



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**Estudio y Diseño de un sistema de calefacción central
para escuela Brisas del Mar G-745 Tubul.**

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

Profesor Guía: Sr. Francisco Loyola Lavín.

**Joaquín Calzadilla Vergara
Jonathan Herrera Jara**

2019

RESUMEN

Este seminario de título tuvo como objetivo diseñar y seleccionar un sistema de calefacción central para el colegio Brisas del Mar G-745 de Tubul. Además se realiza una comparación entre una caldera a gas licuado y una caldera a pellet en base a costos de inversión y operación.

Para poder llevar a cabo lo mencionado anteriormente se debió conocer los materiales que conformaban la estructura del colegio y las condiciones ambientales a las cuales se encuentra expuesta, esto para poder realizar los cálculos de transferencia de calor para el periodo de invierno, además de las pérdidas por aire infiltrado y los suplementos correspondientes.

Las cargas térmicas fueron calculadas utilizando la norma NCh 1078.c73, obteniendo una necesidad de calefacción de $Q_{\text{calef}} = 62.028$ [W] o 53.344 [kcal/hr]. Para satisfacer esta demanda fueron seleccionados 58 convectores de aire marca ANWO, los cuales fueron distribuidos en los 39 recintos del colegio, se seleccionan las fuentes de energía para comparar entre calderas de a gas de marca SIME y caldera de Biomasa marca PASQUALICHIO.

Para tener un índice cuantitativo, se realizó el cálculo de costos de inversión y operación entre ambas calderas, siendo que la inversión inicial para una central térmica con caldera a gas licuado es de \$16.497.610 y para una central térmica con caldera a pellet es de \$27.117.188, lo que indica que la central térmica con caldera a gas licuado es más rentable. Otro punto a considerar fueron los costos operacionales. Siendo esto que para la caldera a gas licuado su valor es de \$2.670.556 y para la caldera a pellet es de \$1.610.000, lo que indica que operar con una caldera a pellet es más económico.

Finalmente se selecciona una caldera a gas licuado modelo SIME RMG 80, con una capacidad térmica de 80.000 [kcal/hr] o 92,8 [kw].

CONTENIDOS.

CAPITULO 1.	INTRODUCCION.....	5
1.1	Generalidades.....	5
1.2	Objetivos.....	6
1.3	Origen del tema.....	6
CAPITULO 2.	DESCRIPCION DEL RECINTO.....	7
2.1	Características Primer nivel.....	8
2.2	Características segundo nivel.....	10
2.3	Corte constructivo.....	11
2.4	Características Constructivas.....	12
2.4.1	Paredes.....	13
2.4.2	Ventanas.....	14
2.4.3	Puertas.....	18
2.4.4	Piso.....	23
2.4.5	Cielo.....	24
CAPITULO 3.	FUNDAMENTOS.....	26
3.1	Carga de calefacción de un recinto.....	26
3.1.1	Pérdidas a través de muros.....	26
3.1.2	Perdida a través del cielo del segundo nivel.....	27
3.1.3	Ventanas.....	27
3.1.4	Perdidas de calor a través del piso del primer nivel.....	27
3.2	Perdida por infiltración de aire.....	28
3.2.1	Aire frío infiltrado.....	28
3.3	Resistencia térmica de muro.....	29
3.3.1	Resistencia debida a la convección interior (Rci).....	29
3.3.2	Resistencia debida a la convección exterior (Rce).....	29
3.4	Selección de equipos.....	30
3.4.1	Suplementos, factores y coeficientes.....	30
CAPITULO 4.	EVALUACION DE LA CARGA TERMICA.....	32
4.1	Pérdidas en recintos.....	36
4.2	Obtención de suplementos y factores.....	39

4.3	Potencia de equipo de calefacción.....	40
CAPITULO 5. SELECCIÓN DE RADIADORES.		44
5.1	Equipos convectores de agua caliente para calefacción.....	44
5.1.1	Especificaciones Radiadores OCEAN.	44
5.1.2	Selección de radiadores.	45
CAPITULO 6. SELECCION CALDERA.....		48
6.1	Cálculo de potencia térmica total de Calderas.	48
6.2	Calderas.....	48
6.2.1	Caldera a Gas.....	49
6.2.2	Caldera a Pellet.....	50
CAPITULO 7. CALCULO COSTOS DE INVERSION Y OPERACIÓN.		51
7.1	Costos de Inversión.	51
7.2	Costos de Operación.	52
7.2.1	Cálculo de consumo de combustible de Caldera a Gas Licuado.	52
7.2.2	Calculo consumo combustible de Caldera a Pellet.	56
CAPITULO 8. CONCLUSIONES.		57

CAPITULO 1. INTRODUCCION.

1.1 Generalidades.

La necesidad de calefacción de un recinto ha llevado al diseño de una variedad de sistemas y equipos térmicos para proporcionar condiciones deseadas de confort ambiental.

El presente seminario desarrolla el diseño del sistema de calefacción en el colegio Brisas del mar G-745 de la localidad de Tubul, de la comuna de Arauco, de tal manera de ambientar de la forma más eficiente los espacios que la conforman, tales como, aulas de clases, biblioteca, comedor y oficinas. Las temperaturas en invierno para el sector son de alrededor de los 6 grados Celsius y los vientos que azotan el pueblo son de alrededor de 24 [km/hr].

El sistema de calefacción, consiste en: una caldera convencional y radiadores. Éstos últimos estarán dispuestos en lugares específicos para que aporten calor mejorando las condiciones ambientales del establecimiento.

Para la selección de la caldera y radiadores, se realizará una comparación entre calderas a pellet y calderas a gas licuado, los radiadores se seleccionarán en base a fichas técnicas, según su tamaño, y serán de placas convectoras de acero, con tratamiento de anticorrosivo, comerciales.

1.2 Objetivos

El presente seminario tiene como objetivo general diseñar un sistema de calefacción central y agua sanitaria caliente para la escuela Brisas del Mar G-745.

Para ello, se han propuestos los siguientes objetivos específicos:

- Cálculo de pérdidas de calor, infiltraciones y otros aspectos de edificaciones livianas, según normas vigentes.
- Presupuestar proyecto desarrollado, efectuar los cálculos y comparar alternativas respecto a la inversión y operación anual.

1.3 Origen del tema.

El origen del presente estudio se basa en la necesidad de ofrecer un ambiente confortable a los alumnos, docentes y funcionarios del colegio Brisas del Mar G-745 de Tubul. Cabe señalar que dicho establecimiento, desde su concepción, no posee un sistema de calefacción, por lo cual se desea diseñar un sistema de calefacción central que se adecúe a los requerimientos del establecimiento, y que otorgue una sensación térmica agradable de tal manera que facilite realización de actividades dentro del establecimiento. Todo esto en conformidad a las normas vigentes de calefacción.

CAPITULO 2. DESCRIPCION DEL RECINTO

El edificio es denominado Colegio Brisas del mar G-745, Tubul, perteneciente a la comuna de Arauco, y se ubica en la intersección de la calle principal (carretera P-204) y Avenida del Mar.

El edificio se compone de 2 niveles, y está construido de hormigón armado casi en su totalidad, existen ventanales que abarcan una gran superficie en sectores del segundo piso, el edificio en su envoltente posee aislamiento térmico eficiente.

El edificio se ubica en las coordenadas:

- Latitud Sur: $37^{\circ}13'42.7''S$
- Latitud Oeste: $73^{\circ}26'50.5''W$

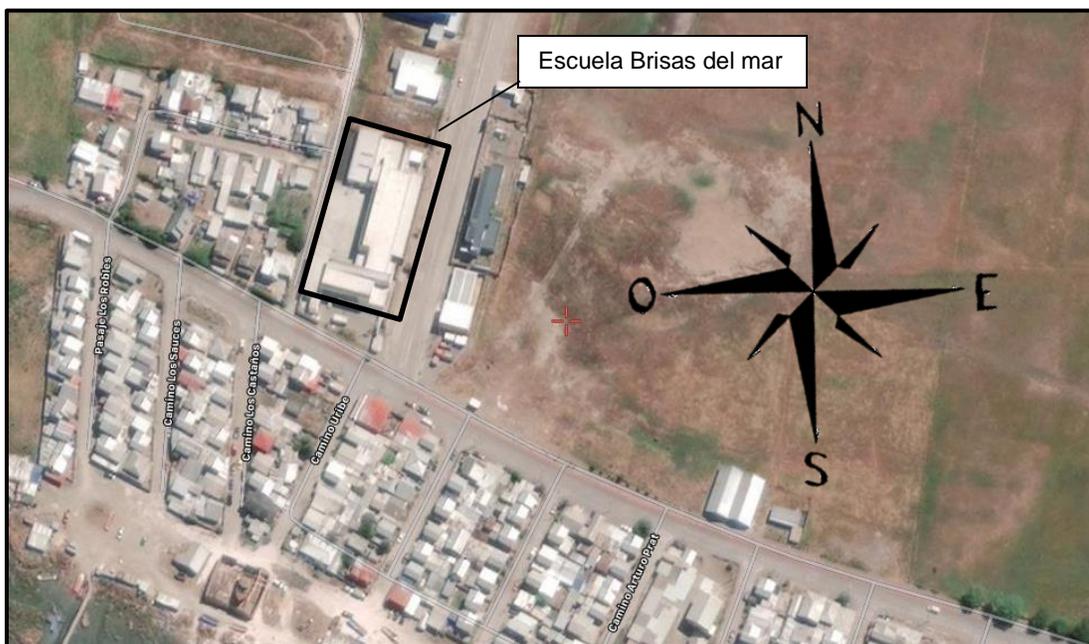


Figura 2.1 - Ubicación geográfica escuela brisas del mar.

2.1 Características Primer nivel.

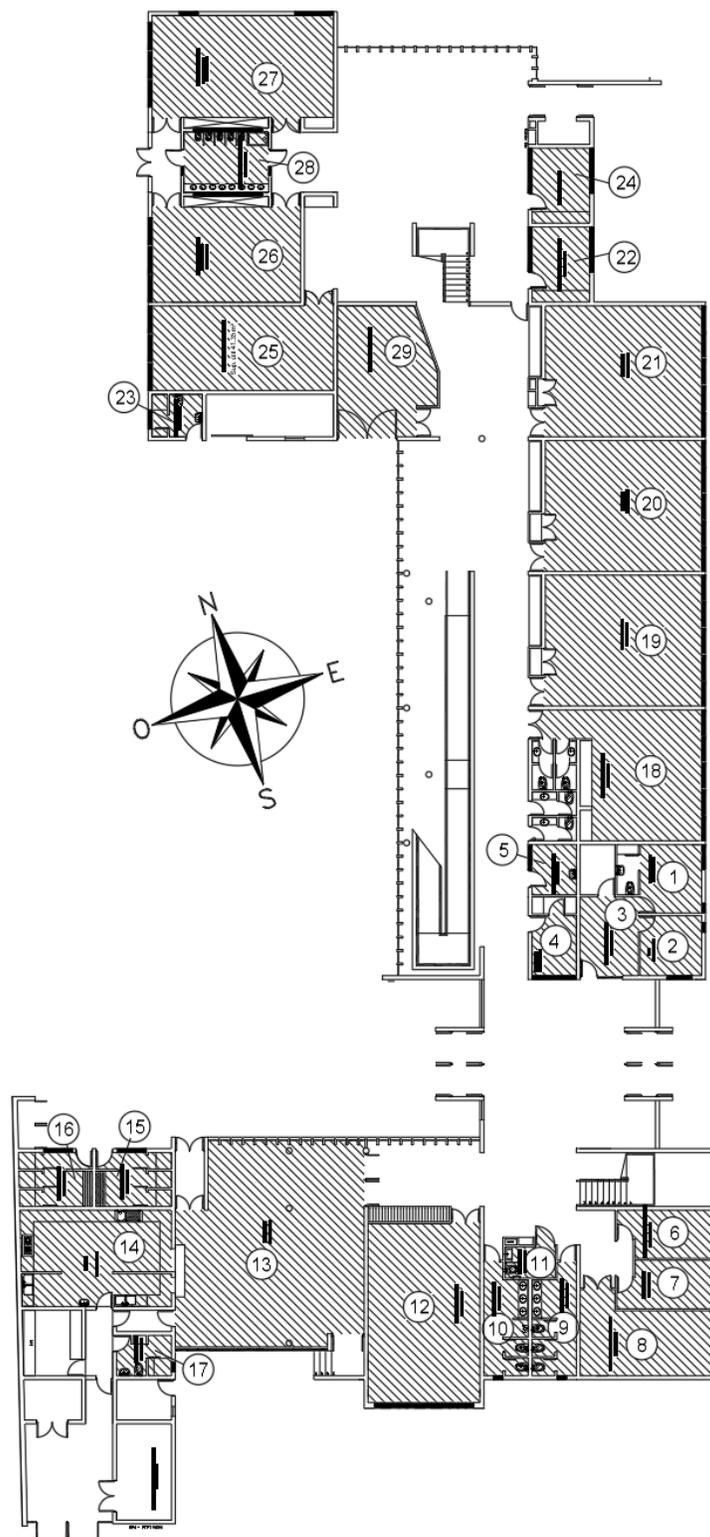


Figura 2.2 - Planimetría de planta primer nivel.

El primer nivel del edificio se compone de servicios higiénicos, despensa, cocina y comedor. Existen los recintos de colegiatura de básica y pre-básica que se dividen por zonas de espera y de patios cubiertos. En la zona de básica se encuentran recintos para profesores y autoridades, sala de UTP, oficina de director, portería y sala de profesores, sala de primeros auxilios, salas de apoyo y de centro de padres. Sala de informática y de servicios higiénicos en general, salas 01 a 03 de básica. En la zona de pre-básica sala de primeros auxilios, oficina fonoaudiólogo y salas de actividades y servicios higiénicos, Se presentan los recintos a calefaccionar con sus dimensiones y superficies en la Tabla 2.1, a continuación:

Tabla 2.1 - Recintos a calefaccionar, primer nivel.

N°	RECINTO A CALEFACCIONAR	LARGO [m]	ANCHO [m]	AREA [m ²]
1	OFICINA DEL DIRECTOR	3,2	3,6	11,4
2	UTP	3,2	3,1	9,9
3	SECRETARIA ESPERA	3,0	4,1	12,3
4	PORTERIA	2,3	3,1	7,1
5	PRIMEROS AUXILIOS	2,3	2,6	6,0
6	SALA CENTRO DE PADRES*	4,7	2,5	11,7
7	SALA PROFESOR DE APOYO	4,7	2,5	11,7
8	AULA GRUPO DIFERENCIAL*	6,5	3,8	29,3
9	SERVICIO HIGIENICO DE ALUMNAS	2,3	5,5	12,4
10	SERVICIO HIGIENICO DE ALUMNOS	2,3	5,5	12,4
11	SERVICIO HIGIENICO DISCAPACITADOS	2,6	1,7	4,2
12	SALA INFORMATICA	5,8	9,3	52,2
13	COMEDOR*	9,8	10,5	97,1
14	COCINA	7,8	5,0	39,0
15	DUCHA ALUMNOS	3,9	2,9	10,9
16	DUCHA ALUMNAS	3,9	2,9	10,9
17	SERVICIOS HIGIENICOS MANIPULADORAS	2,9	2,1	6,0
18	SALA DE PROFESORES*	6,8	6,8	42,8
19	AULA BASICA 01	8,1	6,8	55,0
20	AULA BASICA 02	8,1	6,8	55,0
21	AULA BASICA 03	8,1	6,8	55,0
22	OFICINA FONOAUDIOLOGA	3,0	3,9	11,7
23	SERVICIOS HIGIENICOS AUXILIARES	2,6	2,2	5,8
24	SALA GRUPO TEL	3,0	3,9	11,7
25	AULA SEGUNDO BASICO B	9,4	4,4	41,3
26	SALA ACTIVIDAD PREBASICO 1	7,7	5,5	42,4
27	SALA ACTIVIDAD PREBASICO 2	9,4	5,9	55,1
28	SALA HABITOS HIGIENICOS	4,4	3,2	13,6
29	SALA DE INTEGRACION*	4,1	6,8	27,9
TOTAL SUPERFICIE				761,6
TOTAL VOLUMEN				2.132,5

2.2 Características segundo nivel.

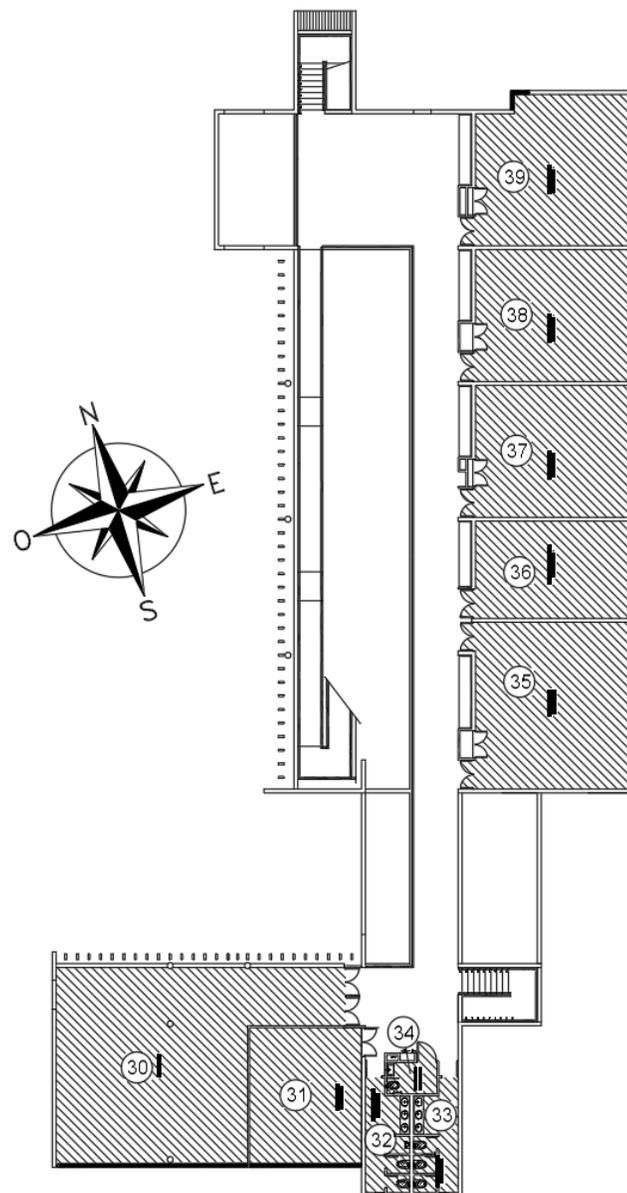


Figura 2.3 - Planimetría de planta Segundo nivel.

