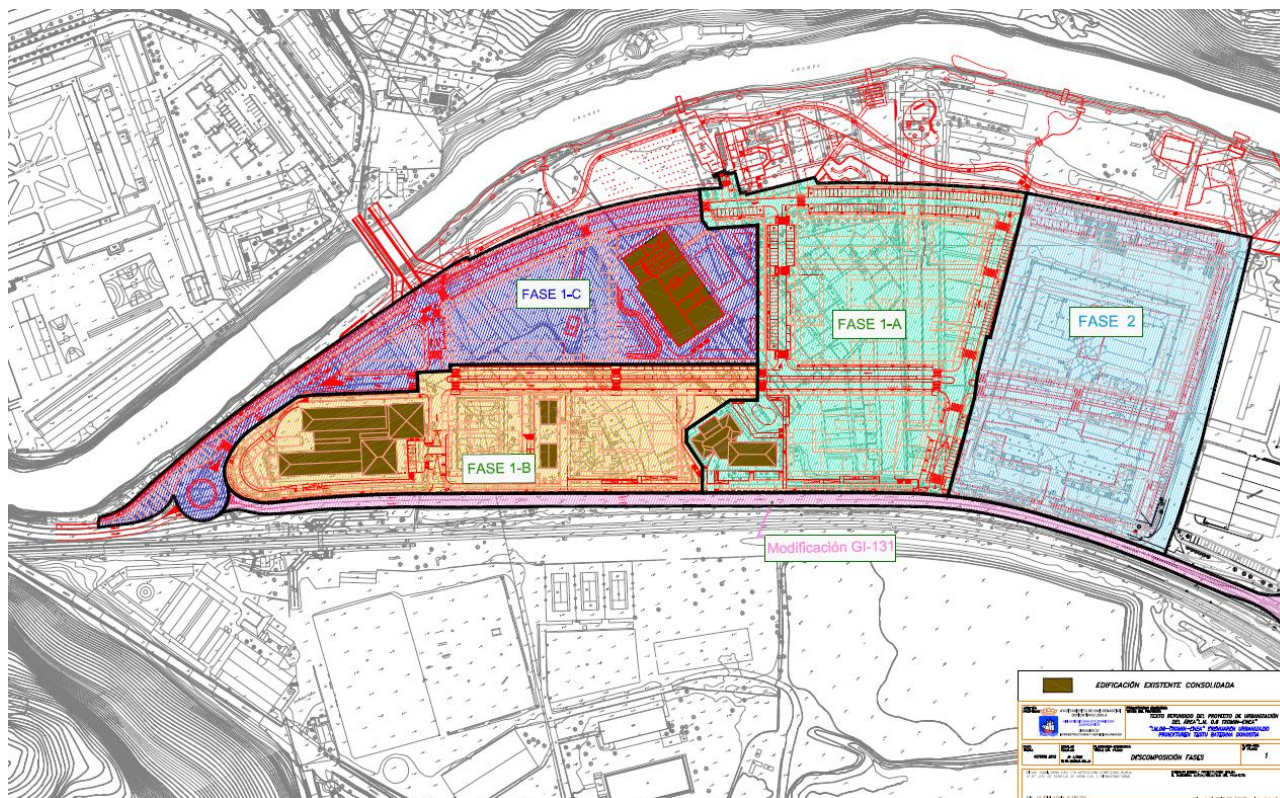
A lo largo de esta parte, se analizará la demanda energética estimada del futuro barrio y se expondrán 3 escenarios posibles de conexión de los diferentes usuarios (previsto, conservador y pesimista). Dichos escenarios, permitirán, en el siguiente apartado, evaluar la viabilidad económica del proyecto objeto de estudio.

Para realizar todo esto, se calculará la demanda energética del complejo en función de los edificios que se prevé conectar a la red de DH en función de su tipología. Se definirán los equipos que sea necesario instalar para dar servicio a la futura demanda de energía térmica de forma sostenible tanto desde el punto de vista ambiental como económico.

4.2. Tipología edificatoria

Como ya se ha señalado, el futuro barrio tiene diferentes tipologías de edificaciones proyectadas.

Las fases de construcción previstas son las siguientes:



Rotonda de Morlans, 1 - 2 planta. 20.009 Donostia-San Sebastián • T. 943 48 28 00 • F. 943 44 47 94 • fomentoss@donostia.org

www.fomentosansebastian.org

Fomento de San Sebastián, S.A.. - Inscrita en el Registro Mercantil de Guipúzcoa, Tomo 18, Folio 39 vuelto, Hoja 431. CIF. A-20.001.681

De todos los edificios que formarán dichos grupos, excluidos los equipamientos y viviendas actuales que se consolidan, los que se estima que se incorporarán en un futuro más cercano y sobre los que se desarrollarán los estudios de viabilidad, son los siguientes:

Tabla 1.- Edificios de próxima incorporación

	Parcela	Tipo	Viviendas Superficie (m ²)	Terciario Superficie (m ²)	Equipamiento Superficie (m ²)
Fase 1 ^a	300.3	VTRE ²	8.260		
		VL ³	6.860	1.280	
	300.5	reposición ⁴	2.475		
		VTRE	3.040	552	
	300.6	VPO ⁵	13.970	1.070	

² Vivienda tasada de régimen especial

³ Vivienda libre

⁴ Reposición de vivienda existente no consolidada

⁵ Vivienda de protección oficial

	300.7	reposición	5.250		
Fase 1B	Sustitución	VL	2.280		
	300.1	VPO	9.900	728	
	300.2	VPO	12.450	994	
Fase 1C	S.000.1	equipamiento	0		1.500
	300.4	VL	18.160	1.162	554
Fase 2	300.8	VPO	7.740	776	
	300.9	VPO	7.825	808	
	300.10	VTRE	2.430		
		VL	2.922	810	
	300.11	VTRE	5.352	820	
	300.12	VL	4.860		

Los edificios que se estima que tendrán una incorporación más tardía son los siguientes:

Tabla 2.- Edificios de incorporación más tardía

Parcela	Superficie (m ²)
Club de Remo	1.311
Colegio	1.000
Convento	2.688
Equipamiento deportivo	2.500
Equipamiento comunitario	4.565

De este grupo de edificios, se tiene previsión de que se conecten en un futuro, por lo que han sido tenidos en cuenta a efectos de cálculos energéticos y económicos, los siguientes equipamientos.

- ✓ Equipamiento deportivo
- ✓ Equipamiento comunitario

Por otro lado, los edificios restantes, se considerarán a efectos de dimensionamiento de la red de DH pero no a efectos de cálculos económicos de explotación del activo energético.

- ✓ Club de Remo
- ✓ Colegio
- ✓ Convento
- ✓ Y las siguientes viviendas consolidadas:

Tabla 3.- Viviendas consolidadas

	Parcela	Tipo	Viviendas Superficie (m ²)	Terciario Superficie (m ²)	Equipamiento Superficie (m ²)
Fase 1A	Consolidado	VL	4.345		
Fase 1B	Consolidado	VL	12.366		

4.3. Escenarios valorados

La demanda energética de referencia ha sido calculada teniendo en cuenta la tipología edificatoria de los diferentes edificios que se conectarán a la red:



- ✓ Viviendas
- ✓ Terciario
- ✓ Equipamiento comunitario
- ✓ Equipamiento deportivo

Las hipótesis de cálculo que se han tenido en cuenta para la realización de los cálculos energéticos se detallan en el apartado de ANEXOS 7.1 "Cálculos"

4.3.1. Escenario previsto

Para el escenario previsto, se ha estimado un calendario de incorporación que desde los servicios municipales de urbanismo consideran muy realista, incluso garantista, por lo que la realidad podría ser incluso mejor.

Con este calendario, la conexión de las diferentes parcelas proyectadas y sus edificios es la siguiente:

Tabla 4.- Incorporación de viviendas en el escenario previsto

		viviendas	PB/x/A	nº edificios	m2	Terciario	Equipamiento	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	TOTAL	
Fase 1A	300.3	VTRE	97	5	4	8.260					4.130	4.130				8.260	
		VL	80	5	4	6.860	1.280			3.430	3.430					6.860	
	300.5	reposición	38	5	2	2.475			2.475							2.475	
		VTRE	35	8	1	3.040	552			3.040							3.040
	300.6	VPO	162	5	8	13.970	1.070			8.731	5.239						13.970
	300.7	reposición	80	3/4	5	5.250			5.250							5.250	
Fase 1B	Sustitución	VL	24	5	1	2.280			2.280							2.280	
	300.1	VPO	116	5	5	9.900	728				3.960	5.940				9.900	
	300.2	VPO	146	5	7	12.450	994			5.336	7.114					12.450	
Fase 1C	Actual	consolidado														0	
	300.4	VL	201	5/8	8	18.160	1.162				4.540	9.080	4.540			18.160	
Fase 2	300.8	VPO	91	5	4	7.740	776					3.870	3.870			7.740	
	300.9	VPO	91	5	4	7.825	808						3.913	3.913		7.825	
	300.10	VTRE	28	5	1	2.430					2.430					2.430	
		VL	32	5	1	2.922	810						2.922				2.922
	300.11	VTRE	63	5	3	5.352	820						1.070	2.141	2.141	5.352	
	300.12	VL	54	3/4	4	4.860						4.860				4.860	

