



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Mecánica

Diseño de un sistema de calefacción central y agua caliente sanitaria a liceo San Felipe de Arauco.

Seminario de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de Ingeniero de Ejecución en Mecánica.

Profesor Guía: Sr. Luis Cerda Miskulini.

Patrocinante: Sr. Pedro Arias Alvarez.

Alexis Ricardo Espinoza Cruz.

2013

RESUMEN

Este Seminario de Título tuvo como objetivo diseñar y seleccionar un sistema de calefacción central y agua caliente sanitaria para el nuevo edificio del Liceo San Felipe de Arauco. Se realizó una comparación entre una caldera de condensación y una caldera convencional en base a costo de inversión y operación.

Para poder llevar a cabo lo mencionado anteriormente se debió conocer los materiales que conforman la estructura del edificio, las condiciones ambientales para poder realizar todos los cálculos de transferencia de calor para el periodo de invierno además de las pérdidas por aire infiltrado y los suplementos correspondientes, para determinar la capacidad de equipos.

Posteriormente, una vez realizado lo anterior se llevó a cabo la selección de los componentes necesarios para este sistema, como calderas, bombas, estanques de expansión y acumuladores. Las calderas de condensación pertenecen a la línea PRESTIGE y en cuanto a la caldera convencional es del modelo SIME RS

Para tener un índice cuantitativo, se efectuó un cálculo de los costos de ambos calderas, ya sea costos de inversión y operación. La inversión inicial para una central térmica con caldera de condensación es de \$22.557.510 y para una central térmica con calderas convencional es de \$24.831.592 lo cual indica ya que la inversión inicial de una central térmica con calderas de condensación es más rentable. El otro punto tomado en cuenta fueron los costos operacionales, en las calderas convencionales el valor es de \$6.582.936 y para las calderas de condensación el valor actual es de \$5.313.855, ambos sistemas operan mediante gas licuado, por lo que resulta más barato el costo de operación en una caldera de condensación.

Finalmente se seleccionaron 2 calderas de condensación modelo PRESTIGE.

CONTENIDOS

CONTENIDO	PAGINAS
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN.	1
1.1 Generalidades.	1
1.2 Origen del tema.	2
1.3 Objetivos.	3
1.3.1 Objetivos del trabajo.	3
1.3.2 Objetivos específicos.	3
CAPÍTULO II	
DESCRIPCIÓN DEL RECINTO.	4
2.1 Antecedentes del recinto.	4
2.2 Características del recinto.	6
2.2.1 Primer nivel.	6
2.2.2 Segundo nivel.	8
2.3 Características constructivas.	10
2.3.1 Características de las paredes.	10
2.3.2 Características de las ventanas.	11
2.3.3 Características de las puertas.	14
2.3.4 Características del piso y cielo.	14
CAPÍTULO III	
CÁLCULO DE CARGA DE CALEFACCIÓN, CAPACIDAD DE EQUIPOS.	17
3.1 Calculo de las necesidades de calefacción.	17
3.1.1 Pérdidas de calor por transmisión a través de muros y ventanas.	17
3.1.2 Pérdidas de calor a través del cielo del segundo piso.	18

3.1.3 Pérdidas de calor por infiltraciones de aire.	18
3.2 Evaluación de la carga térmica.	18
3.2.1 Resistencia a la convección interior.	19
3.2.2 Resistencia a la convección exterior.	19
3.2.3 Resistencia térmica de las paredes.	19
3.2.4 Resistencia térmica de las ventanas.	21
3.2.5 Resistencia térmica de las puertas.	22
3.2.6 Resistencia térmica de los pisos.	23
3.2.7 Resistencia térmica del cielo segundo nivel.	25
3.3 Aire frío infiltrado.	26
3.4 Cálculos carga de calefacción.	26
3.5 Capacidad de los equipos de calefacción.	29
3.5.1 Suplementos.	29
3.6 Cálculo de la capacidad de los equipos de calefacción.	30
3.7 Cálculos carga de calefacción de radiadores OCEAN.	34
3.8 Cálculos de los equipos calefactores.	35
3.8.1 Temperatura Promedio, agua caliente en los radiadores.	35
3.8.2 Diferencia de temperatura real.	35
3.8.3 Factor de corrección.	35
3.8.4 Radiador modificado.	35
CAPÍTULO IV	
SELECCIÓN DE EQUIPOS.	36
4.1 Introducción.	36
4.2 Equipos radiadores de agua caliente.	36

4.2.1 Descripción Radiadores OCEAN.	36
CAPÍTULO V	
CÁLCULO Y SELECCIÓN DE CALDERAS, BOMBAS Y ESTANQUES.	39
5.1 Introducción.	39
5.2 Cálculo de potencia de las calderas.	39
5.2.1 Cálculo de agua caliente sanitaria.	39
5.2.2 Potencia térmica total de las calderas.	41
5.3 Caldera mural de condensación.	42
5.3.1 Descripción de las calderas de condensación.	42
5.4 Caldera convencional.	43
5.4.1 Descripción de las calderas convencional.	43
5.5 Cálculo de caudal y pérdidas de las bombas.	44
5.6 Descripción de las bombas de circulación.	47
5.7 Cálculo del estanque de expansión.	48
5.7.1 Cantidad de agua de la instalación.	48
5.8 Descripción de estanque de expansión.	49
5.9 Descripción de estanques acumuladores.	49
CAPÍTULO VI	
CÁLCULO COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN.	51
6.1 Costos de inversión.	51
6.2 Costos de operación.	53
6.2.1 Costos de consumo de combustible en una caldera de condensación.	53
6.2.2 Costos de consumo de combustible para una caldera convencional.	55

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES.	57
BIBLIOGRAFÍA.	59
ANEXO A (Norma Chilena).	60
ANEXO B (Hojas de Calefacción).	76
ANEXO C (Descripciones y tablas).	117

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.

1.1 Generalidades.

Hoy en día el mundo sufre distintos cambios climáticos que hacen más difícil la predicción de un determinado clima, por lo cual se busca diferentes opciones para atenuar éstos. En la búsqueda de un ambiente agradable y de confort, se ofrecen hoy en día una amplia variedad de sistemas y equipos para lograr estas comodidades. Todo esto busca mejorar las condiciones de acondicionamiento dentro de un determinado recinto.

El proyecto que se desarrollará a continuación busca dar las condiciones de confort necesarios para el nuevo edificio del Liceo San Felipe de Arauco, calefaccionando los distintos recintos de éste, como son, salas de clases, sala de reuniones, laboratorios y oficinas en general.

El sistema de calefacción a instalar se basará en una caldera de agua caliente, la cual alimentará radiadores convencionales, quienes aportarán calor a cada recinto en estudio. Se seleccionará el tipo de caldera de acuerdo con los requerimientos esperados, comparando costos y eficiencia para cada caso.

En primera instancia se recomienda que se utilicen calderas Prestige que reúne el requisito de alta calidad y eficiencia, pero que se verificará comparando con otro tipo de caldera.

1.2 Origen del tema.

El origen del proyecto de calefacción se centra en la obtención de un ambiente confortable de acuerdo con las necesidades de los alumnos, personal académico y no académico para el nuevo edificio del Liceo San Felipe de Arauco. Se debe mencionar que este edificio en construcción no cuenta con un sistema de calefacción, por lo cual se diseñara un sistema de calefacción central. Por estos motivos se busca disponer con un sistema de calefacción que cumpla con las exigencias esperadas y la tecnología adecuada, para otorgar un mejor ambiente térmico a los usuarios, tomando en cuenta las diferentes dependencias dentro del recinto.

Se desea además solventar las necesidades de agua caliente sanitaria para los respectivos baños y camarines del recinto.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivos del trabajo.

- Diseño y selección de un sistema de calefacción central y agua caliente sanitaria, utilizando calderas que sean los más eficientes posibles para el nuevo edificio del Liceo San Felipe de Arauco.

- Alternativas de calderas que alimentan radiadores por medio de agua caliente, en base a comparación de costos de inversión y operación.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Cálculo de las pérdidas de calor en invierno, de los recintos a calefaccionar.

- Seleccionar los componentes necesarios para el sistema de calefacción.

- Cálculos de costos de inversión y operación para el periodo de calefacción anual.

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DEL RECINTO.

2.1 Antecedentes del recinto

El edificio denominado Liceo San Felipe de Arauco, que se reconstruirá a la brevedad, se ubica en la comuna de Arauco, específicamente en la intersección de las calles Chacabuco – Cochrane, Región del Bio Bio y es concebido con características bioclimática, que le dan la propiedad de ser eficientemente energético.

El edificio estará construido en 2 niveles, de albañilería reforzada con estructura de hormigón en todos sus niveles, el aislamiento térmico en toda su envolvente es concebido con características bioclimática, que le dan la propiedad de ser eficientemente energético en todos los recintos.

- Orientación del edificio:

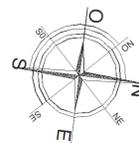
- Puntos cardinales:	Latitud sur:	37°14' 38''
,	Longitud oeste:	73°19' 4''.



Fig. 2.1 Ubicación edificio.



Fig. 2.2 Vista edificio post-terremoto, que se demolió



2.2 Características del recinto.

2.2.1 Primer nivel.

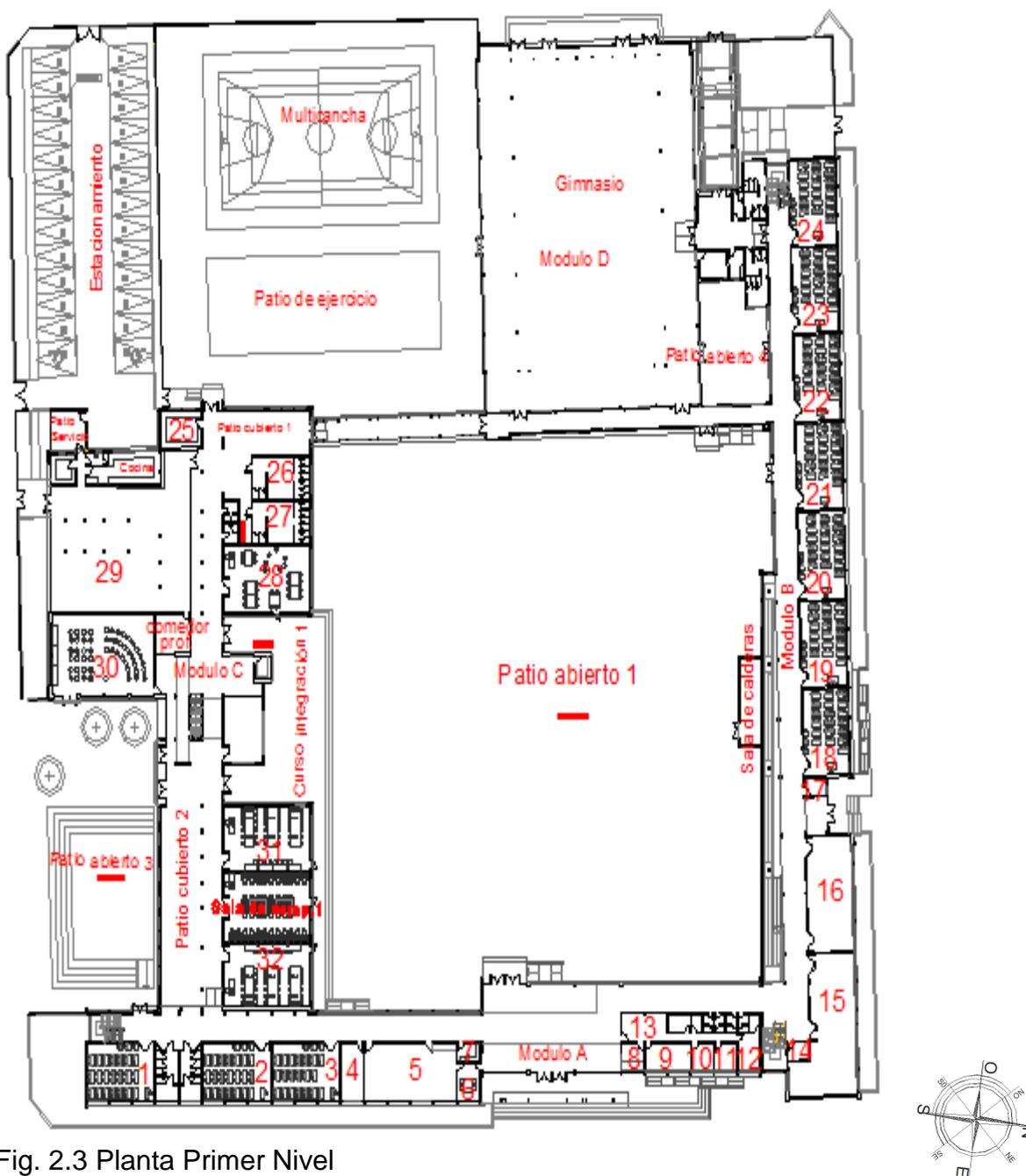


Fig. 2.3 Planta Primer Nivel

El primer nivel poseerá recintos a calefaccionar y otros no. De este nivel se calefaccionarán oficinas, aulas de clases, laboratorios, comedores, baños, salas de primeros auxilios, bodegas, biblioteca y algunos talleres, todos estos por requerimiento del usuario. Los recintos que se calefaccionarán se describen en la tabla 2.1:

Tabla 2.1 Superficies Primer Nivel

UBICACION	NOMBRE	SUPERFICIE (m ²)
1	Aula 1	51
2	Aula 2	51
3	Aula 3	51
4	Of. Unidad técnica p	16
5	Sala de profesores	68
6	Of. Atención apoderado	11
7	Portería	5
8	Of. Partes	8
9	Of. Equipos múltiples.	16,5
10	Of. Administrativo	8
11	Of. Inspector general	8
12	Of. Director	11
13	Secretaria	16
14	Of. Inspector de piso	5
15	Biblioteca	97
16	Laboratorio de idioma	68
17	Sala de primeros auxilios	5
18	Aula 4	51
19	Aula 5	51
20	Aula 6	51
21	Aula 7	51
22	Aula 8	51
23	Aula 9	51
24	Aula 10	51
25	Bodega	19
26	Baño alumnas	31
27	Baño alumnos	31
28	Taller de arte	74
29	Comedor de alumnos	200
30	Taller de música	127
31	Laboratorio 1	74
32	Laboratorio 2	74
	Sub. Total	1.482,5

2.2.2 Segundo Nivel.

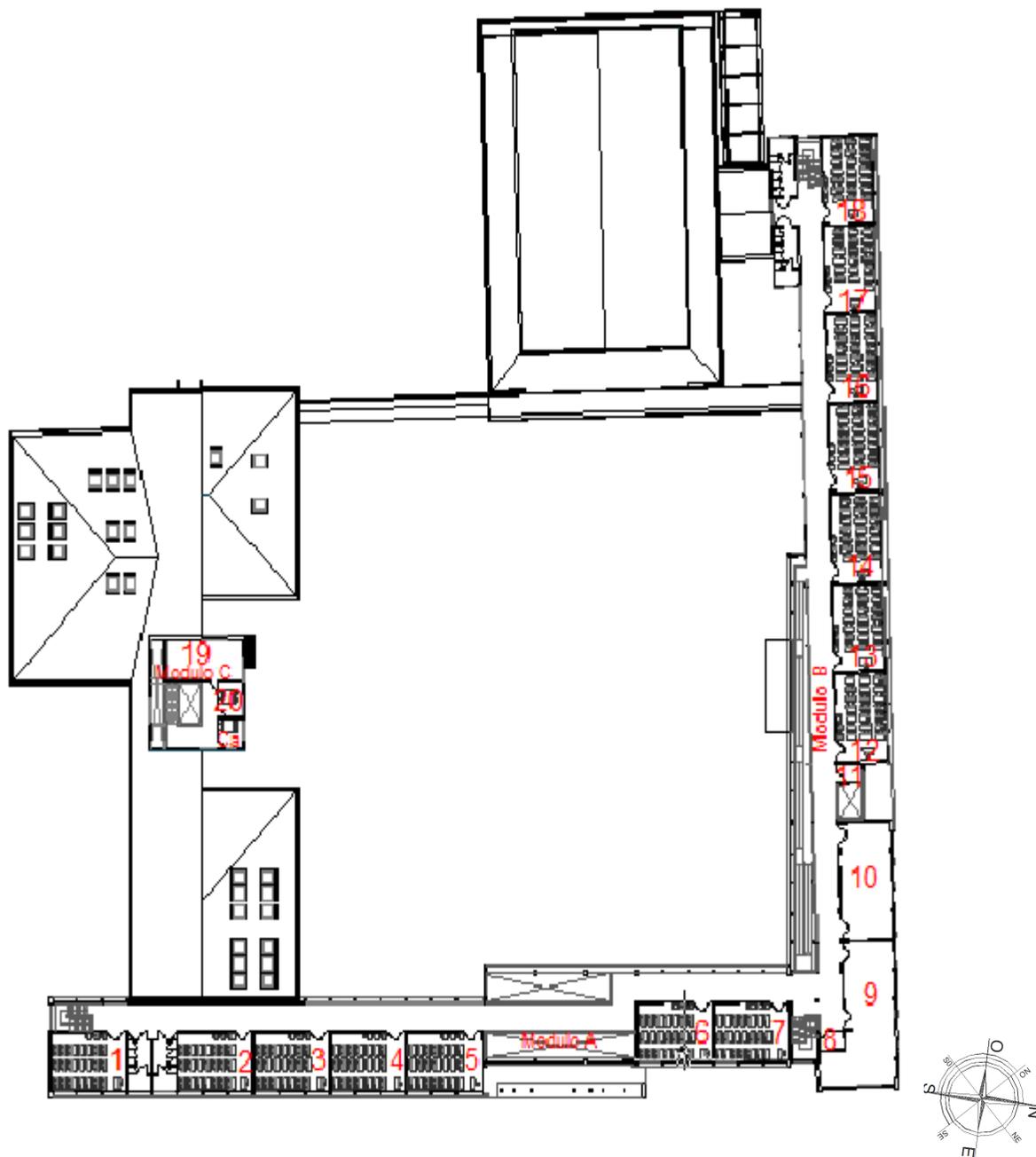


Fig. 2.4 Planta Segundo Nivel.

El segundo nivel constará con oficinas para diferentes áreas del colegio, salas de computación y clases, recursos académicos, oficinas de fotocopiado, centro general de padre apoderado, curso de integración, que se le instalará calefacción. El detalle de los recintos a calefaccionar se presenta en la tabla 2.2:

Tabla 2.2 Superficies Segundo Nivel.

UBICACIÓN	NOMBRE	SUPERFICIE (m ²)
1	Aula 11	51
2	Aula 12	51
3	Aula 13	51
4	Aula 14	51
5	Aula 15	51
6	Aula 16	51
7	Aula 17	51
8	Of. Inspector de piso	5
9	Centro de recursos académicos	97
10	Sala de computación	68
11	Of. Fotocopiado	5
12	Aula 18	51
13	Aula 19	51
14	Aula 20	51
15	Aula 21	51
16	Aula 22	51
17	Aula 23	51
18	Aula 24	51
19	Curso de integración	37
20	Centro general de apoderado	11
	Sub. Total	927

2.3 Características constructivas.

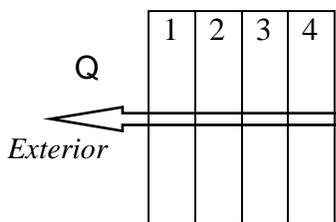
El edificio constará de 2 niveles, de albañilería reforzada con estructura de hormigón en todos sus niveles, lozas confinadas de hormigón de 15 cm, aislamiento de techumbre, vidriería termopanel, el aislamiento térmico en toda su envolvente.

Como las temperaturas de los recintos en invierno, son bajas y lejos de las condiciones de confort térmica, se ha proyectado instalar un sistema de calefacción centralizado con radiadores con agua caliente, que permitan obtener una temperatura de satisfacción térmica, para los usuarios.

2.3.1 Características de las paredes.

2.3.1.1 Pared exterior

La pared o muro exterior, además la losa, se compone de hormigón armado de e= 15 cm. Al ser de este material, ofrece condiciones de anticorrosión además de alta durabilidad.



N ^o	Material	Espesor (m)	conductividad térmica (W/m*K)
1	Estuco Mortero	0,015	0,84
2	Hormigón Armado	0,15	1,75
3	Poliestireno expandido	0,05	0,034
4	Yeso cartón	0,015	0,20

2.3.1.2 Pared Intersala

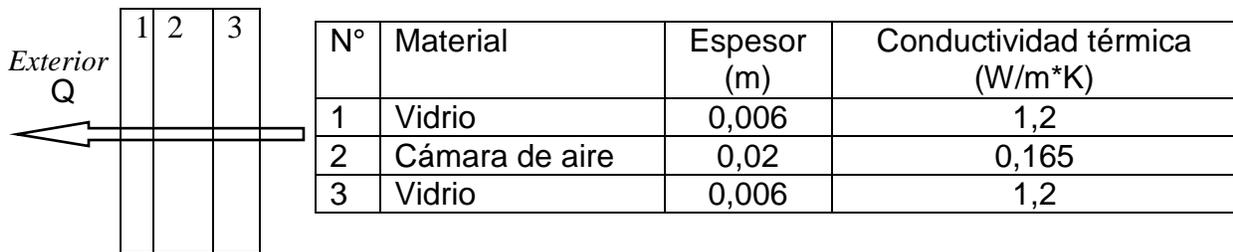
La Pared interior se compone de hormigón de espesor 15 cm.



2.3.2 Características de las ventanas.

2.3.2.1 Ventanas Exteriores

Las ventanas exteriores serán de tipo termopaneles, lo que lo transforma en aislante térmico y acústico.



Características Geométricas.

La geometría de las ventanas representadas, corresponden a todos los recintos en estudio, por igual, para los dos niveles del edificio.

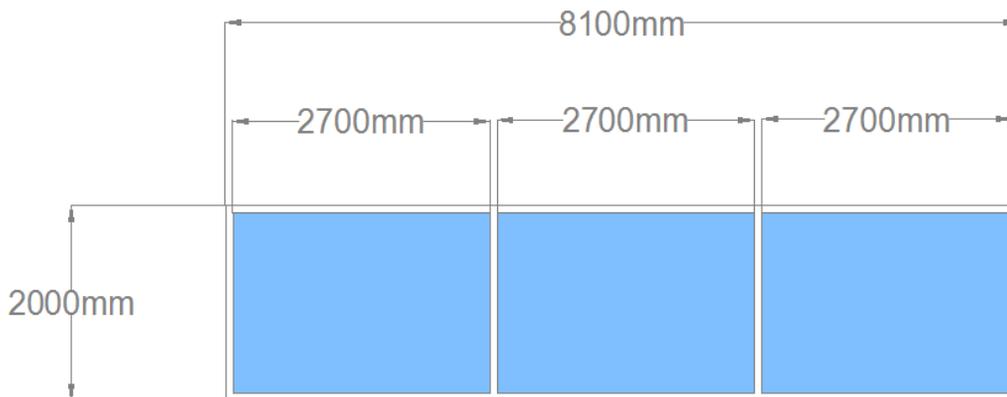
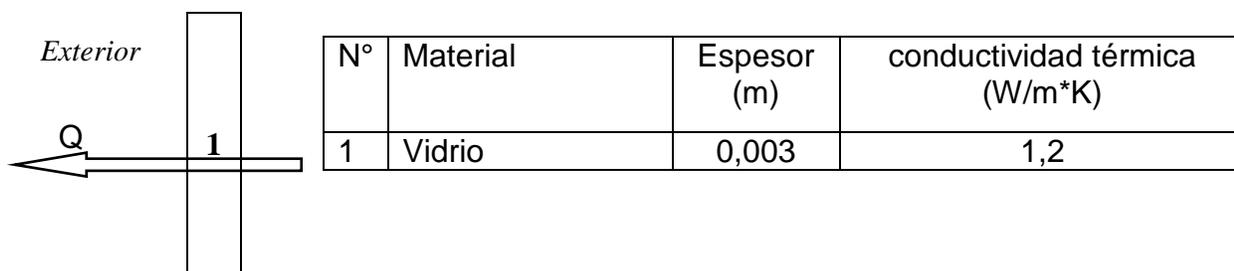


Fig. 2.5 Características geométricas de las ventanas exteriores

2.3.2.2 Ventanas Interiores

Las ventanas interiores de vidrio común con marco de aluminio, brindan un bajo costo de inversión, comodidad y a la vez al interactuar con el recinto interior no calefaccionado, no existe tanta pérdida de calor, al existir una moderada diferencia de temperatura.



Características Geométricas.

La geometría de las ventanas representadas, corresponden a todos los recintos en estudio, por igual, para el primer nivel del edificio.

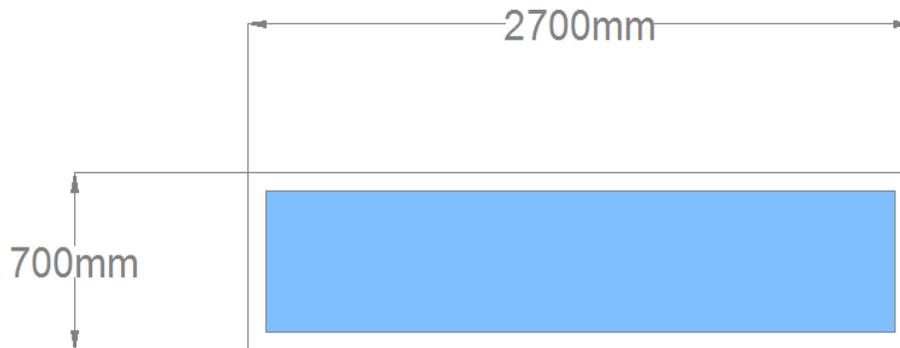


Fig. 2.6 Características geométricas de las ventanas interiores de primer nivel

La geometría de las ventanas representadas, corresponden a todos los recintos en estudio, por igual, para el segundo nivel del edificio.

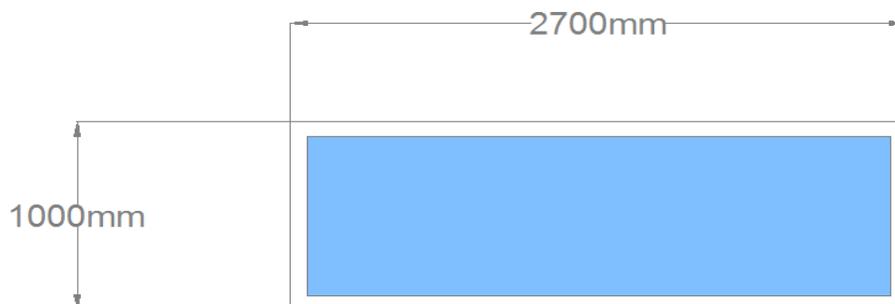
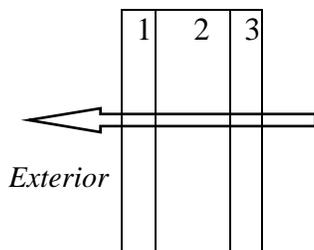


Fig. 2.7 Características geométricas de las ventanas interiores de segundo nivel

2.3.3 Características de las puertas.

Marcos de terciado, puertas tipo placarol de 90cm por 2m de altura.



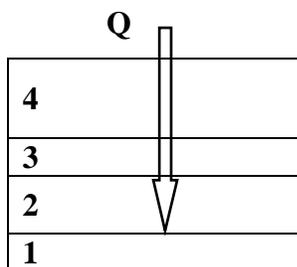
N°	Material	Espesor (m)	conductividad térmica (W/m*K)
1	Terciado	0,003	0,14
2	Cámara de aire	0,035	-
3	Terciado	0,003	0,14

2.3.4 Características del piso y cielo.

Ambos se componen de hormigón de espesor 10 cm. Cabe señalar que el piso se cubrirá con baldosa. El cielo del segundo nivel poseerá de aislación de lana de vidrio 10 cm de espesor.

A) Piso primer nivel:

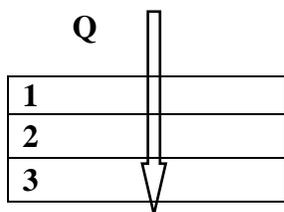
Para los efectos de cálculo de la pérdida de calor por el piso, se tomará la temperatura que corresponde a suelo a nivel del terreno que según la tabla 3 xxNCh1078.c73 entrega una temperatura de 10° C, para Arauco.



N°	Material	Espesor (m)	conductividad térmica (W/m*K)
1	Poliestireno expandido	0,05	0,034
2	Hormigón	0,10	1,75
3	Estuco	0,015	0,84
4	Baldosa	0,02	1,75

B) Piso segundo nivel:

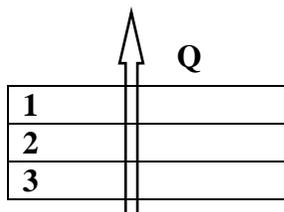
Para los efectos de cálculo de la pérdida de calor por el piso hacia recintos inferiores no calefaccionado, se tomará la temperatura que corresponde a un local no calefaccionado rodeados de otros calefaccionados que según la tabla 3 NCh1078.c73 entrega una temperatura de 13° C, para Arauco.