El segundo nivel del edificio se compone de la biblioteca del establecimiento, los servicios higiénicos básicos para estudiantes y aulas de básica desde la 04 a 06, además de las salas de multi-taller e integración.

Se presentan los recintos a calefaccionar con sus dimensiones y superficies en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2 - Recintos a calefaccionar, segundo nivel.

N°	RECINTO A CALEFACCIONAR	LARGO [m]	ANCHO [m]	AREA [m ²]
30	BIBLIOTECA*	12,4	9,8	114,8
31	AULA BASICA 1, SEGUNDO PISO	5,8	7,0	40,6
32	SERVICIO HIGIENICOS ALUMNOS SEGUNDO PISO	2,3	5,5	12,2
33	SERVICIO HIGIENICOS ALUMNAS SEGUNDO PISO	2,3	5,5	12,2
34	S. HIGIENICOS DISCAPACITADOS SEGUNDO PISO	2,6	1,7	4,2
35	MULTITALLER	8,1	8,6	70,0
36	AULA INTEGRACION	8,1	5,0	40,0
37	AULA BASICA 04	8,1	6,8	55,0
38	AULA BASICA 05	8,1	6,8	55,0
39	AULA BASICA 06*	8,1	7,8	60,0
TOTAL SUPERFICIES				464,0
TOTAL VOLUMEN				1.299,2

Es importante mencionar que en casos puntuales (indicados con *) las superficies son aproximadas ya que las geometrías no son rectangulares.

2.3 Corte constructivo

Se observa en el corte constructivo del edificio que la altura que el edificio posee, en sus dos niveles, es de 2,8 metros de alto, (todos los recintos).

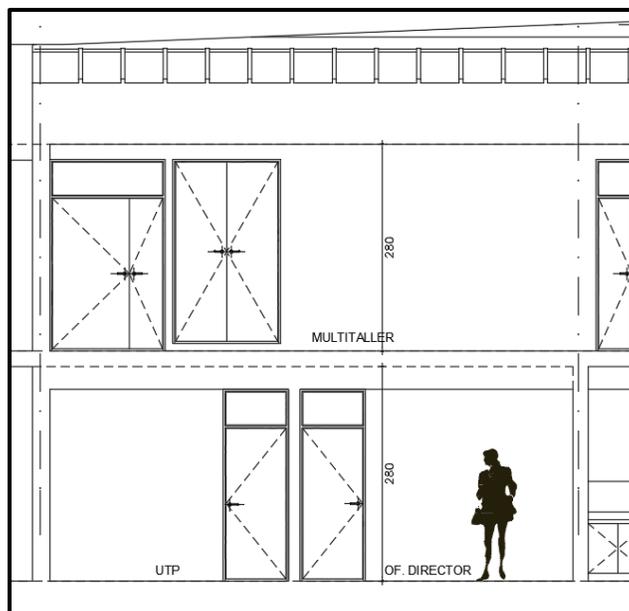


Figura 2.4 - Altura en corte constructivo.

2.4 Características Constructivas

Como se describió anteriormente, el edificio consta de dos niveles construidos básicamente con muros y losas de hormigón armado, los vidrios y ventanales son dobles o simples, de una o dos placas de vidrio, y el edificio posee aislamiento térmico perimetral característico que también posee el tejado.

Las temperaturas consideradas para el posterior cálculo se tomaron de las tablas de la norma NCh 1078 (Anexo 01), como se presenta en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 - Temperaturas de cálculo para diseño.

TEMPERATURA	TEMPERATURA °C	OBSERVACIÓN
INTERIOR DE CALCULO	20	Tabla 1 - NCh 1078.c73, Salas de clase.
RECINTOS INTERIORES NO CALEFACCIONADOS	12	Tabla 3 - NCh 1078.c73, Local no calefaccionado, T. exterior 5° C
RECINTO ENTRAMADO DEL TEJADO (ENTRETECHO/ATICO)	13	Tabla 3 - NCh 1078.c73, Ático no calefaccionado, debajo del tejado T. exterior 5° C
SUELO A NIVEL DE TERRENO	8	Tabla 3 - NCh 1078.c73, Suelo a nivel de Terreno, T. exterior 5° C
EXTERIOR DE CALCULO	5	Tabla 2 - NCh 1078.c73, Ciudad más cercana, coronel

Cuando se calcula la pérdida hacia un cuarto calefaccionado, la diferencia de temperaturas se considera cero, y la transferencia de calor por conducción es nula.

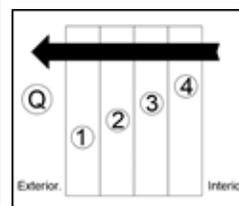
2.4.1 Paredes

2.4.1.1 Pared Exterior

La materialidad de muros de cerramiento exteriores se compone de: estuco mortero, hormigón armado tipo H-25 (típico en cerramientos de edificios), aislante de poliestireno (comercialmente llamado Promuro) y un afinado exterior de estuco mortero nuevamente. La Tabla 2.4 presenta las características térmicas del muro.

Tabla 2.4 - Características térmicas pared exterior

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m*K)
1	Estuco Mortero	0,02	0,84
2	Poliestireno Expandido	0,025	0,035
3	Hormigón Armado	0,2	1,65
4	Estuco Mortero	0,02	0,84

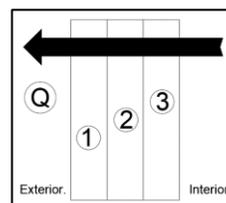


2.4.1.2 Pared Interior.

Los tabiques (sin aislante térmico) se componen de estuco mortero en las caras exteriores en cuyo interior hay hormigón armado. En la Tabla 2.5 se detallan las características térmicas.

Tabla 2.5 - Características térmicas pared interior.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m*K)
1	Estuco Mortero	0,02	0,84
2	Hormigón Armado	0,2	1,65
3	Estuco Mortero	0,02	0,84



2.4.2 Ventanas

Fueron identificados diez (10) tipos diferentes de ventanas. Los detalles son presentados en las Figuras 2.5 a 2.8. La Tabla 2.6 resume las características más relevantes. Ubicación en figura 2.9 y 2.10, donde se presentan las variaciones del ancho con las que fueron instaladas las ventanas.

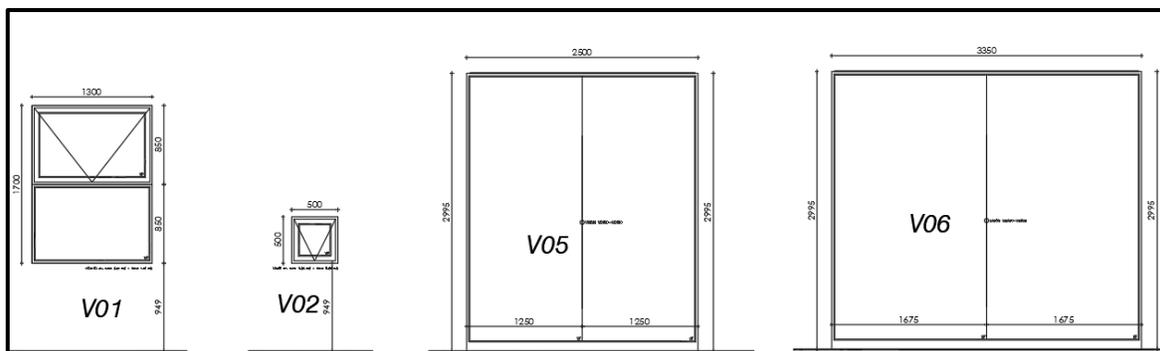


Figura 2.5 – Descripción de ventanas tipo V01 V02, V05 y V06.

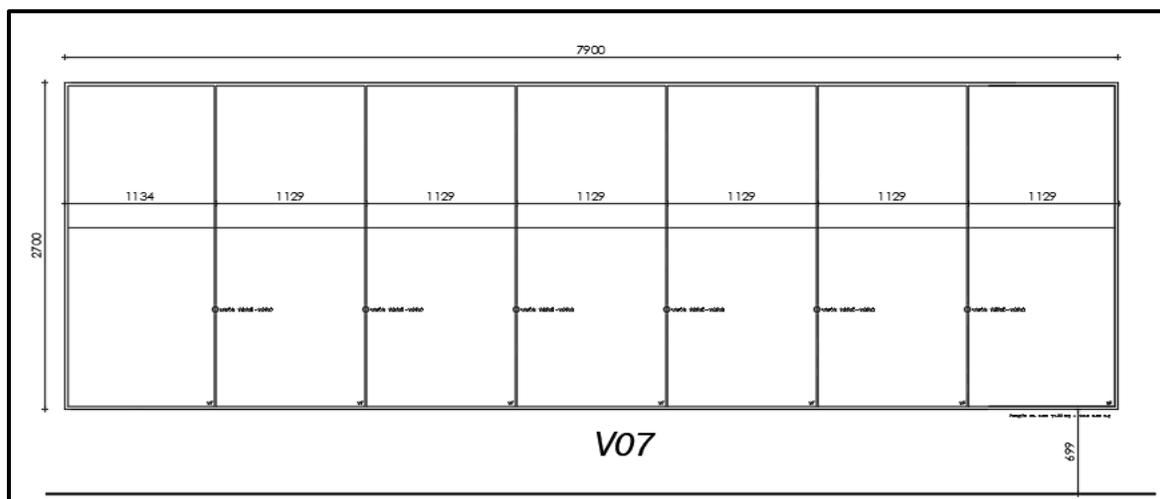


Figura 2.6 - Descripción de ventana tipo V07.

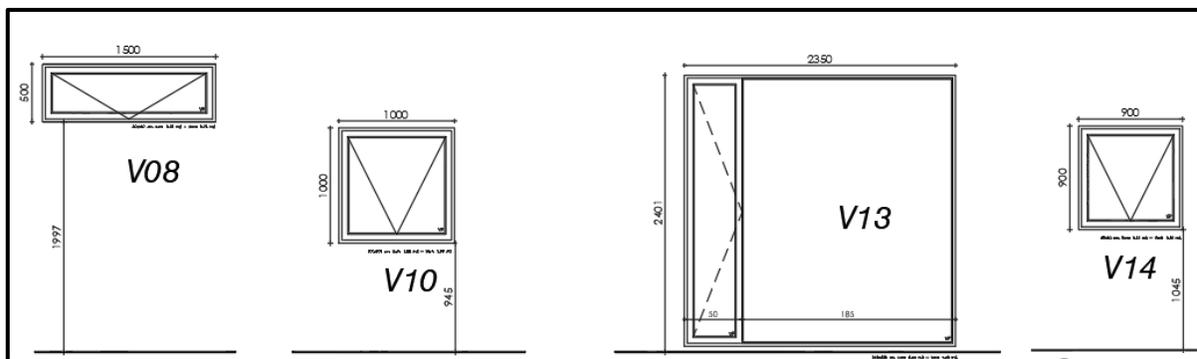


Figura 2.7 – Descripción de ventana tipo V08, V10, V13 y V14

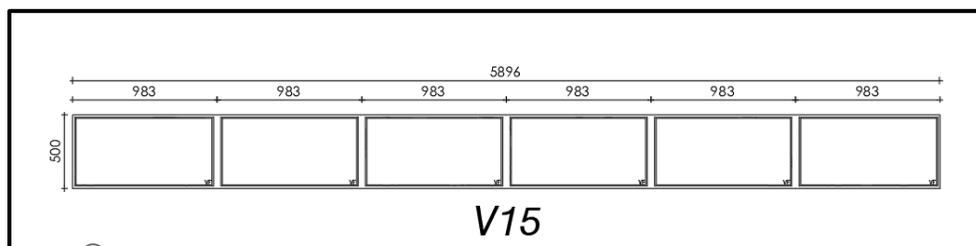


Figura 2.8 – Descripción de ventana V15

Tabla 2.6 - Resumen ventanas.

Designación	Alto [mm]	Ancho [mm]	Superficie [m2]	Material Marco
V01	1.700	1.300	2,21	Aluminio
V02	500	500	0,25	Aluminio
V05	2.995	2.500	7,49	Aluminio
V06	2.995	3.350	10,03	Aluminio
V07	2.700	7.900	21,33	Aluminio
V08	500	1.500	0,75	Aluminio
V10	1.000	1.000	1,00	Aluminio
V13	2.400	2.350	5,64	Aluminio
V14	900	900	0,81	Aluminio
V15	500	5.896	2,95	Aluminio

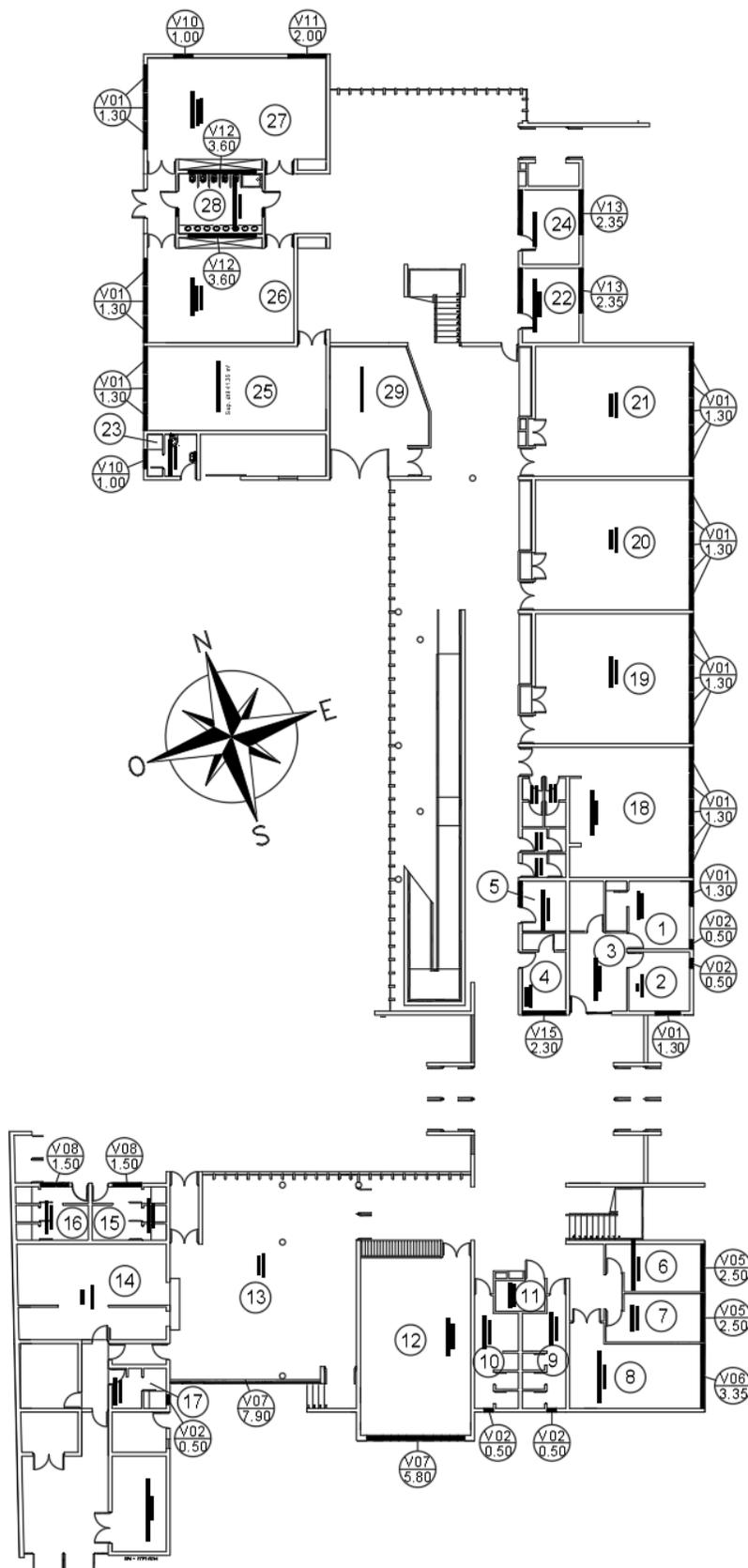


Figura 2.9 - Ventanas primer nivel.