Tabla 5.- Evolución incorporación de edificios en el escenario previsto

Año	Viviendas	Terciario	Total
2016	0	0	0
2017	13.045	1.095	14.140
2018	12.161	1.021	13.182
2019	22.674	1.904	24.579
2020	35.444	2.976	38.421
2021	22.255	1.869	24.124
2022	6.053	508	6.562
2023	2.141	180	2.321
Total	113.774	9.554	123.328



DONOSTIAKO
SUSTAPENA
FOMENTO DE
SAN SEBASTIÁN



donostiasustapena
fomento**sansebastián**

DESARROLLO ECONÓMICO DE SAN SEBASTIÁN
DONOSTIAKO GARAPEN EKONOMIKOA
SAN SEBASTIÁN ECONOMIC DEVELOPMENT

4.3.2. Escenario conservador

Para el cálculo del escenario que hemos llamado conservador, se ha retrasado y ralentizado la conexión de las diferentes parcelas proyectadas con lo que el calendario sería el siguiente:

Tabla 6.- Incorporación de viviendas en el escenario conservador

		viviendas	PB/x/A	nº edificios	m2	Terciario	Equipamiento	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	TOTAL	
Fase 1A	300.3	VTRE	97	5	4	8.260								4.130		4.130		8.260	
		VL	80	5	4	6.860	1.280						3.430	3.430				6.860	
	300.5	reposición	38	5	2	2.475			2.475									2.475	
		VTRE	35	8	1	3.040	552			3.040									3.040
	300.6	VPO	162	5	8	13.970	1.070				8.731		5.239						13.970
300.7	reposición	80	3/4	5	5.250				5.250									5.250	
Fase 1B	Sustitución	VL	24	5	1	2.280				2.280								2.280	
	300.1	VPO	116	5	5	9.900	728				3.960	5.940						9.900	
	300.2	VPO	146	5	7	12.450	994			5.336	7.114							12.450	
Fase 1C	Actual	consolidado																0	
	300.4	VL	201	5/8	8	18.160	1.162						4.540		9.080		4.540	18.160	
Fase 2	300.8	VPO	91	5	4	7.740	776							3.870		3.870		7.740	
	300.9	VPO	91	5	4	7.825	808								3.913		3.913	7.825	
	300.10	VTRE	28	5	1	2.430							2.430					2.430	
		VL	32	5	1	2.922	810								2.922			2.922	
	300.11	VTRE	63	5	3	5.352	820								1.070		4.282	5.352	
	300.12	VL	54	3/4	4	4.860								4.860				4.860	

Tabla 7.- Evolución incorporación de edificios en el escenario conservador

Año	Viviendas	Terciario	Total
2016	0	0	0
2017	7.725	649	8.374
2018	3.040	255	3.295
2019	16.347	1.373	17.720
2020	11.074	930	12.004
2021	19.149	1.608	20.757
2022	18.720	1.572	20.292
2023	16.985	1.426	18.411
2024	8.000	672	8.672
2025	12.734	1.069	13.803
Total	113.774	9.554	123.328



DONOSTIAKO
SUSTAPENA
FOMENTO DE
SAN SEBASTIÁN



donostiasustapena
fomento**sansebastián**

DESARROLLO ECONÓMICO DE SAN SEBASTIÁN
DONOSTIAKO GARAPEN EKONOMIKOA
SAN SEBASTIÁN ECONOMIC DEVELOPMENT

4.3.3. Escenario pesimista

En este escenario, se ralentiza el ritmo de incorporación incluso sobre el escenario conservador. El calendario que se obtiene es el siguiente:

Tabla 8.- Incorporación de viviendas en el escenario pesimista

PB/x/A	nº edificios	m2	Terciario	Equipamiento	2.016	2.017	2.018	2.019	2.020	2.021	2.022	2.023	2.024	2.025	2.026	2.027	2.028	TOTAL
5	4	8.260									4.130		4.130					8.260
5	4	6.860	1.280							3.430	3.430							6.860
5	2	2.475				2.475												2.475
8	1	3.040	552				3.040											3.040
5	8	13.970	1.070						8.731				5.239					13.970
3/4	5	5.250				5.250												5.250
5	1	2.280					2.280											2.280
5	5	9.900	728							3.960			5.940					9.900
5	7	12.450	994				5.336	7.114										12.450
				1.500														
5/8	8	18.160	1.162	554							4.540		9.080		4.540			18.160
5	4	7.740	776									3.870					3.870	7.740
5	4	7.825	808									3.913				3.913		7.825
5	1	2.430											2.430					2.430
5	1	2.922	810														2.922	2.922
5	3	5.352	820												1.070	4.282		5.352
3/4	4	4.860												4.860				4.860

Tabla 9.- Evolución de incorporación de edificios en el escenario pesimista

Año	Viviendas	Terciario
2016	0	0
2017	7.725	649
2018	3.040	255
2019	7.616	640
2020	15.846	1.331
2021	7.390	621
2022	12.100	1.016
2023	7.783	654
2024	26.819	2.252
2025	4.860	408
2026	5.610	471
2027	8.194	688
2028	6.792	570
Total	113.774	9.554

4.4. Demanda energética de referencia

Una vez evaluados los calendarios de incorporación, se estima la demanda energética que servirá como referencia en los cálculos de dimensionamiento e incorporación del futuro District Heating.

4.4.1. Demanda energética escenario previsto

Teniendo en cuenta el calendario de incorporación del escenario previsto y la tipología de la edificación prevista, la demanda energética de referencia del escenario conservador que será tenida en cuenta a la hora de estimar los ingresos, se muestra a continuación.

Tabla 10.- Demanda energética de referencia en el escenario previsto

Año	Demanda de Energía (kWh)
2015	0
2016	0
2017	1.189.552
2018	2.298.517
2019	4.366.164
2020	7.752.978
2021	9.782.366
2022	10.334.356
2023	11.368.314
2024	11.368.314
2025	11.368.314
2026	11.368.314
2027	11.523.022
2028	11.523.022

4.4.2. Demanda energética escenario conservador

Teniendo en cuenta el calendario de incorporación del escenario conservador y la tipología de la edificación prevista, la demanda energética de referencia del escenario conservador que será tenida en cuenta a la hora de estimar los ingresos, se muestra a continuación.

Tabla 11.- Demanda energética de referencia en el escenario conservador

Año	Demanda de Energía (kWh)
2015	0
2016	0
2017	704.430
2018	981.643
2019	2.472.295
2020	3.636.850
2021	5.382.993
2022	7.090.039
2023	9.632.313
2024	10.361.820
2025	11.523.022
2026	11.523.022
2027	11.523.022

4.4.3. Demanda energética escenario pesimista

Teniendo en cuenta el calendario de incorporación del escenario pesimista y la tipología de la edificación prevista, la demanda energética de referencia del escenario conservador que será tomada en cuenta a la hora de estimar los ingresos, se muestra a continuación.

Tabla 12.- Demanda energética de referencia en el escenario pesimista

Año	Demanda de Energía (kWh)
2015	0
2016	0
2017	704.430
2018	981.643
2019	1.676.107
2020	3.275.744
2021	3.949.626
2022	5.053.005
2023	6.601.419
2024	9.046.977
2025	9.490.153
2026	10.001.756
2027	10.903.671
2028	11.523.022

4.5. Modelo de generación y distribución

El sistema que se propone para generar y distribuir la energía térmica demandada por el futuro ámbito urbanístico consiste en tres partes claramente diferenciadas:

- ✓ La central térmica
- ✓ Las redes de distribución
- ✓ Las subestaciones de intercambio térmico situadas en cada edificio

Todo el sistema se ha dimensionado de forma que sea capaz de cubrir todas las necesidades energéticas del desarrollo urbanístico.

4.5.1. Central térmica

El edificio de la Central Térmica de TXOMIN que alojará los equipos de producción y distribución, se ubicará en la parcela g.000.4 que dispone de una superficie de 898 m² en planta 0. En la medida de lo posible, se optimizará el espacio ocupado por la Central en dicha parcela para dejar espacio libre a otros servicios de equipamiento.

En la siguiente imagen, se muestra la ubicación de la parcela dentro del ámbito urbanístico

Ubicación de la parcela 000.4 en TXOMIN



Teniendo en cuenta la demanda energética, se dimensiona la central térmica. Para ello, se parte de la base de que la cobertura energética tenga que ser, en un **75%** de origen renovable.

Para ello el mix energético propuesto constará principalmente de:

- Sistema de producción de calor mediante biomasa (energía renovable) o sistema de alta eficiencia energética
- Sistema de producción de calor mediante gas natural (energía convencional)

4.5.1.1. Edificio de la Central Térmica

La implantación de la central obedecerá a una organización del proceso de producción y distribución lo más eficiente posible.

Se deberán incorporar, en su construcción, materiales y un diseño que permita la fácil integración en el paisaje urbanístico en el que será emplazada.

Deberá diseñarse con un doble propósito:

- Alojamiento de los equipos de producción en TXOMIN: Caldera de biomasa, silo de biomasa, caldera de gas, equipo de bombeo y auxiliares
- Permitir las visitas de modo que sea posible fomentar la divulgación del sistema objeto del presente estudio.

En su construcción, se tendrá en cuenta todo aquello lo que sea aplicable por el CTE (Código Técnico de la Edificación).

4.5.1.2. Dimensionamiento de la Central

La Central se dimensionará de forma que se garantice el funcionamiento sostenible desde el punto de vista técnico y económico del futuro activo energético.