N°	Material	Espesor (m)	conductividad térmica (W/m*K)
1	Flexit	0,002	0,19
2	Hormigón	0,10	1,75
3	Yeso cartón	0,015	0,20

C) Cielo primer nivel:

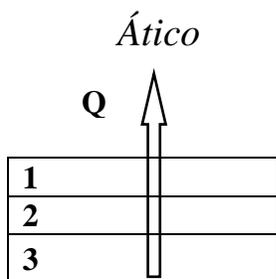
Para los efectos de cálculo de la pérdida de calor por el cielo hacia un recinto superior no calefaccionado, se tomará la temperatura que corresponde a un local no calefaccionado rodeados de otros calefaccionados que según la tabla 3 NCh1078.c73 entrega una temperatura de 13° C.



N°	Material	Espesor (m)	conductividad térmica (W/m*K)
1	Flexit	0,002	0,19
2	Hormigón	0,10	1,75
3	Yeso cartón	0,015	0,20

D) Cielo segundo nivel:

Para los efectos de cálculo de la pérdida de calor por el cielo, se tomará la temperatura que corresponde a un ático no calefaccionado, inmediatamente debajo del tejado provisto de aislación térmica que según la tabla 3 NCh1078.c73 entrega una temperatura de 14° C.



N°	Material	Espesor (m)	conductividad térmica (W/m*K)
1	Hormigón	0,10	1,75
2	Lana vidrio	0,10	0,041
3	Yeso cartón	0,015	0,20

CAPÍTULO 3: CÁLCULO DE CARGA DE CALEFACCIÓN, CAPACIDAD DE EQUIPOS.

3.1 Cálculo de la necesidad de calefacción.

Carga de calefacción es la cantidad de calor que debe entregar el equipo, para compensar las pérdidas de calor a través de la estructura más el calor para calentar el aire frío exterior que se infiltra.

$$Q_{calef} = \sum U_i \times A_i \times \Delta T_i + Q_{aire} \quad (W)$$

Se calcularán las siguientes pérdidas:

- Pérdidas de calor por transmisión de ésta a través de muros, ventanas, piso y cielo.
- Pérdidas de calor por infiltración de aire frío a través ventanas y puertas.
- El proyecto considerará una temperatura de ambiente a calefaccionar de 20°C, según Tabla NCh1078.c73

3.1.1 Pérdidas de calor por transmisión a través de muros y ventanas.

Se utilizará la siguiente fórmula general para el cálculo de pérdidas de calor por muro y ventanas del edificio.

$$Q = A \times U \times (T_{int} - T_{ext}) \quad (W)$$

Donde:

A : Área de la superficie de transferencia de calor (m^2)

U : Coeficiente global de transmisión de calor ($W/m^2 * K$)

T_{int} : Temperatura interior del recinto ($^{\circ}C$)

T_{ext} : Temperatura exterior del recinto ($^{\circ}C$)

3.1.2 Pérdidas de calor a través del cielo del segundo piso.

Se utilizará la siguiente fórmula general para el cálculo de pérdidas de calor por el cielo del segundo piso.

$$Q = A_{\text{cielo}} \times U \times (T_{\text{int}} - T_{\text{ático}}) \quad (W)$$

Donde:

A : Área de la superficie del cielo de transferencia de calor (m^2)

$T_{\text{ático}}$: Temperatura interior del ático no calefaccionado inmediatamente debajo del techo provisto de aislación térmica ($^{\circ}C$)

3.1.3 Pérdidas de calor por infiltraciones de aire.

Se considera la existencia de rendijas en puertas y ventanas por las cuales hay flujo de aire frío que se infiltra al recinto el que impone aporte de calor por el equipo calefactor.

Para el cálculo de infiltraciones de aire en el recinto se utilizará el método de N°RH mediante la siguiente fórmula general.

$$Q_{\text{aire}} = m_a \times C_{p_{\text{aire}}} \times (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}}) \quad (W)$$

Donde:

m_a : Masa de aire frío infiltrado ($\frac{kg}{h}$)

$C_{p_{\text{aire}}}$: Calor específico del aire $0.24 (kcal/kg * ^{\circ}C) = 1004 (J/kg * K)$

3.2 Evaluación de la carga térmica.

Antes de cualquier cálculo de transferencia de calor se debe conocer de manera adecuada la materiabilidad y los coeficientes térmicos de cada recinto del cual está compuesto el edificio, tales como, paredes interiores, paredes exteriores, ventanas interiores, ventanas exteriores, puertas, piso y cielo. Se considerará que los cálculos a efectuar serán equivalentes a los dos niveles del recinto. Cabe destacar que no se calefaccionará el recinto por completo, por lo que, se

considerará pérdidas de calor por el contorno, por el interior del recinto, así como también por el piso y cielo del recinto.

3.2.1 Resistencia a la convección interior. (Rci)

Se considerará:

- $R_{ci} = \frac{1}{h_i}$, según Norma Chilena Nch853.EOF71, tabla 3, para flujos de calor horizontal en elementos verticales.
- $R_{ci} = 0,12(m^2 * K/W)$, para convección natural.

3.2.2 Resistencia a la convección exterior. (Rce)

Se considerará:

- $h_e = 7,15 * v^{0,78}$, se determina según la velocidad del viento que para este caso se estiman $v = 24(Km/h) = 6,667(m/s)$, por lo tanto, $h_e = 31,4(W/m^2 * K)$
- $R_{ce} = 1/h_e = 0,0318(m^2 * K/W)$

3.2.3 Resistencia térmica de las paredes. (Rk)

3.2.3.1 Resistencia térmica de las paredes exteriores.

Las conductividades térmicas (K) de los materiales que constituyen las paredes exteriores según tabla N° 2 de la norma chilena Nch853 EOF.71 se detallan en la tabla N°3.1:

Tabla 3.1 Resumen resistencia térmica pared exterior

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m * K)	Resistencia $R_k = L/K$ ($m^2 * K/W$)
1	Estuco Mortero	0,015	0,840	0,017
2	Hormigón Armado	0,150	1,750	0,085
3	Poliestireno Expan	0,050	0,034	1,470
4	Yeso cartón	0,015	0,200	0,075

$$\sum R_k = 1,647 (m^2 * K/W)$$

Nota: Esquema de pared exterior, en página 10.

$$R_{total} = R_{ci} + \sum R_k + R_{ce}$$

$$R_{total} = 0,12 + 1,647 + 0,032$$

$$R_{total} = 1,79 \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)}$$

$$U = 1/R_{total} = 1/1,79$$

$$U = 0,555 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

3.2.3.2 Resistencia térmica de las paredes intersala.

Las conductividades térmicas (K) de los materiales que constituyen las paredes intersala según tabla N° 2 de la norma chilena Nch853 EOF.71 se detallan en la tabla N°3.2:

Tabla 3.2 Resumen resistencia térmica pared intersala

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m * K)	Resistencia $R_k = L/K$ (m ² * K/W)
1	Hormigón	0,150	1,75	0,0857
2	Estuco Mortero	0,015	0,84	0,0178
2	Estuco Mortero	0,015	0,84	0,0178

$$\sum R_k = 0,1214 \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)}$$

Nota: Esquema de pared interior, en página 11.

Nota: Para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor se consideró $R_{ci} = R_{ce}$ para elementos interiores como lo especifica la tabla N°3 de la norma chilena NCh853.E0f71

$$R_{total} = R_{ci} + \sum R_k + R_{ce}$$

$$R_{total} = 0,12 + 0,1214 + 0,12$$

$$R_{total} = 0,3614 \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)}$$

$$U = 1/R_{total} = 1/0,3614$$

$$U = 2,76 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

3.2.4 Resistencia térmica de las ventanas.

3.2.4.1 Resistencia térmica de las ventanas Termopanel.

Las conductividades térmicas (K) de los materiales que constituyen las ventanas de termo panel según tabla N° 2 de la norma chilena 853 EOF.71 se detallan en la tabla N° 3.3:

Tabla 3.3 Resumen resistencia térmica Ventanas Termopanel

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m * K)	Resistencia $R_k = L/K$ ($m^2 * K/W$)
1	Vidrio	0,006	1,2	0,005
2	Cámara de aire	0,02	-	0,165
3	Vidrio	0,006	1,2	0,005

$$\sum R_k = 0,175 (m^2 * K/W)$$

Nota: Esquema de ventanas exteriores, en página 11.

Nota: Para el cálculo de la cámara de aire de la ventana termopanel tiene una resistencia térmica $R_a = 0,165 (m^2 * K/W)$ debido que la cámara de aire es vertical y el flujo de aire es horizontal, con un espesor de 20 mm, las absorptividades en contacto $a_1 = a_2 = 0,9$ de donde $a' = 0,82$. Datos obtenidos de la tabla N° 4 de la norma chilena NCh853.EOF71

$$R_{total} = R_{ci} + \sum R_k + R_{ce}$$

$$R_{total} = 0,12 + 0,175 + 0,0318$$

$$R_{total} = 0,3268 (m^2 * K/W)$$

$$U = 1/R_{total} = 1/0,3268$$

$$U = 3,059 (W/m^2 * K)$$

3.2.4.2 Resistencia térmica de las ventanas interiores.

Las conductividades térmicas (K) de los materiales que constituyen las ventanas interiores según tabla N° 2 de la norma chilena 853 EOF.71 se detallan en la tabla N°3.4:

Tabla 3.4 Resumen resistencia térmica ventanas interiores.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m * K)	Resistencia $R_k = L/K$ ($m^2 * K/W$)
1	Vidrio	0,003	1,2	0,0025

$$\sum R_k = 0,0025 \text{ (} m^2 * K/W \text{)}$$

Nota: Esquema de ventanas interior, en página 12.

Nota: Para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor se consideró $R_{ci} = R_{ce}$ para elementos interiores como lo especifica la tabla N°3 de la norma chilena NCh853.E0f71

$$R_{total} = R_{ci} + \sum R_k + R_{ce}$$

$$R_{total} = 0,12 + 0,0025 + 0,12$$

$$R_{total} = 0,2425 \text{ (} m^2 * K/W \text{)}$$

$$U = 1/R_{total} = 1/0,2425$$

$$U = 4,12 \text{ (} W/m^2 * K \text{)}$$

3.2.5 Resistencia térmica de las puertas.

Las conductividades térmicas (K) de los materiales que constituyen las puertas según tabla N° 2 de la norma chilena 853 EOF.71 se detallan en la tabla N°3.5:

Tabla 3.5 Resumen resistencia térmica puertas

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m * K)	Resistencia $R_k = L/K$ ($m^2 * K/W$)
1	Terciado	0,003	0,14	0,0214
2	Cámara de aire	0,035	-	0,155
3	Terciado	0,003	0,14	0,0214

$$\sum R_k = 0,1978 \text{ (} m^2 * K/W \text{)}$$

Nota: Esquema de puertas, en página 14.

Nota: Para el cálculo de la cámara de aire de la puerta tiene una resistencia térmica $R_a = 0,155 \text{ (} m^2 * K/W \text{)}$ debido que la cámara de aire es vertical y el flujo de aire es horizontal, con un espesor de 35 mm, las absorptividades en contacto $a_1 = a_2 = 0,9$ de donde $a' = 0,82$. Datos obtenidos de la tabla N°4 de la norma chilena NCh853.EOF71

Nota: Para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor se consideró $R_{ci} = R_{ce}$ para elementos interiores como lo especifica la tabla N°3 de la norma chilena NCh853.E0f71

$$R_{total} = R_{ci} + \sum R_k + R_{ce}$$

$$R_{total} = 0,12 + 0,1978 + 0,12$$

$$R_{total} = 0,4378 \text{ (} m^2 * K/W \text{)}$$

$$U = 1/R_{total} = 1/0,4378$$

$$U = 2,28 \text{ (} W/m^2 * K \text{)}$$

3.2.6 Resistencia térmica de los pisos.

Las conductividades térmicas (K) de los materiales que constituyen el piso del segundo nivel según la tabla N°2 de la norma chilena 853 EOF.71 se detallan en la tabla N°3.6 y 3.7:

Tabla 3.6 Resumen resistencia térmica pisos primer nivel.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m * K)	Resistencia $R_k = L/K$ ($m^2 * K/W$)
1	Poliestireno expandido	0,050	0,034	1,470
2	Hormigón	0,100	1,75	0,057
3	Estuco	0,015	0,84	0,017
4	Baldosa	0,020	1,75	0,011

$$\sum R_k = 1,555 (m^2 * K/W)$$

Nota: Esquema de piso de primer nivel, en página 14.

Nota: Para el piso del primer nivel se aplicará la fórmula de pérdida de calor por el contacto con la tierra, para un piso aislado. De la tabla contenida en página 21 de NCh1076.c73, se obtiene valor del coeficiente H de pérdida de calor.

Tabla 3.7 Resumen resistencia térmica pisos segundo nivel.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m * K)	Resistencia $R_k = L/K$ ($m^2 * K/W$)
1	Flexit	0,002	0,19	0,011
2	Hormigón	0,100	1,75	0,057
3	Yeso cartón	0,015	0,20	0,075

$$\sum R_k = 0,143 (m^2 * K/W)$$

Nota: Para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor para el piso se consideró flujo descendente para elementos interiores según tabla N°3 de la norma chilena NCh 853.EOF71, obteniendo $R_{ci} = R_{ce}$.

3.2.6.1 Cálculo para flujo descendente.

$$R_{total} = R_{ci} + \sum R_k + R_{ce}$$

$$R_{total} = 0,17 + 0,143 + 0,17$$

$$R_{total} = 0,483 (m^2 * K/W)$$

$$U = 1/R_{total} = 1/0,483$$

$$U = 2,07 \text{ (W/m}^2 \text{ * K)}$$

3.2.6.2 Cálculo para flujo ascendente.

$$R_{total} = R_{ci} + \sum R_k + R_{ce}$$

$$R_{total} = 0,11 + 0,143 + 0,11$$

$$R_{total} = 0,363 \text{ (m}^2 \text{ * K/W)}$$

$$U = 1/R_{total} = 1/0,363$$

$$U = 2,75 \text{ (W/m}^2 \text{ * K)}$$

3.2.7 Resistencia térmica del cielo segundo nivel.

Las conductividades térmicas (K) de los materiales que constituyen el cielo del segundo nivel según tabla N°2 de la norma chilena 853 EOF.71 se detallan en la tabla N°3.8:

Tabla 3.8 Resumen resistencia térmica cielos.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m * K)	Resistencia $R_k = L/K$ (m ² * K/W)
1	Hormigón	0,100	1,750	0,057
2	Lana vidrio	0,100	0,041	2,439
3	Yeso cartón	0,015	0,200	0,075

$$\sum R_k = 2,571 \text{ (m}^2 \text{ * K/W)}$$

Nota: Esquema de cielo segundo nivel, en página 16.

Nota: Para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor para el cielo el flujo es ascendente y el aire se encuentra en reposo (para el local y el ático) según tabla N°3 de la norma chilena NCh 853.EOF71, obteniendo $R_{ci} = R_{ce}$.

$$R_{total} = R_{ci} + \sum R_k + R_{ce}$$

$$R_{total} = 0,11 + 2,571 + 0,11$$

$$R_{total} = 2,791 \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)}$$

$$U = 1/R_{total} = 1/2,791$$

$$U = 0,358 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$

3.3 Aire frío infiltrado.

Para determinar el aire frío infiltrado se considerarán los siguientes puntos:

- Según manual Carrier $0,5 < \text{NRH} < 2$, por lo que se estima $\text{NRH} = 1$ dada la hermeticidad de los recintos.
- Volumen oficina = largo x ancho x altura (m^3)
- Volumen infiltrado = $\text{NRH} \times \text{Volumen oficina}$ (m^3/h)
- Masa de aire = $m_a = \text{Volumen infiltrado} \times \rho_{\text{aire}} = 1,2$ (kg/m^3)

3.4 Cálculos carga de calefacción.

A modo de ejemplo se detallará el proceso de cálculo resumen de la oficina del centro recursos académicos del segundo nivel. Para las demás oficinas se mostrarán los resultados en las tablas resumen 3.10 y 3.11.

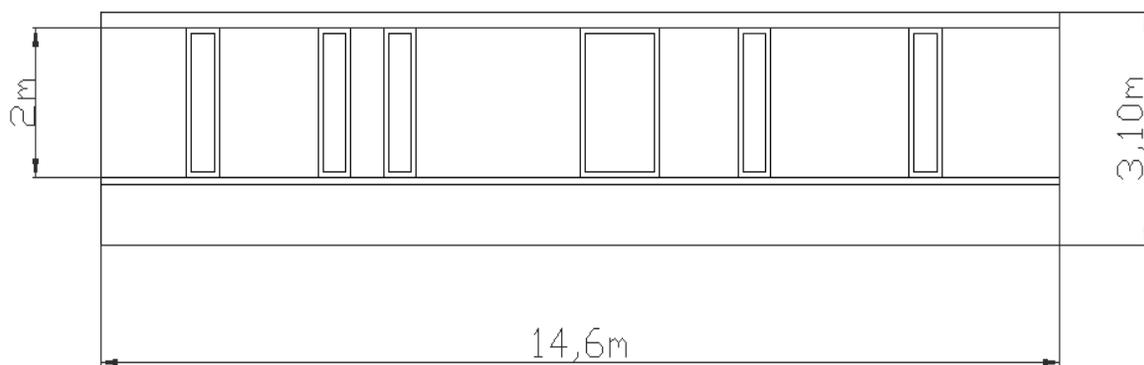
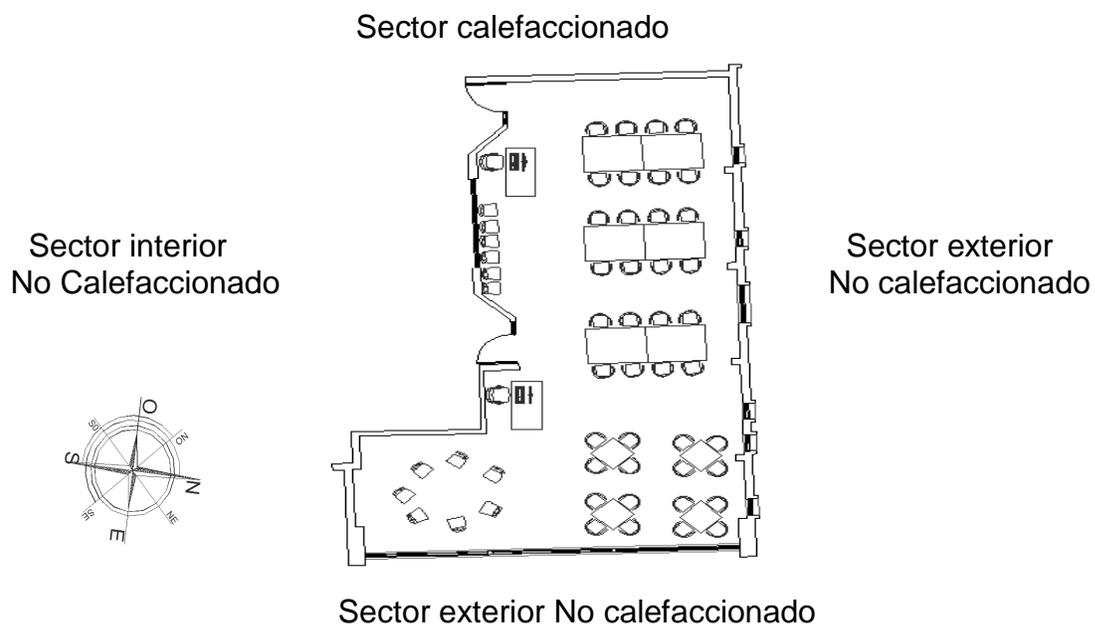


Fig. 3.1 Pared Norte de Centro de Recursos Académicos

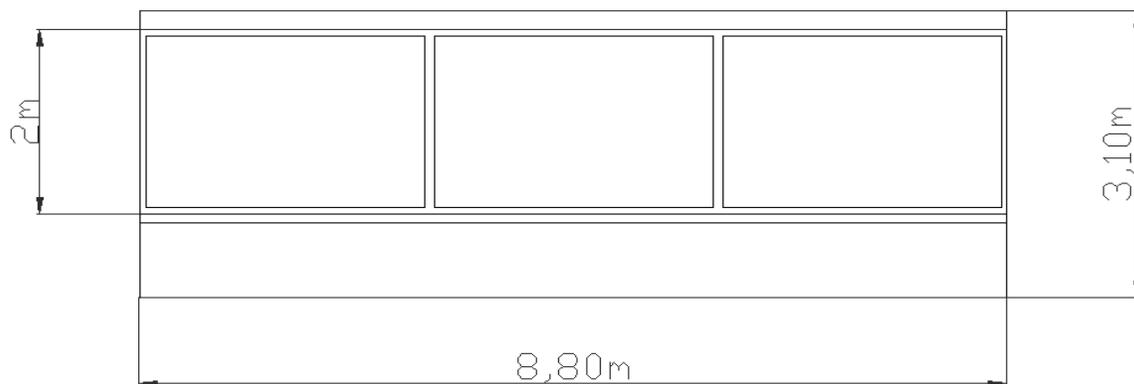


Fig. 3.2 Pared Este de Centro de Recursos Académicos

Sector Norte. (Ambiente exterior a la intemperie)

$$Q_{Ventana} = 3,06(W / m^2 * ^\circ C) \times 7,4(m^2) \times 15(^{\circ}C) = 339,54(W)$$

$$Q_{Muro} = 0,56(W / m^2 * ^\circ C) \times 37,86(m^2) \times 15(^{\circ}C) = 315,86(W)$$

Sector Sur. (Ambiente exterior es interior no calefaccionado)

$$Q_{Ventana} = 4,12(W / m^2 * ^\circ C) \times 2,7(m^2) \times 7(^{\circ}C) = 77,86(W)$$

$$Q_{Puerta} = 2,28(W / m^2 * ^\circ C) \times 3,8(m^2) \times 7(^{\circ}C) = 60,65(W)$$

$$Q_{Muro_1} = 2,76(W / m^2 * ^\circ C) \times 24,5(m^2) \times 7(^{\circ}C) = 473,3(W)$$

$$Q_{Muro_2} = 0,56(W / m^2 * ^\circ C) \times 8(m^2) \times 15(^{\circ}C) = 67,1(W)$$

Sector Este. (Ambiente exterior a la intemperie)

$$Q_{Ventana} = 3,06(W / m^2 * ^\circ C) \times 16,8(m^2) \times 15(^{\circ}C) = 770,86(W)$$

$$Q_{Muro} = 0,56(W / m^2 * ^\circ C) \times 10,48(m^2) \times 15(^{\circ}C) = 87,26(W)$$

Luego:

$$Q_{Cielo} = 0,358(W / m^2 * ^\circ C) \times 97(m^2) \times 6(^{\circ}C) = 208,35(W)$$

Nota: El ΔT de $6^{\circ}C$ fue estimado de la tabla 3 NCh1078.c73, para un "ático no calefaccionado, inmediatamente debajo del tejado provisto de aislación térmica", por lo tanto, se estima un valor de $T=14^{\circ}C$, obteniendo este ΔT , para la temperatura confort ya señalada.

$$V_{Sala} = 97(m^2) \times 3,1(m) = 300,7(m^3)$$

$$V_{Infiltrado} = 300,7(m^3) \times 1(N^{\circ}RH) = 300,7(m^3 / h)$$

$$m_a = 1,2(kg / m^3) \times 300,7(m^3 / h) = \frac{360,84(kg / h)}{3.600} = 0,10(kg / s)$$

$$Q_{Aire} = 0,10(kg / s) \times 1004(J / kg * K) \times 15(^{\circ}C) = 1.509,51(W)$$

$$Q_{Transferido} = 339,5 + 315,86 + 77,9 + 60,65 + 540,49 + 770,8 + 87,2 + 208,3 = 2.400,87(W)$$

$$Q_{Calefacción} = 2.400,87 + 1.509,5 = 3.910,37(W)$$

3.5 Capacidad de los equipos de calefacción.

Para calcular la capacidad de los equipos de calefacción de deberán agregar factores de corrección o suplementos a la carga de calefacción, lo cual se puede expresar mediante la siguiente expresión.

$$Q_{Equipo} = \sum U_i \times A_i \times \Delta T_i \times (1 + S_0 + S_1) + Q_{aire} \times (R \times H \times S_2) \quad (W)$$

3.5.1 Suplementos.

Suplemento S_0 : Este suplemento depende del modo de servicio de calefacción y la permeabilidad térmica media comprendida en la tabla N°6.

- Permeabilidad térmica media:
$$P_{Media} = \sum \frac{U_i \times A_i \times \Delta T_i}{A_i \times \Delta T_i}$$

- Modo del servicio de calefacción: se considera que el servicio de calefacción se utiliza durante la jornada académica solamente, por lo cual, la interrupción del servicio es de 16 h.

Suplemento S_1 : Este suplemento depende de la orientación de las paredes respecto a los puntos cardinales del recinto a calefaccionar. Considera el aporte solar o no de las paredes en estudio y cuyo valor está indicado en la tabla N°7, NCh1078.c73.

Suplemento S_2 : En este suplemento se pueden adoptar dos valores, que son los siguientes:

$S_2=1,2$ Para recintos ubicados en casa esquina que contengan una puerta o ventana en el vértice.

$S_2=1$ Para el resto de los recintos.

Suplemento R: Suplemento que depende de las características de ventanas y puertas existentes en el recinto y de los materiales constructivos de las mismas y cuyo valor está indicado en la tabla N°9, NCh1078.c 73

Suplemento H: Suplemento que corrige el aire infiltrado de acuerdo a la protección que tendrá el local con respecto al viento. El valor de este suplemento se encuentra en la tabla N°10, NCh1078.c73

3.6 Cálculo de la capacidad de los equipos de calefacción.

A continuación se mostrará el procedimiento de cálculo de la capacidad de los equipos de calefacción de la oficina de centro de recursos académicos del edificio. Para los demás recintos se indicarán los valores obtenidos en las hojas de resumen.

3.6.1 Cálculo del suplemento S_0 .

$$P_{Media} = \frac{Q_{trans}}{\sum A_i \times \Delta T_i}$$

$$P_{Media} = \frac{2400,87}{(7,4 \times 15) + (37,8 \times 16) + (2,7 \times 7) + (24,5 \times 7) + (8 \times 15) + (3,8 \times 7) + (16,8 \times 15) + (10,5 \times 15) + (97 \times 6)} = 1,19$$

- Permeabilidad térmica media $P_m = 1,19$ para una “Interrupción durante 12 a 16 h”, dentro del rango de 0,82 a 1,74 según Tabla N°6 NCh1078.c73
- $S_0 = 0,20$

3.6.2 Cálculo del suplemento S_1 .

- Norte $S_1 = -0,05$
- Sur $S_1 = 0,05$
- Oeste $S_1 = 0$

Nota: Para este recinto la pared Norte, Este y Oeste serán tomados como Sur, o sea $S_1 = 0,05$, ya que están hacia el interior del recinto y no expuestas a la radiación solar.

3.6.3 Cálculo del suplemento S_2 .

- Oficina sin ventana o puerta en el vértice $S_2 = 1$

3.6.4 Cálculo del suplemento R .

- Ventanas de metal
- Puertas no herméticas
- $A_v / A_p = 14,15 \Rightarrow R = 0,7$

3.6.5 Cálculo del suplemento H .

- Localidad de vientos normales
- Casa en fila y despejada
- $H = 0,41$

Sector Norte.

$$Q_{Ventana} = 339,5 \times (1 + 0,20 - 0,05) = 390,5(W)$$

$$Q_{Muro} = 315,8 \times (1 + 0,20 - 0,05) = 363,2(W)$$

Sector Sur.

$$Q_{Ventana} = 77,86 \times (1 + 0,20 + 0,05) = 97,32(W)$$

$$Q_{Puerta} = 60,64 \times (1 + 0,20 + 0,05) = 75,8(W)$$

$$Q_{Muroint} = 473,3 \times (1 + 0,20 + 0,05) = 591,6(W)$$

$$Q_{Muroext} = 67,09 \times (1 + 0,20 + 0,05) = 83,86(W)$$

Sector Este.

$$Q_{Muro} = 87,26 \times (1 + 0,20 + 0) = 104,7(W)$$

$$Q_{Ventana} = 770,86 \times (1 + 0,20 + 0) = 925(W)$$

Luego:

$$Q_{Cielo} = 208,3 \times (1 + 0,20) = 250(W)$$

$$Q_{Aire} = 1.509,3 \times (1 \times 0,7 \times 0,41) = 433(W)$$

$$Q_{Total} = 390,5 + 363 + 97 + 75,8 + 591,6 + 83,8 + 104,7 + 925 + 250 + 433 = 3.315(W)$$

Tabla 3.9 Tabla Resumen de cálculos para Oficina de centro de recursos académicos.

Pérdidas de calor por la estructura.

Designac.	Orientac.	Superf.	U	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
		neta (m ²)	W/m ² °C						
Ventanas	Norte	7,4	3,06	15	339,54	0,20	0,05	1,15	390,5
Muros	Norte	37,86	0,56	15	315,86	0,20	0,05	1,15	363
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0

Ventanas	Sur	2,7	4,12	7	77,86	0,20	0,05	1,25	97,3
Muros	Sur (Int.)	24,5	2,76	7	473,3	0,20	0,05	1,25	591,6
Muros	Sur (Ext.)	8	0,56	15	67,1	0,20	0,05	1,25	83,86
Puerta	Sur	3,8	2,28	7	60,64	0,20	0,05	1,25	75,8

Ventanas	Este	16,8	3,06	15	770,86	0,20	0	1,20	925
Muros	Este	10,48	0,56	15	87,26	0,20	0	1,20	104,7
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0

Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0

Cielo	0	97	0,35	6	208,4	0,20	0	1,20	250
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					2.400,8				2.882

Infiltración de aire frío.