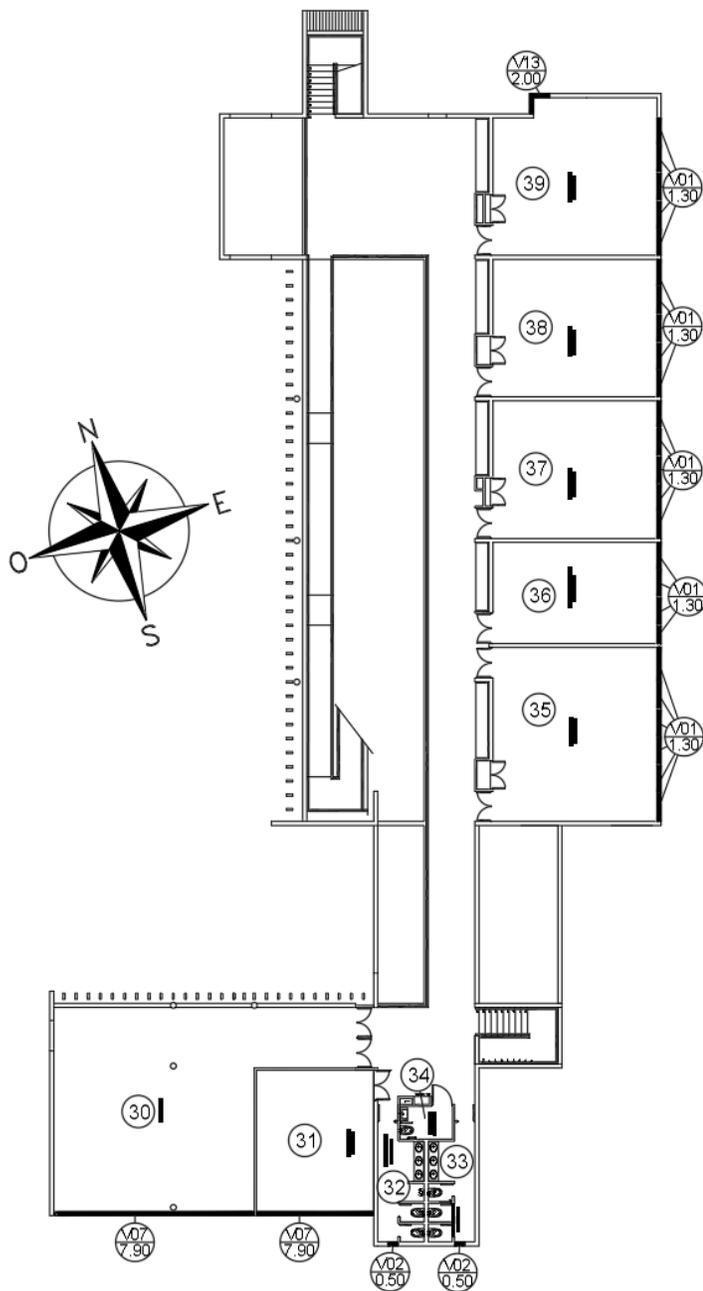


Figura 2.10 - Ventanas Segundo nivel.

2.4.2.1 Ventanas Exteriores

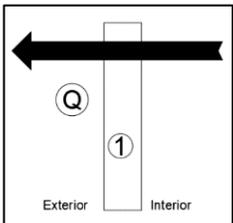
Las ventanas exteriores en el edificio son de sistema DVH (doble vidriado hermético), con la finalidad de aislar térmica y acústicamente. Posee dos vidrios de 6 mm de espesor, en cuya cámara interior 11 [mm] de espesor hay aire en condición de hermeticidad. El presente seminario opta por estimar el coeficiente global de transmisión según “manual de Reacondicionamiento térmico” de la CChC, sección “4º paso: Ventanas”, Pagina 32 (Anexo 04).

2.4.2.2 Ventanas Interiores.

Las ventanas interiores son simples y poseen una hoja de 6 mm de espesor, Sus características térmicas son dadas en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7 - Características térmica de ventanas interiores.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m*K)
1	Vidrio de 6 mm	0,006	1,2



El diagrama ilustra una sección transversal de una ventana interior. Una flecha gruesa negra apunta desde el exterior hacia el interior, indicando la dirección del flujo de calor, etiquetado con 'Q'. Una línea vertical representa la hoja de vidrio, con el número '1' dentro de un círculo que indica su espesor. Las etiquetas 'Exterior' y 'Interior' están colocadas a los lados de la ventana.

2.4.3 Puertas

Se identificaron 11 tipos de puertas, las cuales son resumidas en la Tabla 2.8. Las características geométricas de cada tipo de puerta se detallan en las figuras 2.11 hasta 2.14. Ubicación en figura 2.15 y 2.16.

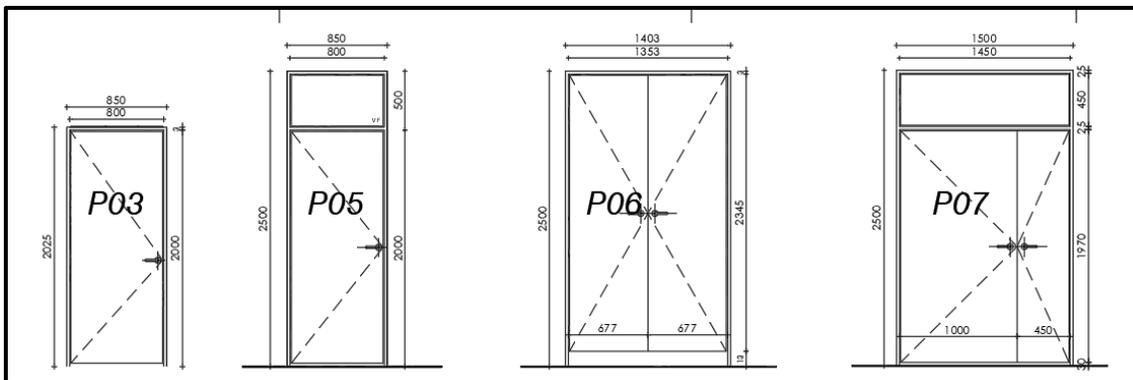


Figura 2.11 – Descripción puerta P03, P05, 06 y 07

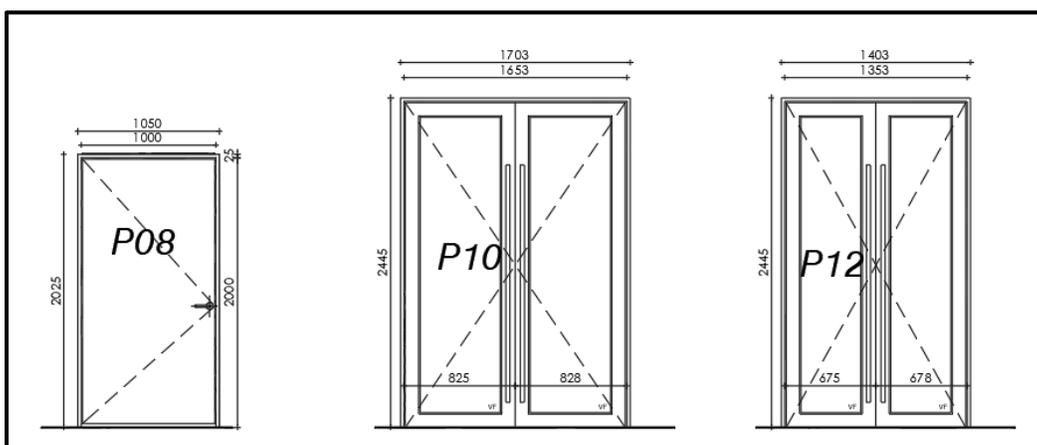


Figura 2.12 - puertas 08, 10 y 12

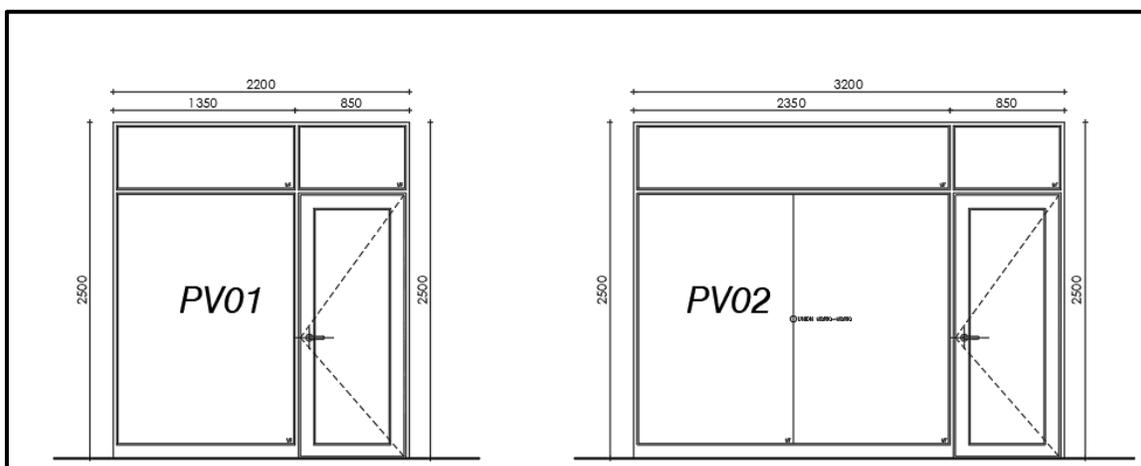


Figura 2.13 - Puerta ventana 01 y 02

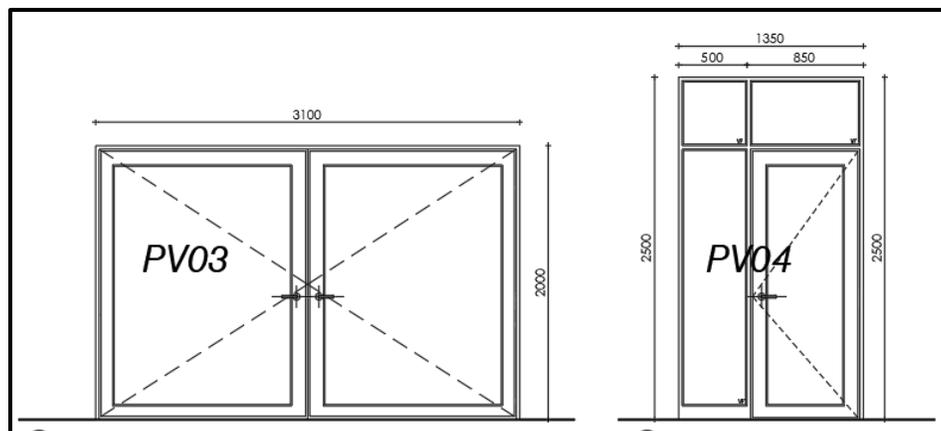


Figura 2.14 - puerta ventana 03 y 04

Tabla 2.8 - Resumen puertas.

Designación	Alto [mm]	Ancho [mm]	Superficie [m2]	Material
P03	2.030	850	1,73	Madera Terciada
P05	2.500	850	2,13	Madera Terciada
P06	2.500	1.400	3,50	Madera Terciada
P07	2.500	1.500	3,75	Madera Terciada
P08	2.030	1.050	2,13	Madera Terciada
P10	2.450	1.700	4,17	Madera Terciada
P12	2.450	1.400	3,43	Madera Terciada
PV01	2.500	2.200	5,50	Vidrio
PV02	2.500	3.200	8,00	Vidrio
PV03	2.000	3.100	6,20	Vidrio
PV04	2.500	1.350	3,38	Vidrio

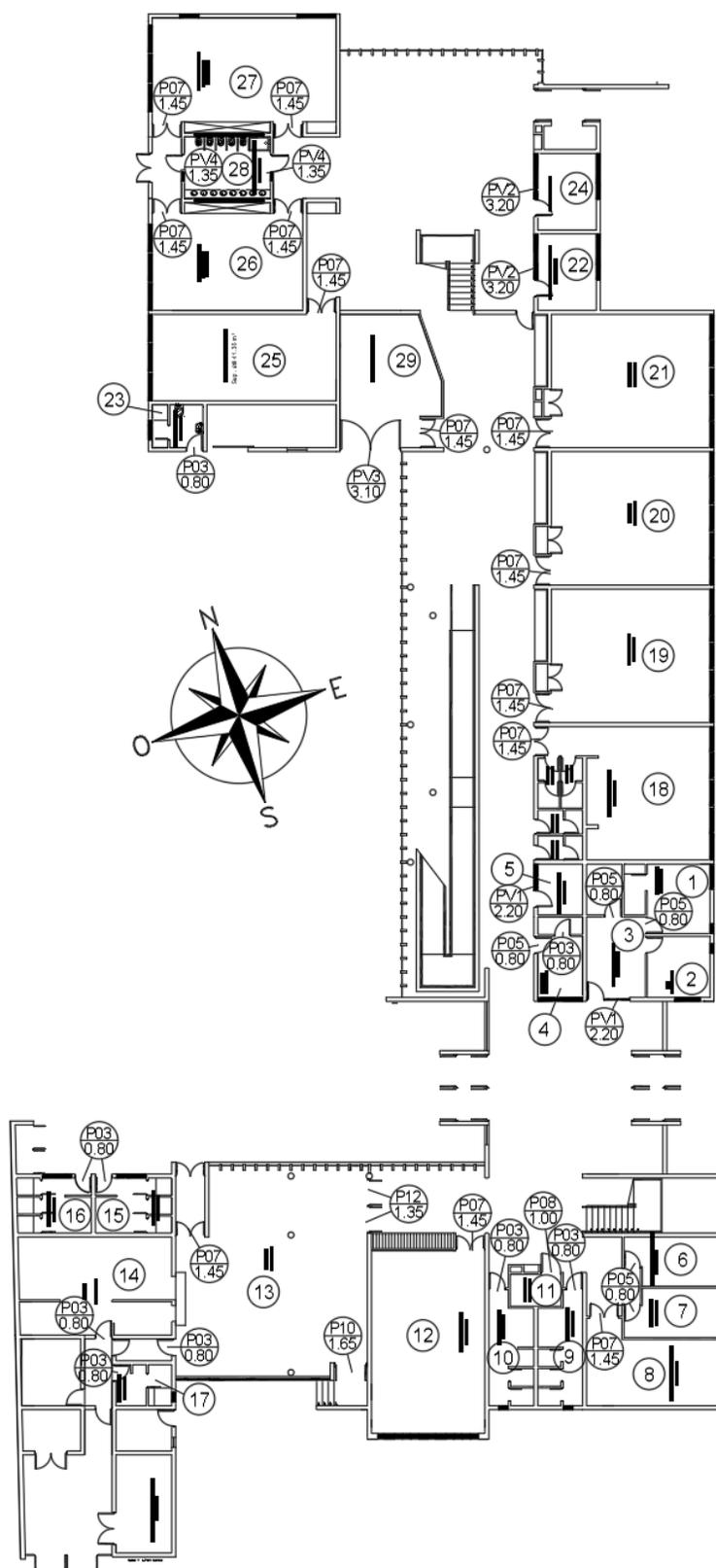


Figura 2.15 - Puertas primer nivel.