En todo caso, el sistema de distrito de calefacción y ACS será diseñado en conjunto (caldera de gas natural y caldera de biomasa) para obtener, como mínimo, **un 85% de rendimiento estacional**.

Se dispondrá un mix energético (biomasa o sistema de alta eficiencia + gas natural) que permita cubrir un **75% de la demanda energética de TXOMIN** por medios renovables.

La potencia térmica punta a cubrir una vez estén todos los edificios conectados (año 2028) es: **7.532 kWt**. Dicha potencia será cubierta por los siguientes equipos:

Para suministrar energía de origen renovable a todo el desarrollo urbanístico será necesario dotar a la central térmica de 2 calderas de biomasa de 1.500 kWt. Además, será necesario contar con la caldera de apoyo dos calderas de gas natural de 2.600 kWt.

La Central estará compuesta por los siguientes equipos principales;

- ✓ Calderas
- ✓ Bombas (eficiencia mínima y caudal variable)
- ✓ Sistema de control

4.5.1.2.1. Calderas

En general, las calderas serán de alta eficiencia y bajas emisiones. Serán dimensionadas en número y potencia que permita una correcta parcialización en función de las demandas energéticas del futuro barrio.

Dispondrán de regulación modulante digital para adaptarse, en todo caso, a la demanda energética.

Los equipos de producción serán diseñados para su funcionamiento en cascada. El orden de prioridad para el arranque/paro de los equipos de producción será el siguiente:

- Arranque
 - ✓ Generación de calor mediante Biomasa o sistema de alta eficiencia energética
 - ✓ Generación de calor mediante Gas Natural
- Paro
 - ✓ Caldera de Gas Natural
 - ✓ Generación de calor mediante Biomasa

En particular:

- Caldera de gas natural

La caldera de gas natural será de baja temperatura y permitirá ser alimentada a temperaturas de retorno de 60º o inferiores.

La caldera tendrá las siguientes características técnicas mínimas:

- ✓ Combustible:
- ✓ Rendimiento estacional mínimo 85%
- ✓ Potencia mínima a instalar: 2x2.600 kWt

- Caldera de biomasa

La caldera de biomasa será de carga modulante y podrá ser alimentada por cualquier tipo de combustible (astilla, pellet, etc.) Tendrá sistema de alimentación automática a partir de

un silo de almacenamiento y sistema de depuración de humos. En general, tendrá las siguientes características:

- ✓ Combustible: cualquier tipo de biomasa, hasta combustibles con un 45% de humedad
- ✓ Rendimiento estacional mínimo: 85%
- ✓ Potencia mínima a instalar: 2x1.500 kWt
- ✓ Sistema de depuración de humos
- ✓ El sistema de depuración de humos tendrá que conseguir un valor de emisiones de partículas inferior a 20 mg/Nm³, Se asegurará que la caldera tiene presión disponible para vencer la pérdida de carga producida por los elementos para la limpieza de gases de combustión.
- ✓ Sistema de alimentación automática: Suelo móvil, con evacuación por ranura por tracción, tres barras de empuje y tornillo sin fin de transporte. El sistema de alimentación estará dimensionado para ser alimentado por camiones de piso móvil con volquete.
- ✓ Depósito de inercia. Los depósitos de inercia se dimensionarán para el correcto funcionamiento de los equipos de generación.

4.5.1.2.2. Bombas

Existirán 2 grupos de bombas:

- Bombas de primario de las calderas (caldera de biomasa y caldera de gas natural)
- Bombeo secundario de distribución a los diferentes edificios del futuro barrio

En todo caso, los equipos de bombeo, serán de una marca de acreditado reconocimiento.

- ✓ Se deberán escoger la tipología de bomba (in-line, de bancada, norma, monbloc, etc.), que mejor rendimiento y menos costes de mantenimiento asociados tenga para la utilización concreta que tendrán.
- ✓ Serán de caudal variable en circuito secundario. Se permitirá que se realice una combinación de caudal variable + caudal constante siempre y cuando se justifique que se podrá parzializar con todas ellas dependiendo de la

demanda energética. Se instalará un número de bombas que permita la correcta parcialización del sistema. Será necesario situar, al menos una bomba de reserva en todos los circuitos.

- ✓ Los equipos de bombeo serán dimensionados para tener una eficiencia mínima del **70%**.
- ✓ Las bombas del circuito primario estarán destinadas a mover el agua de producción de las calderas. Se situará, como mínimo, una bomba por caldera más una en reserva en funcionamiento (1+1).
- ✓ Serán de caudal constante y tendrán una eficiencia mínima del **70%**.

4.5.1.2.3. Sistema de control

Será necesario gestionar y monitorizar el funcionamiento de la Central mediante un sistema de control centralizado tipo BMS. Dicho sistema deberá ser de un fabricante de acreditado conocimiento y deberá contener todos aquellos puntos para que sea posible la optimización del sistema de DH desde el punto de vista energético.

4.5.2. Redes de distribución energética

Debido a la extensión de este punto, se le ha dedicado un capítulo por separado: "Tercera Parte. Memoria explicativa de redes de distribución de energía".

4.5.3. Subestaciones de intercambio térmico

Las "subestaciones de intercambio" están formadas, básicamente, por un intercambiador de calor y la valvulería, accesorios y aparatos de medida necesarios para la conexión a la instalación interior de cada bloque de viviendas, local terciario o edificio de equipamiento. Cada subestación de intercambio irá ubicada en una sala destinada a tal fin en cada edificio.

Las subestaciones de intercambio térmico representan una parte fundamental en un proyecto de DH de estas características.



4.5.3.1. Resultados energéticos.

Según la demanda energética estimada, se han obtenido, para cada escenario, los resultados energéticos del conjunto del sistema de District Heating descrito hasta este punto. Los cálculos energéticos han sido realizados para el horizonte temporal de incorporación de viviendas considerado (15 años). A partir del año número 15 se entiende que la situación energética será la misma para todos los escenarios estudiados.

Se ha partido de las siguientes hipótesis de funcionamiento para el cálculo energético:

- Se dará preferencia a la producción energética mediante biomasa frente a las calderas de gas natural
- Las calderas de gas natural se utilizarán para cubrir las puntas de demanda o cuando el sistema no produzca suficiente energía como para poder cubrirse de manera no-convencional.
- El rendimiento medio estacional de las calderas(gas natural y biomasa) es $\eta=0,85$

4.5.3.1.1. Escenario previsto

Tabla 13.- Resultados energéticos escenario previsto

Año	Demanda de Energía (kWh)	Demanda cubierta por Biomasa (kWh)	Demanda cubierta por Gas Natural (kWh)	Consumo de gas natural (kWhpci)	Consumo de Biomasa (kWhpci)
2015	0	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	0
2017	1.189.552	1.189.552	0	0	1.399.473
2018	2.298.517	2.298.517	0	0	2.704.137
2019	4.366.164	4.363.505	2.659	3.128	5.133.535
2020	7.752.978	6.825.399	772.871	909.260	8.029.881
2021	9.782.366	7.717.391	1.910.266	2.247.372	9.079.284
2022	10.334.356	7.919.555	2.260.093	2.658.933	9.317.124
2023	11.368.314	8.508.471	2.859.842	3.364.520	10.009.966
2024	11.368.314	8.508.471	2.859.842	3.364.520	10.009.966
2025	11.368.314	8.508.471	2.859.842	3.364.520	10.009.966
2026	11.368.314	8.508.471	2.859.842	3.364.520	10.009.966
2027	11.368.314	8.508.471	2.859.842	3.364.520	10.009.966
2028	11.368.314	8.508.471	2.859.842	3.364.520	10.009.966

4.5.3.1.2. Escenario conservador

Tabla 14.- Resultados energéticos escenario conservador

Año	Demanda de Energía (kWh)	Demanda cubierta por Biomasa (kWh)	Demanda cubierta por Gas Natural (kWh)	Consumo de gas natural (kWhpci)	Consumo de Biomasa (kWhpci)
2015	0	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	0
2017	704.430	704.430	0	0	828.741
2018	981.643	704.430	0	0	828.741
2019	2.472.295	1.676.107	0	0	1.971.891
2020	3.636.850	3.482.141	0	0	4.096.637
2021	5.382.993	5.184.914	43.371	51.024	6.099.899
2022	7.090.039	7.128.110	1.089.593	1.281.874	8.386.012
2023	9.632.313	8.508.471	2.859.842	3.364.520	10.009.966
2024	10.361.820	8.508.471	2.859.842	3.364.520	10.009.966
2025	11.523.022	8.508.471	2.859.842	3.364.520	10.009.966
2026	11.523.022	8.508.471	2.859.842	3.364.520	10.009.966
2027	11.523.022	8.508.471	2.859.842	3.364.520	10.009.966
2028	11.523.022	8.508.471	2.859.842	3.364.520	10.009.966

4.5.3.1.3. Escenario pesimista

Tabla 15.- Resultados energéticos escenario pesimista

Año	Demanda de Energía (kWh)	Demanda cubierta por Biomasa (kWh)	Demanda cubierta por Gas Natural (kWh)	Consumo de gas natural (kWhpci)	Consumo de Biomasa (kWhpci)
2015	0	0	0	0	0
2016	0	0	0	0	0
2017	704.430	704.430	0	0	828.741
2018	981.643	981.643	0	0	1.154.874
2019	1.676.107	1.676.107	0	0	1.971.891
2020	3.275.744	3.121.035	0	0	3.671.806
2021	3.949.626	3.794.837	81	95	4.464.514
2022	5.053.005	5.205.344	45.851	53.943	6.123.935
2023	6.601.419	7.107.114	698.903	822.239	8.361.311
2024	9.046.977	7.848.898	1.611.364	1.895.722	9.233.998
2025	9.490.153	8.017.614	1.885.633	2.218.392	9.432.487
2026	10.001.756	8.179.876	2.177.559	2.561.834	9.623.383
2027	10.903.671	8.425.080	2.675.367	3.147.490	9.911.859
2028	11.523.022	8.508.471	2.858.313	3.362.721	10.009.966

5. Segunda parte. Estudio de viabilidad económica.

En esta segunda parte, se presentarán las principales económicas del proyecto y en función de las mismas, la previsión de los resultados económicos en los escenarios planteados.