	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
Método NRH	300,7	360,84	0,24	15	1.509,5	0,7	0,41	1	433
SUBTOTAL					1.509,5				433
TOTAL					3.910,4				3.315

Dado los cálculos anteriores para la sala de Centro de Recursos Académicos del recinto como método demostrativo, se presentan cuadros de resumen con las necesidades de calefacción para cada piso. En anexos B se encuentra en detalle los cálculos para cada recinto del edificio del Liceo.

Tabla 3.10 Tabla resumen de cálculos de capacidad de los equipos primer nivel.

UBICACIÓN	SECTOR	AREA(m ²)	Qequipo(W)	Tasa Calefacción(W/m ²)
1	Aula 1	51	2.580	51
2	Aula 2	51	2.192	43
3	Aula 3	51	1.803	35
4	Utp	16	633	40
5	Sala de profesores	68	2.963	44
6	Atención apoderados	11	554	50,4
7	Portería	5	332	66,4
8	Partes	8	612	77
9	Equipo múltiples	16,5	1.030	62,4
10	Administrativo	8	591	74
11	Inspector general	8	591	74
12	Director	11	847	77
13	Secretaria	16	864	54
14	Inspector piso	5	324	65
15	Biblioteca	97	3.613	37
16	Laboratorio de idioma	68	2.793	41
17	Primeros auxilios	5	475	95
18	Aula 4	51	1.951	38
19	Aula 5	51	1.874	37
20	Aula 6	51	1.874	37
21	Aula 7	51	1.874	37
22	Aula 8	51	1.874	37
23	Aula 9	51	1.874	37
24	Aula 10	51	2.226	44
25	Bodega	19	1.284	68
26	Baño alumnas	31	2.020	65
27	Baño alumnos	31	1.536	50
28	Taller de arte	74	4.674	63
29	Comedor alumnos	200	8.968	45
30	Taller de música	127	6.808	54
31	Laboratorio 1	74	4.585	62
32	Laboratorio 2	74	4.521	62
	Sub. Total	1.483	70.740	

Tabla 3.11 Tabla resumen de cálculos de capacidad de los equipos segundo Nivel.

UBICACIÓN	SECTOR	AREA(m ²)	Qequipo(W)	Tasa Calefacción(W/m ²)
1	Aula 11	51	2.608	51
2	Aula 12	51	2.452	48
3	Aula 13	51	2.018	40
4	Aula 14	51	2.018	40
5	Aula 15	51	2.360	46
6	Aula 16	51	2.452	48
7	Aula 17	51	2.360	46
8	Inspector piso	5	380	76
9	Centro recursos académicos	97	3.315	34
10	Sala computación	68	2.429	36
11	Fotocopia	5	516	86
12	Aula 18	51	2.090	41
13	Aula 19	51	2.003	39
14	Aula 20	51	2.003	39
15	Aula 21	51	2.003	39
16	Aula 22	51	2.003	39
17	Aula 23	51	2.003	39
18	Aula 24	51	2.151	42
19	Curso integración	37	2.602	70
20	Centro de general apoderados	11	1.051	96
Sub. Total		927	40.817	

Tabla 3.12 Tabla Resumen de cálculos de capacidad de equipos por nivel.

Lugar	Capacidad de equipos de calefacción(W)	Capacidad de equipos de calefacción(kcal/h)
Primer Nivel	70.740	60.836
Segundo Nivel	40.817	35.103
Total	111.557	95.939

3.7 Cálculos carga de calefacción de radiadores OCEAN.

Se estiman los siguientes puntos para la selección de los equipos.

- Temperatura de entrada al calefactor 75°C.
- Temperatura de salida del calefactor 60°C.

3.8 Cálculos de los equipos calefactores.

Para el cálculo de la capacidad de los equipos es necesario tener en cuenta los siguientes ítems:

3.8.1 Temperatura Promedio, agua caliente en los radiadores:

$$\bar{t} = \frac{t_{entrada} + t_{salida}}{2} = \frac{75^{\circ}C + 60^{\circ}C}{2} \quad \bar{t} = 67,5^{\circ}C$$

3.8.2 Diferencia de temperatura real:

$$\Delta t_{real} = \bar{t} - t_a = 67,5^{\circ}C - 20^{\circ}C = 47,5^{\circ}C$$

3.8.3 Factor de corrección:

$$x = \left(\frac{\Delta t_{real}}{60} \right)^{1,33} = \left(\frac{47,5}{60} \right)^{1,33} = 0,732$$

3.8.4 Qradiador modificado:

$$q_{\Delta=60^{\circ}C} = q_s = \frac{Q_{equipo}}{x}$$

A modo de ejemplo se detallará el procedimiento de cálculo del equipo calefactor del recinto del segundo nivel Aula 11. Para las demás oficinas se mostrará los valores obtenidos en hojas de resumen en páginas 37 y 38.

$$Q_{equipo} = 2.608(W) = 2.242,88 \left(\frac{kcal}{h} \right)$$

$$q_{\Delta=60^{\circ}C} = q_s = \frac{2.242,8(kcal/h)}{0,732} = 3.064(kcal/h)$$

CAPÍTULO 4: SELECCIÓN DE EQUIPOS.

4.1 Introducción.

En este capítulo se seleccionará radiadores de agua caliente de marca OCEAN para las diferentes necesidades de cada recinto. Los equipos se describen a continuación.

4.2 Equipos radiadores de agua caliente.

Se utilizarán radiadores OCEAN EK 500 y DK 500 de la marca ANWO. El equipo EK 500 es un radiador simple formado por una placa convectiva. El equipo DK 500 es un radiador doble formado por dos placas convectoras de acero, en ambos casos están fabricados bajo la calidad ISO 9001. Tiene un tratamiento anticorrosivo, decapado, fosfatizado, pintura antióxido por inmersión a 180° C, pintura epóxica pulverizada de 200°C. Su presión de trabajo es de 10 bar.

4.2.1 Descripción Radiadores OCEAN

EK					DK				
Radiador simple formado por una placa y un convector.					Radiador doble compuesto por 2 placas, 2 convectores y envoltorio decorativo.				
Altura (H)	500	mm			Altura (H)	300	500	mm	
Profundidad	52	mm			Profundidad	100	100	mm	
Distancia (H1)	445	mm			Distancia (H1)	245	445	mm	
Longitud (L)	desde	400 mm a 3000 mm			Longitud (L)	desde	400 mm a 3000 mm		
Grosor de placa	1,25	mm			Grosor de placa	1,25	mm		

RADIADOR SIMPLE EK 500					RADIADOR DOBLE DK 300					RADIADOR DOBLE DK 500				
Código	Modelo	Altura (mm)	Longitud (mm)	kcal/h	Código	Modelo	Altura (mm)	Longitud (mm)	kcal/h	Código	Modelo	Altura (mm)	Longitud (mm)	kcal/h
500.0400	EK	500	400	389	300.0400	DK	300	400	503	500.0400	DK	500	400	756
500.0500	EK	500	500	487	300.0500	DK	300	500	629	500.0500	DK	500	500	945
500.0600	EK	500	600	584	300.0600	DK	300	600	755	500.0600	DK	500	600	1134
500.0700	EK	500	700	681	300.0700	DK	300	700	881	500.0700	DK	500	700	1323
500.0800	EK	500	800	778	300.0800	DK	300	800	1006	500.0800	DK	500	800	1512
500.0900	EK	500	900	878	300.0900	DK	300	900	1132	500.0900	DK	500	900	1701
500.1000	EK	500	1000	973	300.1000	DK	300	1000	1258	500.1000	DK	500	1000	1890
500.1100	EK	500	1100	1070	300.1100	DK	300	1100	1384	500.1100	DK	500	1100	2079
500.1200	EK	500	1200	1168	300.1200	DK	300	1200	1510	500.1200	DK	500	1200	2268
500.1300	EK	500	1300	1265	300.1300	DK	300	1300	1635	500.1300	DK	500	1300	2457
500.1400	EK	500	1400	1362	300.1400	DK	300	1400	1761	500.1400	DK	500	1400	2646
500.1500	EK	500	1500	1460	300.1500	DK	300	1500	1887	500.1500	DK	500	1500	2835
500.1600	EK	500	1600	1557	300.1600	DK	300	1600	2013	500.1600	DK	500	1600	3024
500.1800	EK	500	1800	1751	300.1800	DK	300	1800	2264	500.1800	DK	500	1800	3402
500.2000	EK	500	2000	1946	300.2000	DK	300	2000	2516	500.2000	DK	500	2000	3780
500.2200	EK	500	2200	2141	300.2200	DK	300	2200	2768	500.2200	DK	500	2200	4158
500.2400	EK	500	2400	2335	300.2400	DK	300	2400	3019	500.2400	DK	500	2400	4536
500.2600	EK	500	2600	2530	300.2600	DK	300	2600	3271	500.2600	DK	500	2600	4914
500.2800	EK	500	2800	2724	300.2800	DK	300	2800	3522	500.2800	DK	500	2800	5292
500.3000	EK	500	3000	2919	300.3000	DK	300	3000	3774	500.3000	DK	500	3000	5670

Tabla 4.1 Selección de equipos Radiadores OCEAN de ANWO. Primer nivel

Ubicación	Potencia de Equipo Req. (W)	Potencia modificada (kcal/h)	Radiador seleccionado	Capacidad (kcal/h)	Cant.
Aula 1	2.580	3.031	EK 500-1600	1.557	2
Aula 2	2.192	2.575	EK 500-1400	1.362	2
Aula 3	1.803	2.118	EK 500-1100	1.070	2
Utp	633	743	EK 500-800	778	1
Sala de profesores	2.963	3.481	EK 500-1800	1.751	2
Atención apoderados	554	651	EK 500-700	681	1
Portería	332	390	EK 500-400	389	1
Partes	612	719	EK 500-800	778	1
Equipo múltiples	1.030	1.210	EK 500-1300	1.265	1
Administrativo	591	694	EK 500-800	778	1
Inspector general	591	694	EK 500-800	778	1
Director	847	995	EK 500-1100	1.070	1
Secretaria	864	1.015	EK 500-1100	1.070	1
Inspector piso	324	381	EK 500-400	389	1
Biblioteca	3.613	4.245	EK 500-1500	1.460	3
Laboratorio de idioma	2.793	3.281	EK 500-1800	1.751	2
Primeros auxilios	475	558	EK 500-600	584	1
Aula 4	1.951	2.293	EK 500-1200	1.168	2
Aula 5	1.874	2.202	EK 500-1200	1.168	2
Aula 6	1.874	2.202	EK 500-1200	1.168	2
Aula 7	1.874	2.202	EK 500-1200	1.168	2
Aula 8	1.874	2.202	EK 500-1200	1.168	2
Aula 9	1.874	2.202	EK 500-1200	1.168	2
Aula 10	2.226	2.615	EK 500-1400	1.362	2
Bodega	1.284	1.509	DK 500-800	1.512	1
Baño alumnas	2.020	2.373	DK 500-700	1.323	2
Baño alumnos	1.536	1.804	DK 500-1000	1.890	1
Taller de arte	4.674	5.491	DK 500-1500	2.835	2
Comedor alumnos	8.968	10.536	DK 500-1400	2.646	4
Taller de música	6.808	7.998	DK 500-1500	2.835	3
Laboratorio 1	4.585	5.387	DK 500-1500	2.835	2
Laboratorio 2	4.521	5.312	DK 500-1500	2.835	2
	70.740	83.110		86.809	55

Tabla 4.2 Selección de equipos Radiadores OCEAN de ANWO. Segundo nivel

Ubicación	Potencia de Equipo Req. (W)	Potencia modificada (kcal/h)	Radiador seleccionado	Capacidad (kcal/h)	Cant.
Aula 11	2.608	3.064	EK 500-1600	1.557	2
Aula 12	2.452	2.881	EK 500-1500	1.460	2
Aula 13	2.018	2.370	EK 500-1300	1.265	2
Aula 14	2.018	2.370	EK 500-1300	1.265	2
Aula 15	2.360	2.773	EK 500-1500	1.460	2
Aula 16	2.452	2.881	EK 500-1500	1.460	2
Aula 17	2.360	2.773	EK 500-1500	1.460	2
Inspector piso	380	446	EK 500-500	487	1
Centro recursos académicos	3.315	3.895	EK 500-1400	1.362	3
Sala computación	2.429	2.855	EK 500-1500	1.460	2
Fotocopia	516	607	EK 500-700	584	1
Aula 18	2.090	2.455	EK 500-1300	1.265	2
Aula 19	2.003	2.354	EK 500-1300	1.265	2
Aula 20	2.003	2.354	EK 500-1300	1.265	2
Aula 21	2.003	2.354	EK 500-1300	1.265	2
Aula 22	2.003	2.354	EK 500-1300	1.265	2
Aula 23	2.003	2.354	EK 500-1300	1.265	2
Aula 24	2.151	2.527	EK 500-1300	1.265	2
Curso integración	2.602	3.057	EK 500-1600	1.557	2
Centro de general apoderados	1.051	1.234	DK 500-700	1.323	1
	40.817	47.958		50.175	38

CAPÍTULO 5: CÁLCULOS Y SELECCIÓN DE CALDERAS, BOMBAS Y ESTANQUES.

5.1 Introducción.

En este capítulo se calculará y seleccionará calderas, bombas y estanques de expansión, los cuales deberán satisfacer las necesidades requeridas.

En los que se refiere a las calderas, se realizará una comparación entre una caldera de condensación y una caldera convencional. Se seleccionará una caldera mural de condensación de marca PRESTIGE. De similares características se utilizará una caldera de pie de marca SIME RS. Ambos equipos se detallan a continuación.

5.2 Cálculo de potencia de las calderas.

5.2.1 Cálculo de agua caliente sanitaria.

Para determinar el consumo de agua caliente sanitaria y su correspondiente carga térmica, el cálculo deberá establecerse sobre la base de datos estadísticos, que cubrirán las necesidades en el momento más desfavorable de demanda. Estos datos se describen a continuación en la tabla 5.1:

Tabla 5.1 Consumos y temperaturas del uso de agua caliente sanitaria.

Tipo de aparato Sanitario	Consumo en litros			Temperaturas de utilización °C
	Bajo	Medio	Alto	
Lavado	4	6	8	38
Ducha	35	45	55	40
Bañera pequeña	110			42
Bañera mediana	140			
Bañera grande	320			
Bidé	4	38	8	38
Fregadero	15	55	25	55

5.2.1.1 Cálculo de caudal.

Se estima que para cada jornada, para alumnos que desarrollaran actividades deportivas tomarán una ducha de 6 minutos, el cual consumirá 7 litros de agua.

$$\text{alumno} = 7 \text{ litros} \times 6 \text{ minutos} = 42 \text{ lt} / \text{min}$$

Ahora se aplicara esto para los 5 cursos de cada jornada, cada uno compuesto por 45 alumnos.

$$45 \text{ alumnos} \times 5 \text{ cursos} = 225 \text{ alumnos} \times 42 \text{ lit} / \text{min} = 9.450 \text{ lt} / \text{dia.}$$

Por lo tanto el caudal máximo probable es de: 9.450lt/día.

Se aplicará una ecuación para estimar el caudal real y disponible en equipos:

$$\dot{m} \text{ conocido} = \frac{\dot{m} \text{ necesario} \times (T_{\text{acs}} \text{ deseada} - T_{\text{agua}} \text{ fria})}{(T_{\text{acs}} \text{ conocida} - T_{\text{agua}} \text{ fria})}$$

Donde:

$\dot{m} \text{ necesario o probable} : 9.450 \text{ (lt/día)}$

$T_{\text{acs}} \text{ deseada} : 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{\text{agua}} \text{ fria} : 12 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{\text{acs}} \text{ conocida} : 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (temperatura ideal para ACS)

$$\dot{m} \text{ conocido} = \frac{9.450 \text{ (lt/día)} \times (38 - 12)}{(60 - 12)} = 5.118,8 \approx 5.000 \text{ lt} / \text{dia}$$

5.2.1.2 potencia térmica de agua caliente sanitaria.

$$Q = m \times cp \times (t_{acs} - t_{agua\ fría})$$

$$Q = 5.000(\text{lt} / \text{día}) \times 1(\text{kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}) \times (60 - 12) = 240.000 (\text{kcal} / \text{día})$$

$$Q = 240.000 (\text{kcal} / \text{día}) / 8 (\text{h/día}) = 30.000 (\text{kcal/h})$$

5.2.2 Potencia térmica total de las calderas.

Los datos de capacidad de equipos calefacción y los cálculos de agua caliente sanitaria, nos entregará la cantidad de calor que deberá suministrar la caldera, pero además se deberá analizar las pérdidas que siempre están presentes como, la puesta en régimen y pérdidas por aislamiento en tuberías. Para esto se utilizará la siguiente fórmula:

$$Q_c = Q_t * (1 + a + b)$$

Donde:

Q_t : Cantidad de calor total de los dispositivos (kcal/h)

a : Pérdida por puesta en régimen (calentamiento del agua $\pm 10\%$)

b : Pérdida por el aislamiento de las tuberías (10 a 20%)

Q_c : Cantidad de calor deberá suministrar la caldera (kcal/h)

a y b : Obtenidos en base a referencias y experiencia de la empresa.

$$Q_c = (95.939 + 30.000) * (1 + 0,1 + 0,1) = 151.127 (\text{kcal/h})$$

5.3 Caldera mural de condensación.

Las calderas de condensación disponen de tecnología que aprovecha la energía liberado de los gases de la combustión, durante el proceso de condensación. Gracias a esta recuperación, el equipo consigue aumentar su rendimiento y ahorro energético. Este tipo de calderas permiten recuperar una parte significativa del calor latente de los gases, disminuyendo considerablemente la temperatura de los gases de la combustión, limitando así las emisiones contaminantes.

La caldera de marca PRESTIGE, tienen en su interior un novedoso y original intercambiador de calor de acero inoxidable lo que ofrece una alta resistencia a la corrosión, lo cual es muy indispensable en una caldera de condensación.

5.3.1 Descripción de las calderas de condensación.

Modelos		PRESTIGE 50	PRESTIGE 75	PRESTIGE 120
		Gas Natural Gas Propano	Gas Natural Gas Propano	Gas Natural Gas Propano
Caudal calorífico máx./mín.	kW	49,9/15	72/18,3	120/37
Potencia útil máx./mín. 80/60°C (P.C.I.)	kW	48,4/14,7	69,9/17,9	116,6/36,3
Rendimiento útil (pot. máx.) 80/60°C	%	97	97	97
Rendimiento útil (30% de carga EN667)	%	107,8	107,8	107,9
Presión máxima de servicio	bar	4	4	4
Temperatura máxima de utilización	°C	90	90	90
Pérdida de carga del intercambiador	mbar	30	74	75
Pérdida de carga salida de humos	pa	150	150	150
Contenido de agua	L	20	17	28
Diámetro salida humos / aspiración aire	Ø	100/150	100/150	150/100
NOx	ppm	29	28	22
Clase NOx según EN-483	1-5	5	5	5
Conexión calefacción	Ø	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"
Conexión gas	Ø	1"	1"	1"
Peso en vacío	kg	54	58	83

DIMENSIONES



Tabla 5.2 Selección de calderas de marca PRESTIGE.

Potencia térmica del recinto. (kcal/h)	Caldera PRESTIGE	Potencia útil (kcal/h)	Cant.
151.127	PRESTIGE 120	100.276	1
	PRESTIGE 75	60.114	1

5.4 Caldera de pie convencional.

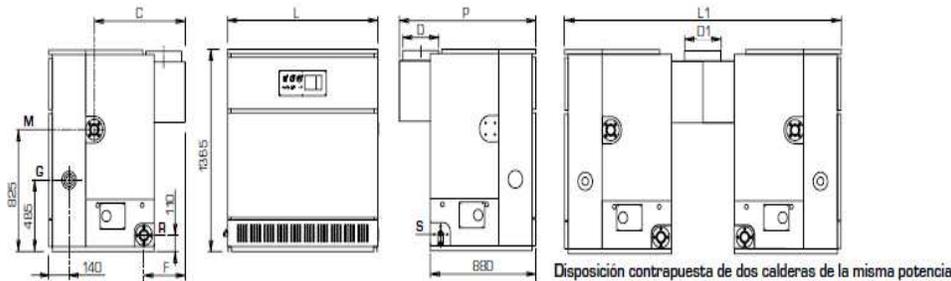
La caldera de pie SIME RS , es un equipo que funciona a gas, de acero fundido con quemador atmosférico. Consta de un encendido electrónico de potencia 80W .

5.4.1 Descripción de las calderas convencional.



RS Mk.II		129 Mk.II	151 Mk.II	172 Mk.II	194 Mk.II	215 Mk.II	237 Mk.II	258 Mk.II	279 Mk.II
Potencia térmica	kW	129,0	150,6	172,2	193,7	215,2	236,5	257,8	279,1
	kcal/h	110.900	129.500	148.100	166.600	185.000	203.400	221.700	240.000
Caudal térmico nominal	kW	145,9	170,0	194,2	218,2	242,1	266,0	290,0	313,6
	kcal/h	125.450	146.200	167.000	187.650	208.200	228.750	249.400	269.700
Rendimiento al caudal térmico nominal	%	88,4	88,6	88,7	88,8	88,9	88,9	88,9	89,0
Rendimiento al 30% del caudal termico nom.	%	86,7	86,9	87,1	87,3	87,5	87,6	87,7	87,8
Elementos	n°	7	8	9	10	11	12	13	14
Potencia eléctrica absorbida	W	80	80	80	80	80	80	80	80
Presión máxima de trabajo	bar	5	5	5	5	5	5	5	5
Peso	kg	542	612	682	757	829	904	974	1044

Medidas - Conexiones hidráulicas



Dimensiones

Modello	L mm	L1 mm	P mm	C mm	D ømm	D1 ømm	F
129 Mk.II	810	2360	1110	730	250	400	315
151 Mk.II	920	2360	1110	730	250	400	315
172 Mk.II	1030	2360	1110	730	250	400	315
194 Mk.II	1145	2360	1140	760	300	450	345
215 Mk.II	1255	2360	1140	760	300	450	345
237 Mk.II	1370	2380	1190	810	350	500	395
258 Mk.II	1480	2380	1190	810	350	500	395
279 Mk.II	1580	2380	1190	810	350	500	395

Conexiones

M	Ida instalación	2"
R	Retorno instalación	2"
G	Alimentación gas	1 1/2"
S	Vaciado	3/4"

Tabla 5.3 Selección de calderas de marca SIME RS.

Potencia térmica del recinto. (kcal/h)	Caldera SIME RS	Potencia útil (kcal/h)	Cant.
151.127	RS-194	166.600	1

5.5 Cálculo de caudal y pérdidas de las bombas.

Para saber que bombas se seleccionarán, es necesario que se calcule el caudal y pérdida parcial de cada uno de los 5 circuitos del recinto.

Para obtener la pérdida de carga se aplicará la ecuación de Hazen Williams.

$$h = 10,67 \times \frac{Q^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}} \times L$$

Donde:

h : Pérdida de carga o de energía (m)

Q : Caudal (m^3/s)

C : Coeficiente de rugosidad (polietileno reticulado, $C=158$)

D : Diámetro interno de la tubería (m)

L : Longitud de la tubería (m)

Para modo de ejemplo se tomará el tramo A-B del circuito n°1:

$$h = 10,67 \times \frac{(3 \times 10^{-5})^{1,85} (m^3/s)}{(16 \times 10^{-3})^{4,87} (m) \times 158^{1,85}} \times 5,6 (m) = 12,2 \times 10^{-3} (m)$$

El sistema de distribución de agua caliente a los radiadores, se realizará a través 4 circuitos independientes, para reducir costos de operación, en el caso que no se utilicen determinados sectores de calefacción. Además un circuito para el suministro de agua sanitaria. En total existirán 5 circuitos con 1 bomba cada uno.

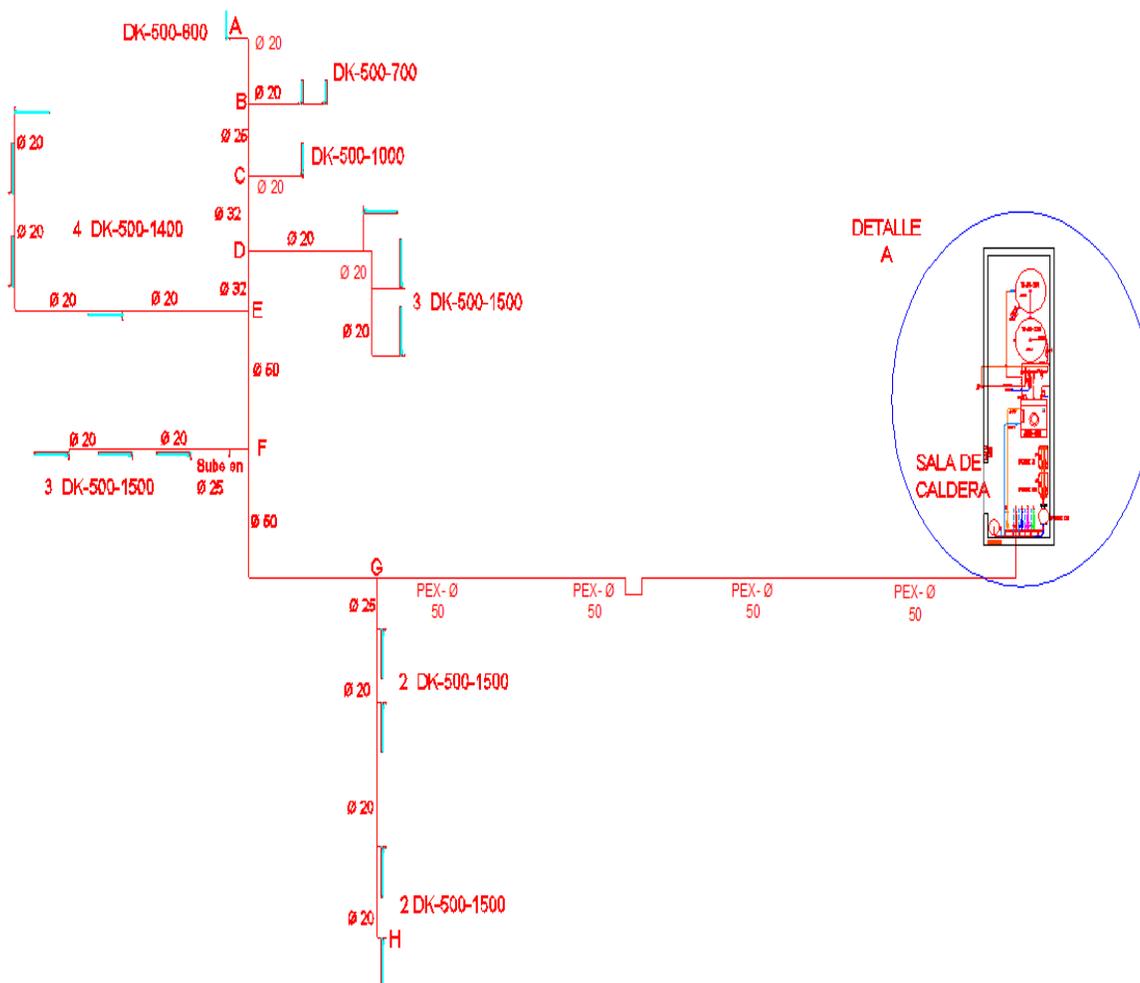


Fig. 5.1 Distribución del circuito nº1 de calefacción.

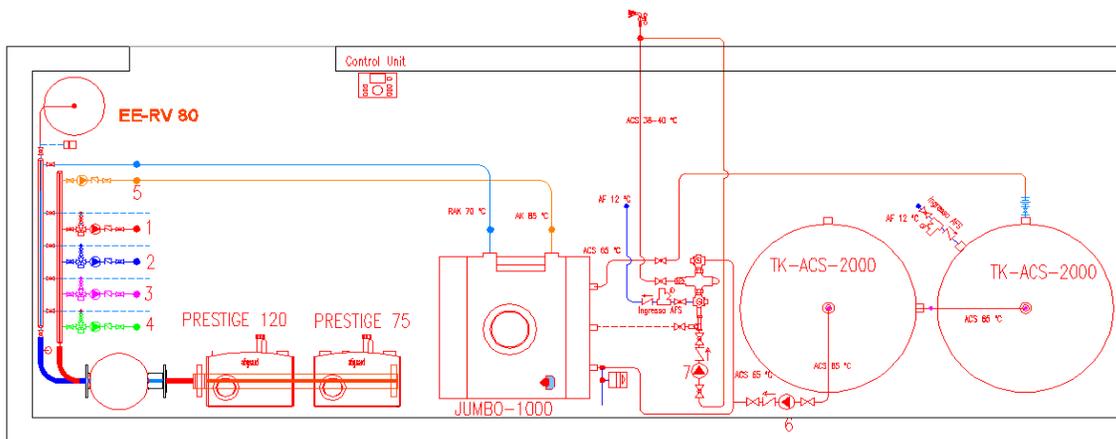


Fig. 5.2 Detalle de sala de caldera vista superior.

Los diámetros de tubería se determinarán, mediante un proceso iterativo de tal modo que la velocidad del agua en ellas, no sobrepase de 1m/s y las pérdidas de carga no deben superar los 20 mm c agua por metro lineal.

A continuación se detallan los análisis del circuito n°1, en la tabla 5.4.

Tabla 5.4 tabla de circuito n°1 de red de calefacción.