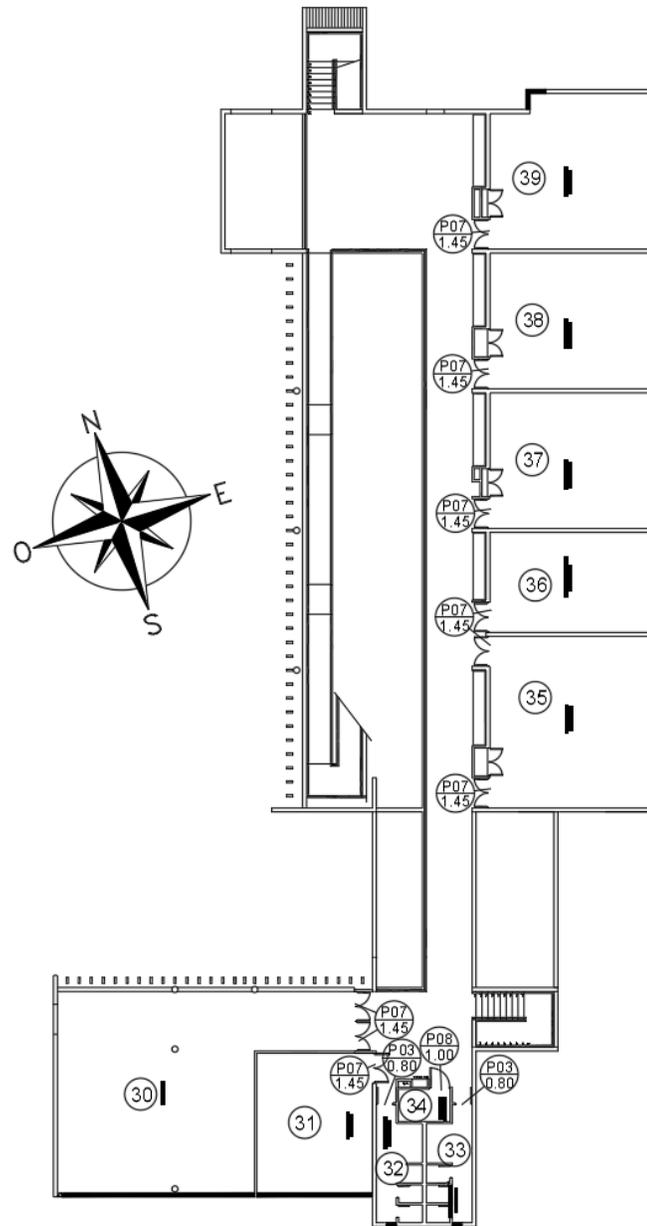


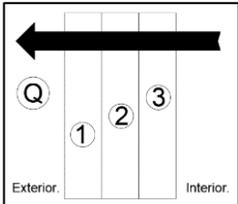
Figura 2.16 - Puertas segundo nivel.

2.4.3.1 Puertas de Terciado.

Las puertas de terciado descritas, poseen aislación térmica, con una capa de 20 mm de lana mineral en su interior.

Tabla 2.9 - Características térmicas de puertas.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m*K)
1	Terciado	0,015	0,147
2	Lana Mineral	0,02	0,035
3	Terciado	0,015	0,147



2.4.3.2 Puertas vidriadas con marco de aluminio.

Las puertas de marco de aluminio y vidrio en su superficie, se considerarán como si fuesen superficies vidriadas en su totalidad, a causa de esto, y de que su espesor es de 6 mm, se iguala su conductividad térmica a la que se aprecia en una ventana simple, del mismo espesor. El porcentaje de vidrio en estas puertas es del 90 [%], por lo que el marco y sus efectos sobre la transferencia se desprecian.

2.4.4 Piso

Para el primer y segundo nivel el piso está conformado por hormigón armado de 10 y 20 [cm] de espesor, respectivamente, además, posee un revestimiento con baldosas micro vibradas de 3,8 [cm] para ambos niveles como terminación de suelo. Los detalles constructivos son dados en Tablas 2.10 y 2.11.

Tabla 2.10 – Características térmicas de piso, primer nivel.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m*K)
1	Baldosa	0,038	1,75
2	Estuco Mortero	0,015	0,84
3	Hormigón Armado	0,1	1,65
4	Poliestireno Expandido	0,04	0,035

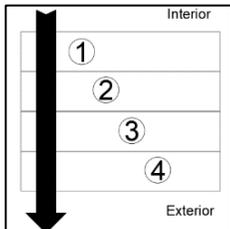
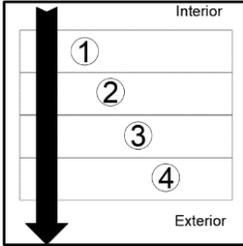


Tabla 2.11 – Características térmicas de piso, segundo nivel.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m*K)
1	Baldosa	0,038	1,75
2	Estuco Mortero	0,015	0,84
3	Hormigón Armado	0,2	1,65
4	Yeso Cartón	0,015	0,20



La Tabla 2.12 a continuación, especifica que recintos se encuentran bajo el piso de los recintos del segundo nivel.

Tabla 2.12 - Recintos calefaccionados en segundo nivel.

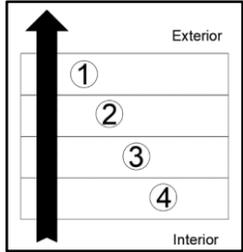
N°	Recinto a calefaccionar	N° Recinto Inferior.	Situación
30	BIBLIOTECA	13	Calefaccionado
31	AULA BASICA 1, SEGUNDO PISO	12	Calefaccionado
32	SERVICIO H. ALUMNOS	10	Calefaccionado
33	SERVICIO H. ALUMNAS	9	Calefaccionado
34	SERVICIO H. DISCAPACITADOS	11	Calefaccionado
35	MULTITALLER	18, 1, 2, 3, 4 y 5	Calefaccionados
36	AULA INTEGRACION	18	Calefaccionado
37	AULA BASICA 4	19	Calefaccionado
38	AULA BASICA 5	20	Calefaccionado
39	AULA BASICA 6	21	Calefaccionado

2.4.5 Cielo

En Tabla 2.15 se aprecian los recintos calefaccionados del primer nivel. El cielo del primer nivel corresponde al piso del segundo nivel. La materialidad se detalló en el ítem anterior.

Tabla 2.13 - Conductividad térmica de cielo primer nivel.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m*K)
1	Baldosa	0,038	1,75
2	Estuco Mortero	0,015	0,84
3	Hormigón Armado	0,2	1,65
4	Yeso Cartón	0,015	0,20



El cielo del segundo nivel está compuesto de la losa de hormigón armado, y del aislante correspondiente en dirección al tejado de zinc alum. El cielo del segundo nivel posee un aislante térmico de lana mineral de 10 [cm].

Tabla 2.14 - Conductividad térmica de cielo segundo nivel.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m*K)
1	Lana Mineral	0,1	0,035
2	Hormigón Armado	0,2	1,65
3	Yeso Cartón	0,015	0,20

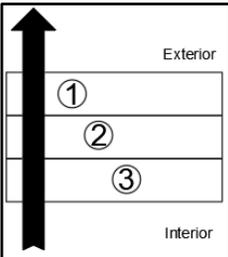


Tabla 2.15 - Recintos calefaccionados en primer nivel.

N°	Recinto	N° Recinto Superior.	Situación
1	OFICINA DEL DIRECTOR.	35	Calefaccionado
2	UTP.	35	Calefaccionado
3	SECRETARIA ESPERA.	35	Calefaccionado
4	PORTERIA	35	Calefaccionado
5	PRIMEROS AUXILIOS	35	Calefaccionado
6	SALA CENTRO DE PADRES.	Ático	No calefaccionado
7	SALA PROFESOR DE APOYO	Ático	No calefaccionado
8	AULA GRUPO DIFERENCIAL	Ático	No calefaccionado
9	SERVICIO H. DE ALUMNAS	33	Calefaccionado
10	SERVICIO H. DE ALUMNOS	32	Calefaccionado
11	SERVICIO H. DISCAPACITADOS	34	Calefaccionado
12	SALA INFORMATICA.	31	Calefaccionado
13	COMEDOR	30	Calefaccionado
14	COCINA	Ático,	No calefaccionado
15	DUCHA ALUMNOS	Ático,	No calefaccionado
16	DUCHA ALUMNAS	Ático.	No calefaccionado
17	SERVICIOS H. MANIPULADORAS	Ático	No calefaccionado
18	SALA DE PROFESORES.	36, 35	Calefaccionado
19	AULA BASICA 01	37	Calefaccionado
20	AULA BASICA 02	3	Calefaccionado
21	AULA BASICA 03	39	Calefaccionado
22	OFICINA FONOAUDIOLOGA	Ático,	No calefaccionado
23	SERVICIOS H. AUXILIARES.	Ático,	No calefaccionado
24	SALA GRUPO TEL	Ático,	No calefaccionado
25	AULA SEGUNDO BASICO B	Ático,	No calefaccionado
26	SALA ACTIVIDAD PREBASICO 1	Ático,	No calefaccionado
27	SALA ACTIVIDAD PREBASICO 2	Ático,	No calefaccionado
28	SALA HABITOS HIGIENICOS	Ático,	No calefaccionado
29	SALA DE INTEGRACION	Pasillos	No calefaccionado

CAPITULO 3. FUNDAMENTOS

Luego de identificar cada uno de los elementos que componen la envolvente de los recintos del colegio, se procede a calcular la carga de calefacción. Esta se define como:

3.1 Carga de calefacción de un recinto

Es la cantidad de calor que debe entregar el equipo para compensar las pérdidas de calor que ocurren a través de la estructura del edificio y por las infiltraciones de aire, dado en la ecuación 3-1.

$$Q_{calefaccion} = \sum U_i \cdot A_i \cdot \Delta T_i + Q_{aire} [W] \quad (3-1)$$

Para un recinto, se consideran las siguientes pérdidas:

- Pérdidas de calor por transmisión producidas en muros, piso, cielo, puertas y ventanas.
- Pérdida de calor por aire frío infiltrado al recinto a través de puertas y ventanas

3.1.1 Pérdidas a través de muros.

La fórmula general para el cálculo de pérdidas de calor por muros, es dada por la ecuación 3-2. Para cada elemento (muro, ventanas, puertas, etc.).

$$Q = A \cdot U \cdot (T_i - T_e) [W] \quad (3-2)$$

Dónde:

- A : Área de la superficie de transferencia de calor [m^2]
- U : Coeficiente global de transferencia 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 Pérdida a través del cielo del segundo nivel.

El cálculo de pérdidas de calor por el cielo, en el segundo nivel, se calcula por la ecuación 3-3.

$$Q = A_{\text{cielo}} \cdot U \cdot (T_i - T_{\text{ático}}) [W] \quad (3-3)$$

Dónde:

A : Área de la superficie de transferencia de calor [m^2]
 $T_{\text{ático}}$: Temperatura interior del ático del recinto [$^{\circ}C$]

3.1.3 Ventanas

La ventana es el elemento que más pérdida de calor posee por metro cuadrado. La fórmula general para el cálculo de pérdidas de calor por ventanas es dada por la ecuación 3-4.

$$Q = A_{\text{vent.}} \cdot U_{\text{vent.}} \cdot (T_i - T_e) [W] \quad (3-4)$$

3.1.4 Pérdidas de calor a través del piso del primer nivel.

Se utilizará la fórmula general para el cálculo de pérdidas de calor, pero en este caso producidas por pérdidas hacia el terreno natural, donde el área utilizada es la del piso del primer nivel. Para efectos de cimientos aislados se debe calcular la resistencia térmica y reemplazar el coeficiente global de transferencia de calor por el factor de transmitancia térmica lineal (K_l) obtenido de la tabla 4, de la NCh 853. Of 2007, (Anexo 02).

$$Q = A_{\text{piso}} \cdot K_l \cdot (T_i - T_e) [W] \quad (3-5)$$

Dónde:

K_l : Transmitancia térmica lineal [$W/m K$]

3.2 Perdida por infiltración de aire.

Las infiltraciones de aire frío por medio de rendijas, puertas y ventanas corresponden a un flujo de aire que ingresa a los recintos a la temperatura exterior de cálculo, calculado según la ecuación 3-6.

$$Q_{aire} = m_a \cdot Cp \cdot (T_i - T_e) [W] \quad (3-6)$$

Dónde:

m_a : Masa de aire frío infiltrado [kg/hr]

Cp : Calor específico del aire (0,24 [kcal/kg °C]=1004 [J/kg K])

El flujo de aire se calcula según el método de las renovaciones hora.

3.2.1 Aire frío infiltrado.

Para determinar el aire frío infiltrado se considera que el edificio es hermético, y se puede asumir que posee solo 1 renovación de aire por hora en infiltraciones, esto tomado de recomendaciones de manual Carrier de aire acondicionado.

Se calcula el volumen del recinto, ecuación 3-7, según sus condiciones geométricas (Largo, Ancho y Alto), y el flujo volumétrico de aire, ecuación 3-8, al multiplicar el volumen obtenido por las renovaciones horas antes mencionadas.

El flujo masico de aire se obtiene al multiplicar la densidad del aire (1,2 [kg/m³]) por el flujo volumétrico obtenido, ecuación 3-9.

$$V_{recinto} = L \cdot A \cdot h [m^3] \quad (3-7)$$

$$\dot{V}_{aire} = V_{recinto} \cdot N^{\circ}RH \left[\frac{m^3}{hr} \right] \quad (3-8)$$

$$\dot{m}_a = \frac{\rho \cdot \dot{V}_{aire}}{3.600} \left[\frac{kg}{s} \right] \quad (3-9)$$

3.3 Resistencia térmica de muro.

Resistencias térmicas de muros se calculan según procedimiento de cálculo basado en la NCh853.EOF71, ecuación 3-10. Las resistencias superficiales en muros exteriores dependen de la velocidad del aire exterior.

$$R_{total} = R_{ci} + \Sigma Rk + R_{ce} \quad (3-10)$$

Dónde:

R_{total} : Resistencia térmica de muro. $\left[\frac{m^2 K}{W} \right]$

R_{si} : Resistencia debida a la convección interior. $\left[\frac{m^2 K}{W} \right]$

R_{se} : Resistencia debida a la convección exterior. $\left[\frac{m^2 K}{W} \right]$

ΣRk : Sumatoria de la resistencia térmica de los materiales del muro.

De la resistencia térmica se deduce el coeficiente global de transferencia de calor U, ecuación 3-11.

$$U = \frac{1}{R_{total}} \quad (3-11)$$

3.3.1 Resistencia debida a la convección interior (Rci).

Se considera según la tabla número 2, de la NCh853.EOF71, para flujos de calor horizontal para electos verticales, una resistencia superficial debida a la convección de $R_{si} = 0,12 [m^2 K/W]$ (Anexo 02).

3.3.2 Resistencia debida a la convección exterior (Rce).

Se considera según la tabla número 2, de la NCh853.EOF71, en anexo 02, que la resistencia a la convección exterior debe ser de $R_{se} = 0 [m^2 K/W]$, cuando el aire exterior posee velocidades superiores a 10 [km/hr], cercanas a velocidades del orden de 19 a 24 [km/hr].

Cuando el elemento se encuentra separando dos ambientes calefaccionados o dos ambientes cerrados interiores la resistencia debida a la convección de la superficie interior y exterior se igualan dando como resultado que $R_{ci} = R_{ce} = 0,12$ [m² K/W].

3.4 Selección de equipos

Para calcular la capacidad de los equipos de calefacción, se debe proceder con la ecuación 3-12. Presentada en la norma NCh 1078. C73, que se expresa a continuación.

$$Q_{equipo} = \sum U_i \cdot A_i \cdot \Delta T_i \cdot (1 + S_0 + S_1) + Q_{aire} \cdot (R \cdot H \cdot S_2) [W] \quad (3-12)$$

3.4.1 Suplementos, factores y coeficientes.

Suplemento S0: Este suplemento depende del modo de servicio de calefacción y compensación de paredes frías en el recinto, se debe calcular la permeabilidad media del recinto, ecuación 3-13, para este efecto.

$$P_{media} = \frac{\sum(U_i \cdot A_i \cdot \Delta T)}{\sum(A_i) \cdot \Delta T} \quad (3-13)$$

Como modo del servicio de calefacción, se considera que el servicio de calefacción se utiliza solamente durante la jornada académica, por lo cual, la interrupción del servicio es de 16 [hrs].

Suplemento S1: Este suplemento es por orientación de los elementos del edificio con respecto a la radiación solar. El suplemento se encuentra en la tabla N°7 de la NCh1078.c73 en anexos 01.

Factor S2: Factor para ventanas rinconeras, solo puede adoptar 2 valores:

- S2 = 1,2; Para ventanas y puertas situadas junto al vértice del Angulo formado por dos paredes exteriores.
- S2 = 1; Para el resto de los recintos.

Factor R: factor característico del local que depende de la permeabilidad de las aberturas de entrada y de salida (aberturas como puertas y ventanas), su valor está indicado en la tabla N°9 de la NCh1078.c73.

Coeficiente H: Coeficiente característico del edificio, depende de la intensidad del viento, situación y tipo de edificio. El valor de este suplemento se encuentra en la tabla N°10 de la NCh1078.c73.

Para seleccionar finalmente el radiador se compara Q_{equipo} con los radiadores existentes en el comercio.

CAPITULO 4. EVALUACION DE LA CARGA TERMICA.

Conocida la materialidad del recinto se procede al cálculo de las pérdidas de cada recinto. Este procedimiento involucra la consideración de 4 muros para cada recinto, 10 tipos de ventanas y 11 tipos de puertas. A modo de ejemplo, se indica el cálculo de la resistencia térmica del muro exterior e interior según NCh853.EOF71. En Tabla 4.1 y 4.2, respectivamente.

Tabla 4.1 - Resistencia térmica pared exterior.