5.1. Inversiones

Las inversiones necesarias para la puesta en marcha del proyecto en los términos planteados en el apartado de viabilidad técnica se detallan a continuación

Las inversiones asociadas a los elementos fundamentales para llevar a cabo el sistema propuesto son:

- Equipos principales
- Instalación hidráulica
- Sistema de control
- Obra civil
- Instalación eléctrica de BT y MT
- Red de Distribución
- Instalación de gas natural

a) Equipos principales:

Los equipos principales son los definidos en el punto anterior. Las inversiones aproximadas para la instalación de cada uno de los equipos se detallan a continuación:

- Sistema de distribución energética. Estará formado por:
 - ✓ Grupo de bombeo secundario en TXOMIN: (6+1) motobombas



- ✓ Grupo de bombeo primario equipos de producción térmica: (1+1) motobombas por cada equipo de producción térmica.
- ✓ Conexiones eléctricas y mecánicas
- ✓ Instalación y puesta en marcha
- ✓ Coste total: 87.399 €
- Caldera de biomasa de 1,5 MWt. Estará formado por:
 - ✓ Caldera de biomasa para astilla forestal, pellet u otro tipo de energía primaria 1,5 MWt
 - ✓ Sistema de regulación y gestión
 - ✓ Sistema de extracción de ceniza
 - ✓ Depósito contenedor de ceniza
 - ✓ Sistema de limpieza neumática
 - ✓ Separador de partículas de gases de combustión y depósito contenedor de reserva
 - ✓ Sistema de alimentación de combustible
 - ✓ Depósitos de inercia en acero negro aislados
 - ✓ Instalación y puesta en marcha
 - ✓ Coste total correspondiente a **dos** calderas: 763.546 €
- Caldera de gas natural de 2,6 MWt. Estará formado por:
 - ✓ Caldera de gas natural de baja temperatura de 2,6 MWt.
 - ✓ Sistema de regulación y gestión
 - ✓ Sistema de combustión modulante (quemador de gas natural)
 - ✓ Instalación y puesta en marcha

- ✓ Coste total correspondiente a **dos** calderas: 284.088 €

b) Hidráulica

- ✓ Valvulería y accesorios.
- ✓ Hidráulica central térmica y aislamientos
- ✓ Ayudas albañilería
- ✓ Instalación y puesta en marcha
- ✓ Coste total: 261.205 €

c) Sistema de control

El sistema de control es el elemento en la central encargado de la gestión automática de los equipos de generación y distribución energética. Es una pieza fundamental dentro del modelo energético propuesto ya que a través de ella se regulará el funcionamiento de la Central además de los elementos asociados a la red de DH.

También se encargará del contaje de energía utilizada por los usuarios de la red para su facturación por parte de la empresa explotadora además de la gestión del activo energético.

El sistema de control tiene diversos elementos:

- ✓ Equipo central de integración.
- ✓ Instalaciones de control electro-mecánico.
- ✓ Software.
- ✓ Ingeniería, programación y puesta en marcha del sistema de control.
- ✓ Procesadores para la gestión de las instalaciones electro-mecánicas.
- ✓ Suministro e instalación de cableado y tubos.
- ✓ Todo esto asciende a 231.487 €.

d) Obra civil central térmica

- Obra civil necesaria para la ejecución del terreno
 - ✓ Desbroce y limpieza superficial del terreno.
 - ✓ Excavación en desmonte de tierras
 - ✓ Formación de terraplén con terreno procedente de la excavación.
 - ✓ Formación de terraplén con suelo seleccionado S3.
 - ✓ Relleno localizado en trasdós de muro con material filtrante, extendido, humectado y compactado.
 - ✓ Firmes y pavimentos
 - ✓ Formación de explanada mediante zahorra artificial.
 - ✓ Pavimento de acerado compuesto de loseta hidráulica, y colocación de bordillo de hormigón bicapa.
- Obra civil necesaria para la ejecución del edificio de la central
 - ✓ Estructura de hormigón
 - ✓ Instalaciones servicios generales.
 - ✓ Acometida a la red de abastecimiento formada por tubería de uso alimentario.
 - ✓ Acometida a la red de fecales formada por colector de saneamiento.
 - ✓ Acometida a la red de fecales formada por colector de pluviales.
- Todo esto asciende a 420.168 €.

e) Instalación eléctrica de BT y MT

La instalación eléctrica de MT comprende la ejecución de un Centro de Transformación para alimentar en media tensión los equipos que estarán situados en la parcela 000.4 (caldera de biomasa, caldera de gas natural y equipos de bombeo), la línea de media tensión y la aparamenta de media tensión necesaria.

La instalación eléctrica de baja tensión comprende la ejecución de todos los elementos necesarios para alimentar los equipos a instalar, cuadros eléctricos, cableado, protecciones, etc.

- El presupuesto total para ejecutar la instalación eléctrica asciende a 274.892 €, aproximadamente.

f) Subestaciones de intercambio térmico

La inversión necesaria referente a las subestaciones de intercambio térmico incluirán, los intercambiadores de calor, la valvulería de control, los sistemas de contaje y todos aquellos elementos para un correcto suministro energético a los usuarios finales.

Serán de intercambiadores de placas desmontables y realizadas en acero inoxidable.

- El importe total para el suministro e instalación de dichos equipos asciende a 264.294€

g) Instalación de gas natural

- La instalación de gas natural comprende
 - ✓ Acometida con la red de gas natural de la compañía distribuidora
 - ✓ Tramos de tubería de polietileno enterrados
 - ✓ Tramos de tubería aérea de acero
 - ✓ Estación de regulación y medida (ERM)
 - ✓ Acometida con las calderas de gas natural
- Todo esto asciende a 76.896 €.

h) Red de Distribución

- La red de distribución forma parte del proyecto de urbanización y tiene un coste previsto de 442.284 € (incluidos ya en este caso gastos generales y beneficio industrial)

Tabla 16.- Inversión necesaria orientativa calendario de inversiones

Equipos Principales	
2 Calderas de Gas Natural 2600 kW	284.088
2 Calderas de Biomasa 1500 kW	763.546
Bombeo	87.399
Hidráulica	
Valvulería y accesorios	122.732
Hidráulica Central y Aislamiento	133.133
Ayudas albañilería	5.340
Sistema de control	
Sistema de Control	231.487
Obra Civil Central	
Obra Civil Central de DH	420.168
Instalación eléctrica	
Instalación de BT	171.548
Instalación de AT	103.344

Subestaciones de intercambio térmico	
Subestaciones de intercambio térmico	264.294
Gas Natural	
Instalación de GN	76.896

PEM	2.663.976
-----	-----------

Gastos Generales	346.317
Beneficio Industrial	159.839

Total	3.170.131
-------	-----------

En función del escenario estudiado, las inversiones anteriores estarán repartidas a lo largo de un horizonte temporal de los años (2016-2024). En las siguientes tablas, se muestran los calendarios de inversiones en función del escenario estudiado.

Tabla 17.- Calendario de inversiones

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Escenario previsto	1.923.445	454.310	454.310	169.033	169.033	0	0	0	
Escenario conservador	1.923.445	454.310		454.310		169.033		169.033	
Escenario pesimista	1.923.445	454.310			454.310	169.033			169.033

5.2. Ingresos previstos

En base a las estimaciones de demanda realizadas para cada uno de los escenarios analizados y para cada uno de los años los ingresos se han calculado teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Venta de Energía Térmica €/kWh	0,0837
- Término fijo €/m2/año	1,18
- tasa inflación	2,50%

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Escenario previsto	0	119.658	234.679	452.472	815.081	1.043.973	1.119.449
Escenario conservador	0	70.859	100.226	256.208	382.122	574.279	767.878
Escenario pesimista	0	70.859	100.226	173.698	344.139	421.247	547.134

	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Escenario previsto	1.240.078	1.258.679	1.277.559	1.296.723	1.331.648	1.351.622
Escenario conservador	1.046.697	1.143.840	1.292.579	1.311.968	1.331.648	1.351.622
Escenario pesimista	715.764	999.524	1.064.735	1.139.548	1.259.345	1.351.622

5.3. Costes

En base a los consumos energéticos estimados para cubrir la demanda estimada y una previsión de gastos de mantenimiento, se han calculado los costes teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- consumo gas/precio (kWhpci)	0,0376
- consumo biomasa/precio (kWhpci)	0,0135
- consumo electricidad/precio (kWhc)	0,120
- tasa inflación	2,50%
- tasa incremento precio gas	1,50%
- tasa incremento biomasa	1,50%
- tasa incremento electricidad	1,50%

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Escenario previsto	0	87.391	145.753	228.865	372.112	464.077	497.309
Escenario conservador	0	76.431	84.540	152.914	183.675	264.619	326.640
Escenario pesimista	0	76.431	84.540	102.592	175.143	228.318	260.816

	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Escenario previsto	547.638	557.607	567.770	578.129	596.801	607.689
Escenario conservador	468.544	510.686	575.594	586.071	596.752	607.640
Escenario pesimista	310.806	450.917	479.496	512.383	566.121	607.689

5.4. Resultados económicos en los escenarios planteados

En base a los datos anteriores, y aún sin contar aún ni con el modelo de gestión que finalmente se utilizará ni con la forma en la que el negocio asumirá las inversiones realizadas ya por la parte pública, parece claro en cualquier caso que el negocio es viable aun asumiendo todas las inversiones, con un TIR a 20 años en el escenario optimista que puede aproximarse al 10% y un plazo de retorno de las inversiones próximo a los 10 años.