Tramos	Potencia (kcal/H)	Caudal (m³/h)	Tubería Ø nominal	Ø-e (m)	V (m/s)	Pérdidas regulares (mca*m)
A-B	1.512	0,10	20	16x10 ⁻³	0,13	1,8x10 ⁻³
B-C	4.158	0,28	25	20x10 ⁻³	0,23	3,8x10 ⁻³
C-D	6.048	0,39	32	26x10 ⁻³	0,20	2,3x10 ⁻³
D-E	14.553	0,97	32	26x10 ⁻³	0,50	1,15x10 ⁻²
E-F	25.137	1,69	50	41x10 ⁻³	0,35	3,7x10 ⁻³
F-G	38.079	2,55	50	41x10 ⁻³	0,53	7,9x10 ⁻³
G-BBA	49.419	3,31	50	41x10 ⁻³	0,70	1,2x10 ⁻²
Total		3,31 (m³/h)				

Tabla 5.5 Continuación de la tabla de circuito n°1 de red de calefacción.

Tramos	V (m/s)	Pérdida regulares (mca*m)	K	h:pérdida de carga singulares	∑ Pérdidas (ida y retorno) (kpa)	∑ Pérdidas acumuladas (kpa)
A-B	0,13	1,8x10 ⁻³	7,35	6,9x10 ⁻³	0,34	0,34
B-C	0,23	3,8x10 ⁻³	0,3	8x10 ⁻⁴	0,83	1,18
C-D	0,20	2,3x10 ⁻³	0,3	7x10 ⁻⁴	0,42	1,60
D-E	0,50	1,15x10 ⁻²	0,3	3,8x10 ⁻³	5,12	6,73
E-F	0,35	3,7x10 ⁻³	0,3	1,9x10 ⁻³	3,10	9,83
F-G	0,53	7,9x10 ⁻³	0,3	4,4x10 ⁻³	5,44	15,3
G-BBA	0,70	1,2x10 ⁻²	0,7	17,5x10 ⁻³	15,6	30,9
Total						30,9 (kpa)

Nota: Dado estos cálculos demostrativos se presentan un cuadro de resumen con las necesidades de los demás circuitos de calefacción del recinto. En Anexo C se encuentra en detalle.

5.6 Descripción de las bombas de circulación.



CIRCULADORAS PARA SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

CE



Cuerpo de la bomba de hierro fundido y caja del motor de aluminio fundido a presión. Rodete de tecnopolímero y eje motor de acero inoxidable templado montado sobre casquillos de grafito lubricados por el líquido bombeado. Bocas embudadas (roscadas serie A), provistas de tomas roscadas para manómetros de control. Camisa del rotor, camisa del estator y brida de cierre de acero inoxidable. Casquillo axial de cerámica, juntas tóricas de EPDM y tapón de purga de latón. El motor bipolar, asíncrono, con rotor húmedo, ha sido diseñado para funcionar con **tres velocidades**, para la versión monofásica, **con dos velocidades** para la versión trifásica. Protección térmica incorporada en la versión monofásica. La versión doble monta una válvula contra retorno automática e incluye una brida ciega.

Rango de trabajo: de 1 a 12 m³/h con altura de elevación de hasta 8 metros.
Rango de temperatura del líquido: de -10°C a +110°C.
Características del líquido bombeado: limpio, sin sustancias sólidas ni aceites minerales, no viscoso, químicamente neutro, con características similares al agua (glicol máx. 30%)
Presión máxima de trabajo: 10 bares (1000 kPa)
Grado de protección: IP 44
Clase de aislamiento: F
Pasacable: PG 11
Instalación: con el eje motor horizontal.

DATOS ELÉCTRICOS SIMPLES CON CONEXION ROSCADA

MODELO	TENSION 50 Hz	DISTANCIA ENTRE EJES mm	RACORES O BRIDAS BAJO PEDIDO	DATOS ELÉCTRICOS						ALTURA DE ASPIRACION MÍNIMA
				VELOCIDAD	n r.p.m.	P1 MAX W	En A	CONDENSADOR µF	Vc	
A 20/180 XM	1x230 V -	180	1 1/4" F	3	1355	76	0,34	2,5	400	1° +90°C m.L 1,5
				2	1205	58	0,27			
				1	935	40	0,19			
A 50/180 XM	1x230 V -	180	1 1/4" F	3	2710	160	0,72	4	400	1° +90°C m.L 1,5
				2	2540	148	0,68			
				1	1715	140	0,66			
A 50/180 XT	3x400 V -	180	1 1/4" F	2	2814	201	0,50	-	-	1° +90°C m.L 1,5
A 56/180 XM	1x230 V -	180	1 1/4" F	3	2685	258	1,13	7	400	1° +90°C m.L 1,5
				2	2440	242	1,10			
				1	1640	214	0,98			
A 56/180 XT	3x400 V -	180	1 1/4" F	2	2790	227	0,53	-	-	1° +90°C m.L 1,5
				1	2441	150	0,25			
				3	2710	244	1,08			
A 80/180 XM	1x230 V -	180	1 1/4" F	2	2470	236	1,07	7	400	1° +90°C m.L 2,5
				1	1730	207	0,95			
				3	2710	244	1,08			

Tabla 5.6 Selección de bombas de marca DAB.

Circuito N°	Caudal (m ³ /h)	Presiones (kpa)	Equipo seleccionado	Cant.
1	3,31	30,9	A 80/180 XM	1
2	2,21	39,3	VA 65/180 XM	1
3	0,38	16,7	VA 35/130 M	1
4	3,42	39,2	A 80/180 XM	1
5	1	10	VA 65/130 M	1
6	5	30	A 80/180 XM	1
7	0,84	35	VS 35/150	1

5.7 Cálculo del estanque de expansión.

5.7.1 Cantidad de agua de la instalación.

Caldera : Σ Contenido de agua de las calderas

Caldera : 45(l)

Radiadores : Σ Capacidad de agua de los radiadores

Radiadores : 685,4(l)

Tabla 5.7 Acumulación de aguas en cañerías.

Diámetro (mm)	Area (m ²)	Σ Longitud de tuberías (m)	V (m ³)
Ø 20	0,21	807	166
Ø 25	0,33	371	121
Ø 30	0,54	400	216
Ø 40	0,83	688	574
V total (m³) =			1.077

$$V_t = \frac{C * E}{1 - \frac{p_i}{p_f}}$$

Donde:

Pf : Presión final (presión absoluta, en bar)

Pi : Presión inicial (presión absoluta, en bar)

e : Coeficiente de dilatación del agua (según el incremento de temperatura)

C : Cantidad de agua de la instalación en litros (caldera, cañerías y radiadores)

Vt : Capacidad total de vaso de expansión en litros

e : obtenidos de tablas que se adjuntan en anexo.

$$V_t = \frac{1.807,5 \times 0,0324}{1 - \frac{1}{3}} = 58,2(1)$$

5.8 Descripción de estanque de expansión.

Estanque Expansión RV80 Lts ó Similar	
• Estanque de expansión con membrana intercambiable. • Presión máxima de ejercicio: 8 o 10 bar (según modelo). • Presión máxima de precarga: 1,5 bar. • Temperatura de trabajo: -10°C/ +100°C.	
Código	00.151.06
Rojo	
8 Bar	

5.9 Descripción de estanques acumuladores.

		MV - 2000 - R
Código		00.180.2000K
Capacidad (Its.)		2000
Presión máxima trabajo (bar)		8-10-12
Peso en vacío (kg) apróx.		443
Conexiones Dimensiones		
	Diámetro exterior "A" (mm)	1360
	Longitud total "B" (mm). Sin tubos ni patas	2300
	N° de ánodos protección catódica	1
kw:	Entrada agua fría/desague	2"
ww:	Salida de ACS	2"
z:	Recirculación	1 1/2"
R:	Conexión (resistencia eléctrica)	6 Ó 9
Ra:	Conexión (resistencia eléctrica de apoyo)	2"
tm:	Conexión sensores laterales	3/4"
pc:	Conexión protección catódica	1 1/2"

Se decide seleccionar un intercambiador de calor, modelo JUMBO dado que éste cumple con dos funciones simultáneas, que son servir de acumulador y a la vez de intercambiador de calor. Otras opciones descartadas se exhiben en esquema, que se adjuntan en Anexo C.

Modelos		JUMBO 1000
Capacidad Total	Lt	1000
Capacidad Primario	Lt	160
Superficie de intercambio	m ²	5,5
Perdida de carga	mbar	101
Caudal Primario	L/60°	9.600
Presión máx. de ejercicio (pri/sec)	bar	5/10
Presión máx. de prueba (pri/sec)	bar	7,5/13
Conexión Calefacción (H)	Ø	2"
Conexión Sanitaria (M)	Ø	2"
Prestaciones ACS		
Caudal punta (t=40°C)	Lt/10°	2.265
Caudal punta (t=40°C)	Lt/60°	4.940
Caudal continuo (t=40°C)	L/h	3.210
Potencia absorbida (t=40°C)	kW	112
DIMENSIONES		JUMBO 1000
A	mm	2.315
B	mm	1.020
C	mm	340
D	mm	1650
E	mm	1.020
G	mm	180
Peso en Vacío	kg	380

Tabla 5.8 Selección de estanques acumuladores.

Capacidad Total (L)	Equipo seleccionado	Cant.
2.000	MV-2000-R	2
1.000	JUMBO 1000	1

Nota: Los datos para seleccionar estanques acumuladores fueron obtenidos de la fórmula de cálculo de caudal de la página 40.

CAPÍTULO 6: CÁLCULO DE COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN.

6.1 Costos de inversión

En el valor total del ítem se considera el transporte, la instalación, entre otras.

Nota: Los valores utilizados para cada equipo, accesorios, transporte, instalación, etc., son valores referenciales de catálogos utilizados con frecuencia en empresas de este rubro, además estos valores obtenidos de la empresa SOCIEDAD JSA CLIMATIZACIÓN LTDA.

Tabla 6.1 Costos de inversión de central térmica calefacción y aguas calientes sanitarias, con calderas de condensación PRESTIGE.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNIT. \$	TOTAL \$
A.-	CENTRAL TERMICA CALEFACCION Y AGUA CALIENTE SANITARIA				
	Caldera de condensación PRESTIGE-75	C/U	1	2.625.457	2.625.457
	Caldera de condensación PRESTIGE-120	C/U	1	3.910.531	3.910.531
	Kit de conexión colector caldera	C/U	1	926.082	926.082
	Soporte colector	C/U	1	20.312	20.312
	Separador Hidráulico	C/U	1	637.148	637.148
	Control unitario	C/U	1	601.498	601.498
	Interfase MCBA 3 CLIP	C/U	2	30.676	61.352
	Chimenea	C/U	2	120.000	240.000
	Acumulador Tank in Tank jumbo 1000 lts	C/U	1	2.868.617	2.868.617
	Válvula reguladora de presión Ø 2"	C/U	1	175.232	175.232
	Mezclador termostático Ø 1½"	C/U	1	1.104.000	1.104.000
	Estanque de expansión calefacción 80 lts.	C/U	1	62.211	62.211
	Válvula de seguridad 7 bar	C/U	1	198.000	198.000
	Purgador automático, de 1/2"	C/U	2	6.260	12.520
	Termostato programables	C/U	4	14.950	59.800
	Válvula llenado automático, Alimat AL 1/2"	C/U	1	22.966	22.966
	Bombas calefacción DAB A 80/180 XM	C/U	3	154.050	462.150
	Bombas calefacción DAB VA 65/180 XM	C/U	2	85.320	170.640
	Bombas calefacción DAB VA 35/130 M	C/U	1	67.782	67.782
	Bomba recirculadora ACS DAB VS 35/150	C/U	1	126.084	126.084
	Cañerías de Cu tipo L Ø ½"	ML	12	3.246	38.952
	Cañerías de Cu tipo L Ø ¾"	ML	12	5.077	60.926
	Cañerías de Cu tipo L Ø 1"	ML	12	6.108	73.296
	Cañerías de Cu tipo L Ø 2"	ML	30	21.914	657.414
	Cañerías de Cu tipo L Ø 3"	ML	24	44.515	1.068.359
	Aislación cañerías central térmica	GL	1	135.360	135.360
	Fittings para montaje y soldaduras	GL	1	1.320.000	1.320.000
	Manifold Surtidor y Retorno Ø 6" 7 conex.	C/U	2	102.000	204.000
	Conexión eléctrica desde arranque	GL	1	360.000	360.000
	Estadía del personal, fletes y peajes	GL	1	2.477.248	2.477.248
	Mano obra, regulación y puesta en marcha	GL	1	1.710.000	1.710.000
TOTAL \$					\$ 22.720.248
TOTAL+I.V.A. \$					\$ 27.037.095

Tabla 6.2 Costos de inversión de central térmica calefacción y aguas calientes sanitarias, con caldera convencional SIME RS.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNIT. \$	TOTAL \$
B.-	CENTRAL TERMICA CALEFACCION Y AGUA CALIENTE SANITARIA				
	Caldera Sime para gas, modelo RS-194	C/U	1	3.612.688	3.612.688
	Quemador de gas Riello 40 G-20	C/U	1	1.882.700	1.882.700
	Espaciador RS/RL - 28/34 para quemador	C/U	1	212.450	212.450
	Manifold Surtidor 5 vías Ø 6"Sch 40 ASTM	C/U	1	250.000	250.000
	Manifold Retorno 5 vías Ø 6"Sch 40 ASTM	C/U	1	250.000	250.000
	Chimenea Fe , e= 3 mm Ø 350 mm	ML	16	75.000	1.200.000
	Aislamiento chimenea (Lana mineral e=50 mm)	M2	40	6.500	260.000
	Camisa Zincalum e=0,5 mm para chimenea	ML	16	22.500	360.000
	Accesorios montaje (Vientos, argollas, tensor)	GL	1	275.800	275.800
	Pernos de fijación para montaje chimenea	GL	128	450	57.600
	Gorro chimenea	C/U	2	65.000	130.000
	Junta de Goma Ø 4"	C/U	4	45.149	180.596
	Acumulador Tank in Tank jumbo 1000 lts	C/U	1	2.868.617	2.868.617
	Válvulas de bola Ø½" HI (conexión gas)	C/U	4	4.365	17.460
	Válvulas bola Ø 1" HI(desague y llenado)	C/U	4	10.621	42.484
	Válvulas de mariposa Ø 3"	C/U	4	64.935	259.740
	Válvulas de mariposa Ø 4"	C/U	20	82.211	1.644.220
	Válvulas de Retención Ø 3"	C/U	2	59.582	119.164
	Válvulas de Retención Ø 4"	C/U	2	81.006	162.012
	Válvula de alivio Ø¾" 3 bar	C/U	2	13.629	27.258
	Válvula de llenado automático Ø½" Alimat	C/U	1	37.670	37.670
	Filtro Y Ø 4"	C/U	2	221.570	443.140
	Flanjes Ø 3"	C/U	8	13.105	104.840
	Flanjes Ø 4"	C/U	40	17.398	695.920
	Termómetro	C/U	2	42.440	84.880
	Manómetro	C/U	2	19.040	38.080
	Purgador Automático Ø¾"	C/U	2	14.360	28.720
	Conexión eléctrica calderas	C/U	1	210.000	210.000
	Estanque de expansión calefacción 80 lts.	C/U	1	62.211	62.211
	Bombas calefacción DAB A 80/180 XM	C/U	3	154.050	462.150
	Bombas calefacción DAB VA 65/180 XM	C/U	2	85.320	170.640
	Bombas calefacción DAB VA 35/130 M	C/U	1	67.782	67.782
	Bomba recirculadora ACS DAB VS 35/150	C/U	1	126.084	126.084
	Cañerías de Cu tipo L Ø ½"	ML	30	3.246	97.3880
	Cañerías de Cu tipo L Ø ¾"	ML	12	5.077	60.926
	Cañerías de Cu tipo L Ø 1"	ML	12	6.108	73.296
	Cañerías de Cu tipo L Ø 2"	ML	30	21.914	657.414
	Cañerías de Cu tipo L Ø 3"	ML	24	44.515	1.068.359
	Cañerías Ac tipo Sch 40 ASTM A-106 Ø 4"	ML	6	13.056	78.336
	Accesorios para montaje central térmica	GL	1	640.690	640.690
	Aislamiento de redes	GL	1	755.325	755.325
	Soldaduras, gas, oxigeno	GL	1	548.350	548.350
	Conexión eléctrica desde arranque	GL	1	360.000	360.000
	Mano obra, regulación y puesta en marcha	GL	1	1.710.000	1.710.000
	Estadía del personal, fletes y peajes	GL	1	2.477.248	2.477.248
				TOTAL \$	\$ 24.934.331
				TOTAL+I.V.A. \$	\$ 29.671853

6.2 Costos de operación

Para poder realizar la evaluación de los costos de operación de ambos sistemas se considerarán los siguientes puntos.

- Costo por hora, durante 8 horas diarias (7:00 a 15:00 horas), 5 días a la semana, 28 semanas al año y 1 año. Para completar un tiempo contemplado de 7 meses desde Abril a Octubre.

6.2.1 Costos de consumo de combustible en una caldera de condensación.

Para llevar a cabo el cálculo del consumo de energía en período de invierno se considerarán los meses de abril – octubre.

$$\dot{Q}_{anual} = 24 * G * V * \mu * i * \sum GD_{real} = \left[\frac{Wh}{año} \right]$$

Tabla 6.3 Tabla de datos y corrección de grados días.

MES	GD	Nº días	t _a '	t _e "	GD _{real}
Abril	193	30	17	11,86	154,2
Mayo	231	31	17	10,84	190,9
Junio	281	30	17	8,93	242
Julio	369	31	17	6,39	328,9
Agosto	302	31	17	8,55	261,9
Septiembre	252	30	17	9,9	213
Octubre	211	31	17	11,49	170,8

Total GD_{real}=1.561,9

Se tiene que: $ta' = ta - 3^{\circ}C = 20 - 3 = 17^{\circ}C$ donde a la temperatura deseada para el local t_a, se le extraen 3°C considerando el aporte de energía de las personas y los equipos.

$$t_e'' = 18,3 - \frac{GD_{tabla}}{n_k}$$

$$GD_{real} = n_k * (17 - t_e'')$$

Calculo del coeficiente G:

$$Q_{\text{Calefacción}} = G * V * (t_a - t_e) \rightarrow G * V = \frac{\sum Q_{\text{Calefacción}}}{(t_a - t_e)} = \frac{112.072}{(20-5)} = 7.471,4 \left[\frac{W}{^\circ C} \right]$$

Cálculo del μ :

$$\mu = \frac{\text{N}^\circ \text{horas totales periodo calefacción} - \text{N}^\circ \text{horas sin calefacción}}{\text{N}^\circ \text{horas totales periodo calefacción}}$$

$$\mu = \frac{(214 * 24) - (144 * 16 + 70 * 24)}{214 * 24} = 0,22$$

Calculo de i:

En este caso $i=0,9$, debido a que las ventanas presentan cortinas.

Calculo Q_{anual} :

$$Q_{\text{Anual}} = 24 * 7.471,4 * 0,22 * 0,9 * 1.561,9 = 55.454.337 \left(\frac{Wh}{\text{año}} \right)$$

Las calderas trabajan con agua caliente suministrada a $75^\circ C$ ya no trabajará con condensación de vapor, por lo tanto se considerará un rendimiento de ésta igual a 97%, de acuerdo a lo indicado de la tabla de especificación técnica de la caldera que se encuentra en la pagina 42. Si trabajase con condensación debería considerarse un rendimiento de 107,8%, respecto al poder calorífico inferior.

Masa de combustible (potencia máxima)

$$Q_{\text{Anual}} \left[\frac{kcal}{\text{año}} \right] = \dot{m} \left[\frac{kg_{\text{combustible}}}{\text{año}} \right] * PCI_{\text{Gas licuado}} \left[\frac{kcal}{kg} \right] * \eta_{\text{sistema}}$$

$$\eta_{\text{sistema}} = \eta_{\text{caldera}} * \eta_{\text{distribucion}} * \eta_{\text{regulacion}}$$

$$\eta_{\text{sistema}} = 0,97 * 0,90 * 1 = 0,873$$

$$\dot{m}_{\text{combustible}} = \frac{Q_{\text{anual}} * 0,86}{PCI * \eta_{\text{sistema}}} = \frac{55.454.337 * 0,86}{10680 * 0,873} = 5.115 \left(\frac{kg_{\text{comb}}}{\text{año}} \right)$$

Cálculo costo anual

Costo combustible gas-licuado: 970 \$/kg s/IVA

$$\text{Costo}_{comb} \left[\frac{\$}{\text{año}} \right] = \dot{m}_{comb} \left(\frac{\text{kg}}{\text{año}} \right) * C_e \left[\frac{\$}{\text{kg}} \right]$$

$$\text{Costo}_{comb} (s / iva) = 5.115 * 970 = 4.961.582 \left(\frac{\$}{\text{año}} \right)$$

$$\text{Costo}_{comb} (c / iva) = 5.904.283 \left(\frac{\$}{\text{año}} \right)$$

6.2.2 Costos de consumo de combustible para una caldera convencional.

Para el cálculo de costo de consumo de combustibles, se aplicarán los mismos datos obtenidos de costo anual, obtenidos anteriormente en las páginas 51 y 52.

Masa de combustible (Potencia máxima)

$$Q_{Anual} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{año}} \right] = \dot{m} \left[\frac{\text{kg}_{combustible}}{\text{año}} \right] * PCI_{Gas\ licuado} \left[\frac{\text{kcal}}{\text{kg}} \right] * \eta_{sistema}$$

$$\eta_{sistema} = \eta_{caldera} * \eta_{distribucion} * \eta_{regulacion}$$

$$\eta_{sistema} = 0,87 * 0,90 * 1 = 0,783$$

$$\dot{m}_{combustible} = \frac{Q_{anual} * 0,86}{PCI * \eta_{sistema}} = \frac{55.454.337 * 0,86}{10680 * 0,783} = 5.703 \left(\frac{\text{kg}_{comb}}{\text{año}} \right)$$

Cálculo costo anual

Costo combustible gas-licuado: 970 \$/kg s/IVA

$$\text{Costo}_{comb} \left[\frac{\$}{\text{año}} \right] = \dot{m}_{comb} \left(\frac{\text{kg}}{\text{año}} \right) * C_e \left[\frac{\$}{\text{kg}} \right]$$

$$\text{Costo}_{comb} (s / iva) = 5.703 * 970 = 5.531.879 \left(\frac{\$}{\text{año}} \right)$$

$$\text{Costo}_{comb} (c / iva) = 6.582.936 \left(\frac{\$}{\text{año}} \right)$$

De acuerdo a las especificaciones técnicas, especificaciones en pagina 42 y 43. Se obtiene siguiente grafico de rendimiento de las calderas en función de la carga de trabajo.

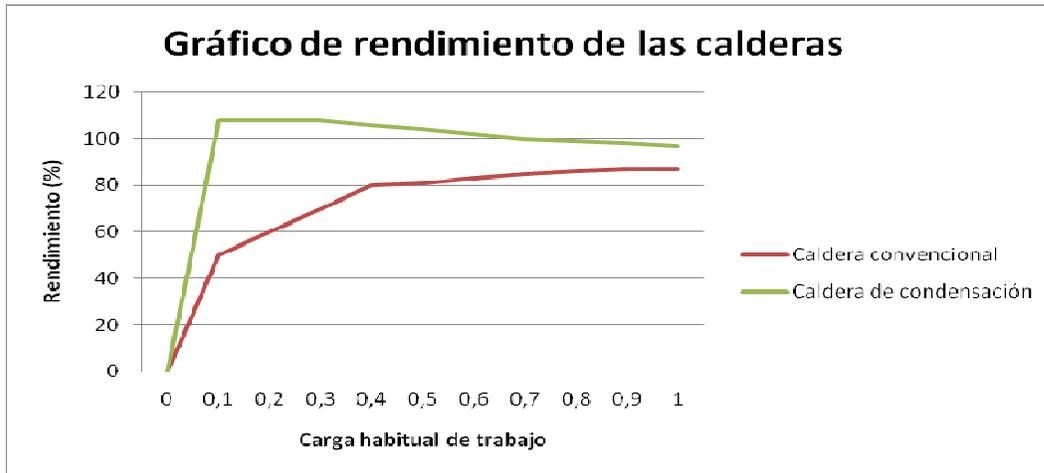


Fig. 6.1 Gráfica de rendimiento de calderas según la carga habitual de trabajo respectivamente

Tabla 6.4 Tabla resumen de costo totales.

	Caldera de condensación	Caldera convencional
Costo de sala caldera \$	\$ 22.720.248	\$ 24.934.331
Costo de radiadores y distribución \$	\$ 10.757.384	\$ 10.757.384
Costo de operación \$	\$ 4.961.582	\$ 5.531.879
Costo total \$	\$ 38.439.214	\$ 41.223.594
Costo total (con I.V.A) \$	\$ 45.742.665	\$ 49.056.077

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES.

Al momento de aprobar este proyecto de calefacción y agua caliente sanitaria para el nuevo edificio del Liceo San Felipe de Arauco, se aplicaron conocimientos específicos de Ingeniería en transferencia de calor, economía, y lo aprendido en la empresa SOCIEDAD JSA CLIMATIZACIÓN LTDA. Todo esto permitió obtener un proyecto acertado, con aplicación real y costos actuales, obtenidos de empresas de gran prestigio en el rubro industrial del país.

Este estudio de ingeniería se realizó tomando como referencia las condiciones más desfavorables que puede estar expuesto el recinto, considerando el mayor requerimiento de tiempo en invierno de la ciudad de Arauco, bajo condiciones establecidas por la norma Chilena en el cálculo de calefacción.

El análisis de los diferentes recintos del edificio, fue obtenido minuciosamente por la materialidad entregada por el cliente, considerando pérdidas zonales dentro del recinto, como pérdidas por paredes, puertas, ventanas, entre otras. Los coeficientes de transferencia obtenidos tienen un valor relativamente bajo, esto debido a la buena aislación con la que es construido el edificio.

Se seleccionaron radiadores de agua caliente de modelo OCEAN EK y DK, para calefaccionar los recintos. También se efectuó cálculos y selección de componentes necesarios para este tipo de diseño de calefacción, como bombas, cañerías, acumuladores y estanques de expansión.

El resultado total obtenido de la capacidad de los equipos de calefacción del recinto es de 95.939 (kcal/h).

El cálculo de requerimiento de agua sanitaria arrojó 5.000 (l/h), lo que implica suministrar un calor equivalente a 30.000 (kcal/h).

Se decidió diseñar la red de ductos con cinco circuitos independientes.

Se seleccionó el estanque acumulador de agua caliente e intercambiador de calor de marca JUMBO, dado que cumple dos funciones necesarias.

Al comparar la factibilidad de usar una caldera de condensación, respecto a una tradicional, se concluye que la inversión inicial para una central térmica con caldera de condensación es de \$27.037.095 y para una central térmica con calderas convencional es de \$29.671.854 lo cual indica ya que la inversión inicial de una central térmica con calderas de condensación es más rentable. El otro punto tomado en cuenta fueron los costos operacionales, en las calderas convencionales el valor es de \$6.582.936 y para las calderas de condensación es de \$5.904.283, ambos sistemas operan mediante gas licuado, por lo que resulta más barato el costo de operación en una caldera de condensación. Cabe mencionar que las calderas de condensación tienen un sistema de quemadores modulantes, lo que permite regular la carga de trabajo a potencia total, media y baja, lo que se traducen aun ahorro en el consumo de combustible en un 30% aproximadamente.

Se concluye que el sistema con calderas de condensación por concepto de costos operacionales y de inversión, es más rentable por este motivo se seleccionaron 2 calderas de condensación de modelo PRESTIGE con capacidad térmica de 100.276 (kcal/h) y 60.114(kcal/h) respectivamente.

BIBLIOGRAFÍA

- CARRIER, W. Manual de aire acondicionado “Carrier Air Conditioning Company”. 1999.
- CERDA, Luis. Apuntes de transferencia de calor.
- MIDEA, Anwo. Catálogo de selección Commercial Air Conditioner, Digital Scroll System MDV-DIII (R-410A). 2008-2009.
- Catálogo de productos 2011, GREENTEK.
- TROTTER, Alvin. Catálogo de productos 2011.