N°	Materiales	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m K)	Resistencia (m K/W) <i>L/K</i>
1	Estuco Mortero	0,02	0,84	0,024
2	Poliestireno Exp.	0,025	0,035	0,714
3	Hormigón Armado	0,2	1,75	0,114
4	Estuco Mortero	0,02	0,84	0,024
				$\sum R_k = 0,876$

$$\frac{1}{R_k} \frac{(m \ K/W)}{(W/m \ K)}$$

Tabla 4.2 - Resistencia térmica pared interior

N°	Materiales	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m K)	Resistencia (m K/W) <i>L/K</i>
1	Estuco Mortero	0,02	0,84	0,024
2	Hormigón Armado	0,2	1,75	0,114
3	Estuco Mortero	0,02	0,84	0,024
				$\sum R_k = 0,162$

$$\frac{1}{R_k} \frac{2(m \ K/W)}{(W/m \ K)}$$

$$U = 2,49 (W/m^2 * K)$$

También se presenta el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las ventanas de doble vidrio hermético considerando el DVH como cámaras de aire, según tabla A.1 de la NCh853.EOF71, se detallan en la tabla N°4.3.

Tabla 4.3 - Resistencia térmica de ventanas exteriores

N°	Materiales	Espesor (m)	Conductividad Térmica ($W/m * K$)	Resistencia $Rk = L/K$ ($m^2 * K/W$)
1	Vidrio	0,006	1,2	0,005
2	Cámara de Aire	0,011	-	0,14
3	Vidrio	0,006	1,2	0,005
				$\Sigma Rk = 0,15$

Para el cálculo de la cámara de aire de la ventana exterior se considera una resistencia térmica $R_a = 0,14 (m^2 * K/W)$, debido a que la cámara de aire es vertical y el flujo es horizontal, con un espesor de 11mm. Datos cruzados y resultado obtenido según tabla C.1 de la NCh853.EOF71, en anexo 02.

$$R_{total} = R_{ci} + \Sigma Rk + R_{ce}$$

$$R_{total} = 0,12 + 0,15 + 0$$

$$R_{total} = 0,27 (m^2 * K/W)$$

$$U = 1/Rk = \frac{1}{0,302}$$

$$U = 3,71 (W/m^2 * K)$$

El valor obtenido es mayor al recomendado por el manual de la CChC, por lo que se utilizara el valor obtenido desde el manual.

En ventanas interiores según tabla A.1 de la NCh853.EOF71, en anexo 02, la resistencia térmica es según lo observado en tabla 4.4.

Tabla 4.4 - Resistencia térmica de ventanas interiores.

N°	Materiales	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m * K)	Resistencia $Rk = L/K$ ($m^2 * K/W$)
1	Vidrio	0,006	1,2	0,005

$$R_{total} = Rci + \Sigma Rk + Rce$$

$$R_{total} = 0,12 + 0,005 + 0,12$$

$$R_{total} = 0,245(m^2 * K/W)$$

$$U = 1/Rk = \frac{1}{0,245}$$

$$U = 4,08 (W/m^2 * K)$$

Para el caso de puertas, la resistencia térmica es la siguiente, se detalla en la tabla 4.5.

Tabla 4.5 - Resistencia térmica de puertas.

N°	Materiales	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m * K)	Resistencia $Rk = L/K$ ($m^2 * K/W$)
1	Terciado	0,015	0,147	0,102
2	Lana Mineral	0,02	0,035	0,571
3	Terciado	0,015	0,147	0,102
				$\Sigma Rk = 0,775$

$$R_{total} = Rci + \Sigma Rk + Rce$$

$$R_{total} = 0,12 + 0,775 + 0,12$$

$$R_{total} = 1,02(m^2 * K/W)$$

$$U = 1/Rk = \frac{1}{1,02}$$

$$U = 0,980 (W/m^2 * K)$$

La resistencia térmica de los pisos del primer y segundo nivel son calculadas con el apoyo de las Tablas 4.6 y 4.7.

Tabla 4.6 - Resistencia térmica pisos primer nivel.

N°	Materiales	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m * K)	Resistencia $R_k = L/K$ ($m^2 * K/W$)
1	Baldosa	0,038	1,75	0,022
2	Estuco Mortero	0,015	0,84	0,018
3	Hormigón Armado	0,1	1,75	0,057
4	Poliestireno Exp.	0,04	0,035	1,143
				$\Sigma R_k = 1,24$

$$R_{total} = R_{ci} + \Sigma R_k$$

$$R_{total} = 0,11 + 1,24$$

$$R_{total} = 1,35 (m^2 * K/W)$$

$$U = 1/R_k = \frac{1}{1,35}$$

$$U = 0,74 (W/m^2 * K)$$

Según la resistencia calculada, en función de la tabla número 4 de la NCh853.EOF71, (Anexo 02), para un piso aislado $H = 1$ [W/m K]

Tabla 4.7 - Resistencia térmica pisos segundo nivel.

N°	Materiales	Espesor (m)	Conductividad Térmica (W/m * K)	Resistencia $R_k = L/K$ ($m^2 * K/W$)
1	Baldosa	0,038	1,75	0,022
2	Estuco Mortero	0,015	0,84	0,018
3	Hormigón Armado	0,1	1,75	0,057
4	Yeso Cartón	0,015	0,2	0,075
				$\Sigma R_k = 0,172$

Para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor para el piso del segundo nivel se considera un flujo descendente para elementos interiores según tabla N°3 de la NCh853.EOF71, obteniendo que $R_{ci} = R_{ce} = 0,17$ [m2 K/W].

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

$$R_{total} = 0,17 + 0,172 + 0,17$$

$$R_{total} = 0,512 (m^2 * K/W)$$

$$U = 1/R_k = \frac{1}{0,512}$$

$$U = 1,95 (W/m^2 * K)$$

Para el cielo del segundo nivel según tabla A.1 de la NCh853.EOF71 (Anexo 02), se detallan el cálculo de la resistencia térmica apoyado por la Tabla 4.8.

Tabla 4.8 - Resistencia térmica del cielo segundo nivel.

N°	Materiales	Espesor (m)	Conductividad Térmica ($W/m * K$)	Resistencia $Rk = L/K$ ($m^2 * K/W$)
1	Lana Mineral	0,1	0,035	2,857
2	Hormigón Armado	0,2	1,75	0,114
3	Yeso Cartón	0,015	0,2	0,075
				$\Sigma Rk = 3,05$

Para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor para el cielo del segundo nivel se considera un flujo ascendente y el aire se encuentra en reposo, según tabla número 3 de la NCh853.53. EOF71, en anexo 02, obteniendo que $R_{ci}=R_{ce}=0,11 [m^2K/W]$.

$$R_{total} = R_{ci} + \Sigma Rk + R_{ce}$$

$$R_{total} = 0,11 + 3,05 + 0,11$$

$$R_{total} = 3,27(m^2 * K/W)$$

$$U = 1/Rk = \frac{1}{3,27}$$

$$U = 0,307 (W/m^2 * K)$$

4.1 Pérdidas en recintos.

A modo de ejemplo se detallará el proceso de cálculo resumen del aula básica número 06 (recinto número 39), ubicada en el segundo nivel del colegio. Esta sala posee cinco (5) ventanas del tipo 01, una (1) del tipo 13, todas ventanas exteriores, y una (1) puerta del tipo 07. Para el resto de recintos calefaccionados se muestran los resultados posteriormente en tablas de resumen. A continuación, se observa la disposición utilizada para los muros, y la posición del recinto respecto de los puntos cardinales.

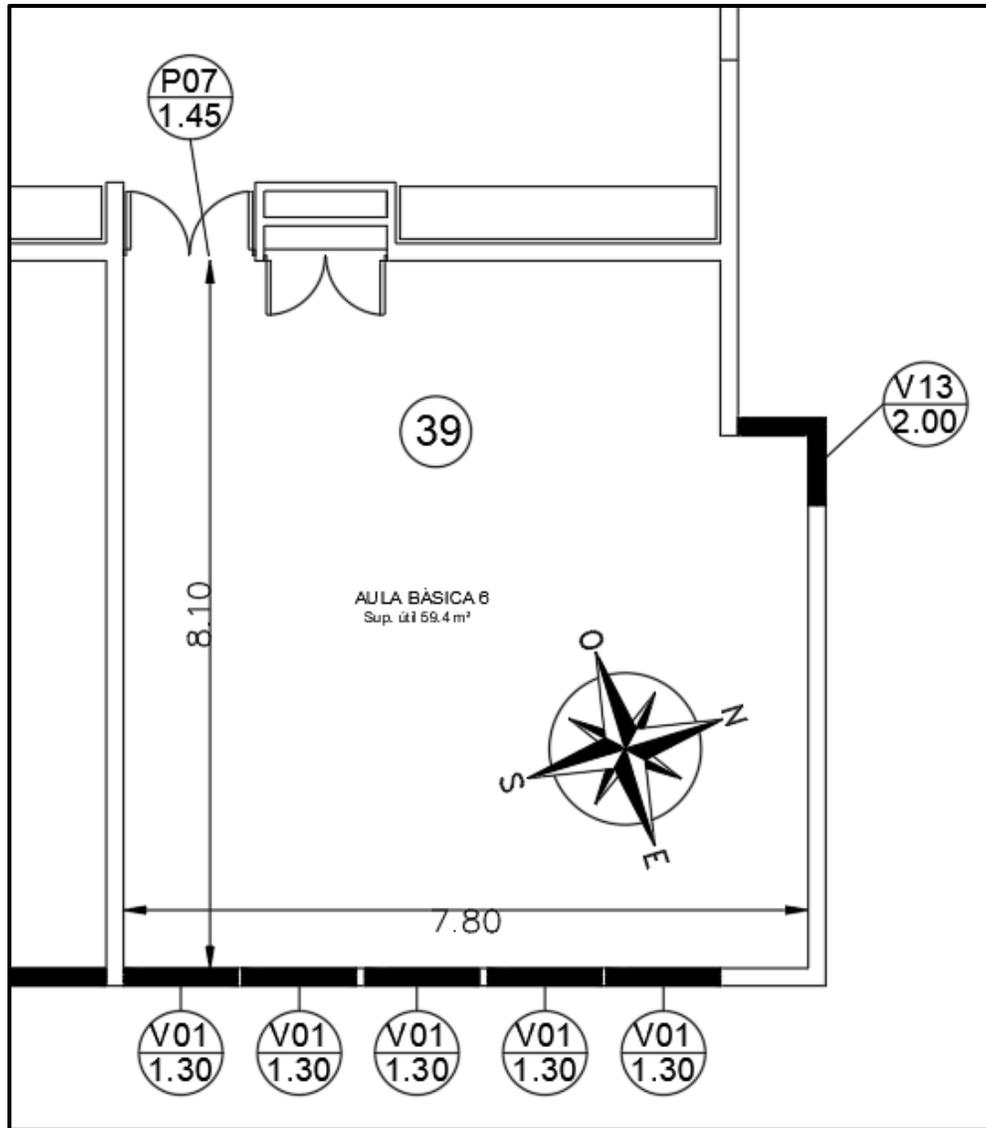


Figura 4.1 - Aula básica 06, ejemplo de cálculo.

A modo de ejemplo, se incluye el detalle del cálculo de Q_{muro} , Q_{ventana} y Q_{puerta} de todos los muros del aula mencionada. La pérdida de calor por el piso es cero (0), ya que el recinto inferior, es un aula calefaccionada. En figura 4.1 bajo el tipo de ventana se aprecia el ancho real de la ventana.

El coeficiente global de transferencia de calor es el de muros exteriores, ventanas exteriores y puertas interiores. Las superficies de ventanas se deben disminuir de la superficie de muro para proporcionar un cálculo más exacto. La temperatura es la de un ambiente externo, y mínima para la zona.

Sector Norte. (Muro expuesto a ambiente exterior).

$$Q_{muro} = 1,004 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] \cdot 17,88 [m^2] \cdot (20 - 5)^\circ C = 269,3 [W]$$

$$Q_{ventana} = 3,71 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] \cdot 4,8 [m^2] \cdot (20 - 5)^\circ C = 208,8 [W]$$

Sector Oeste (muro expuesto a ambiente interior).

$$Q_{muro} = 2,49 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] \cdot 18,87 [m^2] \cdot (20 - 12)^\circ C = 375,89 [W]$$

$$Q_{puerta} = 0,98 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] \cdot 2,98 [m^2] \cdot (20 - 12)^\circ C = 23,36 [W]$$

Sector Este (muro expuesto a ambiente exterior).

$$Q_{muro} = 1,004 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] \cdot 10,28 [m^2] \cdot (20 - 5)^\circ C = 154,8 [W]$$

$$Q_{ventana} = 2,9 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] \cdot 11,59 [m^2] \cdot (20 - 5)^\circ C = 504,2 [W]$$

Sector Sur (muro expuesto a ambiente interior calefaccionado).

Las temperaturas, al estar en equilibrio no comparten energías de un sector a otro, esto provoca que en esa dirección no se generen pérdidas, el calor transferido por los muros en estos casos es cero (0).

Piso y Cielo.

Para la sala en cálculo, la pérdida de calor por el piso es cero (0), ya que el recinto inferior, es un aula calefaccionada. Por el cielo se utiliza la temperatura exterior hacia el tejado, considerado como ático.

$$Q_{cielo} = 0,307 \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right] \cdot 59,4 [m^2] \cdot (20 - 13)^\circ C = 127,7 [W]$$

Luego, para el cálculo de las infiltraciones de aire se consideran los cálculos a continuación.

$$V_{Sala} = 59,4[m^2] \cdot 2,8[m] = 166,32[m^3]$$

$$\dot{V}_{Infiltrado} = 166,32[m^3] \cdot 1[N^\circ RH] = 166,32[m^3/h]$$

$$m_a = 1,2[kg/m^3] \cdot 166,32[m^3/h] = 199,6[kg/h]/3600 = 0,055[kg/s]$$

$$Q_{Aire} = 0,0554[kg/s] \cdot 1004[J/kg * K] \cdot 15^\circ C = 834,3[W]$$

$$Q_{Transferido} = 269,3 + 208,8 + 375,6 + 23 + 504,2 + 154,8 + 127,7 = 1.663,4 [W]$$

$$Q_{Calefaccion} = 1.663,4[W] + 834,3[W] = 2.498[W]$$

4.2 Obtención de suplementos y factores.

Calculo suplemento S0.

$$P_{media} = \frac{\Sigma(U_i \cdot A_i \cdot \Delta T)}{\Sigma(A_i) \cdot \Delta T} = \frac{1.663,4}{207 \cdot 15} = 0,54$$

Obtenida la permeabilidad térmica media (Pm)= 0,54, para una interrupción de servicio durante 12 a 16 hrs. Se obtiene según tabla N°6 de la NCh1078.c73, en anexo 01, que S0= 0,25.

Calculo suplemento S1.

El suplemento para la orientación del recinto en estudio da como resultado, para orientación al Nor-Este, un suplemento S1 = -0,05.

Calculo Factor S2.

Para oficinas con puertas y ventanas en los vértices S2=1,25

Calculo Factor R.

Para Ventanas de metal y puertas no herméticas el factor se calcula según los rangos de la razón entre área de ventanas y puertas de entrada de aire, y las áreas entre ventanas y puertas de escape de aire.

$$Av/Ap = \frac{11,56}{2,98} = 3,89 \Rightarrow R = 0,7$$

Calculo Coeficiente H.

Localidad de vientos intensos y casa en fila y despejada, estos datos se cruzan en la tabla mencionada, y se obtiene que el suplemento H=0,41.

El cálculo se detalla en la tabla 4.9.

4.3 Potencia de equipo de calefacción.**Sector Norte.**

$$Q_{Muro} = 269,3[W] \cdot (1 - 0,05 + 0,25) = 323,2[W]$$

$$Q_{Ventana} = 208,8[W] \cdot (1 - 0,05 + 0,25) = 250,6[W]$$

Sector Oeste.

$$Q_{Muro} = 375,89[W] \cdot (1 - 0,05 + 0,25) = 451,1[W]$$

$$Q_{Puerta} = 23,36[W] \cdot (1 - 0,05 + 0,25) = 28,03[W]$$

Sector Este.

$$Q_{Muro} = 154,8[W] \cdot (1 - 0,05 + 0,25) = 185,8[W]$$

$$Q_{Ventana} = 504,2[W] \cdot (1 - 0,05 + 0,25) = 605,04[W]$$

Luego:

$$Q_{Cielo} = 128,9[W] \cdot (1 - 0,05 + 0,25) = 154,7[W]$$

$$Q_{Aire} = 828,3[W] \cdot (1 \cdot 0,7 \cdot 0,41) = 237,7[W]$$

$$Q_{Total} = 323,2 + 250,6 + 451,1 + 28,03 + 185,8 + 605,04 + 154,7 + 237,7 = 2.236,2[W]$$

Tabla 4.9 - Calculo necesidad aula básica 06.