En los otros escenarios estos indicadores se comportarían peor, pudiendo reducirse hasta un TIR entorno al 7% y un plazo de retorno de las inversiones que podría aumentar hasta los 14 años.

6. Tercera parte. Memoria explicativa de redes de distribución de energía

Se plantea una red de tuberías preaisladas que permitan llevar la energía generada y recuperada en la Central de DH a los diferentes usuarios del sistema de manera que se minimicen las pérdidas energéticas.

En esta parte, se detallará el diseño preliminar de la red de DH que ha sido prevista para el futuro barrio.

6.1. Potencias térmicas previstas

En base a los edificios previstos para el ámbito urbanístico según la tabla detallada en el apartado 4.1, las potencias térmicas con las que se ha diseñado la red son las siguientes:

Tabla 18.- Potencias de diseño de la red de DH

	Parcela	Tipo	Viviendas Superficie (m ²)	Terciario Superficie (m ²)	Equipamiento Superficie (m ²)	Potencia prevista (kW)
Fase 1A	300.3	VTRE	8.260			661
		VL	6.860	1.280		651
	300.5	reposición	2.475			198
		VTRE	3.040	552		287
	300.6	VPO	13.970	1.070		1.203
300.7	reposición	5.250			420	
Fase 1B	Actual	consolidadas	12.366			989

	Actual	consolidadas	4.345			348
	Sustitución	VL	2.280			182
	300.1	VPO	9.900	728		850
	300.2	VPO	12.450	994		1.076
Fase 1C	Actual	consolidado	0		1.500	150
	300.4	VL	18.160	1.162	554	1.601
Fase 2	300.8	VPO	7.740	776		681
	300.9	VPO	7.825	808		691
	300.10	VTRE	2.430			194
		VL	2.922	810		299
	300.11	VTRE	5.352	820		494
	300.12	VL	4.860			389
Edificios de incorporación más tardía	Club de Remo		1.311			131
	Colegio		1.000			100
	Convento		2.688			215,04
	Equipamiento deportivo		2.500			485
	Equipamiento comunitario		4.565			365,2

6.2. Descripción de la red de DH

Se ha previsto una red de distribución de calor tipo ramificada con un salto térmico de 30°C que permita reducir los caudales de distribución al mínimo.

La red de DH tiene una disposición que, partiendo de la Central Térmica, recorre el ámbito hacia el oeste y hacia el este. Consta de dos ramales principales que se distribuyen en el terreno en función de la zona a la que darán servicio y, específicamente, de la fase, anterior o posterior, en el que se urbanizará y edificará cada zona dentro del ámbito.

En el apartado de ANEXOS 7.2 se detallan los planos correspondientes al esquema de principio de funcionamiento de la Central Térmica IC-03, el plano de la red de DH IC-06 y el plano de ejemplo implantación de la Central térmica IC-08.

La temperatura de impulsión será 90°C y la de retorno será 60°C.

Como parámetros básicos de diseño de la red se establecen los siguientes:

- ✓ Pérdida de carga máxima admisible: 20 mm.c.a/metro conservador
- ✓ Velocidad máxima admisible: 2 metros/segundo

6.3. Otros elementos de la red de calor

6.3.1. Zanjas

Las zanjas donde irán las tuberías serán realizadas se recoge en el detalla del ANEXO 7.3 (IC-09). Para ello será necesario tener en cuenta las especificaciones dimensionales y materiales detallados.

6.3.2. Tritubo de comunicaciones

Paralelamente a las tuberías, se instalarán unas canalizaciones para albergar las conducciones del sistema de regulación y control. Estas canalizaciones o tritubos estarán formadas por tres conductos de polietileno de alta densidad, con un diámetro de 40 mm.

El tritubo de comunicación se instalará dentro de la zanja, por encima de las tuberías e inmerso en la misma capa de arena compactada en la que están los tubos, por debajo de la capa de zahorra superior.

Tendrá las siguientes características:

- ✓ Dimensiones: DN40 mm x 3.
- ✓ Material: Polietileno de Alta Densidad.
- ✓ Producto normalizado UNE.

Se instalará el tritubo de forma que se facilite la instalación posterior de los cables. Esto implica maximizar los radios de curvatura, realizar una correcta conexión en las arquetas, etc.

6.3.3. Válvulas de venteo

Se situarán válvulas de venteo en aquellos lugares donde, previsiblemente, se pueda acumular aire. La finalidad de las válvulas de venteo será la de desairar la red evitando que se produzca la acumulación de aire, con los problemas que esto conlleva.

Ocasionalmente pueden utilizarse para el vaciado de la red.

Si existiesen puntos altos en la red, como resultado de imprevistos de obra o desviaciones de la misma, también será necesaria la instalación de venteos o desaires en ese punto, según el desarrollo de la obra.

En el plano de la red de DH que se adjunta quedan representadas las ubicaciones propuestas para las válvulas.

7. Anexos

7.1. Cálculos

7.1.1. Criterios de cálculo de la demanda energética

A efectos de cálculo energético se han dividido los edificios en los siguientes grupos:

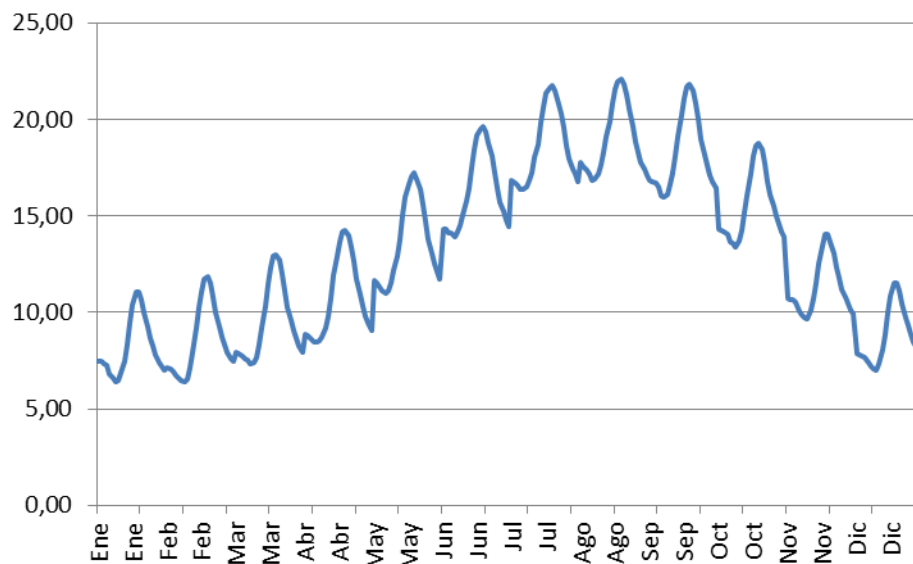
- ✓ Viviendas en bloque
- ✓ Equipamiento deportivo
- ✓ Edificación terciaria
- ✓ Equipamiento dotacional

Para el cálculo de la demanda energética requerida por los distintos edificios conectados a la red se ha recurrido a las siguientes hipótesis:

- De forma general, se ha partido de la experiencia obtenida por Efirenova en proyectos anteriores similares para determinar la demanda energética anual requerida por cada tipo de edificación estudiada.
- A la hora de calcular la demanda energética para calefacción se ha utilizado en los cálculos la temperatura seca exterior en San Sebastián para un año climático tipo.



Tabla 19.- Evolución de las temperaturas horarias medias mensuales en San Sebastián



- Para los edificios que tengan demanda de agua caliente sanitaria (a partir de ahora ACS) dicha demanda se reparte en función de la temperatura del agua de red y el perfil de consumo de ACS establecido en los documentos reconocidos sobre certificación de eficiencia energética elaborados por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.