ANEXO

A

Nch 853.EOF71
Tabla 2 conductividad térmica válida (λ) y densidad aparente(ρ) de
materiales de construcción

Nº	Material (M)	ρ kg/m ³	λ W/(mK)
M.1	Aislantes térmicos		
M.1.1	En forma de colchonetas y fieltros		
M.1.1.1	Colchoneta aislante de algodón	14	0,35
M1.1.2	Colchoneta de lana minaral, entre papel, según densidades aparentes	35< ρ <40 40< ρ <50 50< ρ <60 60< ρ <70 70< ρ <80 80< ρ <90 90< ρ <110 110< ρ <130	0,047 0,044 0,041 0,040 0,038 0,038 0,037 0,037M.
M.1.1.3	Fibra de lino entre papel	78	0,041
M.1.1.4	Fibra de madera, tratada químicamente y colocada entre capas de cartón	58	0,036
M.1.1.5	Fieltro de vidrio embreado	58	0,05
M.1.2	En forma de planchas (rígidas y semirígidas)		
M.1.2.1	Lanas minerales de vidrio, rígidas o semirígidas	150< ρ <200 200< ρ <300	0,052 0,058
M1.2.2	Madera triturada y cemento	390 480	0,066 0,11
M.1.2.3	Materias plásticas expandidas		
M.1.2.3.1	Caucho espuma	50< ρ <100 200 300 400 500	0,035 0,45 0,06 0,07 0,09
M.1.2.3.2	Cloruro de polivinilo expandido	40< ρ <16	0,036
M.1.2.3.3	Ebonita expandida	64	0,031
M.1.2.3.4	Formaldeido de fenol celular	32	0,042
M.1.2.3.5	Poliestireno expandido, según densidades aparentes	10< ρ <16 20< ρ <25 25< ρ <30	0,036 0,035 0,034
M.1.2.3.6	Poliuretano expandido	24	0,025
M.1.2.4	Panles de amianto	200 300 400 500 600 800	0,056 0,065 0,078 0,084 0,105 0,15

Nch 853.EOF71
Tabla 2 (continuación)

N°	Material (M)	ρ kg/m³	λ W/(mK)
M1.2.5	Paneles de fibras aglomeradas, con colas orgánicas	200	0,044
		250	0,045
		300	0,047
		350	0,050
		400	0,052
		450	0,055
		500	0,059
		550	0,064
M.1.2.6	Paneles de fibra de vidrio	600	0,071
		16	0,051
		22	0,042
		40	0,040
M.1.2.7	Plancha de corcho	54	0,036
		100	0,040
		200	0,047
		300	0,058
M.1.2.8	Plancha de corcho aglomerado con asfalto	400	0,066
		500	0,074
		230	0,047
		96	0,035
M.1.3.4	Plancha de corcho sin aglomerante	112	0,038
		170	0,043
		224	0,049
		M.1.3.	Material suelto (de relleno)
M.1.3.1	Aserrín de corcho (≈5 mm)	130	0,044
M.1.3.2	Aserrín de madera	190	0,06
M.1.3.3	Corcho granulado	50	0,035
		100	0,040
		150	0,045
		200	0,050
M.1.3.4	Corteza de pino	80	0,037
M.1.3.5	Escorias de alto horno	----	0,11
M.1.3.6	Fibras de vidrio (0,008 a 0,15 mm)	24	0,040
M.1.3.7	Lana de amianto	100	0,061
		200	0,063
		400	0,12
M.1.3.8	Lana de vidrio	50	0,041
		100	0,039
		200	0,041
		300	0,048
		400	0,056

Nch 853.EOF71
Tabla 2 (continuación)

Nº	Material (M)	ρ kg/m ³	λ W/(mK)
M.1.3.9	Lana mineral granulada, aplicada a mano o a máquina en espesores de 5 a 15 cm, posición horizontal; sin recubrimiento	40< ρ <60	0,043
M.1.3.10	Material fibroso, a base de solomita y sílice	24	0,038
M.1.3.11	Material fibroso, a base de escoria	150	0,038
M.1.3.12	Material granular aislante fabricado con silicato cálcico y alúmina	67	0,035
M.1.3.13	Poliestireno en partículas	15	0,036
M.1.3.14	Vermiculita expandida	100	0,070
M.1.3.15	Vermiculita en partículas	99	0,047
M.2	Cubiertas		
M.2.1	Asbestocemento en planchas onduladas	1800< ρ <2000	0,76
M.2.2	Asbetoscemento en planchas planas	1400< ρ 1800	0,65
M.2.3	Asfalto	2100	0,9
M.2.4	Bitumén (betún)	1050	0,16
M.2.5	Cartón asfaltado	1100	0,14
M.2.6	Fibro cemento (amianto-cemento-celulosa)	1400< ρ <1800 1000< ρ <1400	0,46 0,35
M.2.7	Planchas onduladas metálicas	---	50
M.2.8	Tejas curvas	---	0,76
M.2.10	Tejas y planchas prensadas de fibrocemento	1800	0,76
M.3	Hormigones		
M.3.1	Bloques huecos de hormigón (promedio)	1160 1150 500	0,94 0,76 0,66
M.3.2	Hormigón armado, dosificación normal	2400	1,75(1,50)
M.3.3	Hormigón celular		
M.3.3.1	Hormigón con cenizas	1000	0,41
M.3.3.2	Hormigón con escorias de altos hornos	600 800 1000	0,17 0,22 0,30
M.3.3.3	Hormigón normal, con áridos silíceos	600 800 1000	0,34 0,49 0,67
M.3.4	Hormigón liviano (piedra pómez, escoria dilatada, puzolana, pliestireno expandido es copos, vermiculita, etc.)	600 800 1000 1200 1400	0,17 0,26 0,33 0,43 0,55

Nch 853.EOF71
Tabla 2 (continuación)

Nº	Material (M)	ρ kg/m ³	λ W/(mK)
M.3.5	Hormigón con grava normal, sin armar		
M.3.5.1	Hórmigón con áridos livianos	1600 1800	0,73 0,93
M.3.5.2	Hormigón con áridos ordianrios, sin virar	2000	0,16
M.3.5.3	Hormigón con áridos ordinarios, virados	2200 2400	1,40 1,75
M.3.6	Hormigón de madera		
M.3.6.1	Hormigón con viruta de madera	450< ρ <650	0,26
M.3.6.2	Hormigón de fibras de madera	300< ρ <400 400< ρ <500 500< ρ <600	0,12 0,14 0,16
M.3.7	Placa de hormigón	2000	0,77
M.3.8	Placa de hormigón de escorias	1350	0,29
M.4	Ladrillos		
M.4.1	Albañilería de ladrillo, incluso las juntas de mortero		
M.4.1.1	Clinker	$\rho \geq 1900$	1,05
M.4.1.2	Clinker hueco	----	0,79
M.4.1.3	Ladrillo hueco	1000 1200 1400	0,46 0,52 0,60
M.4.1.4	Ladrillo macizo	1000 1200 1400 1800 2000	0,46 0,52 0,60 0,79 1,0
M.4.2	Ladrillo hecho a mano	---	0,5
M.4.3	Ladrillo liviano con agregados	600 800	0,25 0,31
M.4.4	Muros de adobes	1100< ρ <1800	0,90
M.4.5	Muros de ladrillos livianos	800 1000 1200	0,34 0,41 0,49
M.4.6	Muros de ladrillos normales	1600 1800 2000	0,76 0,87 1,05
M.5	Maderas		
M.5.1	Maderas livianas, tales como: álamo, pino araucaria, roble, pellín, eucalipto	600< ρ <900	0,23
M.5.3.	Madera terciada	400< ρ <600	0,14
M.5.4	Paneles de fibras de madera prensada	850< ρ <1000	0,20
M.5.5	Viruta de madera	140 210	0,06 0,051

Nch 853.EOF71
Tabla 2 (continuación)

N°	Material (M)	ρ kg/m³	λ W/(mK)
M.5.6	Viruta de madera mineralizada y con cemento	400	0,066
M.5.7	Viruta de madera prensada	650	0,082
M.6	Materiales a granel o en polvo		
M.6.1	Arena	1600	0,49
M.6.2	Escorias	800 1000 1200 1400	0,25 0,29 0,34 0,41
M.6.3	Grava	1800< ρ <2200	0,8
M.6.4	Ladrillo molido	---	0,4
M.6.5	Productos minerales a granel	200 400 600	0,15 0,18 0,22
M.6.6	Productos minerales en polvo (kieselgurhr, polvo mineral)	200 400 600 800 1000 1200 1400	0,08 0,12 0,16 0,21 0,27 0,34 0,40
M.7	Metales		
M.7.1	Acero (1% C)	7780	50
M.7.2	Aluminio	2700	210
M.7.3	Aluminio duro (duraluminio95%Al, 5% Cu)	2780	210
M.7.4	Cinc	7140	110
M.7.5	Cobre	8930	380
M.7.6	Fundición (4% C)	7400	110
M.7.7	Hierro puro	7870	75
M.7.8	Latón (70% Cu, 30% Zn)	8450	105
M.7.9	Plomo	11300	35
M.8	Morteros y enlucidos		
M.8.1	Enlucidos de yeso	800 1000 1200	0,35 0,44 0,56
M.8.2	Enlucidos y morteros de cal o cemento	1600 1800 2000 2200	0,65 0,84 1,05 1,40
M.8.3	Placas celulares o áridos livianos	200 400 600	0,09 0,16 ,025

Nch 853.EOF71
Tabla 2 (continuación)

Nº	Material (M)	ρ kg/m³	λ W/(mK)
M.8.4	Placas de yeso	600 800 1000 1200	0,24 0,28 0,35 0,41
M.9	Pavimentos		
M.9.1	azulejos	---	1,05
M.9.2	Baldosas cerámicas	---	1,75
M.9.3	Linóleo	1200	0,19
M.9.4	Madera (ver M.5)		
M.9.5	Pavimento plástico	---	0,75
M.9.6	Mármol	2500< ρ <2850	2,0-3,5
M.9.7	terrazo	2200	1,75
M.9.8	Tierra natural	1600< ρ <1900	0,3< λ <2,8
M.10	Piedras		
M.10.1	Areba secado normal	1500	0,6
M.10.2	arenaisca	2200	1,4
M.10.3	Basaltos	2800< ρ <3000	1,8
M.10.4	Clacáreas		
M.10.4.1	Blandas	1450< ρ <1850	1,05
M.10.4.2	Medias(calizas)	1850< ρ <2150	1,4
M.10.4.3	Duras	2150< ρ <2850	2,2
M.10.4.4.	Mármol	ρ >2590	2,9
M.10.5	granito	2600> ρ <3000	3,5
M.10.6	Grvas	1900	2,3
M.10.7	Lavas	2100< ρ <2400	2,9
M.10.8	mampostería	---	1,6< λ <2,5
M.10.9	Piedar pómez	---	0,16< λ <0,5
M.11	Varios		
M.11.1	cartón	800	0,14
M.11.2	Cartón piedra	700	0,14
M.11.3	Caucho espuma	50< ρ <100 200 300 400 500	0,035 0,045 0,06 0,07 0,09
M.11.4	Caucho natural	1050 1150	0,16 0,28
M.11.5	Caucho sintético	1150 1250	0,23 0,47
M.11.6	Celuloide	1400	0,22
M.11.7	Papel	1000	0,13
M.11.8	Vidrio para ventanas	---	1,2

**Nch 853.EOF71
Tabla 2 (continuación)**

N°	Material (M)	ρ kg/m³	λ W/(mK)
M.12	Yesos		
M.12.1	Bloques de yeso para tabiques	---	0,40
M.12.2	Planchas de yezo con revestimiento de cartón en ambas caras	---	0,20
M.12.3	Yeso con piedras pómez, escoria dilatada, puzolana, vermiculita, poliestireno expandido	200	0,08
		400	0,12
		600	0,16
M.12.4	Yeso normal	--	0,48
M.12.5	Yesos porosos	200	0,12
		400	0,21
		600	0,29

NCh853.EOF71

24.

TABLA 4 (ver Nota 7)
RESISTENCIA TERMICA VALIDA POR UNIDAD DE SUPERFICIE, R_a , DE ESPACIOS NO VENTILADOS (CAMARAS DE AIRE) VERTICALES; (flujo térmico horizontal)

Espesor del espacio (e) mm	Factor a'			
	0,82	0,20	0,1	0,05
	Resistencia térmica válida, $R_a, m^2 \cdot K/W$			
5	0,105	0,17	0,20	0,20
10	0,14	0,28	0,32	0,38
15	0,155	0,35	0,43	0,51
20	0,165	0,37	0,46	0,55
25	0,165	0,37	0,46	0,55
30	0,16	0,35	0,45	0,53
35	0,155	0,35	0,44	0,51
$e \geq 40$	0,155 - 0,19	0,35	0,43	0,50

Nota 7 . Las Tablas 4,5 y 6 indican la resistencia térmica, R_a , válida de espacios continuos no ventilados (cámaras de aire) en función de los parámetros siguientes:
 a) sentido de flujo térmico
 b) espesor del espacio (de la cámara de aire)
 c) factor a' , dado por la fórmula:

$$\frac{1}{a'} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{a_2} - 1$$

en que :

a_1, a_2 = absorptividades de las superficies en contacto con el espacio considerado.

$a = 0,9$ superficie de albañilería, madera, papel, vidrio o pinturas no metálicas.

$a = 0,2$ superficie de papel de aluminio, fierro galvanizado brillante.

$a = 0,05$ superficie de lámina de aluminio brillante.

Se distinguen los 4 casos característicos siguientes:

a) Caso general : $a_1 = a_2 = 0,9$ de donde: $a' = 0,82$

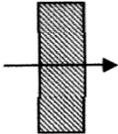
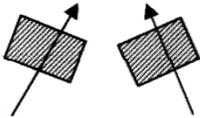
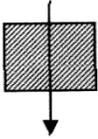
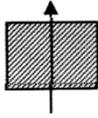
b) Una superficie absorbe poco: $a_1 = 0,2; a_2 = 0,9$, de donde: $a' = 0,20$

c) Ambas superficies absorben poco: $a_1 = a_2 = 0,2$, de donde: $a' = 0,11$.

d) Una absorbe muy poco: $a_1 = 0,05; a_2 = 0,9$. de donde: $a' = 0,05$.

NCh853.53.EOF71

Tabla 3 resistencias térmicas de superficie ($1/h_i$, $1/h_e$, $1/h_i + 1/h_e$)

Inclinación de elementos y sentido del flujo de calor	Elementos exteriores			Elementos interiores		
	$\frac{1}{h_i}$	$\frac{1}{h_e}$ (*)	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$	$\frac{1}{h_r}$	$\frac{1}{h_r}$	$\frac{1}{h_r} + \frac{1}{h_r}$
Elementos verticales 	0,12	0,05	0,17	0,12	0,12	0,24
Elementos horizontales o ligeramente inclinados (flujo ascendente) 	0,09	0,05	0,14	0,10	0,10	0,20
Elementos horizontales (flujo descendente) 	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34
Elementos horizontales (flujo ascendente) 				0,11	0,11	0,22

(*) Los valores de $\frac{1}{h_e}$ corresponden a aire exterior movido con velocidad máxima

de 2 m/s, aproximadamente y los demás a aire en reposo. Estos valores se utilizan como base de cálculos comparativos entre las propiedades térmicas de diferentes elementos. Para los cálculos en condiciones reales, se debe consultar la forma referente a condiciones climatológicas.

$h_e = 5,8 + 4V$ (W/m²K); si $\bar{v} < 5$ m/s (18 km/h)

$h_e = 7,15 \bar{v}^{0,78}$ (W/m²K); si $\bar{v} \geq 5$ m/s (18 km/h)

NCh853.53.EOF71

Tabla 5
 (ver nota 7) resistencia térmica válida, por unidad de superficie, R_a , de espacios no ventilados (cámaras de aire) horizontales
 Flujo térmico ascendente.

Espesor del espacio (e)mm	Factor a'			
	0,82	0,20	0,1	0,05
	Resistencia termica valida, R_a , (m ² K/W)			
5	0,10	0,16	0,17	0,19
10	0,13	0,23	0,26	0,29
15	0,13	0,25	0,29	0,32
20	0,135	0,25	0,29	0,33
30	0,14	0,26	0,31	0,35
40	0,14	0,27	0,32	0,36
50	0,14	0,28	0,33	0,37
60	0,14	0,28	0,34	0,38
70	0,14	0,29	0,34	0,39
80	0,145	0,29	0,35	0,39
90	0,145	0,29	0,35	0,40
e≥100	0,145	0,30	0,36	0,40

NCh853.53.EOF71

Tabla 6
 (ver nota 7) resistencia térmica válida, por unidad de superficie, R_a , de espacios no ventilados (cámaras de aire) horizontales
 Flujo térmico descendente.

Espesor del espacio (e)mm	Factor a'			
	0,82	0,20	0,1	0,05
	Resistencia termica valida, R_a , (m ² K/W)			
5	0,09	0,16	0,20	0,20
10	0,14	0,29	0,34	0,37
15	0,16	0,36	0,45	0,52
20	0,17	0,42	0,55	0,65
25	0,17	0,47	0,63	0,76
30	0,175	0,51	0,68	0,87
40	0,185	0,57	0,77	1,03
50	0,19	0,60	0,84	1,15
60	0,19	0,61	0,89	1,25
70	0,195	0,62	0,94	1,33
80	0,20	0,63	0,97	1,40
90	0,20	0,63	1,00	1,46
e≥100	0,20	0,63	1,03	1,51

NCh1078.c73

**Tabla 6
Suplemento S_o .**

Modo del servicio de calefacción	Valores del suplemento S_o			
	Permeabilidad térmica media, P_m , W/(m ² K)			
	0,11 a 0,34	0,35 a 0,81	0,82 a 1,74	> 1,75
1.- Reducción de la potencia durante la noche	0,07	0,07	0,07	0,07
2.-Interrupción durante 9 a 12 h.	0,20	,015	0,15	0,15
3.-Interrupción durante 12 a 16 h.	0,30	0,25	0,20	0,15

Tabla 7 Suplemento S_1 por orientación

Orientación	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Suplemento S_1	-0,05	-0,05	0	+0,05	+0,05	+0,05	0	-0,05

NCh1078.c73

Tabla 9
Factor característico de local, locales con ventanas y puertas normales

Ventanas de	Puertas interiores		
	no hermáticas	hermáticas	R
madera y material sintético	$\frac{A_v}{A_p} < 3$ *)	$\frac{A_v}{A_p} < 1,5$ *)	0,9
	$3 \leq \frac{A_v}{A_p} \leq 9$ *)	$1,5 \leq \frac{A_v}{A_p} \leq 3$ *)	0,7
metal	$\frac{A_v}{A_p} < 6$ *)	$\frac{A_v}{A_p} < 2,5$ *)	0,9
	$6 \leq \frac{A_v}{A_p} \leq 20$	$2,5 \leq \frac{A_v}{A_p} \leq 6$	0,7

*) A_v : superficie, m², de ventanas exteriores

*) A_p : superficie, m², de puertas interiores.

Nch1078.c73

Tabla 3
Temperatura de locales no calefaccionados

Local	Temperatura exterior de cálculo				
	+3	+1	-1	-3	-5
Local no calefaccionado, rodeado de otro calefaccionado.	12	11	10	9	8
Sotanos no calefaccionados	13	12	11	11	10
Terreno debajo del suelo del sótano	12	11	10	10	9
Suelo a nivel del terreno	8	6	5	3	2
Atico no calefaccionado, inmediatamente debajo del tejado provisto de aislación térmica.	13	12	11	11	10
Atico no calefaccionado, inmediatamente debajo del tejado sin protección térmica.	8	6	4	2	0
Local auxiliar comunicado directamente con el aire exterior.	6	4	2	0	-2

NCh1078.c73

Temperatura exterior de cálculo de ciudades del país

Lugar	Latitud S	Zona climática	Temperatura ext. de cálculo °C
Achao	42° 28'	F	5
Aisén	45° 24'	D	1
Algarrobo	33° 22'	F	7
Ancud	41° 52'	F	5
Angol	37° 48'	E	3
Antofagasta	23° 42'	F	9
Arica	18° 28'	F	13
Clama	22° 27'	F	5
Cladera	27° 03'	F	9
Cartagena	33° 33'	F	7
Castro	42° 29'	F	5
Cauquenes	35° 58'	E	3
Coyaique	45° 34'	B	-3
Combarbalá	31° 11'	E	3
Concepción	36° 50'	F	5
Constitución	35° 20'	F	5
Copiapó	27° 21'	F	7
Coquimbo	29° 56'	F	7
Coronel	37° 01'	F	5
Curacautín	38° 26'	D	1
Curicó	34° 59'	E	3
Chaitén	42° 54'	E	3
Chañaral	26° 20'	F	9
Chile chico	46° 34'	B	-3
Chillán	36° 36'	E	3
Huasco	28° 27'	F	9
Illapel	31° 37'	F	5
Iquique	20° 12'	F	11
Islas Juan F ernandez	33° 37'	F	9
La Calera	32° 48'	E	3
La Ligua	32° 27'	F	7
La Serena	29° 55'	F	7
La Unión	40° 15'	E	3
Lautaro	38° 33'	E	3
Lebu	37° 37'	F	5
Limache	33° 01'	F	5
Linares	35° 51'	E	3
Loncoche	39° 23'	E	3
Lonquimay	38° 26'	B	-3

Lugar	Latitud S	Zona climatica	Temperatura ext. de cálculo °C
Los Andes	32° 50'	D	1
Los Angeles	37° 28'	E	3
Los Vilos	31° 54'	F	7
Lota	37° 05'	F	5
Llolleo	33° 38'	F	7
Melipilla	33° 42'	E	3
Molina	35° 05'	D	1
Navarino	55° 10'	C	-1
Nieva Imperial	38° 43'	E	3
Olmué	33° 00'	F	5
Osorno	40° 35'	E	3
Ovalle	30° 36'	F	5
Palena	43° 38'	C	-1
Panguipulli	39° 41'	D	1
Panimávida	35° 45'	E	3
Papudo	32° 30'	F	7
Parral	36° 09'	E	3
Pichidangui	32° 07'	F	7
Pichilemu	34° 24'	F	5
Pisagua	19° 34'	F	11
Pitrufquén	38° 59'	E	3
Potrerosillos	26° 30'	F	5
Pucón	39° 16'	D	1
Puerto Montt	41° 28'	E	3
Puerto Natales	51° 44'	B	-3
Puerto varas	41° 20'	E	3
Punta Arenas	53° 10'	C	-1
Quilpué	33° 04'	F	5
Quillota	32° 54'	F	5
Quintero	32° 47'	F	7
Rancagua	34° 10'	D	1
Rengo	34° 25'	E	3
San Antonio	33° 34'	F	7
San Felipe	32° 45'	E	3
San Fernando	34° 35'	E	3
San José de Maipo	33° 39'	D	1
Santiago	33° 27'	E	3
Santo Domingo	33° 39'	F	7
Talagante	33° 40'	F	5

Lugar	Latitud S	Zona climática	Temperatura ext. de cálculo °C
Talca	35° 26'	E	3
Talcahuano	36° 43'	F	5
Taltal	25° 22'	F	9
Temuco	38° 45'	E	3
Tocopilla	22° 06'	F	11
Tomé	36° 37'	F	5
Traiguén	38° 15'	E	3
Valdivia	39° 48'	E	3
Valparaíso	33° 02'	F	7
Vallenar	28° 34'	F	5
Victoria	38° 14'	E	3
Vicuña	30° 02'	F	5
Villa Alemana	33° 04'	F	5
Villarrica	39° 17'	C	1
Viña del Mar	33° 01'	F	7
Yumbel	37° 09'	E	3
Zapallar	32° 32'	F	7

Nch1076.c73

Coefficiente "H" de transmisión térmica por metro de perímetro del muro exterior

Aislación piso	R _t (m ² K)/W	H W/(m K)
Piso corriente	0,15-0,25	1,4
Piso medianamente aislado	0,26-0,6	1,2
Piso aislado	>0,6	1

FACTOR CARACTERÍSTICO DE CASAS, H

Localidad	Situación	Casa de fila *)	Casa independiente
normal	protegida	0,24	0,34
	despejada	0,41	0,58
	extraordinariamente despejada	0,60	0,84
de vientos intensos	protegida	0,41	0,58
	despejada	0,60	0,84
	extraordinariamente despejada	0,82	1,13

*) Además, las casas con varias viviendas, en grupos de locales, viviendas de esquina de fichas casas y de casas pareadas.

ANEXO

B

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

AULA 1

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	16,82	2,76	7	324,96	0,20	0,05	1,25	406,2
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	16,82	0,56	15	140	0,20	0,05	1,25	176,6
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	16,2	3,06	15	743,58	0,20	0	1,2	892,2
Muros	Este	9,03	0,56	15	75	0,20	0	1,2	90,2
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	0	0
Muros	Oeste	21,75	2,76	7	420	0,20	0	1,2	504,2
Puerta	Oeste	1,9	2,28	7	30	0,20	0	1,2	36,3
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		14,5	1	15	217,5	0,20	0	1,2	261
	SUBTOTAL				1.951,75				2.366,9

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	147,9	177,48	0,24	15	742,5	0,7	0,41	1	213
SUBTOTAL					742,5				213
TOTAL					2.694				2.580

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

AULA 2

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	16,82	2,76	7	324,96	0,15	0,05	1,2	389,9
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	16,2	3,06	15	743,58	0,15	0	1,15	855
Muros	Este	9,03	0,56	15	75	0,15	0	1,15	87,2
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	1,89	4,12	7	54,50	0,15	0	1,15	62,6
Muros	Oeste	17,96	2,76	7	346,98	0,15	0	1,15	399
Puerta	Oeste	1,9	2,28	7	30	0,15	0	1,15	34,8
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		8,7	1	15	130,5	0,15	0	1,15	150
SUBTOTAL					1.706				1.978,8

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	147,9	177,48	0,24	15	742,45	0,7	0,41	1	213
SUBTOTAL					742,45				213
TOTAL					2.448				2.192

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

$t_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_e = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	$V = 24 \text{ Km/h}$
------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

AULA 3

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	16,2	3,06	15	743,58	0,15	0	1,15	855
Muros	Este	9,03	0,56	15	75	0,15	0	1,15	87,2
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	1,89	4,12	7	54,5	0,15	0	1,15	62,6
Muros	Oeste	17,96	2,76	7	346,98	0,15	0	1,15	399
Puerta	Oeste	1,9	2,28	7	30	0,15	0	1,15	34,8
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		8,7	1	15	130,5	0,15	0	1,15	150
	SUBTOTAL				1.381				1.589

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	147,9	177,48	0,24	15	742,45	0,7	0,41	1	213,8
SUBTOTAL					742,45				213,8
TOTAL					2.124				1.803

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

UTP

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	5,4	3,06	15	247,8	0,15	0	1,15	285
Muros	Este	2,52	0,56	15	20,97	0,15	0	1,15	26
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventanas	Oeste	1,29	4,12	7	37	0,15	0	1,15	42,9
Muros	Oeste	4,93	2,76	7	95	0,15	0	1,15	109,5
Puerta	Oeste	1,9	2,28	7	30	0,15	0	1,15	34,8
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		2,8	1	15	42	0,15	0	1,15	48,3
SUBTOTAL					473,57				546,6

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	46,4	55,68	0,24	15	232,9	0,9	0,41	1	85,9
SUBTOTAL					232,9				85,9
TOTAL					706				633

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

SALA DE PROFESORES

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	31,32	3,06	15	1.437,6	0,15	0	1,15	1.653,2
Muros	Este	2,9	0,56	15	24,14	0,15	0	1,15	27,76
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	4,48	4,12	7	129	0,15	0	1,15	148,5
Muros	Oeste	25,94	2,76	7	501	0,15	0	1,15	576,3
Puerta	Oeste	3,8	2,28	7	60,64	0,15	0	1,15	69,7
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		11,8	1	15	177	0,15		1,15	203,5
SUBTOTAL					2.329,74				2.678,9

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	197,2	236,64	0,24	15	989,94	0,7	0,41	1	284,11
SUBTOTAL					989,94				284,11
TOTAL					3.320				2.963

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

**ATENCIÓN
APODERADOS**

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	9,12	0,56	15	75,92	0,20	-0,05	1,15	87,3
Puerta	Norte	1,9	2,28	7	30	0,20	-0,05	1,15	34.8
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	5,4	3,06	15	247,86	0,20	0	1,2	297,4
Muros	Este	2,72	0,56	15	22,64	0,20	0	1,2	27,1
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		2,8	1	15	42	0,20	0	1,2	50,4
	SUBTOTAL				418,74				497

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	30,85	37,02	0,24	15	154,89	0,9	0,41	1	57
SUBTOTAL					154,89				57
TOTAL					574				554

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

PORTERIA

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0,7	4,12	7	20	0,15	0,05	1,2	24,2
Muros	Norte	9,12	2,76	7	87	0,15	0,05	1,2	104,7
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	1,33	4,12	7	38	0,15	0	1,15	44
Muros	Oeste	4,89	2,76	7	94,47	0,15	0	1,15	108,6
Puerta	Oeste	1,9	2,28	7	30	0,15	0	1,15	34,8
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					270,64				316,5

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	14,5	17,4	0,24	15	72,79	0,9	0,24	1	15,72
SUBTOTAL					72,79				15,72
TOTAL					343				332

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
-------------------	------------------	--------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

OFICINA DE PARTES

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	1,89	4,12	7	54,50	0,15	0,05	1,2	65,4
Muros	Sur	6,23	2,76	7	120	0,15	0,05	1,2	144,4
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	5,4	3,06	15	247,86	0,15	0	1,15	285
Muros	Este	2,72	0,56	15	22,64	0,15	0	1,15	26
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		2,8	1	15	42	0,15	0	1,15	48
SUBTOTAL					487,40				569

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	23,2	27,84	0,24	15	116,46	0,9	0,41	1	42,9
SUBTOTAL					116,46				42,9
TOTAL					604				612

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

$t_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_e = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	$V = 24 \text{ Km/h}$
------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

EQUIPOS MÚLTIPLES

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	10,8	3,06	15	495,72	0,15	0	1,15	570
Muros	Este	6,02	0,56	15	50	0,15	0	1,15	57,6
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	2,1	4,12	7	60,56	0,15	0	1,15	69,6
Muros	Oeste	6,6	2,76	7	127,51	0,15	0	1,15	146,6
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		5,8	1	15	87	0,15	0	1,15	100
	SUBTOTAL				820,9				944

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	46,4	55,68	0,24	15	232,9	0,9	0,41	1	85,9
SUBTOTAL					232,9				85,9
TOTAL					1.054				1.030

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

**OFICINA
ADMINISTRATIVO ,
INSPECTOR GRAL.**

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	5,4	3,06	15	247,8	0,15	0	1,15	285
Muros	Este	2,72	0,56	15	22,64	0,15	0	1,15	26
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	1,4	4,12	7	40	0,15	0	1,15	46,4
Muros	Oeste	4,82	2,76	7	93	0,15	0	1,15	107
Puerta	Oeste	1,9	2,28	7	30	0,15	0	1,15	34,8
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		2,8	1	15	42	0,15	0	1,15	48
	SUBTOTAL				476				547,6