Ta = 20 °C		Te = 5 °C			V = 24 Km/h				
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA									
Designac.	Orient.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	4,8	2,9	15	208,8	0,25	-0,05	1,2	250,56
Muros	Norte	17,88	1,004	15	269,3	0,25	-0,05	1,2	323,13
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	11,59	2,9	15	504,17	0,25	-0,05	1,2	604,9
Muros	Este	10,28	1,004	15	154,8	0,25	-0,05	1,2	185,8
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	18,87	2,49	8	375,9	0,25	-0,05	1,2	451,06
Puerta	Oeste	2,98	0,98	8	23,36	0,25	-0,05	1,2	28,03
Cielo	0	59,4	0,307	7	127,7	0,25	-0,05	1,2	153,2
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					1663,9				1996,8
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	166,32	199,6	0,24	15	835,5	0,7	0,41	1	239,8
SUBTOTAL					835,5				239,8
TOTAL					2499,4				2236,2

El detalle del cálculo de la carga de cada recinto se presenta en el Anexo 03. La tabla 4.10, 4.11 Y 4.12 especifica las necesidades de calefacción para todos los recintos del edificio, en ambos niveles, y la suma de las totalidades de cargas y la tasa de calefacción de cada recinto.

Tabla 4.10 - Necesidad de calefacción, primer nivel 01.

N°	Recinto a calefaccionar	Área [m2]	Necesidad [W]	Tasa de Calefacción [W/m2]	Necesidad [kcal/h]
1	OFICINA DEL DIRECTOR.	11	800	70	688
2	UTP.	10	934	94	803
3	SECRETARIA ESPERA.	12	1.019	83	876
4	PORTERIA	5	637	118	548
5	PRIMEROS AUXILIOS	6	866	144	745
6	SALA CENTRO DE PADRES.	12	1.252	107	1.077
7	SALA PROFESOR DE APOYO	12	824	70	709
8	AULA GRUPO DIFERENCIAL	29	1.705	58	1.466
9	SERVICIO H. DE ALUMNAS	12	601	48	517
10	SERVICIO H. DE ALUMNOS	12	601	48	517
11	SERVICIO H. DISCAPACITADOS	4	459	109	395
12	SALA INFORMATICA.	52	2.529	48	2.175
13	COMEDOR	97	5.070	52	4.360
14	COCINA	39	1.738	45	1.494
15	DUCHA ALUMNOS	11	718	66	617
16	DUCHA ALUMNAS	11	930	85	800
17	SERVICIOS H. MANIPULADORAS	6	635	106	546
18	SALA DE PROFESORES.	43	2.565	60	2.206
19	AULA BASICA 01	55	2.485	45	2.137
20	AULA BASICA 02	55	2.485	45	2.137
21	AULA BASICA 03	55	2.806	51	2.413
22	OFICINA FONOAUDIOLOGA	12	1.348	115	1.159
23	SERVICIOS H. AUXILIARES.	6	605	104	521
24	SALA GRUPO TEL	12	1.283	110	1.104
25	AULA SEGUNDO BASICO B	41	2.239	54	1.925
26	SALA ACTIVIDAD PREBASICO 1	42	2.112	50	1.816
27	SALA ACTIVIDAD PREBASICO 2	55	2.926	53	2.516
28	SALA HABITOS HIGIENICOS	14	805	59	692
29	SALA DE INTEGRACION	28	2.458	88	2.114
TOTAL. PRIMER PISO		760,1	45.432		39.072

Tabla 4.11 - Necesidad de calefacción, segundo nivel.

N°	Recinto a calefaccionar	Área [m ²]	Necesidad [W]	Tasa de Calefacción [W/m ²]	Necesidad [kcal/h]
30	BIBLIOTECA	115	4.357	38	3.747
31	AULA BASICA 1, SEGUNDO PISO	41	1.628	40	1.400
32	SERVICIO H. ALUMNOS	12	377	31	324
33	SERVICIO H. ALUMNAS	12	667	55	574
34	SERVICIO H. DISCAPACITADOS	4	414	99	356
35	MULTITALLER	70	2.618	37	2.251
36	AULA INTEGRACION	40	1.341	34	1.153
37	AULA BASICA 4	55	1.613	29	1.387
38	AULA BASICA 5	55	1.345	24	1.157
39	AULA BASICA 6	60	2.237	37	1.923
TOTAL. SEGUNDO PISO		464	16.596		14.272

Tabla 4.12 – Necesidad sistema de calefacción.

Tasa de calefacción global [W/m ²]	Área Total [m ²]	Necesidad Total [W]	Necesidad Total [kcal/h]
50,67	1.224	62.028	53.344

La tasa de calefacción global representa la razón entre la necesidad total y el área total de lo calefaccionado, se observa. El equipo calefactor, es de 53.344 [kcal/hr] preliminarmente, para la selección de caldera deben agregarse factores. Se buscará que la caldera caliente el agua hasta los 90 [°C] para trabajar a la temperatura nominal de los radiadores marca OCEAN.

CAPITULO 5. SELECCIÓN DE RADIADORES.

Los radiadores que se utilizaran en los recintos son de marca OCEAN, estos radiadores llegan a Chile gracias al distribuidor ANWO, las potencias calóricas de estos artefactos están calculadas en base a una diferencia de temperatura de 20 grados Celsius, entre el surtidor y retorno propio. Por sus condiciones de cálculo, su trabajo ideal se encuentra en una temperatura de surtidor de 90 [°C] y de retorno de 70 [°C]. Si se trabaja con temperaturas inferiores a las mencionadas se debe aplicar un factor de corrección, pero en este caso se buscará trabajar con las temperaturas nominales de los equipos.

5.1 Equipos convectores de agua caliente para calefacción.

Se utilizarán radiadores simples de marca OCEAN, de modelo EK 500, del proveedor ANWO. Los radiadores simples están formados por una placa y un convector de aire, se fabrican bajo los estándares de calidad de la norma ISO 9001, además posee un tratamiento anticorrosivo que consiste en un tratamiento de decapado, fosfatizado, pintura antióxido por inmersión a 180°C, pintura epóxica pulverizada a 200°C. Su presión de trabajo es de 10 [bar].

5.1.1 Especificaciones Radiadores OCEAN.

						Especificaciones Técnicas					
Código	Largo (mm)	Altura (mm)	kW	Kcal/H	Capacidad lt	Código	Largo (mm)	Altura (mm)	kW	Kcal/H	Capacidad lt
EK 500.0400	400	500	0,452	389	1,1	DK 300.0400	400	300	0,585	503	1,5
EK 500.0500	500	500	0,566	487	1,4	DK 300.0500	500	300	0,731	629	1,9
EK 500.0600	600	500	0,679	584	1,7	DK 300.0600	600	300	0,878	755	2,2
EK 500.0700	700	500	0,792	681	2,0	DK 300.0700	700	300	1,024	881	2,6
EK 500.0800	800	500	0,905	778	2,2	DK 300.0800	800	300	1,169	1.006	3,0
EK 500.0900	900	500	1,021	878	2,5	DK 300.0900	900	300	1,316	1.132	3,3
EK 500.1000	1.000	500	1,131	973	2,8	DK 300.1000	1.000	300	1,463	1.258	3,7
EK 500.1100	1.100	500	1,244	1.070	3,1	DK 300.1100	1.100	300	1,609	1.384	4,1
EK 500.1200	1.200	500	1,358	1.168	3,4	DK 300.1200	1.200	300	1,756	1.510	4,4
EK 500.1300	1.300	500	1,471	1.256	3,6	DK 300.1300	1.300	300	1,901	1.635	4,8
EK 500.1400	1.400	500	1,584	1.362	3,9	DK 300.1400	1.400	300	2,048	1.761	5,2
EK 500.1500	1.500	500	1,698	1.460	4,2	DK 300.1500	1.500	300	2,194	1.887	5,6
EK 500.1600	1.600	500	1,810	1.557	4,5	DK 300.1600	1.600	300	2,341	2.013	5,9
EK 500.1800	1.800	500	2,036	1.751	5,0	DK 300.1800	1.800	300	2,633	2.264	6,7
EK 500.2000	2.000	500	2,263	1.946	5,6	DK 300.2000	2.000	300	2,926	2.516	7,4
EK 500.2200	2.200	500	2,490	2.141	6,2	DK 300.2200	2.200	300	3,219	2.768	8,1
EK 500.2400	2.400	500	2,715	2.335	6,7	DK 300.2400	2.400	300	3,510	3.019	8,9
EK 500.2600	2.600	500	2,942	2.530	7,3	DK 300.2600	2.600	300	3,803	3.271	9,6
EK 500.2800	2.800	500	3,167	2.724	7,8	DK 300.2800	2.800	300	4,095	3.522	10,4
EK 500.3000	3.000	500	3,394	2.919	8,4	DK 300.3000	3.000	300	4,388	3.774	11,1

• DK es un radiador doble compuesto por 2 placas, 2 conectores y envoltivo decorativo.

Figura 5.1 - Ficha técnica de radiadores.

5.1.2 Selección de radiadores.

Se seleccionan los radiadores en base a la experiencia y la potencia calculada del recinto en capítulos anteriores. La selección se efectúa de acuerdo a la ficha técnica de los equipos y las potencias normalizadas que estos entregan para las condiciones óptimas, y de acuerdo al criterio de crear cortinas de aire caliente frente a los sectores que más pérdidas poseen en los recintos, como las ventanas. Si la potencia y la arquitectura del recinto lo permite, se selecciona un mayor número de radiadores con el fin de obtener una cantidad mayor de área de convección para transferencia de calor. Resultados en tabla 5.1 y 5.2.

Tabla 5.1 - Selección de radiadores primer nivel.

Ubicación	Necesidad (Kcal/h)	Radiador Seleccionado	Cant.	Capacidad (Kcal/h)	Total (Kcal/h)
OFICINA DEL DIRECTOR.	688	EK 500-0800	1	778	778
UTP.	802	EK 500-0900	1	878	878
SECRETARIA ESPERA.	876	EK 500-0900	1	878	878
PORTERIA	547	EK 500-0600	1	584	584
PRIMEROS AUXILIOS	744	EK 500-0800	1	778	778
SALA CENTRO DE PADRES.	1.076	EK 500-1200	1	1.168	1.168
SALA PROFESOR DE APOYO	708	EK 500-0800	1	778	778
AULA GRUPO DIFERENCIAL	1.466	EK 500-0800	2	778	1.556
SERVICIO HIGIENICO DE ALUMNAS	516	EK 500-0600	1	584	584
SERVICIO HIGIENICO DE ALUMNOS	516	EK 500-0600	1	584	584
SERVICIO HIGIENICO DISCAPACITADOS	394	EK 500-0500	1	487	487
SALA INFORMATICA.	2.175	EK 500-1200	2	1.168	2.336
COMEDOR	4.360	EK 500-1500	3	1.460	4.380
COCINA	1.494	EK 500-1600	1	1.557	1.557
DUCHA ALUMNOS	617	EK 500-0700	1	681	681
DUCHA ALUMNAS	799	EK 500-0900	1	878	878
SERVICIOS HIGIENICOS MANIPULADORAS	546	EK 500-0600	1	584	584
SALA DE PROFESORES.	2.205	EK 500-1200	2	1.168	2.336
AULA BASICA 01	2.136	EK 500-1100	2	1.070	1.140
AULA BASICA 02	2.136	EK 500-1100	2	1.070	1.140
AULA BASICA 03	2.413	EK 500-1300	2	1.256	2.512
OFICINA FONOAUDIOLOGA	1.169	EK 500-1300	1	1.256	1.256
SERVICIOS HIGIENICOS AUXILIARES.	520,6	EK 500-0600	1	584	584
SALA GRUPO TEL	1.103	EK 500-1200	1	1.168	1.168
AULA SEGUNDO BASICO B	1.925	EK 500-1000	2	973	1.946
SALA ACTIVIDAD PREBASICO 1	1.816	EK 500-1000	2	973	1.946
SALA ACTIVIDAD PREBASICO 2	2.516	EK 500-1400	2	1.362	2.724
SALA HABITOS HIGIENICOS	692,5	EK 500-0800	1	778	778
SALA DE INTEGRACION	2.113	EK 500-1100	2	1.070	2.140
TOTAL	39.072		41		39.139

Tabla 5.2 - Selección de radiadores, segundo nivel.

Ubicación	Necesidad (Kcal/h)	Radiador Seleccionado	Cant.	Capacidad (Kcal/h)	Total (Kcal/h)
BIBLIOTECA	3.747	EK 500-2000	2	1.946	3.892
AULA BASICA 1	1.399	EK 500-0800	2	778	1.556
SERVICIO H. ALUMNOS	323	EK 500-0400	1	389	389
SERVICIO H. ALUMNAS	581	EK 500-0600	1	584	584
SERVICIO H. DISCAPACITADOS	356	EK 500-0400	1	389	389
MULTITALLER	2.251	EK 500-1200	2	1.168	2.336
AULA INTEGRACION	1.153	EK 500-0700	2	681	1.362
AULA BASICA 4	1.387	EK 500-0800	2	778	1.556
AULA BASICA 5	1.156	EK 500-0700	2	681	1.362
AULA BASICA 6	1.923	EK 500-1100	2	1.070	2.140
TOTAL	14.272		17		15.566

Para el sistema se seleccionan finalmente 58 radiadores. Se presenta un esquema del sistema el anexo 05, donde se detallan los radiadores seleccionados y la dimensión comercial de los conductos de agua. En el capítulo siguiente se selecciona la caldera.

CAPITULO 6. SELECCION CALDERA.

En este capítulo se realizará la selección de las calderas que posteriormente serán evaluadas en sus costos de operación e inversión. Además, previamente se realizará el cálculo de la potencia térmica total de las calderas.

6.1 Cálculo de potencia térmica total de Calderas.

Las calderas tienen cierta pérdida de potencia estimada, donde se consideran las puestas en régimen del equipo y las pérdidas de calor presentes en las tuberías al momento del transporte del fluido. La potencia de la caldera se estima en base a la sumatoria de las potencias de los radiadores utilizados en cada uno de los recintos, que son los que demandarán finalmente la potencia del equipo a instalar, el factor de seguridad por estos efectos mencionados se estima en un 20 [%] de aumento en la potencia. Se expresa en ecuación 6-1.

$$Q_c = Q_r \cdot f_s \quad (6-1)$$

Donde

- Q_c : Potencia Total de la caldera [Kcal/hr]
- Q_r : Potencia de radiadores en la instalación [Kcal/hr]
- f_s : factor de seguridad

Se calcula entonces que la potencia para seleccionar la caldera es:

$$Q_c = 54.855 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{hr}} \right] \cdot 1,2 = 65.766 \left[\frac{\text{kcal}}{\text{hr}} \right] = 76,4 \text{ [kW]}$$

6.2 Calderas.

Se seleccionan dos calderas para poder efectuar la comparación entre ambas. Por una parte, se opta por un sistema convencional con combustible gaseoso, y otra de combustible sólido o biomasa.

6.2.1 Caldera a Gas.

Se selecciona una caldera a gas de marca SIME, modelo RMG 80 Mk. II. Son calderas de hierro fundido con quemadores atmosféricos incorporados, y de encendido electrónico. Además, poseen una eficiencia de un 97%, según catálogo de venta.

Modelo	Código	Potencia Térmica		Cap. lt	Peso kg
		Nominal kcal/H	Imput kcal/H		
RMG 70	00.160.73	60.300	67.000	27	238
RMG 80	00.160.74	67.700	75.200	30	266
RMG 90	00.160.75	77.400	86.000	33	294
RMG 100	00.160.76	84.800	94.200	36	322
RMG 110	00.160.77	92.800	103.600	37	350

Figura 6.1- Características Caldera RMG 80.

		70 Mk.II	80 Mk.II
Potencia térmica	kW	49,1-70,1	56,0-78,7
Caudal térmico	kW	54,5-77,9	62,2-87,4
Elementos de hierro fundido	n°	8	9
Potencia eléctrica absorbida	W	16	16
Presión máxima de servicio	bar	4	4
Presión de prueba	bar	6	6
Contenido de agua	l	25	28
Categoría		II2H3+	II2H3+
Tipo		B11BS	B11BS
Temperatura de los humos	°C	158	160
Caudal de los humos	kg/h	170	180
Temperatura máxima de servicio	°C	95	95
Campo de regulación calefacción	°C	40÷85	40÷85

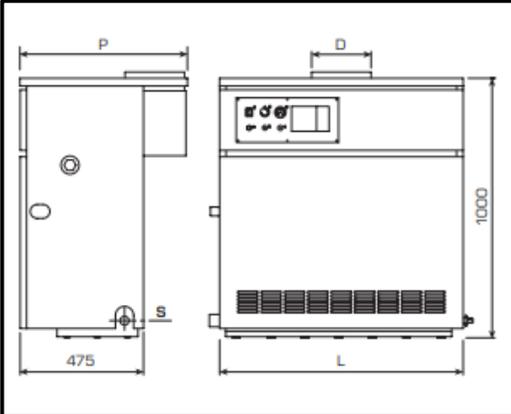


Figura 6.2 - Ficha técnica Caldera RMG 80.

6.2.2 Caldera a Pellet.

Se selecciona una caldera a Pellet de marca PASQUALICCHIO, modelo MARINA CS60. Fabricada en chapa de acero, posee un panel LCD para control, además posee una eficiencia de 89% y un depósito para el combustible sólido.