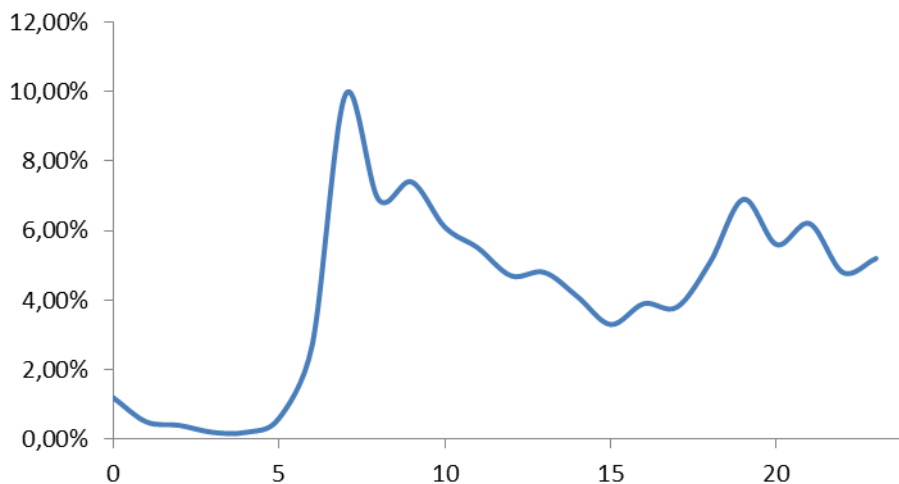
Tabla 20.- Temperatura media del agua de red en San Sebastián⁶

Mes	Temperatura media del agua °C
Enero	8
Febrero	9
Marzo	11
Abril	13
Mayo	14
Junio	15
Julio	16
Agosto	15
Septiembre	14
Octubre	13
Noviembre	11
Diciembre	8

Tabla 21.- Perfil de consumo diario de ACS

⁶ Fuente: "Censolar"

Perfil ACS



- En función de todas las hipótesis anteriores, se ha elaborado una simulación energética horaria para cada tipo de edificio a lo largo de un año climático tipo.
- Para aquellos edificios de los que no se disponga de información previa de proyectos anteriores, la demanda ha sido obtenida gracias a una simulación realizada mediante un programa informático. Los datos de entrada a dicho programa son los que exige el CTE (Código Técnico de la Edificación) para la zona climática a la que pertenece San Sebastián.

A continuación se ofrecen los resultados globales estimados obtenidos para cada tipo de edificio que han servido de base para estimar la demanda energética según los distintos escenarios (ver apartado siguiente).

- Proyecto de referencia: “Estudio de viabilidad técnico-económico viviendas Urbanización Antiguo Golf Getxo”.
- Resultados obtenidos:
 - ✓ La demanda anual de energía térmica media para calefacción es igual a 56,39kWh/m²·año.
 - ✓ La demanda anual de energía térmica media para ACS es igual a 30,86kWh/m²·año

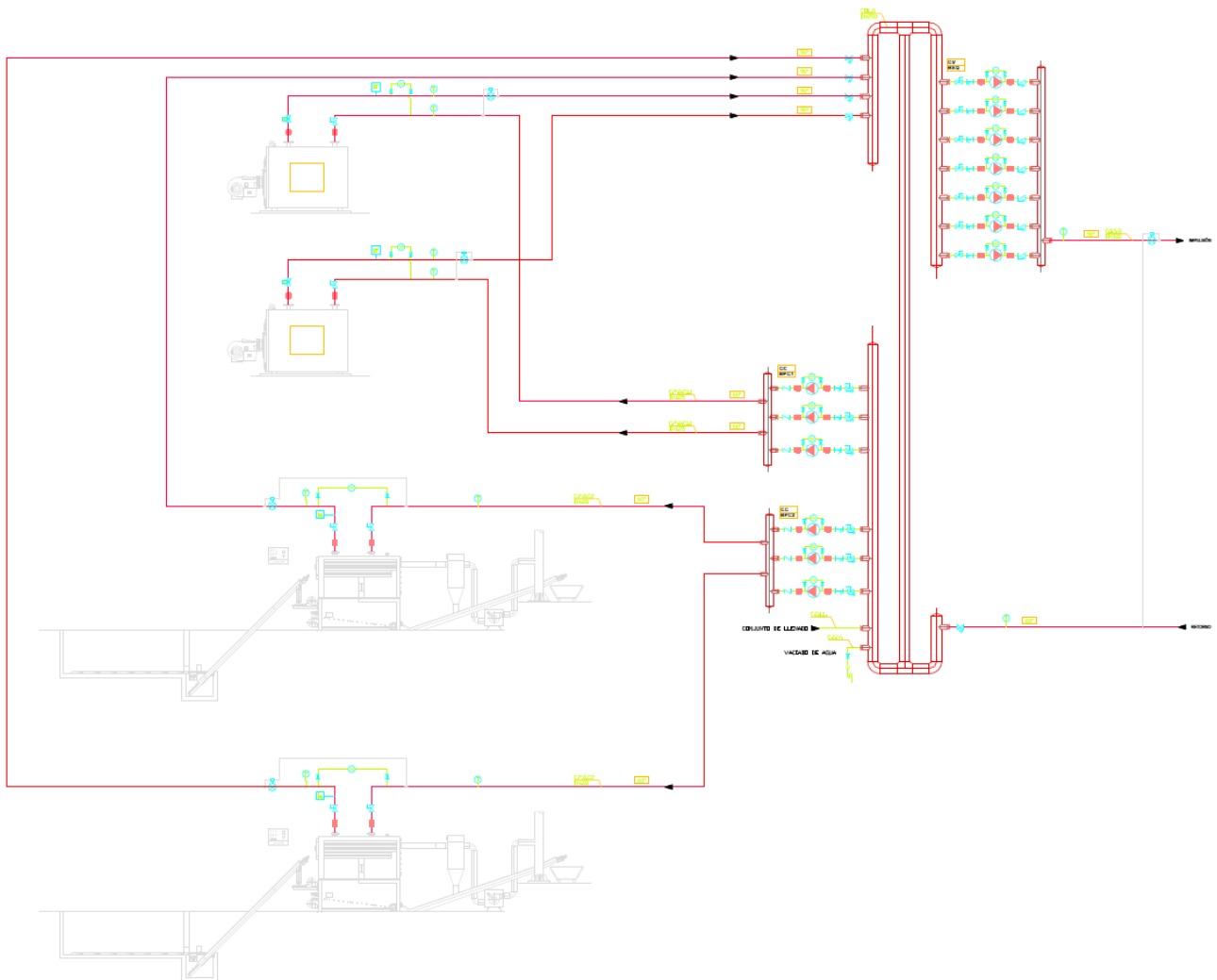


- Proyectos de referencia: “Estudio de viabilidad técnico-económico Equipamiento deportivo “JAJE” Talavera de la Reina (Toledo)”, “Auditoría energética Equipamiento deportivo El Torreón Pozuelo de Alarcón (Madrid). Demanda energética corregida en función de la temperatura exterior para la localización de San Sebastián.
- Resultados obtenidos:
 - ✓ Demanda de energía anual: 993.450 kWh/año.
- Proyectos de referencia: Gestión energética realizada por Efirenova en Centros Comercial y Locales Comerciales: “Gestión energética CC Parquesur, Gestión energética CC Los Arcos, Gestión energética CC La Vaguada, auditoría energética CC Los Fresnos, etc.” Demanda energética adaptada para locales de pequeño tamaño y baja afluencia y corregida en función de la temperatura exterior para la localización de San Sebastián.
- Resultados obtenidos:
 - ✓ La demanda de energía térmica media anual para calefacción es igual a: 46,9kWh/m²·año