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	23,2	27,84	0,24	15	116,46	0,9	0,41	1	42,9
SUBTOTAL					116,46				42,9
TOTAL					593				591

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

$t_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_e = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	$V = 24 \text{ Km/h}$
------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

OFICINA DIRECTOR

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	11,02	2,76	7	212,9	0,15	0,05	1,2	255,4
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	5,4	3,06	15	247,86	0,15	0	1,15	285
Muros	Este	2,72	0,56	15	22,64	0,15	0	1,15	26
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	6,2	2,76	7	120,17	0,15	0	1,15	138
Puerta	Oeste	1,9	2,28	7	30	0,15	0	1,15	34,8
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		2,8	1	15	42	0,15	0	1,15	48
SUBTOTAL					675,89				787,9

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	31,9	38,28	0,24	15	160	0,9	0,41	1	59
SUBTOTAL					160				59
TOTAL					836				847

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

SECRETARIA

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	8,26	2,76	7	159,68	0,15	0,05	1,2	191,6
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	1,89	4,12	7	54,50	0,15	0,05	1,2	65,4
Muros	Sur	4,47	2,76	7	86,45	0,15	0,05	1,2	103,7
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,15	0,05	1,2	36
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	3,78	4,12	7	109	0,15	0	1,15	125
Muros	Oeste	13,04	2,76	7	251,93	0,15	0	1,15	289,7
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		0	0	0	0	0	0	1	0
	SUBTOTAL				691,88				812

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	47,85	57,42	0,24	15	240	0,9	0,24	1	51,8
SUBTOTAL					240				51,8
TOTAL					932				864

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

$t_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_e = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	$V = 24 \text{ Km/h}$
------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

INSPECTOR DE PISO

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	5,22	2,76	7	100,85	0,15	0,05	1,2	121
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	1,33	4,12	7	38	0,15	0	1,15	44
Muros	Oeste	4,89	2,76	7	94,47	0,15	0	1,15	108,6
Puerta	Oeste	1,9	2,28	7	30	0,15	0	1,15	34,8
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		0	0	0	0	0	0	1	0
	SUBTOTAL				263,99				308,6

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	14,5	17,4	0,24	15	72,79	0,9	0,24	1	15,7
SUBTOTAL					72,79				15,7
TOTAL					337				324

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

BIBLIOTECA

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	25,2	3,06	15	1.156,6	0,20	-0,05	1,15	1.330
Muros	Norte	17,14	0,56	15	142,69	0,20	-0,05	1,15	164
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur (Ext.)	3,6	3,06	15	165	0,20	0,05	1,25	206,5
Ventanas	Sur (Int.)	1,89	4,12	7	54,50	0,20	0,05	1,25	68
Muros	Sur (Ext.)	3,94	0,56	15	32,80	0,20	0,05	1,25	41
Muros	Sur (Int.)	22,5	2,76	7	434,7	0,20	0,05	1,25	543
Puerta	Sur	3,8	2,28	7	60,64	0,20	0,05	1,25	75,8
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	25,52	0,56	15	212,45	0,20	0	1,2	254,9
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		22,6	1	15	339	0,20	0	1,2	406,8
SUBTOTAL					2.598,62				3.090,7

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	282,17	338,60	0,24	15	1.416,49	0,9	0,41	1	522,6
SUBTOTAL					1.416,49				522,6
TOTAL					4.015				3.613

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
-------------------	------------------	--------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

LABORATORIO DE IDIOMA

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	19,8	3,06	15	908,82	0,15	-0,05	1,1	999,7
Muros	Norte	14,42	0,56	15	120	0,15	-0,05	1,1	132
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	3,78	4,12	7	109	0,15	0,05	1,2	130,8
Muros	Sur	26,64	2,76	7	514,68	0,15	0,05	1,2	617,6
Puerta	Sur	3,8	2,28	7	60,64	0,15	0,05	1,2	72,7
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste								
Muros	Oeste (Ext.)	8,12	0,56	15	67,5	0,15	0	1,15	77,7
Muros	Oeste (Int.)	8,7	2,76	7	168	0,15	0	1,15	193
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		11,8	1	15	177	0,15	0	1,15	203,5
SUBTOTAL					2.125,85				2.427,4

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	198,47	238,17	0,24	15	989,94	0,9	0,41	1	365
SUBTOTAL					989,94				365
TOTAL					3.116				2.793

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
-------------------	------------------	--------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

SALA PRIMEROS AUXILIOS

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	1,9	3,06	15	87	0,15	-0,05	1,1	95,9
Muros	Norte	3,32	0,56	15	27,63	0,15	-0,05	1,1	30
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0,66	4,12	7	19,17	0,15	0,05	1,2	23
Muros	Sur	2,66	2,76	7	51	0,15	0,05	1,2	61,5
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,15	0,05	1,2	36,4
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	8,12	2,76	7	156,87	0,15	0	1,15	180
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		1,8	1	15	27	0,15	0	1,15	31
SUBTOTAL					399,49				458,7

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	14,5	17,5	0,24	15	73	0,9	0,24	1	15,8
SUBTOTAL					73				15,8
TOTAL					473				475

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

$t_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_e = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	$V = 24 \text{ Km/h}$
------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

AULA 4

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	16,2	3,06	15	743,58	0,15	-0,05	1,1	817,9
Muros	Norte	9,32	0,56	15	77,58	0,15	-0,05	1,1	85
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	1,89	4,12	7	54,5	0,15	0,05	1,2	65,4
Muros	Sur	21,73	2,76	7	419,82	0,15	0,05	1,2	503,7
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,15	0,05	1,2	36
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	8,12	0,56	15	67,59	0,15	0	1,15	77,7
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		8,8	1	15	132	0,15	0	1,15	151,8
SUBTOTAL					1.525,4				1.738

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	147,9	177,48	0,24	15	742,45	0,7	0,41	1	213
SUBTOTAL					742,45				213
TOTAL					2.268				1.951

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

AULA 5, 6, 7, 8 Y 9

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	16,2	3,06	15	743,58	0,15	-0,05	1,1	817,9
Muros	Norte	9,32	0,56	15	77,58	0,15	-0,05	1,1	85
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	1,89	4,12	7	54,5	0,15	0,05	1,2	65,4
Muros	Sur	21,73	2,76	7	419,82	0,15	0,05	1,2	503,7
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,15	0,05	1,2	36,6
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		8,8	1	15	132	0,15	0	1,15	151,8
SUBTOTAL					1.457,8				1.660,9

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	147,9	177,48	0,24	15	742,45	0,7	0,41	1	213
SUBTOTAL					742,45				213
TOTAL					2.200				1.874

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

$t_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_e = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	$V = 24 \text{ Km/h}$
------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

AULA 10

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	16,2	3,06	15	743,58	0,15	-0,05	1,1	817,9
Muros	Norte	9,32	0,56	15	77,58	0,15	-0,05	1,1	85
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	23,62	2,76	7	456	0,15	0,05	1,2	547,5
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,15	0,05	1,2	36
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	16,82	2,76	7	324,96	0,15	0	1,15	373,7
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		0	0	0	0	0	0	1	0
Piso		8,8	1	15	132	0,15	0	1,15	151,8
SUBTOTAL					1.764,7				2.012,7

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	147,9	177,48	0,24	15	742,45	0,7	0,41	1	213
SUBTOTAL					742,45				213
TOTAL					2.507				2.226

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

BODEGA

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	8,54	2,76	7	164,99	0,20	0,05	1,25	206
Puerta	Norte	1,9	2,28	7	30	0,20	0,05	1,25	37,9
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	10,44	0,56	15	86,91	0,20	0,05	1,25	109,6
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	1,82	4,12	7	52,48	0,20	0	1,2	62,9
Muros	Oeste	13,11	2,76	7	253	0,20	0	1,2	304
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		19	2,75	7	365,7	0,20	0	1,2	438,8
Piso		3,6	1	15	54	0,20	0	1,2	64,8
	SUBTOTAL				1.008,5				1.224,4

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	55,1	66,12	0,24	15	276,60	0,9	0,24	1	59,7
SUBTOTAL					276,60				59,7
TOTAL					1.285				1.284

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

BAÑOS ALUMNAS

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	5,4	3,06	15	247,8	0,20	-0,05	1,15	285
Muros	Norte	7,07	0,56	15	58,8	0,20	-0,05	1,15	67,6
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	10,57	2,76	7	204	0,20	0,05	1,25	255
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,20	0,05	1,25	37,9
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	20,88	2,76	7	403,4	0,20	0	1,20	484
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		30,96	2,75	7	595,9	0,20	0	1,20	715
Piso		4,3	1	15	64,5	0,20	0	1,20	77,4
	SUBTOTAL				1.605				1.922,5

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	89,78	107,74	0,24	15	450,7	0,9	0,24	1	97
SUBTOTAL					450,7				97
TOTAL					2.056				2.020

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
-------------------	------------------	--------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

BAÑOS ALUMNOS

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	5,4	3,06	15	247,8	0,20	-0,05	1,15	285
Muros	Norte	7,07	0,56	15	58,8	0,20	-0,05	1,15	67,6
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	10,57	2,76	7	204	0,20	0,05	1,25	255
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,20	0,05	1,25	77,9
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
					0				
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		30,96	2,75	7	595,9	0,20	0	1,2	715
Piso		4,3	1	15	64,5	0,20	0	1,2	77
	SUBTOTAL				1.201,5				1.438

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	89,78	107,74	0,24	15	450,7	0,9	0,24	1	97
	SUBTOTAL				450,7				97
	TOTAL				1.652				1.536

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

TALLER DE ARTE

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	10,8	3,06	15	495,7	0,20	-0,05	1,15	570
Muros	Norte	8,9	0,55	15	74	0,20	-0,05	1,15	85
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	1,12	4,12	7	32	0,20	0,05	1,25	40
Muros	Sur	16,7	2,76	7	322,6	0,20	0,05	1,25	403
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30,3	0,20	0,05	1,25	37,9
Ventanas	Este	4,55	4,12	7	131	0,20	0	1,2	157,4
Muros	Este	25,16	2,76	7	486	0,20	0	1,2	583
Puerta	Este	1,9	2,28	7	30	0,20	0	1,2	36
					0				
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		74	2,75	7	1.425	0,20	0	1,2	1.709
Piso		6,8	1	15	102	0,20	0	1,2	122,4
	SUBTOTAL				3.129				3.746

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	214,9	257,9	0,24	15	1.079	0,9	0,24	1	233
SUBTOTAL					1.079				233
TOTAL					4.208				4.674

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

COMEDOR DE ALUMNOS

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	29,6	4,12	7	853,6	0,20	0,05	1,25	1.067
Muros	Norte	16,6	2,76	7	321,4	0,20	0,05	1,25	401,8
Puerta	Norte	1,9	2,28	7	30	0,20	0,05	1,25	37,9
Ventanas	Sur	16,2	3,06	15	743,5	0,20	0,05	1,25	929,4
Muros	Sur	14,9	0,56	15	124,5	0,20	0,05	1,25	156,6
Puerta	Sur	3,8	2,28	15	129,9	0,20	0,05	1,25	162,4
Ventanas	Este	2,2	4,12	7	66	0,20	0	1,2	79
Muros	Este	8,5	2,76	7	165,7	0,20	0	1,2	198,9
Puerta	Este	1,9	2,28	7	30	0,20	0	1,2	36
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		200	2,75	7	3.850	0,20	0	1,2	4.620
Piso		11,4	1	15	171	0,20	0	1,2	205
	SUBTOTAL				6.486,6				7.894

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	580	696	0,24	15	2.911,6	0,9	0,41	1	1.074
SUBTOTAL					2.911,6				1.074
TOTAL					9.398				8.968

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

TALLER DE MUSICA

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	2,8	4,12	7	80,7	0,20	0,05	1,25	1001
Muros	Norte	20,24	2,76	7	391	0,20	0,05	1,25	488,7
Puerta	Norte	1,9	2,28	7	30	0,20	0,05	1,25	37,9
Ventanas	Sur	10,8	3,06	15	495,7	0,20	0,05	1,25	619,6
Muros	Sur	14,4	0,55	15	117,7	0,20	0,05	1,25	147
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	18,4	3,06	15	844,5	0,20	0	1,20	1.013
Muros	Este	20,7	0,56	15	172,4	0,20	0	1,20	206
Puerta	Este	3,8	2,28	15	129,9	0,20	0	1,20	155,9
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		127	2,75	7	2.444,7	0,20	0	1,2	2.934
Piso		23,4	1	15	351	0,20	0	1,2	421
	SUBTOTAL				5.058				6.126

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	368,3	441,9	0,24	15	1.848,8	0,9	0,41	1	682
SUBTOTAL					1.848,8				682
TOTAL					6.907				6.808

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

$t_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_e = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	$V = 24 \text{ Km/h}$
------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

LABORATORIO 1

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	8,8	3,06	15	403,9	0,20	-0,05	1,15	464,5
Muros	Norte	9	0,56	15	75	0,20	-0,05	1,15	86
Puerta	Norte	1,9	2,28	15	64,9	0,20	-0,05	1,15	74,7
Ventanas	Sur	1,68	4,12	7	48,4	0,20	0,05	1,25	60,5
Muros	Sur	16,14	2,76	7	311,8	0,20	0,05	1,25	389,7
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,20	0,05	1,25	37,9
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	31,61	2,76	7	610,7	0,20	0	1,2	732,8
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	5,46	4,12	7	157,4	0,20	0	1,2	188,9
Muros	Oeste	26,15	2,76	7	505	0,20	0	1,2	606
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		74	2,75	7	1.425	0,20	0	1,2	1.710
Piso		0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					3.632				4.352

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	214,6	257,5	0,24	15	1077	0,9	0,24	1	232,6
SUBTOTAL					1077				232,6
TOTAL					4.709				4.585

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

$t_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_e = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	$V = 24 \text{ Km/h}$
------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

LABORATORIO 2

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	8,8	3,06	15	403,9	0,20	-0,05	1,15	464,5
Muros	Norte	9	0,56	15	75	0,20	-0,05	1,15	86
Puerta	Norte	1,9	2,28	15	64,9	0,20	-0,05	1,15	74,7
Ventanas	Sur	1,68	4,12	7	48,4	0,20	0,05	1,25	60,5
Muros	Sur	16,14	2,76	7	311,8	0,20	0,05	1,25	389,7
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,20	0,05	1,25	37,9
					0				
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	31,61	2,76	7	610,7	0,20	0	1,2	732,8
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
					0				
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	31,61	2,76	7	610,7	0,20	0	1,2	732,8
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
					0				
Cielo	0	74	2,75	7	1.424,5	0,20	0	1,2	1.710
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	SUBTOTAL				3.580				4.289

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	214,6	257,5	0,24	15	1077	0,9	0,24	1	232,6
SUBTOTAL					1077				232,6
TOTAL					4.658				4.521

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

AULA 11

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	17,9	2,76	7	347	0,20	0,05	1,25	434
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	17,9	0,56	15	149,6	0,20	0,05	1,25	187
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	16,2	3,06	15	743,5	0,20	0	1,2	892
Muros	Este	11,08	0,56	15	92	0,20	0	1,2	110,6
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	25,3	2,76	7	490	0,20	0	1,2	588,4
Puerta	Oeste	1,9	2,28	7	30	0,20	0	1,2	36
Cielo		51	0,358	6	109,5	0,20	0	1,2	131,4
Piso		0	0	0	0	0	0	1	0
	SUBTOTAL				1.963				2.380

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	158,1	189,7	0,24	15	793,6	0,7	0,41	1	227,7
SUBTOTAL					793,6				227,7
TOTAL					2.756				2.608

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

AULA 12 Y 16

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	17,9	2,76	7	347	0,20	0,05	1,25	434
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
					0				
Ventanas	Este	16,2	3,06	15	743,5	0,20	0	1,2	892
Muros	Este	11,08	0,56	15	92	0,20	0	1,2	110,6
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	2,7	4,12	7	77,86	0,20	0	1,2	93,4
Muros	Oeste	22,6	2,76	7	438	0,20	0	1,2	525,8
Puerta	Oeste	1,9	2,28	7	30	0,20	0	1,2	36
Cielo		51	0,358	6	109,5	0,20	0	1,2	131,4
Piso		0	0	0	0	0	0	1	0
	SUBTOTAL				1.838,6				2.224

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	158,1	189,7	0,24	15	793,6	0,7	0,41	1	227,7
	SUBTOTAL				793,6				227,7
	TOTAL				2.632				2.452

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

AULA 13 Y 14

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	16,2	3,06	15	743,5	0,20	0	1,2	829
Muros	Este	11,08	0,56	15	92	0,20	0	1,2	110,6
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	2,7	4,12	7	77,86	0,20	0	1,2	93,4
Muros	Oeste	22,6	2,76	7	438	0,20	0	1,2	525,8
Puerta	Oeste	1,9	2,28	7	30	0,20	0	1,2	36
Cielo	0	51	0,358	6	109,5	0,20	0	1,2	131,4
Piso	0	0	0	0	0		0	1	0
	SUBTOTAL				1.491,7				1.790

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	158,1	189,7	0,24	15	793,6	0,7	0,41	1	227,7
SUBTOTAL					793,6				227,7
TOTAL					2.285				2.018

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

AULA 15 Y 17

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	17,9	2,76	7	347	0,15	0,05	1,2	416,8
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	16,2	3,06	15	743,5	0,15	0	1,15	855
Muros	Este	11,08	0,56	15	92	0,15	0	1,15	106
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	2,7	4,12	7	77,86	0,15	0	1,15	89,5
Muros	Oeste	22,6	2,76	7	438	0,15	0	1,15	503,8
Puerta	Oeste	1,9	2,28	7	30	0,15	0	1,15	34,8
Cielo	0	51	0,358	6	109,5	0,15	0	1,15	125,9
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	SUBTOTAL				1.839				2.132

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	158,1	189,7	0,24	15	793,6	0,7	0,41	1	227,7
SUBTOTAL					793,6				227,7
TOTAL					2.633				2.360

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

INSPECTOR DE PISO

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	5,58	2,76	7	107,8	0,20	0,05	1,25	134,7
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	1,9	4,12	7	54,7	0,20	0	1,2	65,7
Muros	Oeste	4,88	2,76	7	94	0,20	0	1,2	113
Puerta	Oeste	1,9	2,28	7	30	0,20	0	1,2	36
Cielo	0	5	0,358	6	10,74	0,20	0	1,2	12,8
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	SUBTOTAL				297,9				362,8

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	M kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	15,5	18,6	0,24	15	77,86	0,9	0,24	1	16,8
SUBTOTAL					77,86				16,8
TOTAL					376				380

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

SALA DE COMPUTACION

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	7,8	3,06	15	358	0,20	-0,05	1,15	411,7
Muros	Norte	28,7	0,56	15	239,6	0,20	-0,05	1,15	275,5
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	5,4	4,12	7	155,7	0,20	0,05	1,25	193,7
Muros	Sur	25	2,76	7	483	0,20	0,05	1,25	604
Puerta	Sur	3,8	2,28	7	60,6	0,20	0,05	1,25	75,8
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste (Int.)	9,3	2,76	7	179,6	0,20	0	1,20	215,6
Muros	Oeste (Ext.)	8,68	0,56	15	72	0,20	0	1,20	86,7
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	68	0,358	6	146	0,20	0	1,2	175
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					1.695				2.039

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	210,8	253	0,24	15	1.058	0,9	0,41	1	390,4
SUBTOTAL					1.058				390,4
TOTAL					2.753				2.430

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

CENTRO RECURSOS ACAD.

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	7,4	3,06	15	339,54	0,20	0,05	1,15	390,5
Muros	Norte	37,86	0,56	15	315,86	0,20	0,05	1,15	363
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	2,7	4,12	7	77,86	0,20	0,05	1,25	97
Muros	Sur (Int.)	24,5	2,76	7	473	0,20	0,05	1,25	591,6
Muros	Sur (Ext.)	8	0,56	15	67	0,20	0,05	1,25	83,86
Puerta	Sur	3,8	2,28	7	60,64	0,20	0,05	1,25	75,8
Ventanas	Este	16,8	3,06	15	770,86	0,20	0	1,20	925
Muros	Este	0,56	10,48	15	87	0,20	0	1,20	104,7
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	97	0,358	6	208,4	0,20	0	1,20	250
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					2.400,8				2.882

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	300,7	360,84	0,24	15	1.509,5	0,7	0,41	1	433
SUBTOTAL					1.509,5				433
TOTAL					3.910				3.315

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

Of. Fotocopiado

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	1,9	3,06	15	87	0,20	0,05	1,25	109
Muros	Norte	3,68	0,56	15	30,6	0,20	0,05	1,25	38
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0,95	4,12	7	27,4	0,20	0,05	1,25	34
Muros	Sur	2,73	2,76	7	52,7	0,20	0,05	1,25	65,9
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,20	0,05	1,25	37,9
Ventanas	Este	8,7	2,76	7	167,6	0,20	0	1,20	201
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		5	0,358	6	10,7	0,20	0	1,20	12,8
Piso		0	0	0	0	0	0	1	0
	SUBTOTAL				406,7				499,4

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	15,5	18,6	0,24	15	77,8	0,9	0,24	1	16,8
SUBTOTAL					77,8				16,8
TOTAL					485				516

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

AULA 18

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	16,2	3,06	15	743,5	0,20	-0,05	1,15	855
Muros	Norte	11,08	0,56	15	92	0,20	-0,05	1,15	106
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	2,7	4,12	7	77,86	0,20	0,05	1,25	97
Muros	Sur	22,6	2,76	7	438	0,20	0,05	1,25	547,7
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,20	0,05	1,25	37,9
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	8,6	0,56	15	72	0,20	0	1,20	86,7
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		51	0,358	6	109,5	0,20	0	1,20	131,4
Piso		0	0	0	0	0	0	1	0
	SUBTOTAL				1.563,6				1.862

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	158,1	189,7	0,24	15	793,6	0,7	0,41	1	227,7
SUBTOTAL					793,6				227,7
TOTAL					2.358				2.090

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

AULA 19, 20, 21, 22
y 23

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	16,2	3,06	15	743,5	0,20	-0,05	1,15	855
Muros	Norte	11,08	0,56	15	92	0,20	-0,05	1,15	106,7
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	2,7	4,12	7	77,86	0,20	0,05	1,25	97
Muros	Sur	22,6	2,76	7	438	0,20	0,05	1,25	547,7
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,20	0,05	1,25	37,9
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		51	0,358	6	109,5	0,20	0	1,20	131,4
Piso		0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					1.491,7				1.776

INFILTRACION DE AIRE FRIQ

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	158,1	189,7	0,24	15	793,6	0,7	0,41	1	227,7
SUBTOTAL					793,6				227,7
TOTAL					2.285				2.003

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
------------	-----------	-------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

AULA 24

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	16,2	3,06	15	743,5	0,20	-0,05	1,15	855
Muros	Norte	11,08	0,56	15	92	0,20	-0,05	1,15	106
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	25,3	2,76	7	490	0,20	0,05	1,25	612,9
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,20	0,05	1,25	37,9
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1,2	0
Muros	Oeste	17,9	0,56	15	149,6	0,20	0	1,2	179,6
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0,20	0	1,2	0
Cielo		51	0,358	6	109,5	0,20	0	1,2	131,4
Piso		0	0	0	0	0	0	1	0
	SUBTOTAL				1.515,5				1.923

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	158,1	189,7	0,24	15	793,6	0,7	0,41	1	227,7
SUBTOTAL					793,6				227,7
TOTAL					2.409				2.151

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

$t_i = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_e = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	$V = 24 \text{ Km/h}$
------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

CURSO DE INTEGRACIÓN

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	5,8	3,06	15	266	0,20	-0,05	1,15	306
Muros	Norte	6,91	0,56	15	57,5	0,20	-0,05	1,15	66
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	8,2	4,12	7	236,4	0,20	0,05	1,25	295,6
Muros	Sur	4,51	2,76	7	87	0,20	0,05	1,25	108,9
Puerta	Sur	0	0	0	0			1	0
Ventanas	Este	4,1	4,12	7	118	0,20	0	1,2	141,8
Muros	Este	8,6	2,76	7	166	0,20	0	1,2	200
Puerta	Este	1,9	2,28	7	30	0,20	0	1,2	36
Ventanas	Oeste	5,8	3,06	15	266	0,20	0	1,2	319,4
Muros	Oeste	22,41	0,56	15	186,5	0,20	0	1,2	224
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		37	0,358	6	79,4	0,20	0	1,2	95
Piso		37	2,07	7	536	0,20	0	1,2	643
SUBTOTAL					2.030,6				2.436

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	114,7	137,6	0,24	15	575,7	0,7	0,41	1	165
SUBTOTAL					575,7				165
TOTAL					2.606				2.602

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

ti = 20 °C	te = 5 °C	V = 24 Km/h
-------------------	------------------	--------------------

CENTRO GENERAL DE APODERADO

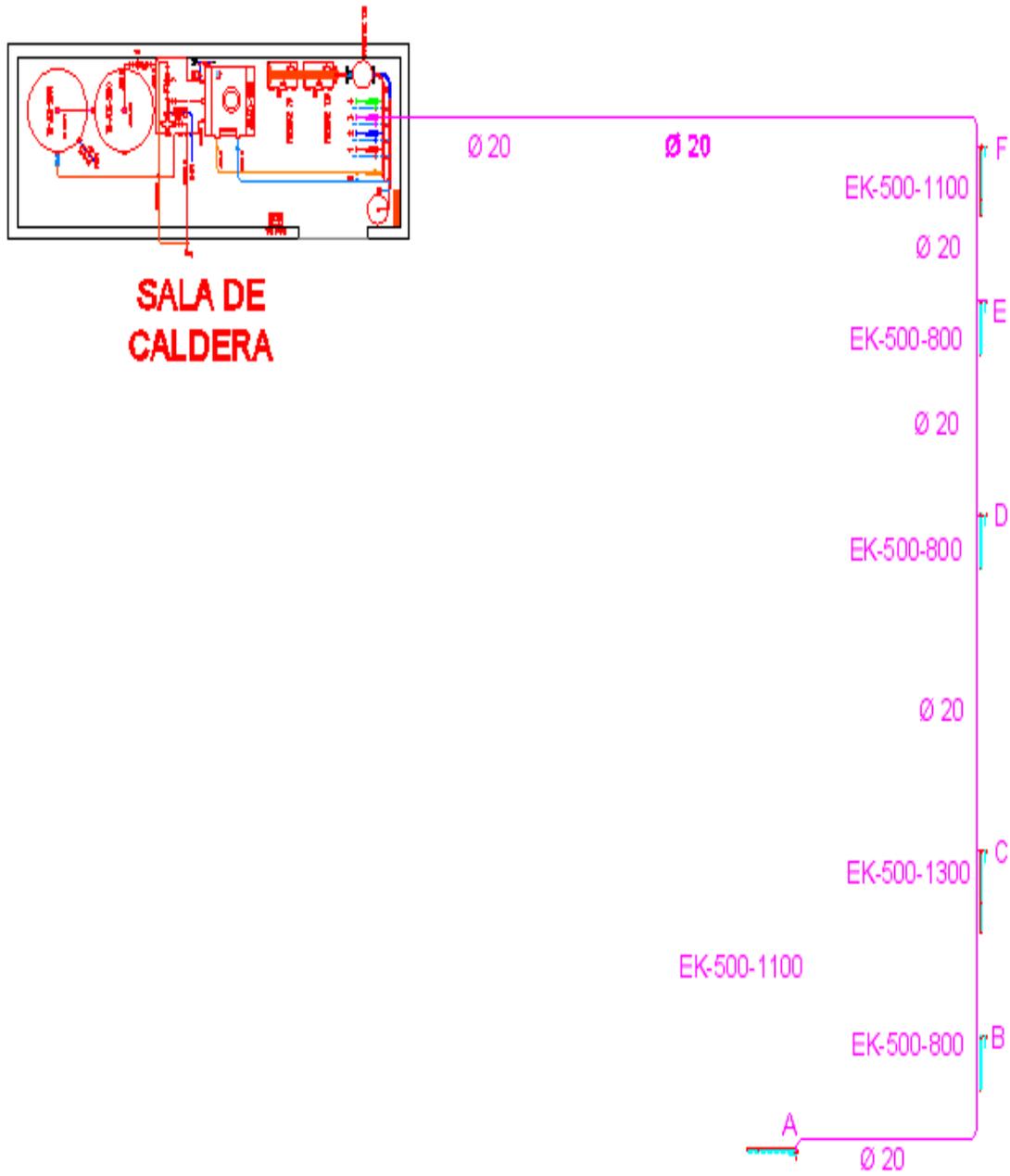
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Ventanas	Norte	4,2	3,06	15	192,78	0,20	-0,05	1,15	221,6
Muros	Norte	6,96	0,56	15	57,9	0,20	-0,05	1,15	66,6
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	2,8	4,12	7	80,7	0,20	0,05	1,25	100,9
Muros	Sur	6,46	2,76	7	124,8	0,20	0,05	1,25	156
Puerta	Sur	1,9	2,28	7	30	0,20	0,05	1,25	37,9
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	9,3	2,76	7	179,6	0,20	0	1,2	215,6
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo		10,8	0,358	6	23,4	0,20	0	1,2	27,8
Piso		10,8	2,07	7	156,5	0,20	0	1,2	187,8
SUBTOTAL					846				1.014