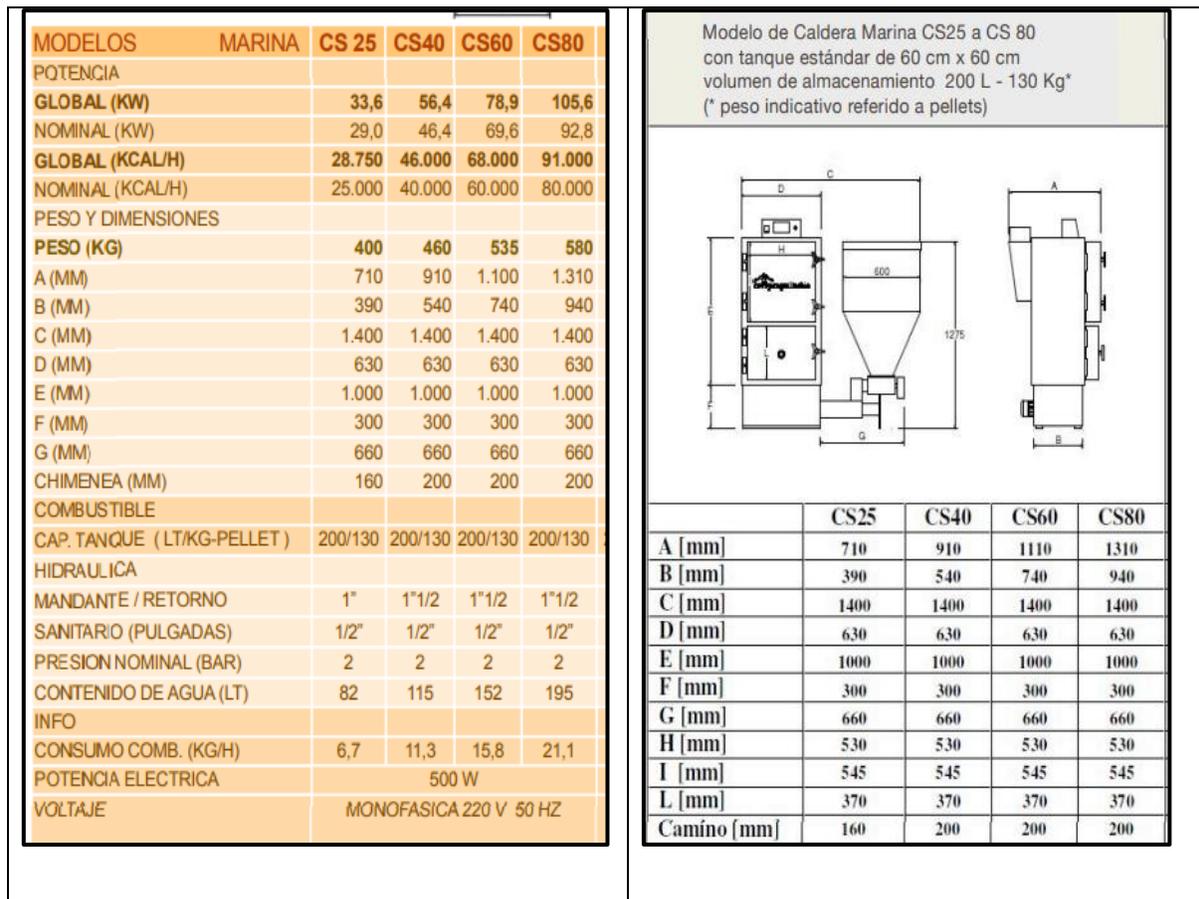


Figura 6.3- Características Caldera MARINA CS80.

CAPITULO 7. CALCULO COSTOS DE INVERSION Y OPERACIÓN.

7.1 Costos de Inversión.

Para el valor total del ítem se considera la instalación, transporte y equipos entre otros. Los valores utilizados para cada equipo, accesorios, transporte e instalación, son valores referenciales obtenidos de listas de precio y catálogos.

Tabla 7.1 - Costo de Inversión Central Térmica, con Caldera a Gas.

Elementos	Unidad	Cant	P.Unit.\$	Total \$
Central Térmica con Caldera a Gas Licuado.				
Caldera SIME RMG 80	un	1	\$1.798.785	\$ 1.798.785
Chimenea Fe e=3 [mm] φ 300 [mm]	ml	6	\$ 75.000	\$ 450.000
Aislamiento Chimenea (Lana Mineral)	m2	10	\$ 7.000	\$ 70.000
Encamisado Chimenea	ml	6	\$ 22.500	\$ 135.000
Accesorios montaje Chimenea	GL	1	\$ 280.000	\$ 280.000
Manifold Surtidor 1 Vías φ 2.1/2"	un	1	\$ 125.000	\$ 125.000
Manifold Retorno 1 Vías φ 2.1/2"	un	1	\$ 125.000	\$ 125.000
Estanque de expansión 50 lts	un	1	\$ 73.855	\$ 73.855
Válvula de llenado automático φ 1/2"	un	1	\$ 85.217	\$ 85.217
Válvula de Seguridad	un	2	\$ 80.345	\$ 160.690
Válvula de Bola 1/2"	un	4	\$ 3.629	\$ 14.516
Válvula de Bola 3/4"	un	6	\$ 5.160	\$ 30.960
Válvula de Bola 1.1/4"	un	4	\$ 13.924	\$ 55.696
Válvula de retención 1.1/4"	un	4	\$ 7.499	\$ 29.996
Filtro Tipo Y 1.1/4"	un	4	\$ 19.621	\$ 78.485
Bomba Circulación Calefacción	un	2	\$ 285.476	\$ 570.953
Termómetro	un	3	\$ 14.203	\$ 42.608
Manómetro	un	3	\$ 7.812	\$ 23.435
Purgador Automático	un	2	\$ 9.232	\$ 18.464
Cañería Acero Sch 40 1.1/4"	ml	30	\$ 5.000	\$ 150.000
Accesorios Central Térmica	GL	1	\$ 355.890	\$ 355.890
Aislamiento de redes	GL	1	\$ 60.856	\$ 60.856
Soldadura y estructuras	GL	1	\$ 410.000	\$ 410.000
Conexiones eléctricas y arranque	GL	1	\$ 280.000	\$ 280.000
Mano de Obra, regulación y puesta en Marcha	GL	1	\$1.250.000	\$ 1.250.000
Estadía, Fletes y pasajes	GL	1	\$1.653.690	\$ 1.653.690
Total \$				\$ 8.329.095
Total+ IVA				\$ 9.911.623

Tabla 7.2 - Costo de Inversión Central Térmica, con Caldera a Pellet.

Elementos	Unidad	Cant	P.Unit.\$	Total \$
Central Térmica con Caldera a Pellet.				
Caldera MARINA CS60	un	1	\$ 10.478.800	\$ 10.478.800
Chimenea Fe e=3 [mm] φ 300 [mm]	ml	6	\$ 75.000	\$ 450.000
Aislamiento Chimenea (Lana Mineral)	m2	10	\$ 7.000	\$ 70.000
Encamisado Chimenea	ml	6	\$ 22.500	\$ 135.000
Accesorios montaje Chimenea	GL	1	\$ 280.000	\$ 280.000
Manifold Surtidor 1 Vías φ 2.1/2"	un	1	\$ 125.000	\$ 125.000
Manifold Retorno 1 Vías φ 2.1/2"	un	1	\$ 125.000	\$ 125.000
Estanque de expansión 50 lts	un	1	\$ 73.855	\$ 73.855
Válvula de llenado automático φ 1/2"	un	1	\$ 85.217	\$ 85.217
Válvula de Seguridad	un	2	\$ 80.345	\$ 160.690
Válvula de Bola 1/2"	un	4	\$ 3.629	\$ 14.516
Válvula de Bola 3/4"	un	6	\$ 5.160	\$ 30.960
Válvula de Bola 1.1/4"	un	4	\$ 13.924	\$ 55.696
Válvula de retención 1.1/4"	un	4	\$ 7.499	\$ 29.996
Filtro Tipo Y 1.1/4"	un	4	\$ 19.621	\$ 78.485
Bomba Circulación Calefacción	un	2	\$ 285.476	\$ 570.953
Termómetro	un	3	\$ 14.203	\$ 42.608
Manómetro	un	3	\$ 7.812	\$ 23.435
Purgador Automático	un	2	\$ 9.232	\$ 18.464
Cañería Acero Sch 40 1.1/4"	ml	30	\$ 5.000	\$ 125.000
Accesorios Central Térmica	GL	1	\$ 355.890	\$ 355.890
Aislamiento de redes	GL	1	\$ 60.856	\$ 60.856
Soldadura y estructuras	GL	1	\$ 410.000	\$ 410.000
Conexiones eléctricas y arranque	GL	1	\$ 280.000	\$ 280.000
Mano de Obra, regulación y puesta en Marcha	GL	1	\$ 1.250.000	\$ 1.250.000
Estadía, Fletes y pasajes	GL	1	\$ 1.653.690	\$ 1.653.690
Total \$				\$ 17.253.110
Total+ IVA				\$ 20.531.201

7.2 Costos de Operación.

Para realizar la evaluación de costos de operación de ambos sistemas, se considera que estos estarán encendidos durante 8 horas diarias (8:00 a 16:00), 5 días a la semana, 28 semanas al año, para completar un periodo de operación de 7 meses, los cuales se considerarán desde abril a octubre.

7.2.1 Cálculo de consumo de combustible de Caldera a Gas Licuado.

Para realizar el cálculo de consumo de energía en periodo anual se utilizará la ecuación N°2 de la NCh1078.c73, ecuación 7-1, en donde:

$$Q_{\text{anual}} = G \cdot V \cdot 24 \cdot u \cdot i \cdot \Sigma GD / 1000 \quad (7-1)$$

En donde:

- Q : Consumo de energía anual de calefacción [Kwh/año]
- GD : Grados- días.
- $24 \cdot u \cdot i$: Coeficiente de intermitencia y uso.

Tabla 7.2 – Tabla de datos y Obtención Grados-Días.

Mes	Nº de días	t_b'	T_e''	GD	GD _{Real}
Abril	30	17	11,83	194	155,1
Mayo	31	17	10,72	235	194,7
Junio	30	17	9,17	274	234,9
Julio	31	17	6,27	373	232,6
Agosto	31	17	8,14	315	274,7
Septiembre	30	17	9,77	256	216,9
Octubre	31	17	11,49	211	170,8
					$\Sigma GD = 1479,7$

El cálculo de la temperatura base se consigue considerando 3 grados de ganancias internas debidas a equipos eléctricos en funcionamiento y la presencia de personas.

$$t_b' = 20 - 3 = 17 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para la obtención de los GD, se utiliza el número de días que contiene el mes (n_k), se toma de referencia una temperatura base (t_b') y una temperatura media diaria (t_e''). Los Resultados fueron obtenidos en base a las ecuaciones 7-2 y 7-3.

$$t_e'' = 18,3 - \frac{GD}{n_k} \quad (7-2)$$

$$GD_{\text{real}} = n_k \cdot (t_b' - t_e'') \quad (7-3)$$

Calculo coeficiente G: Para la obtención del coeficiente G, se utilizará la ecuación 7-3 de cálculo de la potencia de calefacción:

$$P = G \cdot V \cdot (t_a - t_e) \Rightarrow G \cdot V = \frac{Q}{(t_a - t_e)} = \frac{62.028(W)}{(20-5)^\circ\text{C}} = 4.135 \left[\frac{W}{^\circ\text{C}} \right] \quad (7-4)$$

Dónde:

- P : Potencia de la instalación de calefacción [kW].
 G : Coeficiente volumétrico de transmisión global de calor [$W/m^3 K$]
 V : Volumen del local por calefaccionar [m^3]
 ta : Temperatura interior de cálculo [$^{\circ}C$]
 te : Temperatura exterior de cálculo [$^{\circ}C$]

Calculo coeficiente u: Para el cálculo del coeficiente (u), se considera el número de horas totales del periodo de calefacción (Nht) y el número de horas sin calefacción (Nhs). Ecuación 7-5.

$$u = \frac{Nht - Nhs}{Nht} = \frac{(214 \cdot 24) - (153 \cdot 16 + 61 \cdot 24)}{(214 \cdot 24)} = 0,24 \quad (7-5)$$

Calculo coeficiente i: Se estipula que el valor de este coeficiente es de 0,9, ya que todas las ventanas del colegio presentan cortinas. Esto en basa a las NCh 1078.

Calculo Q_{anual} : el calor anual se calcula con la ecuación 7-5 siguiente.

$$Q_{\text{anual}} = \dot{m}_{\text{comb.}} \cdot PCI \cdot \eta_{\text{sistema}} \quad (7-6)$$

Dónde:

- Q_{anual} : Energía requerida anualmente [kWh/año]
 $\dot{m}_{\text{comb.}}$: Masa de combustible anual [Kg/año]
 PCI : Poder calorífico inferior del combustible [Kcal/kg]
 η_{sistema} : Rendimiento general del sistema [%]

Entonces el consumo de energía anual para el sistema es de:

$$Q = 4.135 \cdot 24 \cdot 0,24 \cdot 0,9 \cdot 1.479,7 / 1000 = 31.718,6 \left[\frac{\text{Kwh}}{\text{año}} \right]$$

Calculo Masa de combustible (a máxima potencia): Para el cálculo de masa de combustible es necesario obtener el rendimiento del sistema. Ecuación 7-6.

$$\eta_{\text{sistema}} = \eta_c \cdot \eta_a \cdot \eta_r \quad (7-7)$$

Dónde:

- η_c : Rendimiento de la caldera.
- η_a : Rendimiento de la distribución.
- η_r : Rendimiento de la regulación.

Se considera que el rendimiento de la caldera es de 75%, cuyo valor es obtenido de las recomendaciones, ya que el funcionamiento será de forma ON/OFF. Además, NCh1078.c73, establece que los valores para el rendimiento de la distribución y de regulación son 98% y 95% respectivamente, esto tomando en consideración como se encuentra subdividida la instalación y el tipo de combustible a utilizar.

$$\eta_{\text{sistema}} = 0,75 \cdot 0,98 \cdot 0,95 = 0,698$$

$$\dot{m}_{\text{comb.}} = \frac{Q_{\text{anual}}}{\text{PCI} \cdot \eta_{\text{sistema}}} = \frac{31.718.600 \left[\frac{\text{Wh}}{\text{año}} \right] \cdot 0,86}{10.990 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} \right] \cdot 0,698} = 3.556 \left[\frac{\text{kg}}{\text{año}} \right]$$

Calculo costo anual de consumo de combustible gaseoso: se calcula con la ecuación 7-7. El Costo de combustible (C) de gas licuado es igual a 751 \$/kg, valor con IVA incluido.

$$C_{\text{combustible}} = \dot{m}_{\text{comb.}} \cdot C \quad (7-8)$$

$$C_{\text{combustible}} = 3.556 \left[\frac{\text{kg}}{\text{año}} \right] \cdot 751 \left[\frac{\$}{\text{kg}} \right] = 2.670.556 \left[\frac{\$}{\text{año}} \right]$$

7.2.2 Calculo consumo combustible de Caldera a Pellet.

Se considera que el rendimiento de la caldera a pellet es de 75% cuyo valor es obtenido de las recomendaciones, ya que el funcionamiento será de forma ON/OFF. Además, NCh1078.c73, establece que los valores para el rendimiento de la distribución y de regulación son 98% y 95% respectivamente, esto tomando en consideración como se encuentra subdividida la instalación y el tipo de combustible a utilizar.

$$\eta_{\text{sistema}} = 0,75 \cdot 0,98 \cdot 0,92 = 0,676$$

$$\dot{m}_{\text{comb.}} = \frac{Q_{\text{anual}}}{\text{PCI} \cdot \eta_{\text{sistema}}} = \frac{31.718.600 \left[\frac{\text{Wh}}{\text{año}} \right] \cdot 0,86}{4.386 \left[\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} \right] \cdot 0,676} = 9.200 \left[\frac{\text{kg}}{\text{año}} \right]$$

Calculo costo anual de combustible sólido: El costo combustible (Pellet) es igual a 175 \$/kg, valor con IVA.

$$C_{\text{combustible}} = 9.200 \left[\frac{\text{kg}}{\text{año}} \right] \cdot 175 \left[\frac{\$}{\text{kg}} \right] = 1.610.000 \left[\frac{\$}{\text{año}} \right]$$

Tabla 7.3 – Tabla resumen de Costos Totales.

	Caldera a Gas Licuado	Caldera a Pellet
Costos sala de Caldera	\$9.911.623	\$20.531.201
Costo de Radiadores y Distribución	\$6.585.987	\$6.585.987
Costos de Operación	\$2.670.556	\$1.610.000
Costo Total (con IVA)	\$19.168.076	\$28.727.188

CAPITULO 8. CONCLUSIONES.

En el presente seminario fue desarrollado un proyecto de calefacción para el colegio Brisas del Mar G-74, de la caleta Tubul. Se tomo como referencia las condiciones climáticas a las que se encuentra expuesta y la materialidad con que fue construida.