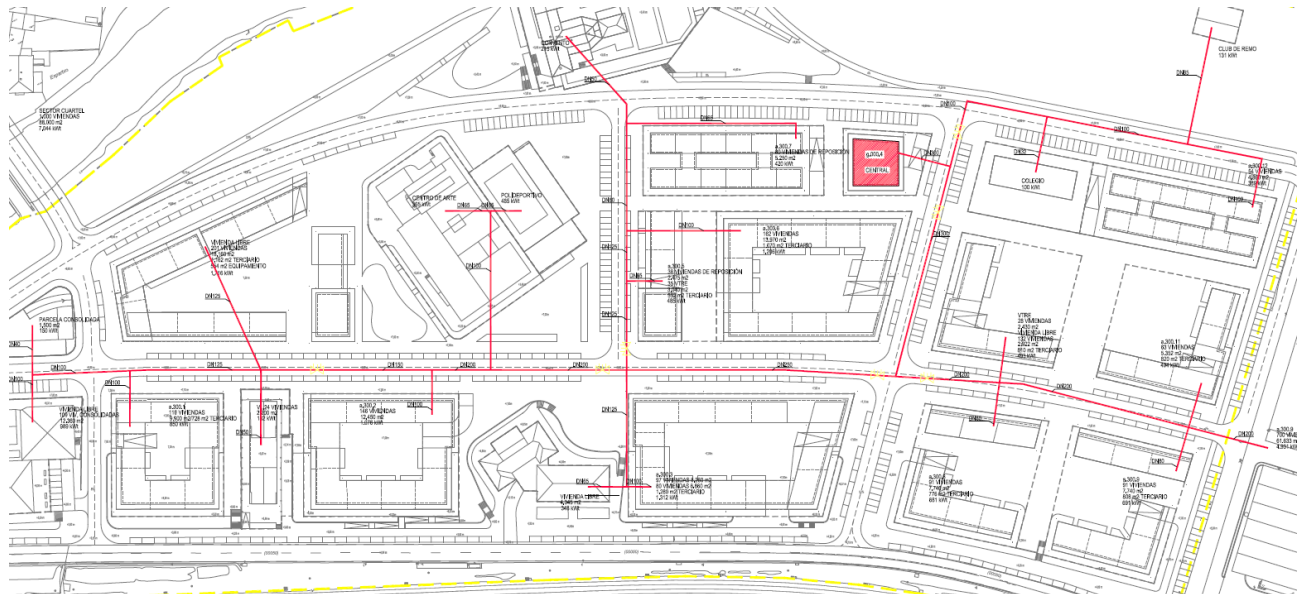
7.2. Planos

7.2.1. IC-03 Esquema de principio



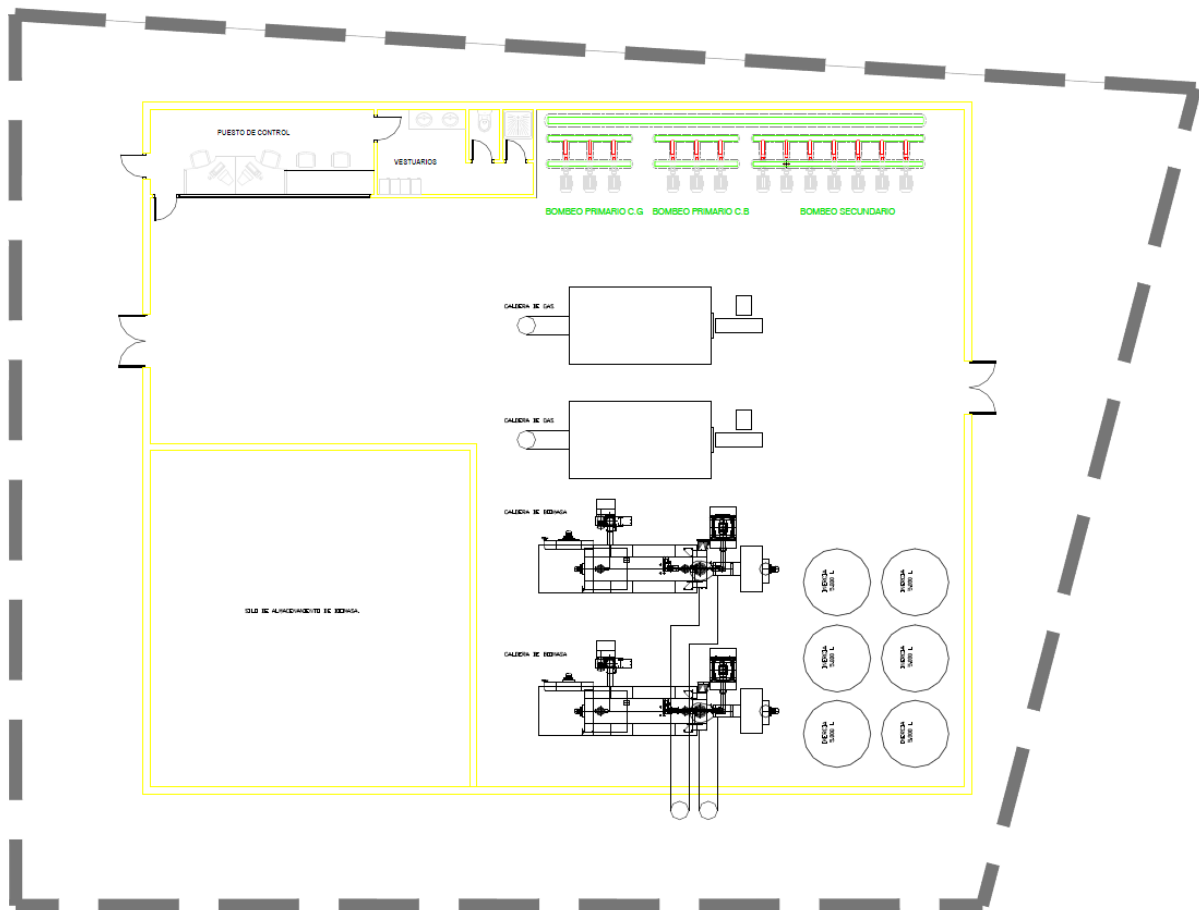


7.2.2. IC-06 Trazado de tuberías





7.2.3. IC-08 Ejemplo implantación de Central Térmica



Red de Distribución

Las tuberías de distribución energética forman parte esencial del sistema. Será necesario que las tuberías a instalar tengan unas características mínimas para que la sostenibilidad energética y económica del proyecto no se vean comprometidas.

Las tuberías deberán ser del tipo preaislado y ser de un fabricante reconocido

Estarán compuestas por tubería portadora de acero, aislamiento de espuma rígida de poliuretano (PUR) inyectado en continuo, barrera de difusión y cubierta exterior de poliuretano de alta densidad (PEAD). Podrá soportar condiciones de trabajo continuas a 140°C y PN 25 durante 30 años.

Serán de una marca reconocida y de prestigio.

El trazado será diseñado de forma que se garanticen las bajas pérdidas energéticas y de carga. A modo ilustrativo, se podrá tomar como referencia el trazado definido en el presente estudio. Se deberán respetar los diámetros definidos de forma que se garantice, en todo momento, no superar la pérdida de carga máxima admisible y la velocidad del fluido a su paso.

7.2.4. Especificaciones de las tuberías y accesorios preaislados

Las tuberías preaisladas en fábrica estarán compuestas por la tubería portadora de acero, el aislamiento de espuma de poliuretano inyectado en continuo y una cubierta exterior de polietileno de alta densidad.

Debe tener una resistencia a esfuerzos cortantes entre la tubería de acero y la cubierta exterior de 0,12 N/mm como mínimo en dirección axial y de 0,2 N/mm en dirección tangencial.

Todos los componentes del sistema de tubería deben cumplir, como mínimo, los requisitos técnicos de las siguientes normas:

- ✓ EN 253: Sistemas de tuberías preaisladas para redes de agua caliente/fría enterradas
- ✓ EN 448: Accesorios preaislados para redes de agua caliente/fría enterradas.

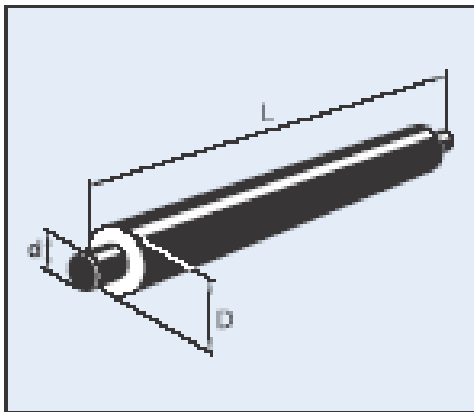
- ✓ EN 488: Válvulas de acero preaisladas para redes de agua caliente/fría enterradas.
- ✓ EN 489: Ensamblaje de juntas para tuberías de calefacción/refrigeración urbana preaisladas.

Tanto las tuberías como accesorios preaislados se suministrarán con extremos de 200 mm libres de aislamiento para realizar la soldadura.

- Tubería de acero

Las dimensiones de las tuberías serán conformes a ISO/DIN 2458. Las tuberías se suministrarán como tuberías electro soldadas, de acero, calidad St. 37.0BW según DIN 1626 o norma equivalente. El acero deberá garantizar una tensión en el límite elástico mínimo de 235 N/mm². La soldadura de las tuberías debe ser conforme a los requisitos de DIN 1626 y su calidad será certificada conforme a DIN 50049/3.1 B.

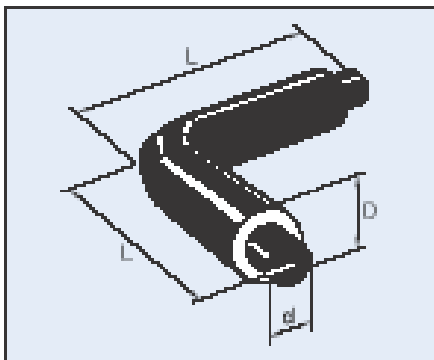
Tubería preaislada:



- Dimensiones, pesos y tolerancias
 - ✓ Las tuberías se suministrarán en largos de 6,00 m. o 12,00 m. La tolerancia de las longitudes es de -0/+15 mm .
 - ✓ Los extremos de las tuberías deberán ser biselados, tal como se describe en la norma DIN 1626, párrafo 4.10.5, sobre preparación para soldadura (ISO6761/DIN 2559/22).

- ✓ El peso y las desviaciones permisibles deben ajustarse a la DIN 1626, párrafo 4.10.2.2, que prevalecerá sobre el párrafo 4.10.6
- Codos/cambios de dirección.
 - ✓ Los codos, tes y demás accesorios de las tuberías se suministrarán como componentes preaislados en fábrica, o para aislar en obra de la misma marca y con todos los componentes suministrados por el fabricante de la tubería preaislada, cuya calidad (después de su instalación) deberá ser la misma que la de las tuberías según EN 448.
 - ✓ Los cambios de dirección se conseguirán utilizando tramos de tubería curvados y preaislados en fábrica según el ángulo de curva indicado.
 - ✓ Tanto las tuberías curvas (codos), como los accesorios se suministrarán acabadas en tramos rectos en los extremos. La longitud de tramo recto debe ser de al menos 500 mm.
 - ✓ Todos los codos deberán fabricarse partiendo de tubería soldada longitudinalmente.
 - ✓ La tolerancia máxima admitida en el suministro de los codos es de +/- 2,0 grados.

Codo preaislado:



- Aislamiento de espuma

El aislante de espuma de poliuretano deberá cumplir los requisitos de la EN 253 (revisión 2003), y deberá fabricarse con ciclo pentano como agente esponjante (No está permitido el freón).

El Proveedor deberá certificar que el ciclo de vida de la espuma es de 30 años, a una temperatura constante de 140 °C.