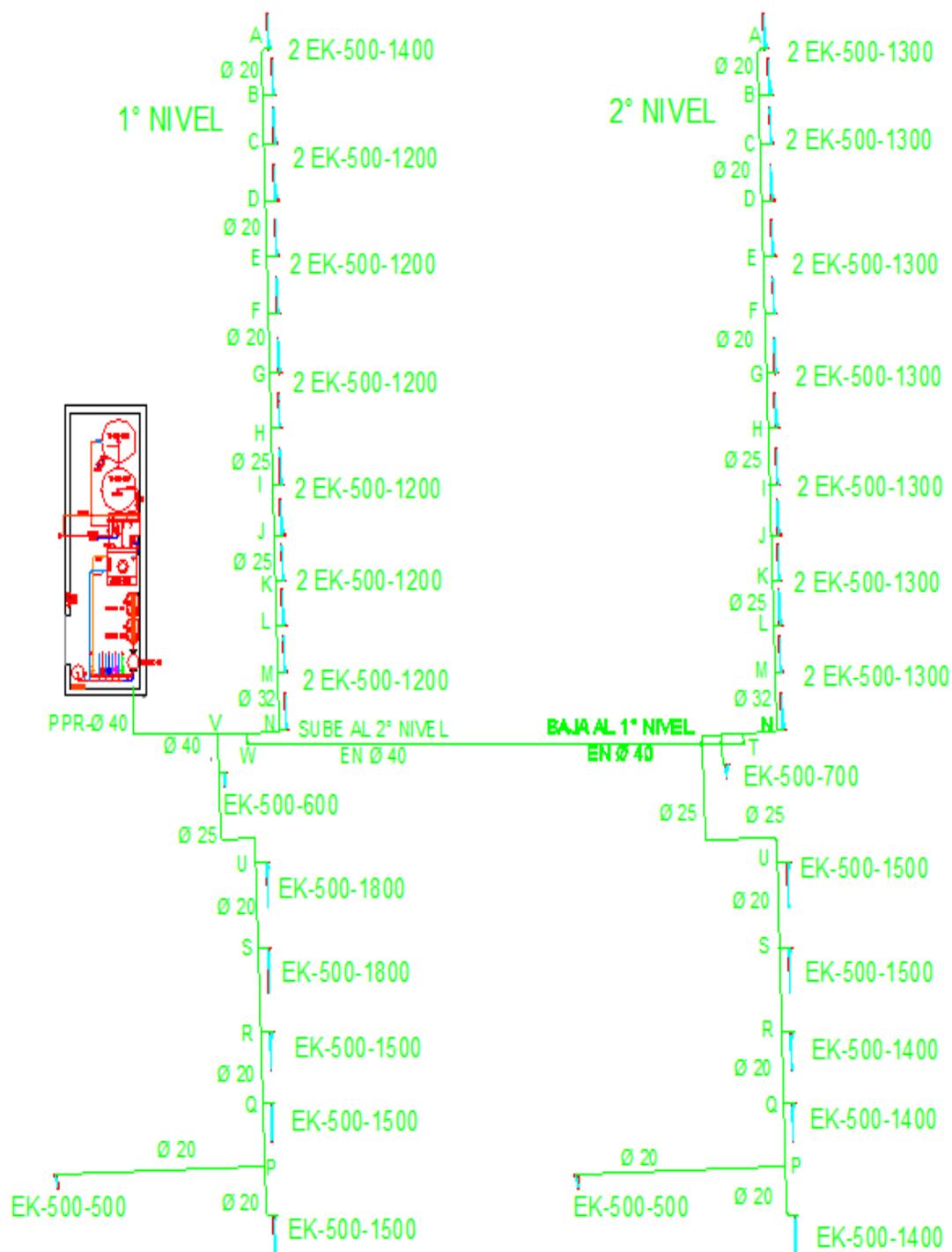
INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	33,4	40,1	0,24	15	168	0,9	0,24	1	36
SUBTOTAL					168				36
TOTAL					1.014				1.051

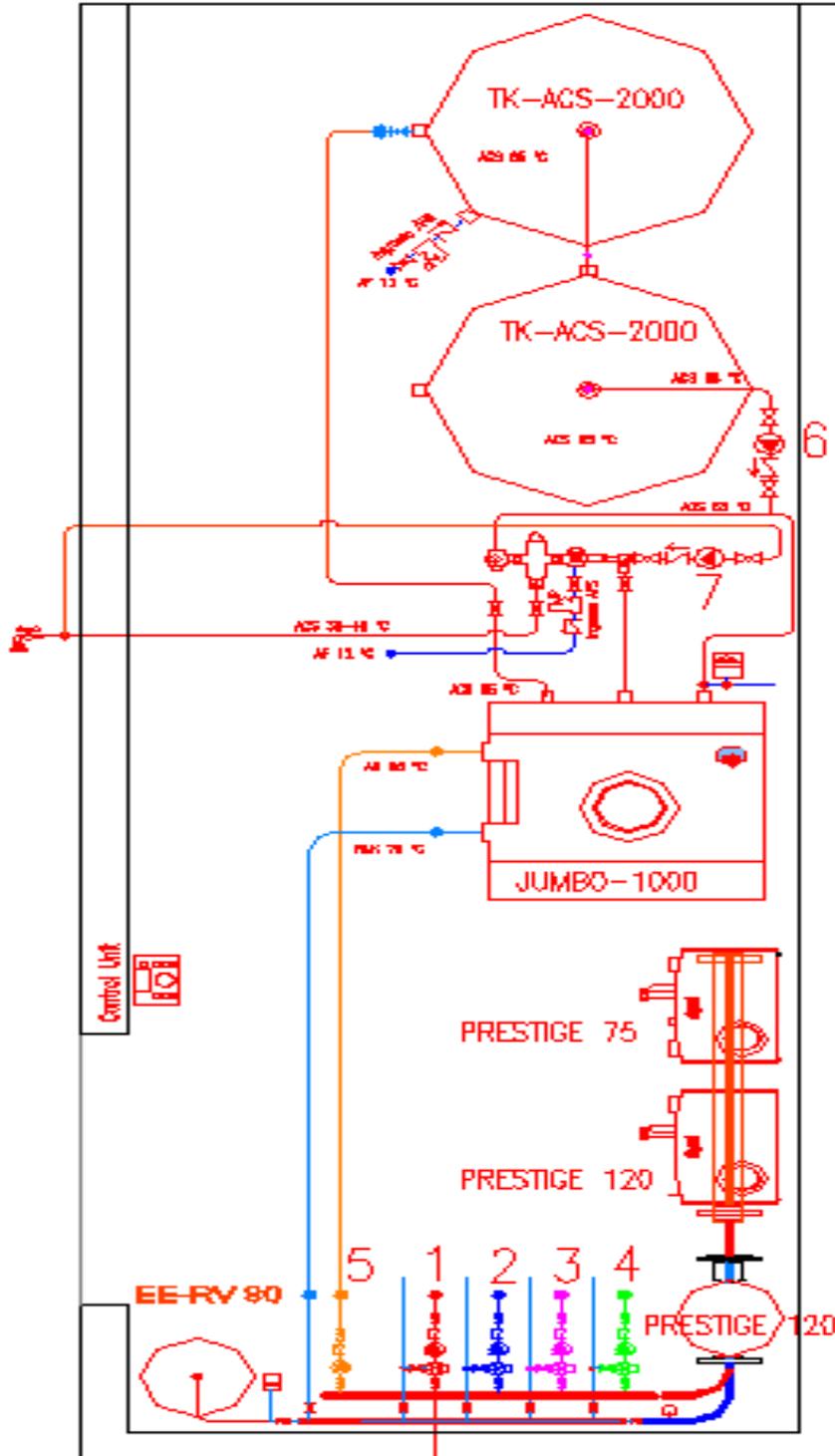
ANEXO C



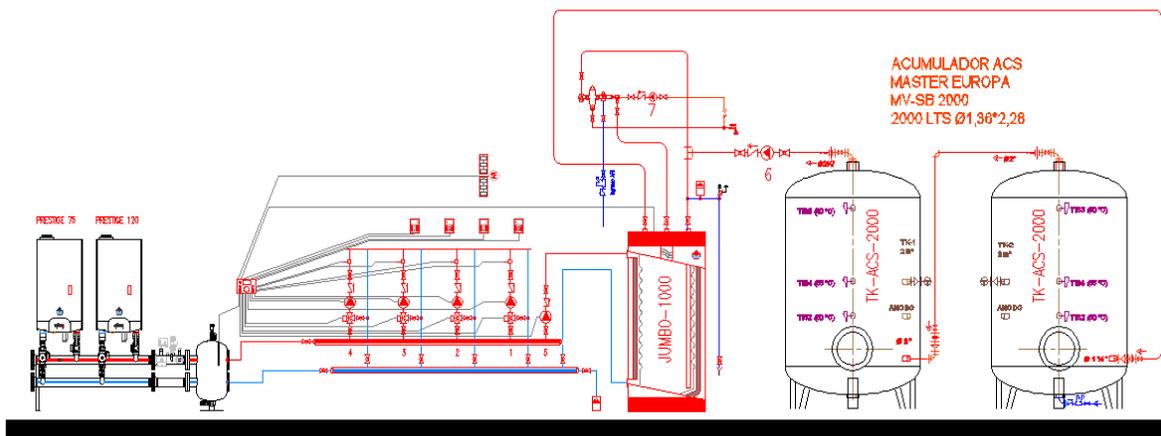
Distribución del circuito n°3 de calefacción.



Distribución del circuito n°4 de calefacción.



Distribución del circuito n°5, n°6 y n°7 de calefacción y agua caliente sanitaria.



Detalle de sala de caldera vista frontal.

Tabla de circuito n°2 de red de calefacción.

Tramos	Potencia (kcal/H)	Caudal (m³/h)	Tubería Ønominal	Ø-e (m)	V (m/s)	Pérdidas regulares (m³ca)
A-B	1.557	0,10	20	16x10 ⁻³	0,14	10,3x10 ⁻³
B-C	3.114	0,20	20	16x10 ⁻³	0,28	5,7x10 ⁻²
C-D	4.574	0,30	20	16x10 ⁻³	0,41	7,6x10 ⁻²
D-E	6.034	0,40	20	16x10 ⁻³	0,54	6,4x10 ⁻²
E-F	7.299	0,48	20	16x10 ⁻³	0,65	18x10 ⁻²
F-G	8.564	0,57	25	20x10 ⁻³	0,48	4x10 ⁻²
G-H	9.829	0,65	25	20x10 ⁻³	0,55	10,2x10 ⁻²
H-I	11.094	0,73	25	20x10 ⁻³	0,62	6,5x10 ⁻²
I-J	12.554	0,83	25	20x10 ⁻³	0,71	16,1x10 ⁻²
J-K	14.014	0,93	32	26x10 ⁻³	0,48	29,8x10 ⁻²
K-Ñ	15.474	1,03	32	26x10 ⁻³	0,53	8x10 ⁻²
Ñ-M	16.934	1,12	32	26x10 ⁻³	0,58	2,9x10 ⁻²
M-L	19.854	1,32	32	26x10 ⁻³	0,68	15,1x10 ⁻²
L-BBA	33.182	2,21	40	33x10 ⁻³	0,73	56,2x10 ⁻²
Total		2,21 (m³/h)				

Continuación de la tabla de circuito n°2 de red de calefacción.

Tramos	V (m/s)	Pérdida regulares (m)	K	h:pérdida de carga singulares	Σ Pérdidas (ida y retorno) (kpa)	Σ Pérdidas acumuladas (kpa)
A-B	0,14	10,3x10 ⁻³	7,35	7x10 ⁻³	0,35	0,35
B-C	0,28	5,7x10 ⁻²	0,3	1x10 ⁻³	1,16	1,5
C-D	0,41	7,6x10 ⁻²	0,3	3x10 ⁻³	1,57	3,1
D-E	0,54	6,4x10 ⁻²	0,3	4x10 ⁻³	1,38	4,5
E-F	0,65	18x10 ⁻²	0,3	7x10 ⁻³	3,75	8,2
F-G	0,48	4x10 ⁻²	0,3	4x10 ⁻³	0,88	9,1
G-H	0,55	10,2x10 ⁻²	0,3	5x10 ⁻³	2,14	11,3
H-I	0,62	6,5x10 ⁻²	0,3	6x10 ⁻³	1,42	12,7
I-J	0,71	16,1x10 ⁻²	0,3	8x10 ⁻³	3,38	16,1
J-K	0,48	29,8x10 ⁻²	0,3	4x10 ⁻³	6	22,1
K-Ñ	0,53	8x10 ⁻²	0,3	4x10 ⁻³	1,68	23,8
Ñ-M	0,58	2,9x10 ⁻²	0,3	5x10 ⁻³	0,69	24,5
M-L	0,68	15,1x10 ⁻²	0,3	7x10 ⁻³	3,17	27,7
L-BBA	0,73	56,2x10 ⁻²	0,7	19x10 ⁻³	11,6	39,3
Total						39,3 (kpa)

Tabla de circuito n°3 de red de calefacción.

Tramos	Potencia (kcal/H)	Caudal (m³/h)	Tubería Ønominal	Ø-e (m)	V (m/s)	Pérdidas regulares (m*ca)
A-B	1.070	0,07	20	16x10 ⁻³	9,9 x10 ⁻²	5,3x10 ⁻³
B-C	1.848	0,12	20	16x10 ⁻³	0,17	7,7x10 ⁻³
C-D	3.113	0,20	20	16x10 ⁻³	0,28	3,7x10 ⁻²
D-E	3.891	0,25	20	16x10 ⁻³	0,35	3,5x10 ⁻²
E-F	4.669	0,31	20	16x10 ⁻³	0,43	3,5x10 ⁻²
F-BBA	5.739	0,38	25	16x10 ⁻³	0,52	0,69
Total		0,38 (m³/h)				

Continuación de la tabla de circuito n°3 de red de calefacción.

Tramos	V (m/s)	Pérdida regulares (m)	K	h:pérdida de carga singulares	∑ Pérdidas (ida y retorno) (kpa)	∑ Pérdidas acumuladas (kpa)
A-B	9,9 x10 ⁻²	5,3x10 ⁻³	7,35	3x10 ⁻⁴	0,17	0,2
B-C	0,17	7,7x10 ⁻³	0,3	4x10 ⁻⁴	0,16	0,3
C-D	0,28	3,7x10 ⁻²	0,3	1x10 ⁻³	0,76	1,1
D-E	0,35	3,5x10 ⁻²	0,3	2x10 ⁻³	0,75	1,9
E-F	0,43	3,5x10 ⁻²	0,3	3x10 ⁻³	0,76	2,6
F-BBA	0,52	0,69	0,7	1x10 ⁻²	14,1	16,7
Total						16,7 (kpa)

Tabla de circuito nº4 de red de calefacción.

Tramos	Potencia (kcal/H)	Caudal (m³/h)	Tubería Ønominal	Ø-e (m)	V (m/s)	Pérdidas regulares (m²ca)
A-B	1.265	0,08	20	16x10 ⁻³	0,11	7x10 ⁻³
B-C	2.530	0,16	20	16x10 ⁻³	0,22	1,2x10 ⁻²
C-D	3.795	0,25	20	16x10 ⁻³	0,34	4,9x10 ⁻²
D-E	5.060	0,33	20	16x10 ⁻³	0,45	5,4x10 ⁻²
E-F	6.325	0,42	20	16x10 ⁻³	0,56	0,14
F-G	7.590	0,50	20	16x10 ⁻³	0,68	9,5x10 ⁻²
G-H	8.855	0,59	20	16x10 ⁻³	0,79	23x10 ⁻²
H-I	10.120	0,67	25	20x10 ⁻³	0,57	7,3x10 ⁻²
I-J	11.385	0,75	25	20x10 ⁻³	0,64	12x10 ⁻²
J-K	12.650	0,84	25	20x10 ⁻³	0,71	9,7x10 ⁻²
K-L	13.915	0,92	25	20x10 ⁻³	0,78	18x10 ⁻²
L-M	15.180	1,01	25	20x10 ⁻³	0,86	11x10 ⁻²
M-N	16.445	1,09	32	26x10 ⁻³	0,56	7,4x10 ⁻²
N-T	17.710	1,18	32	26x10 ⁻³	0,60	6,4x10 ⁻²
T-W	25.787	1,71	40	33x10 ⁻³	0,57	3,8x10 ⁻²
W-V	42.527	2,83	40	33x10 ⁻³	0,94	8x10 ⁻³
V-BBA	51.382	3,42	40	33x10 ⁻³	1,14	43x10 ⁻²
Total		3,42 (m³/h)				

Continuación de la tabla de circuito nº4 de red de calefacción.

Tramos	V (m/s)	Pérdida regulares (m)	K	h:pérdida de carga singulares	∑ Pérdidas (ida y retorno) (kpa)	∑ Pérdidas acumuladas (kpa)
A-B	0,11	7×10^{-3}	7,35	48×10^{-3}	0,23	0,23
B-C	0,22	$1,2 \times 10^{-2}$	0,3	1×10^{-3}	0,27	0,5
C-D	0,34	$4,9 \times 10^{-2}$	0,3	2×10^{-3}	1,02	1,5
D-E	0,45	$5,4 \times 10^{-2}$	0,3	3×10^{-3}	1,15	2,7
E-F	0,56	0,14	0,3	5×10^{-3}	2,92	5,6
F-G	0,68	$9,5 \times 10^{-2}$	0,3	7×10^{-3}	2,05	7,7
G-H	0,79	23×10^{-2}	0,3	10×10^{-3}	4,92	12,6
H-I	0,57	$7,3 \times 10^{-2}$	0,3	5×10^{-3}	1,56	14,2
I-J	0,64	12×10^{-2}	0,3	6×10^{-3}	2,63	16,8
J-K	0,71	$9,7 \times 10^{-2}$	0,3	8×10^{-3}	2,09	18,9
K-L	0,78	18×10^{-2}	0,3	10×10^{-3}	3,82	22,7
L-M	0,86	11×10^{-2}	0,3	11×10^{-3}	2,55	25,3
M-N	0,56	$7,4 \times 10^{-2}$	0,3	5×10^{-3}	1,59	26,9
N-T	0,60	$6,4 \times 10^{-2}$	0,3	6×10^{-3}	1,40	28,3
T-W	0,57	$3,8 \times 10^{-2}$	0,3	5×10^{-3}	0,86	29,1
W-V	0,94	8×10^{-3}	0,3	14×10^{-3}	0,43	29,6
V-BBA	1,14	43×10^{-2}	0,7	46×10^{-3}	9,62	39,2
Total						39,2 (kpa)

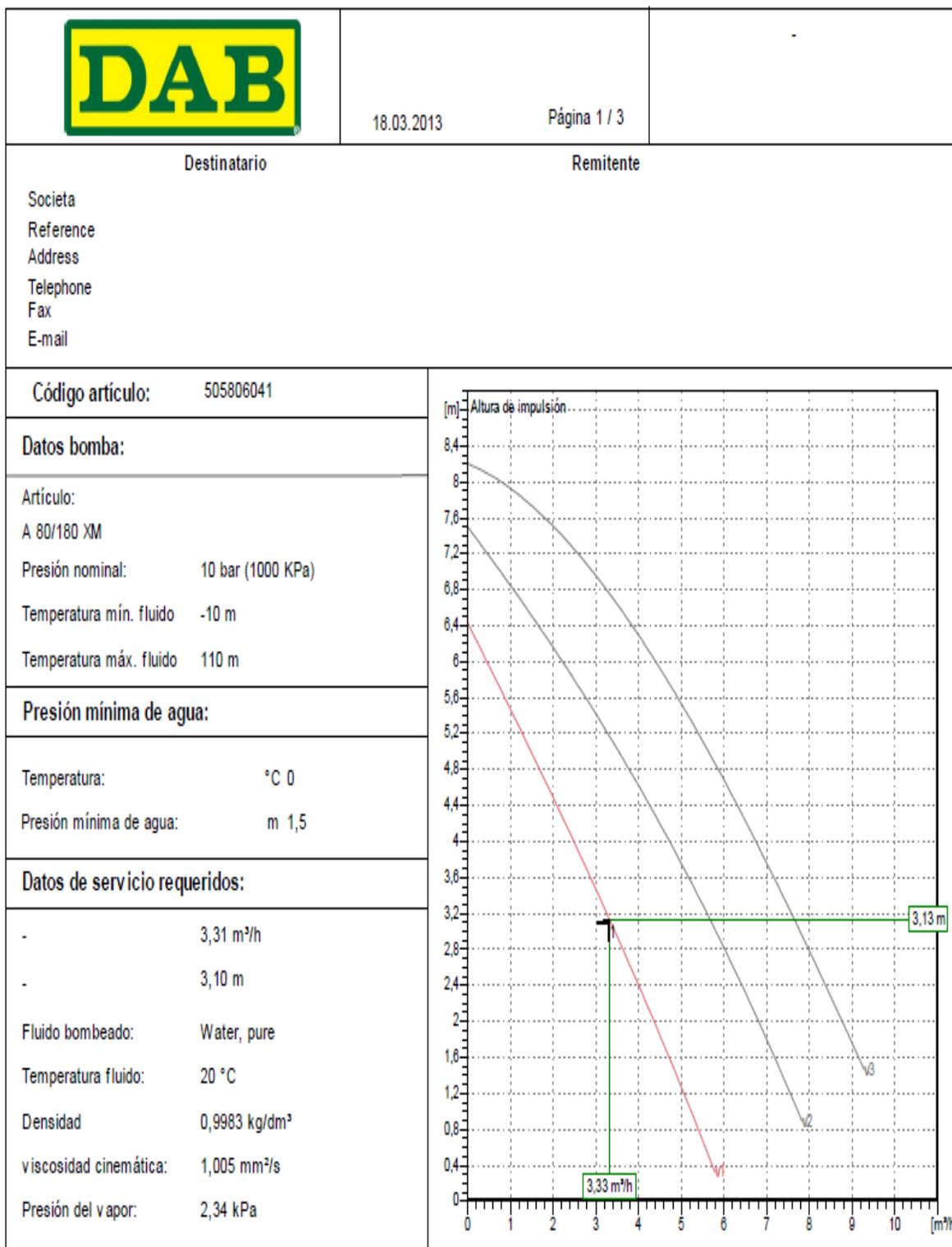


Grafico y descripción de bomba del circuito n°1.

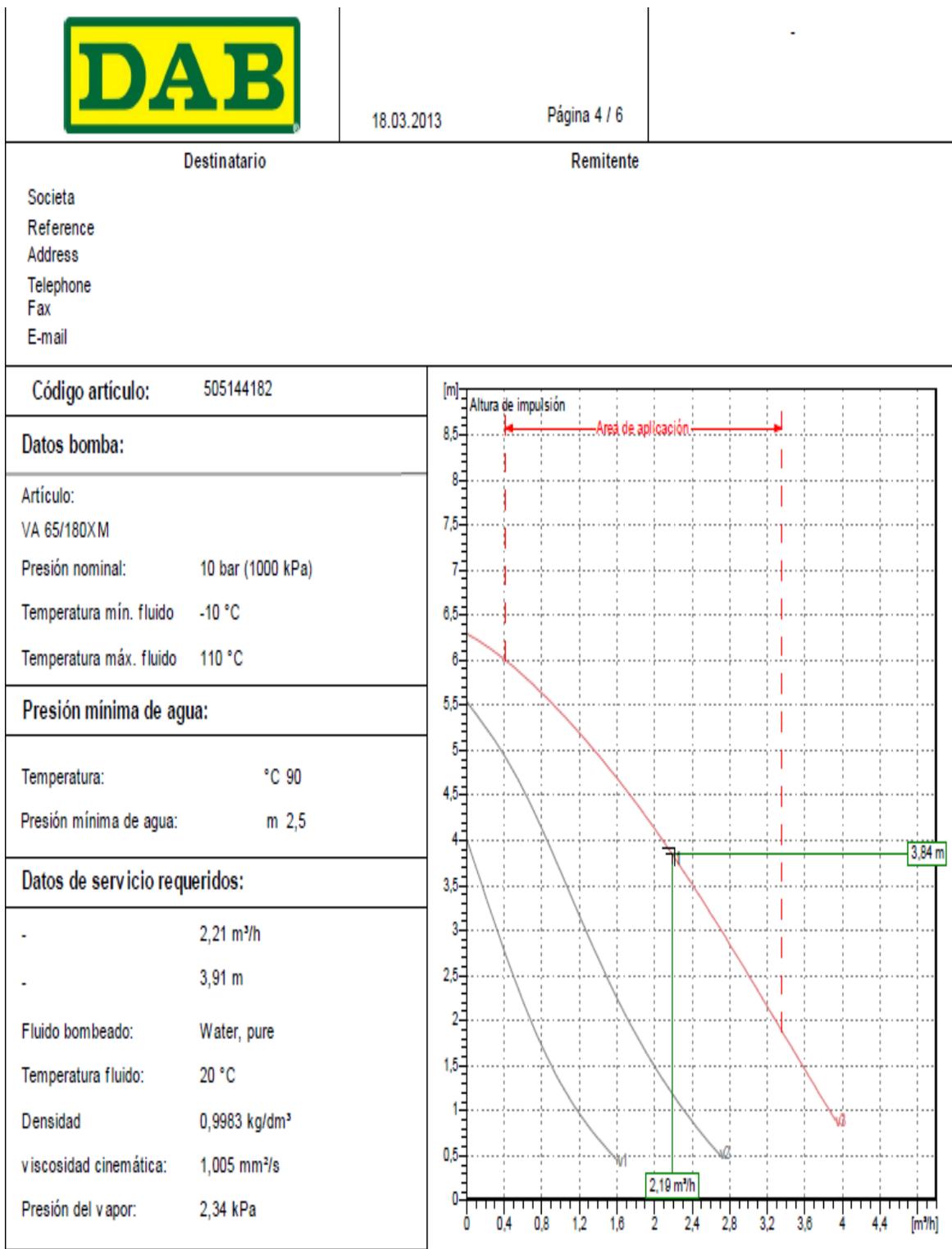


Grafico y descripción de bomba del circuito n°2.

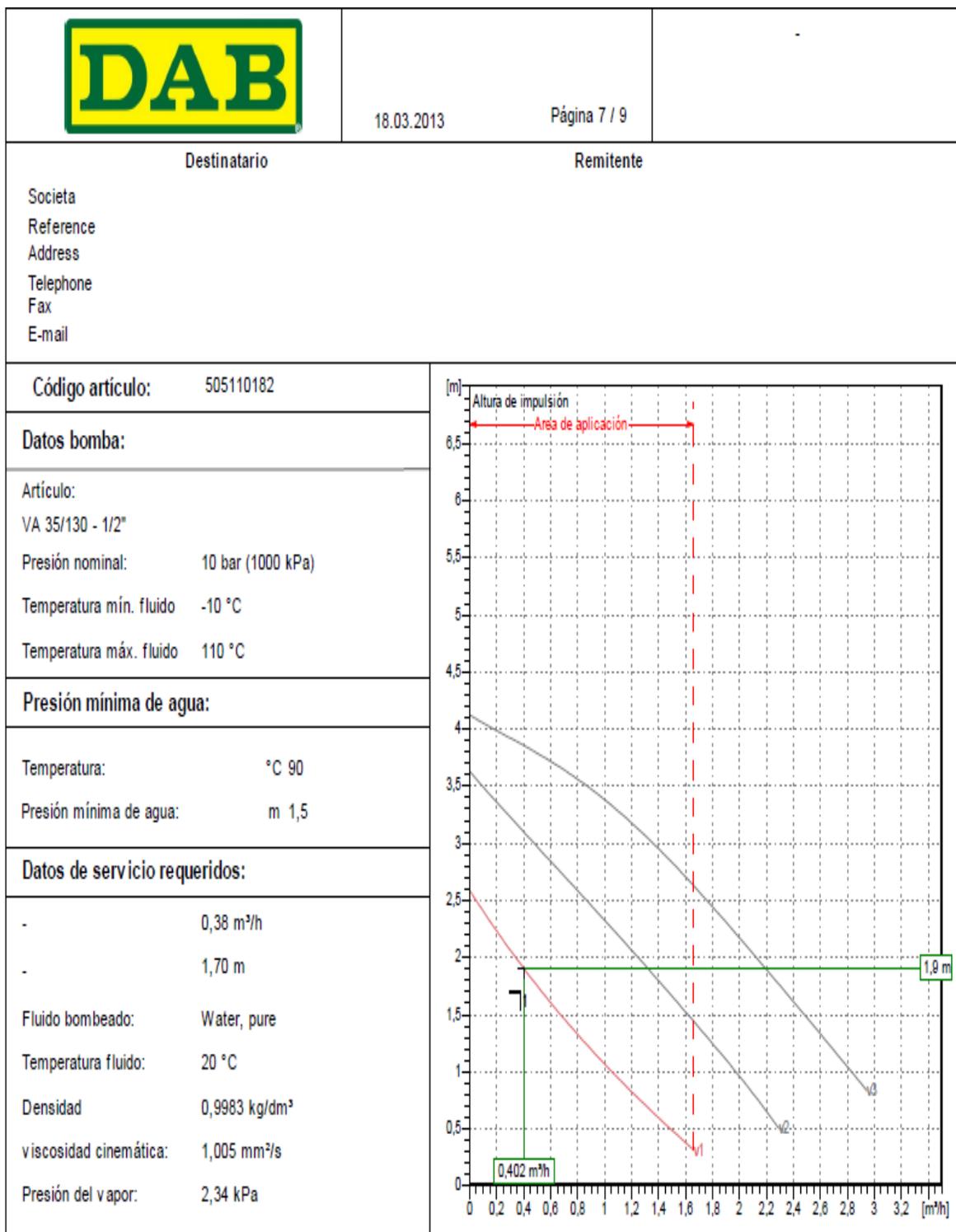


Grafico y descripción de bomba del circuito n°3.

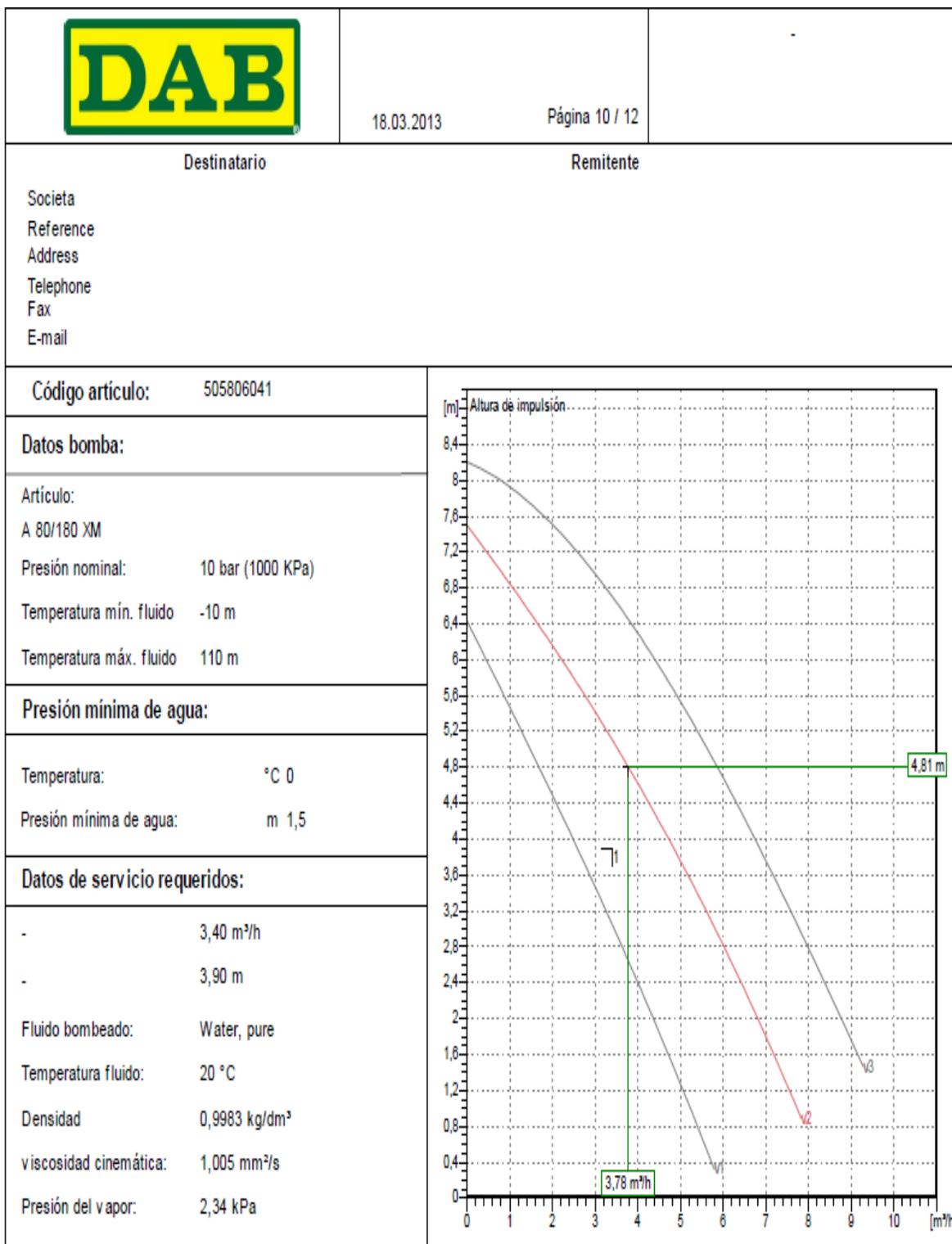


Grafico y descripción de bomba del circuito nº4.

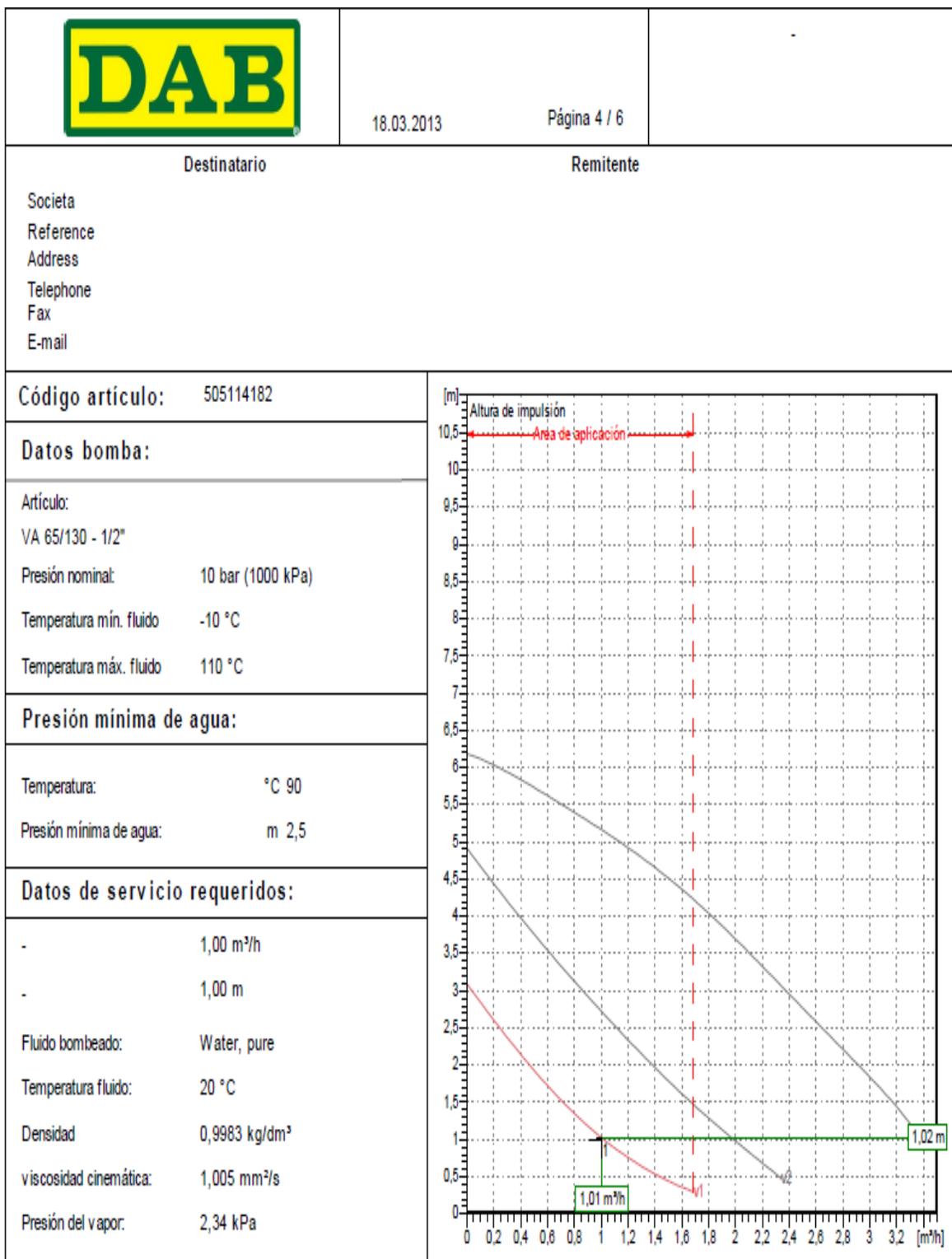


Grafico y descripción de bomba del circuito nº5.

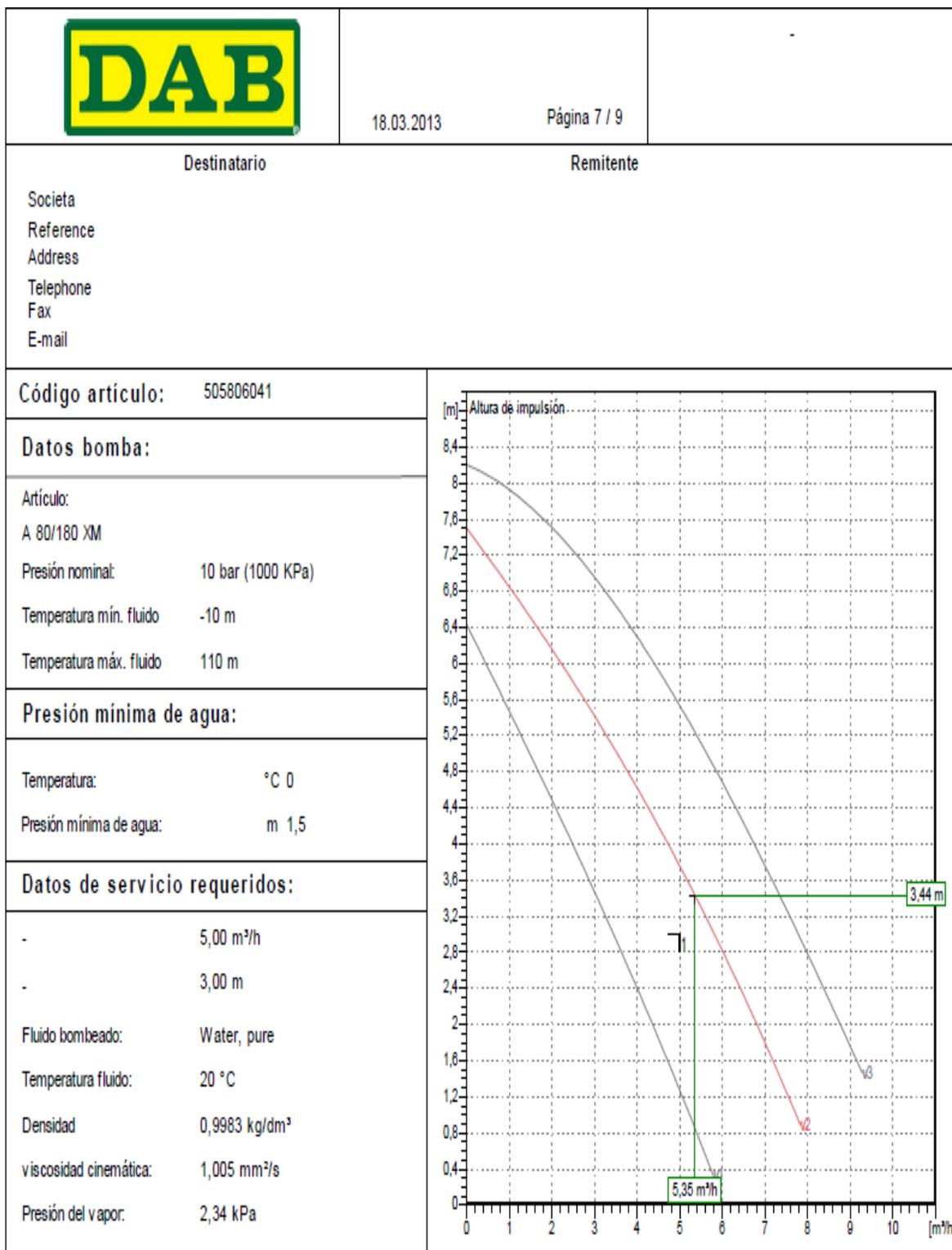


Grafico y descripción de bomba del circuito n°6.

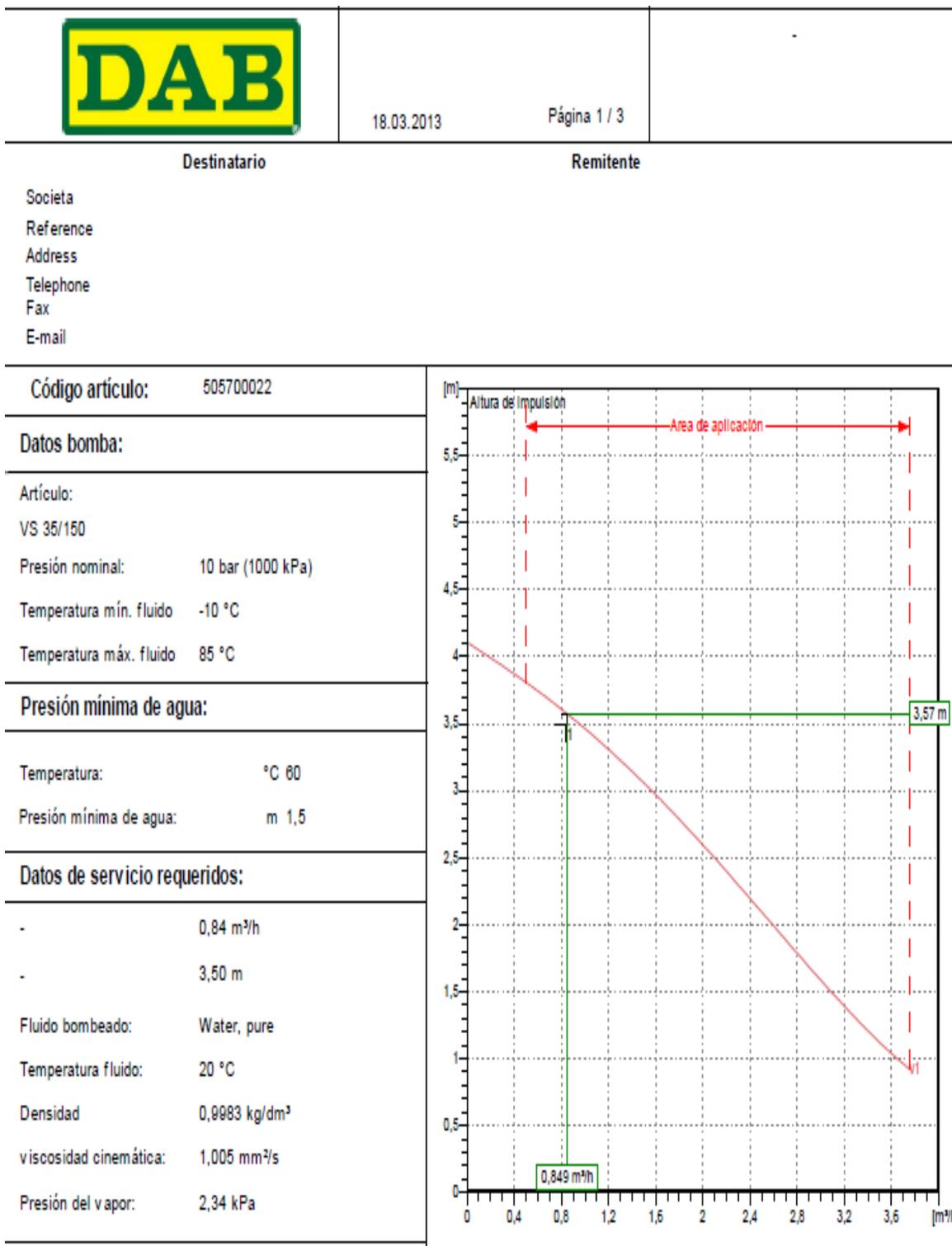


Grafico y descripción de bomba del circuito nº7.

Tabla de coeficientes de dilatación del agua según el diferencial de temperatura.

Coeficientes de dilatación del agua según el diferencial de temperatura							
Incremento de T°C	Coeficiente	Incremento de T°C	Coeficiente	Incremento de T°C	Coeficiente	Incremento de T°C	Coeficiente
0 °C	0,00013	40 °C	0,00782	65 °C	0,0198	85 °C	0,0324
10 °C	0,00027	50 °C	0,0121	70 °C	0,0227	90 °C	0,0359
20 °C	0,00177	55 °C	0,0145	75 °C	0,0258	95 °C	0,0396
30 °C	0,00435	60 °C	0,0171	80 °C	0,029	100 °C	0,0434

Tabla de costos de sistema de calefacción y distribución.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. UNIT. \$	TOTAL \$
C.	SISTEMA DE CALEFACCIÓN Y DISTRIBUCIÓN.				
	CAÑERIAS				
	Tubería de Pex ø 40 mm	ML	250	1.940	484.920
	Tubería de Pex ø 20 mm	ML	786	466	366.092
	Tubería de Pex ø 25 mm	ML	290	749	217.249
	Tubería de Pex ø 32 mm	ML	270	1.267	342.093
	Aislación para Pex ø 40 mm	ML	250	492	123.000
	Aislación para Pex ø 20 mm	ML	786	251	197.126
	Aislación para Pex ø 25 mm	ML	290	306	88.789
	Aislación para Pex ø 32 mm	ML	270	378	102.012
	Fittings de unión	GL	1	1.436.400	1.436.400
	Pruebas hidráulicas	GL	1	120.000	120.000
	Mano de obra	GL	1	1.370.000	1.370.000
				SUBTOTAL	\$ 4.847.680
	RADIADORES				
	Radiador EK 500/400	C/U	2	19.666	39.333
	Radiador EK 500/500	C/U	1	22.743	22.743
	Radiador EK 500/600	C/U	1	25.534	25.534
	Radiador EK 500/700	C/U	2	28.179	56.359
	Radiador EK 500/800	C/U	4	31.189	124.757
	Radiador EK 500/1100	C/U	4	39.532	158.126
	Radiador EK 500/1200	C/U	12	42.414	508.962
	Radiador EK 500/1300	C/U	19	46.452	882.588
	Radiador EK 500/1400	C/U	7	48.348	338.436
	Radiador EK 500/1500	C/U	13	51.476	669.193
	Radiador EK 500/1600	C/U	6	59.440	356.638
	Radiador EK 500/1800	C/U	4	60.672	242.688
	Radiador DK 500/700	C/U	3	45.978	137.934
	Radiador DK 500/800	C/U	1	51.192	51.192
	Radiador DK 500/1100	C/U	1	66.834	66.834
	Radiador DK 500/1400	C/U	4	82.950	331.800
	Radiador DK 500/1500	C/U	9	88.164	793.476
	Válvulas de doble regulación	C/U	91	2.082	189.470
	Uniones con regulación	C/U	91	2.082	189.470
	Rosetas embellecedoras	C/U	182	188	34.172
	Mano de obra	GL	1	690.000	690.000
				SUBTOTAL	\$5.909.704
				TOTAL	\$10.757.384

Tabla de especificaciones técnica de caldera de condensación marca PRESTIGE .

Modelos		PRESTIGE 50	PRESTIGE 75	PRESTIGE 120
Combustible		Gas Natural Gas Propano	Gas Natural Gas Propano	Gas Natural Gas Propano
Caudal calorific máx./mín.	kW	49,9/15	72/18,3	120/37
Potencia útil máx./mín. 80/60°C (P.C.I.)	kW	48,4/14,7	69,9/17,9	116,6/36,3
Rendimiento útil (pot. máx.) 80/60°C	%	97	97	97
Rendimiento útil (30% de carga EN667)	%	107,8	107,8	107,9
Presión máxima de servicio	bar	4	4	4
Temperatura máxima de utilización	°C	90	90	90
Pérdida de carga del intercambiador	mbar	30	74	75
Pérdida de carga salida de humos	pa	150	150	150
Contenido de agua	L	20	17	28
Diámetro salida humos / aspiración aire	Ø	100/150	100/150	150/100
NOx	ppm	29	28	22
Clase NOx según EN-483	1 : 6	5	5	5
Conexión calefacción	Ø	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"
Conexión gas	Ø	1"	1"	1"
Peso en vacío	kg	54	58	83

Quemador a gas de pre-mezcla, modulante BG 2000 M

Quemador equipado con una rampa metálica (NiTi) que reduce considerablemente las emisiones de NOx, mejora la duración del quemador y aumenta la cantidad de energía transmitida por radiación, favoreciendo un mejor intercambio térmico. Incluso a baja carga, con funcionamiento silencioso, siempre con la máxima seguridad y con una puesta en marcha fácil de regular y con sencillo mantenimiento.

La modulación ofrece las siguientes ventajas:

- Reducción del número de ciclos de paro/marcha
- Mejora del rendimiento energético global
- Reducción de las emisiones nocivas (NOx, CO)
- Aumento de la vida del quemador
- Reducción de los costos de mantenimiento.

Intercambiador de humos/agua en acero inoxidable

Intercambiador de humos/agua autotimplante, de inmersión total y en acero inoxidable.

Seguridad contra falta de agua

Presostato de bloqueo de la caldera, en el caso de que la presión del agua de la caldera fuera insuficiente.

Sonda de humos

Sonda de temperatura de humos de serie. La chimenea de humos puede ser en acero inoxidable y también en polipropileno.

Presostato de gas

En el caso de una bajada de presión de gas (por ejemplo, trabajos exteriores) este dispositivo bloquea a la caldera justo en el momento de la bajada de presión.

Regulación electrónica ACV/MBCA

El panel de mandos en donde se encuentra la regulación MBCA, gira sobre una bisagra para facilitar el acceso a los componentes y al interior de la caldera.

Panel de mandos

Con fácil regulación para el usuario



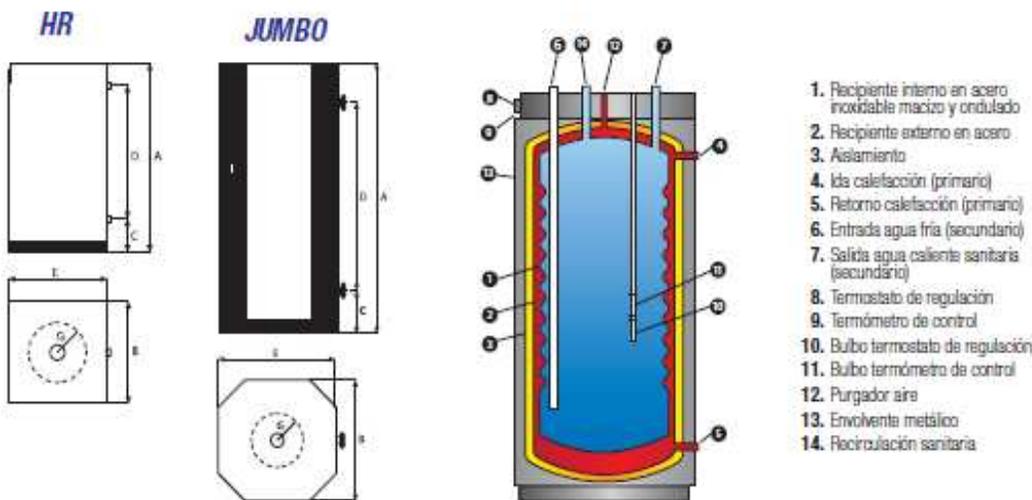
Tabla de especificaciones técnica del intercambiador y acumulador JUMBO.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Modelos		HR 321 D321	HR 321/2 D3211/2	HR 3211/3 D32173	HR 601 D601	HR 601/2 D601/2	HR 601/3 D601/3	JUMBO 800	JUMBO 1000
Capacidad Total	Lt	318	636	954	606	1.212	1.818	800	1000
Capacidad Primario	Lt	55	110	165	161	332	483	125	160
Superficie de intercambio	m ²	2,65	5,3	7,95	3,58	7,16	10,74	4,56	5,5
Perdida de carga	mbar	81	96	111	92	107	122	96	101
Caudal Primario	L/60 ^P	6.900	13.800	20.700	7.200	14.400	21.600	8.600	9.600
Presión máx. de ejercicio (pri/sec)	bar	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	4/10	5/10	5/10
Presión máx. de prueba (pri/sec)	bar	3/13	6/13	6/13	6/13	6/13	6/13	7,5/13	7,5/13
Conexión Calefacción (H)	Ø	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
Conexión Sanitaria (M)	Ø	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	2"	2"
Prestaciones ACS									
Caudal punta (t=40°C)	L/h ^P	922	1.844	2.765	1.345	2.690	4.036	1.881	2.265
Caudal punta (t=40°C)	L/60 ^P	2.732	5.466	8.197	3.437	6.874	10.311	4.270	4.940
Caudal continuo (t=40°C)	L/h	2.172	4.345	6.517	2.511	5.021	7.532	2.868	3.210
Potencia absorbida (t=40°C)	KW	76	152	288	88	176	264	100	112

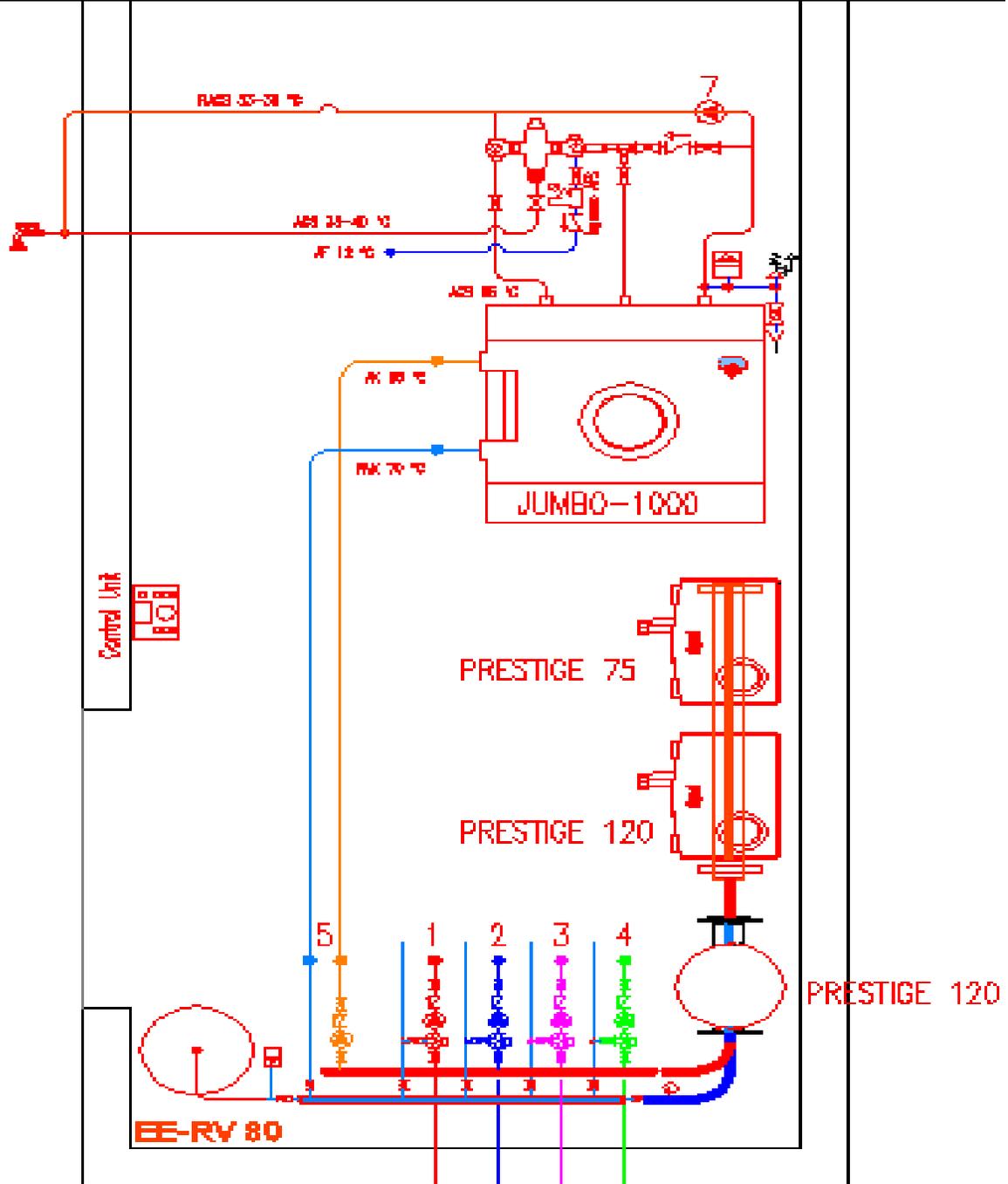
DIMENSIONES

		HR 321 D321	HR 321/2 D3211/2	HR 3211/3 D32173	HR 601 D601	HR 601/2 D601/2	HR 601/3 D601/3	JUMBO 800	JUMBO 1000
A	mm	1.570	1.570	1.570	1.865	1.865	1.865	1915	2.315
B	mm	610	610	1.910	750	1.550	2.350	1.020	1.020
C	mm	311	311	311	298	298	298	340	340
D	mm	1.030	1.030	1.030	1328	1.328	1.328	1570	1650
E	mm	610	845	845	750	985	985	1.020	1.020
G	mm	135	135	135	135	135	135	180	180
Peso en Vacío	kg	160	340	511	240	502	755	360	380



1. Recipiente interno en acero inoxidable macizo y ondulado
2. Recipiente externo en acero
3. Aislamiento
4. Ida calefacción (primario)
5. Retorno calefacción (primario)
6. Entrada agua fría (secundario)
7. Salida agua caliente sanitaria (secundario)
8. Termostato de regulación
9. Termómetro de control
10. Bulbo termostato de regulación
11. Bulbo termómetro de control
12. Purgador aire
13. Envoltorio metálico
14. Recirculación sanitaria

Otras opciones de sala de calderas con un solo acumulador.



Otras opciones de sala de calderas con los tres acumuladores más un intercambiador de placa solar, con respaldo de paneles solares.