La espuma debe tener las siguientes propiedades:

- ✓ La consistencia de las celdas cerradas debe ser de un mínimo del 88% según ISO 4590
- ✓ Densidad del núcleo: mínimo 60 kg/m^3 , según ISO 845.
- ✓ Resistencia a la compresión: 0.3 N/mm^2 , según ISO 844.
- ✓ Absorción de agua: inferior al 10% (vol), según EN 253.
- ✓ La conductividad térmica es, como máximo, $0,024 \text{ W/mK}$ a 50°C para envolventes entre 90 y 315mm y para el resto inferior o igual a $0,0275 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ con la densidad de núcleo mínima requerida de 60 kg/m^3 (antes del envejecimiento).
- ✓ En la siguiente tabla se describen las características de las tuberías y espesores de aislamiento así como los coeficientes de transmisión máximos, en función de los diámetros de la tubería, que cumplirán las mismas en este proyecto.

Tabla 22.- Coeficientes máximos de transmisión en tubería preaislada

COEFICIENTES MÁXIMOS DE TRANSMISIÓN EN TUBERÍA PREAISLADA			
Diámetro Tubería acero	Diámetro de aislamiento cubierta HDPE	con y Espesor de la cubierta HDPE	Transmisión Coeficientes
d (mm)	D (mm)	e (mm)	U (W/m °K)
60,3	125	2,5	0,219
76,1	140	3,0	0,261
88,9	160	3,0	0,269
108,0	180	3,0	0,306
114,3	200	3,2	0,282
139,7	225	3,5	0,328
168,3	250	3,9	0,391
219,1	315	4,9	0,425
273,0	400	6,3	0,408
323,9	450	7,0	0,469
355,6	500	7,8	0,456
406,4	560	8,8	0,484
457,0	630	9,8	0,485
508,0	710	11,1	0,469
610,0	800	12,5	0,572

711,0	900	14,1	0,563
813,0	1000	15,6	0,739

- Cubierta exterior

El espesor de la cubierta debe ser conforme a la tabla anterior. Además, ésta cubierta exterior debe cumplir los requisitos técnicos de la EN 253 más reciente, y estará fabricada en polietileno de alta densidad (HDPE) con las siguientes características:

- ✓ Densidad > 940 kg/m³ ISO 1183
- ✓ Elongación > 350% / tracción ISO 527 de ruptura
- ✓ Tensión al > 19 N/mm² ISO 527 limite elástico
- ✓ Índice de fusión 0,4-0,8 g/min ISO 1133
- ✓ Tiempo de inducción > 20 min. a 200° ISO 10837
- ✓ de estabilidad térmica

- Juntas de unión

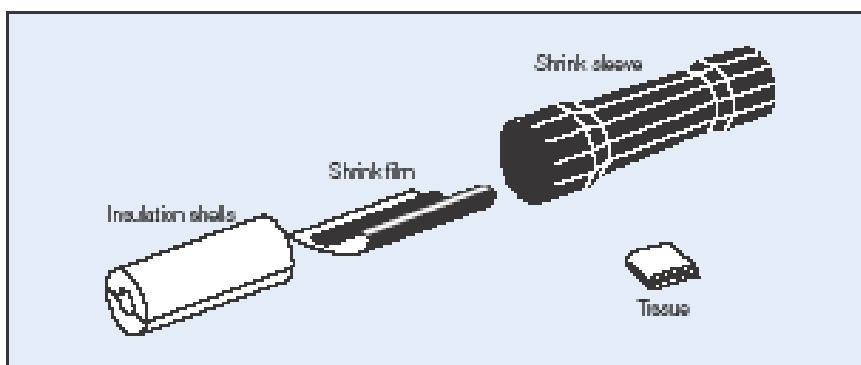
Los materiales deberán cumplir los requisitos de la EN 489: "Sistema de tuberías soldadas para redes de agua caliente enterradas. Instalación de juntas para tuberías de acero, aislamiento térmico de poliuretano y cubierta exterior de polietileno de alta densidad".

Cada junta de unión estará constituida por un kit compuesto de:

- ✓ Dos semicilindros aislantes prefabricados, de poliuretano rígido de idénticas características y mismo coeficiente de transmisión U que el aislamiento de las tuberías.
- ✓ Una envoltura impermeabilizante termoretráctil para recubrimiento y protección del aislamiento.
- ✓ Envoltura exterior de polietileno reticulado termoretráctil de construcción robusta y rigidez mecánica adecuada, provista de sellado independiente en

cada extremo para garantizar la estanqueidad de las uniones, incluso en terrenos con presencia de agua en el subsuelo.

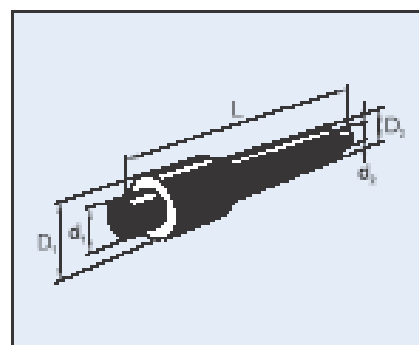
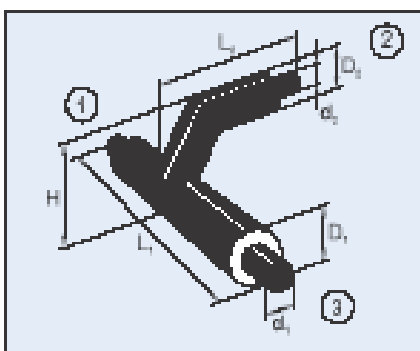
Junta de unión:



- Accesorios

Todos los componentes deberán ser suministrados de fábrica con idéntico aislamiento que las tuberías, listos para instalar y que cumplan la norma EN 448.

Te y reducción preaislada:



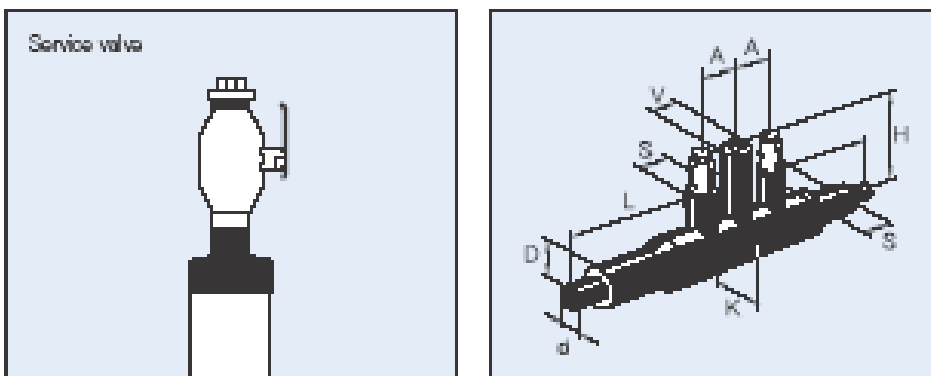
- Válvulas de intercepción y acometida

Todas las válvulas serán de acero, tipo esfera, con bola y mineral de acero inoxidable provistas de dos válvulas auxiliares para venteo, tipo bola construidas totalmente en acero inoxidable. Estarán diseñadas para soportar una tensión axial de 150 N/mm². Deberán

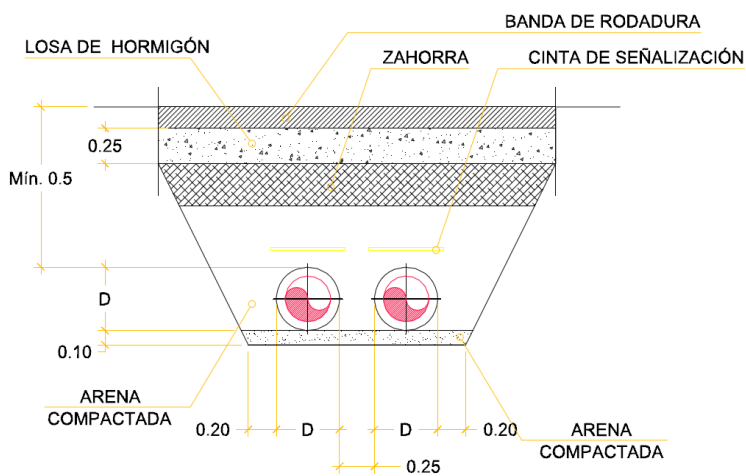


ser componentes prefabricados con aislante incorporado listas para instalar, y cumplir la norma EN 448.

Válvula de interceptación con dos válvulas de servicio:



7.3. IC-09 Detalle de las zanjas



SECCION TIPO
COTAS EN cm.



DONOSTIAKO
SUSTAPENA
FOMENTO DE
SAN SEBASTIÁN



donostiasustapena
fomento**sansebastián**

DESARROLLO ECONÓMICO DE SAN SEBASTIÁN
DONOSTIAKO GARAPEN EKONOMIKOA
SAN SEBASTIÁN ECONOMIC DEVELOPMENT

Rotonda de Morlans, 1 - 2 planta. 20.009 Donostia-San Sebastián • T. 943 48 28 00 • F. 943 44 47 94 • fomentoss@donostia.org

www.fomentosansebastian.org

Fomento de San Sebastián, S.A.. - Inscrita en el Registro Mercantil de Guipúzcoa, Tomo 18, Folio 39 vuelto, Hoja 431. CIF. A-20.001.681