Para el cálculo de pérdidas de calor e infiltraciones de cada recinto del colegio, se consideró las pérdidas por la materialidad de las paredes, pisos, cielos, puertas y ventanas. Desarrollando el cálculo bajo las condiciones de la NCh1078.c73.

Obtenidos los valores de las pérdidas generadas en cada recinto del colegio, se pudo observar que estas son relativamente bajas, esto debido a la buena aislación con que fue construido el colegio. Se decidió utilizar radiadores de agua caliente modelo OCEAN EK, para calefaccionar los recintos del colegio.

La necesidad de calefacción que requiere el colegio es de 53.344 (kcal/h).

Al realizar la evaluación de costos de inversión y operación para una caldera a gas licuado y una caldera a pellet, se concluye que la inversión inicial para el primer caso es de \$16.497.610 y para el segundo es de \$27.117.188, lo que indica que la central térmica con caldera a gas licuado es más rentable. Otro punto a considerar fueron los costos operacionales. Siendo esto que para la caldera a gas licuado su valor es de \$2.670.556 y para la caldera a pellet es de \$1.610.000, lo que indica que operar con una caldera a pellet es más económico.

Al analizar estos valores se observa que la diferencia no es tan considerable, es por este motivo que el punto de inflexión para la selección fue el rendimiento total del sistema al operar con una u otra caldera, siendo así que operar con una caldera a gas licuado se obtiene un rendimiento de un 70 % y al operar con una caldera a pellet su rendimiento es de un 68 %.

Se concluye que una central térmica con una caldera a gas licuado es más eficiente, es por este motivo que se selecciona una caldera a gas licuado SIME RMG 80, con una capacidad térmica de 80.000 [kcal/hr] o 92,8 [kw].

BIBLIOGRAFIA

- Carrier Air Conditioning Company (1999). Manual de aire acondicionado. España.
- Sánchez, R. (2018). Apuntes de transferencia de calor por conducción. Chile. Universidad del Bio-Bio.
- Instituto nacional de Normalización (2014) NCh 853 of.2014, Componentes y elementos para la edificación - Resistencia térmica y transmitancia térmica - Método de cálculo. Chile.
- Instituto nacional de Normalización (2008). NCh 1079. Of 2008. Arquitectura y construcción-zonificación climático habitacional para Chile recomendaciones para el diseño arquitectónico. Chile.
- Instituto nacional de Normalización (1973). NCh.1078 c73 Ingeniería sanitaria, artefactos de calefacción, condiciones básicas de funcionamiento. Chile
- Anwo. (2018-2019) Catalogo General de Productos. Chile.

ANEXO 01 – TABLAS DE NCh 1078 .c73

TABLA 1

TEMPERATURA INTERIOR DE CALCULO t_{ic}
TEMPERATURA DE LOCALES CON CALEFACCION

Tipo de local	Temperatura t_{ic} °C
<u>Viviendas:</u>	
Cuartos de estar, comedor	20
Dormitorios	18
Cocina	18
Antesalas, vehículos , retretes	15
Baño <i>vestibulo</i>	20
Cajas de escalera	10
<u>Hospitales:</u>	
Dormitorios (permanencia durante todo el día)	22
Dormitorios (permanencia durante la noche)	15
Salas de rayos X	22
Salas de estar	21
Salas de recuperación	23
Baños	20
<u>Escuelas:</u>	
Salas de clase, salas de profesores, administración, parvulario	20
Talleres, laboratorios	15 a 18
Cuartos de material de enseñanza, guardarropía	15
Cuartos de médico y reconocimiento	23
Cuartos de baño y vestuarios	20
Aulas	18
Gimnasios	15
<u>Hoteles:</u>	
Dormitorios	18
Comedores, salas de estar	20
Baños	18
Cocinas y lavaderos	16

TABLA 2

TEMPERATURA EXTERIOR DE CALCULO DE
CIUDADES DEL PAIS

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
Calama	22°27'	F	5
Caldera	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 Fernan- andez	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

TABLA 3

TEMPERATURA DE LOCALES NO CALEFACCIONADOS

LOCAL	Temperatura exterior de cálculo, °C				
	+3	+1	-1	-3	-5
Local no calefaccionado, rodeado de otros calefaccionados	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
X Atico no calefaccionado, inmediatamente debajo del tejado provisto de aislación térmica	13	12	11	11	10
X 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

TABLA 6
SUPLEMENTO s_0

Modo del servicio de calefacción	valores del suplemento s_0			
	Permeabilidad térmica media, P_m , $W/(m^2 \cdot K)$			
	0,11 a 0,34	0,35 a 0,61	0,62 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	0,15	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 ORIENTACION

Orientación	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Suplemento s_1	-0,05	-0,05	0	+0,05	+0,05	+0,05	0	-0,05

TABLA 9
FACTOR CARACTERISTICO DE LOCAL, LOCALES CON
VENTANAS Y PUERTAS NORMALES

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

*) A_v = superficie, m^2 , de ventanas exteriores
 A_p = superficie, m^2 , de puertas interiores.

Tabla 10
Factor característico del Edificio H

Localidad	Situación	Casa de fila	Casa independiente.
Normal	Protegida	0,24	0,34
	Despejada	0,41	0,58
	Muy despejada	0,60	0,84
De vientos intensivos	Protegida	0,41	0,58
	Despejada	0,60	0,84
	Muy despejada	0,82	1,13

* Renovada por mala calidad de la tabla en imagen/recorte original.

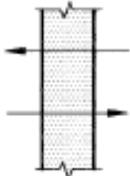
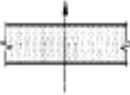
TABLA 13

RENDIMIENTO DE LA REGULACION, η_r

Caldera de grupo N°	4 a 8	1 a 3	1 a 3
Regulación	Automática	cuidados: o semiautomá- tica	corriente
Instalación subdividida en sectores	1,00	0,95	0,92
Instalación no subdividi- da en sectores	0,95	0,92	0,90

ANEXO 02 – TABLAS DE NCh 853 of.2014

Tabla 2

Resistencias térmicas de superficie en m ² x K/W							
Posición del elemento y sentido del flujo de calor		Situación del elemento					
		De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
		R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$
Flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor que 60° respecto a la horizontal		0,12	0,05	0,17	0,12	0,12	0,24
Flujo ascendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,09	0,05	0,14	0,10	0,10	0,20
Flujo descendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal		0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

NOTAS

- Estos valores se han obtenido experimentalmente por el método de NCh851.
- Los valores de esta tabla corresponden a velocidades del viento en el exterior menores que 10 km/h. Para velocidades superiores se debe considerar $R_{se} = 0$.
- Bajo condiciones de pérdidas térmicas por parte del local (invierno), en general, el flujo de calor es ascendente a través de techumbres y descendente a través de los pisos.
- Bajo condiciones de ganancias térmicas por parte del local (verano), en general, el flujo de calor es ascendente a través de los pisos y descendente a través de las techumbres.

Tabla 4 - Transmitancia térmica lineal, según aislación del piso considerado

Aislación del piso o radier	Resistencia térmica total, R_T m ² x °C/W	Transmitancia térmica lineal, K_L W/(m x K)
Corriente	0,15 - 0,25	1,4
Medianamente aislado	0,26 - 0,60	1,2
Aislado	> 0,60	1,0

Tabla A.1 - Conductividad térmica de materiales

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m x K)
Agua líquida a 0°C	1 000	0,59
Agua líquida a 94°C	1 000	0,69
Aire quieto a 0°C	0,0012	0,024
Aire quieto a 100°C	-	0,031
Adobe	1 100 - 1 800	0,90
Aluminio	2 700	210
Arcilla	2 100	0,93
Arcilla expandida	300	0,09
Arcilla expandida	450	0,11
Arena	1 500	0,58
Aserrín de madera	190	0,06
Asfaltos	1 700	0,7
Azulejos	-	1,05
Baldosas cerámicas	-	1,75
Betún	1 050	0,16
Bronce	8 500	64
Cascote de ladrillo	1 300	0,41
Capotillo de arroz	117	0,06
Cebada	470	0,07
Cobre	8 930	380
Escorias	800	0,25
	1 000	0,29
	1 200	0,34
	1 400	0,41
Enlucido de yeso	800	0,35
	1 000	0,44
	1 200	0,56
Enlucido de yeso con perlita	570	0,18
Fibro-cemento	920	0,22
	1 000	0,23
	1 135	0,23
Fundición y acero	7 850	58
Grava rodada o de machaqueo	1 700	0,81
Hormigón armado (normal)	2 400	1,63
Hormigón con áridos ligeros	1 000	0,33

Tabla A.1 - Conductividad térmica de materiales (continuación)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m x K)
Hormigón con áridos ligeros	1 400	0,55
Hormigón celular con áridos silíceos	600	0,34
Hormigón celular con áridos silíceos	1 000	0,67
Hormigón celular con áridos silíceos	1 400	1,09
Hormigón celular sin áridos	305	0,09
Hormigón en masa con grava normal:		
- con áridos ligeros	1 600	0,73
- con áridos ordinarios, sin vibrar	2 000	1,16
- con áridos ordinarios, vibrados	2 400	1,63
Hormigón en masa con arcilla expandida	500	0,12
Hormigón en masa con arcilla expandida	1 500	0,55
Hormigón con cenizas	1 000	0,41
Hormigón con escorias de altos hornos	600	0,17
	800	0,22
	1 000	0,30
Hormigón normal, con áridos silíceos	600	0,34
	800	0,49
	1 000	0,67
Hormigón de viruta de madera	450 - 650	0,26
Hormigón de fibras de madera	300 - 400	0,12
	400 - 500	0,14
	500 - 600	0,16
Hormigón liviano a base de cascarilla de arroz	570	0,128
	780	0,186
	850	0,209
	1 200	0,326
Hormigón liviano a base de poliestireno expandido	260	0,088
	320	0,105
	430	0,134
	640	0,214
	840	0,269
	1 100	0,387
Ladrillo macizo hecho a máquina	1 000	0,46
	1 200	0,52
	1 400	0,60
	1 800	0,79
	2 000	1,0

(continúa)

Tabla A.1 - Conductividad térmica de materiales (continuación)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m x K)
Ladrillo hecho a mano	-	0,5
Láminas bituminosas	1 100	0,19
Lana de amianto	100	0,061
	200	0,063
	400	0,12
Lana mineral, colchoneta libre	40	0,042
	50	0,041
	70	0,038
	90	0,037
	110	0,040
	120	0,042
Lana mineral granulada	20	0,069
	30	0,060
	40	0,055
	60	0,048
	80	0,044
	100	0,041
	120	0,042
	140	0,042
Linóleo	1 200	0,19
Maderas		
- álamo	380	0,091
- alerce	560	0,134
- coigüe	670	0,145
- lingue	640	0,136
- pino insigne	410	0,104
- rauli	580	0,121
- roble	800	0,157
Maderas, tableros aglomerados de partículas	400	0,095
	420	0,094
	460	0,098
	560	0,102
	600	0,103
	620	0,105
	650	0,106
Maderas, tableros de fibra	850	0,23
	930	0,26
	1 030	0,28
Mármol	2 500 - 2 850	2,0 - 3,5

(continúa)

Tabla A.1 - Conductividad térmica de materiales (conclusión)

Material	Densidad aparente kg/m ³	Conductividad térmica, λ W/(m x K)
Moquetas, alfombras	1 000	0,05
Morteros de cal y bastardos	1 600	0,87
Mortero de cemento	2 000	1,40
Papel	1 000	0,13
Perlita expandida	90	0,050
Plancha de corcho	100	0,040
	200	0,047
	300	0,058
	400	0,066
	500	0,074
Plomo	11 300	35
Poliestireno expandido	10	0,0430
	15	0,0413
	20	0,0384
	30	0,0361
Poliuretano expandido	25	0,0272
	30	0,0262
	40	0,0250
	45	0,0245
	60	0,0254
Productos minerales en polvo (kieselgur, polvo mineral)	70	0,0274
	200	0,08
	400	0,12
	600	0,16
	800	0,21
Rocas compactadas	1 000	0,27
	1 200	0,34
	1 400	0,40
Rocas compactadas	2 500 - 3 000	3,50
Rocas porosas	1 700 - 2 500	2,33
Vermiculita en partículas	99	0,047
Vermiculita expandida	100	0,070
Vidrio plano	2 500	1,2
Yeso-cartón	650	0,24
	700	0,26
	870	0,31

**Tabla C.1 - Resistencia térmica por unidad de superficie de cámaras de aire no ventiladas -
Cámaras de aire verticales, flujo térmico horizontal**

Espesor de la cámara, mm	Emisividad total, E			
	0,82	0,20	0,11	0,05
	Resistencia térmica, R_g , m ² x K/W			
5	0,105	0,17	0,20	0,20
10	0,140	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	0,165	0,37	0,46	0,55
35	0,165	0,37	0,46	0,55
e ≥ 40	0,165	0,37	0,46	0,55

ANEXO 03 – RESULTADO PLANILLAS DE CALCULO, POTENCIA TERMICA.

Ta = 20 °C			Te = 5 °C			V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						01 - Oficina director.			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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
1									
Ventanas	Este	2,4	4,08	15	146,9	0,25	0	1,25	183,6
Muros	Este	7,54	1,004	15	113,6	0,25	0	1,25	141,9
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	6,2	2,49	8	123,5	0,25	0	1,25	154,4
Puerta	Oeste	3,74	0,98	8	29,3	0,25	0	1,25	36,7
Cielo	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Piso	0	11,35	1	15	170,3	0,25	0	1,25	212,8
SUBTOTAL					583,5				729,4
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	31,78	38,1	0,24	15	159,6	0,9	0,41	1,2	70,7
SUBTOTAL					159,6				70,7
TOTAL					743,1				800,1

Ta = 20 °C		Te = 5 °C			V = 24 km/h				
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA							02 - UTP		
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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	2,21	4,08	15	135,3	0,25	0,05	1,3	175,8
Muros	Sur	6,75	1,004	15	101,7	0,25	0,05	1,3	132,2
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	0,25	2,9	15	10,9	0,25	0,05	1,3	14,1
Muros	Este	8,43	1,004	15	127	0,25	0,05	1,3	165,0
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	6,55	2,49	8	130,5	0,25	0,05	1,3	169,6
Puerta	Oeste	2,13	0,98	8	16,7	0,25	0,05	1,3	21,7
Cielo	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Piso	0	9,91	1	15	148,7	0,25	0,05	1,3	193,2
SUBTOTAL					670,6				871,7
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	27,75	33,3	0,24	15	139,4	0,9	0,41	1,2	61,7
SUBTOTAL					139,4				61,7
TOTAL					810,0				933,5

Ta = 20 °C			Te = 5 °C			V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA							03 - Secretaria de Espera.		
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	8,4	2,49	8	167,3	0,2	0	1,2	200,8
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
1									
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	2,9	2,49	8	57,768	0,2	0	1,2	69,3
Puerta	Sur	5,5	4,08	8	179,52	0,2	0	1,2	215,4
1									
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
1									
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	11,48	2,49	8	228,7	0,2	0	1,2	274,4
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Piso	0	12,3	1	15	184,5	0,2	0	1,2	221,4
SUBTOTAL					817,8				981,4
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	34,44	41,3	0,24	15	173,0	0,9	0,24	1	37,4
SUBTOTAL					173,0				37,4
TOTAL					990,8				1018,7

Ta = 20 °C			Te = 5 °C			V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA							04 - Portería		
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	4,71	2,49	8	93,8	0,2	0	1,2	112,6
Puerta	Norte	1,73	0,98	8	13,6	0,2	0	1,2	16,3
Ventanas	Sur	1,5	4,08	8	49,0	0,2	0	1,2	58,8
Muros	Sur	5,29	2,49	8	105,4	0,2	0	1,2	126,5
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	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	6,28	2,49	8	125,1	0,2	0	1,2	150,1
Puerta	Oeste	2,4	0,98	8	18,8	0,2	0	1,2	22,6
Cielo	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Piso	0	7,13	1	15	107	0,2	0	1,2	128,3
SUBTOTAL					512,6				615,1
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	19,96	24,0	0,24	15	100,3	0,9	0,24	1	21,7
SUBTOTAL					100,3				21,7
TOTAL					612,9				636,8

Ta = 20 °C			Te = 5 °C			V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						05 - Primeros Auxilios			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	6,44	2,49	8	128,3	0,2	0	1,2	153,9
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	6,44	2,49	8	128,3	0,2	0	1,2	153,9
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	7,28	2,49	8	145	0,2	0	1,2	174
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	1,78	2,49	8	35,5	0,2	0	1,2	42,5
Puerta	Oeste	5,5	4,08	8	179,5	0,2	0	1,2	215,4
Cielo	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Piso	0	5,98	1	15	89,7	0,2	0	1,2	107,6
SUBTOTAL					706,3				847,5
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	16,74	20,1	0,24	15	84,1	0,9	0,24	1	18,2
SUBTOTAL					84,1				18,2
TOTAL					790,4				865,7

Ta = 20 °C		Te = 5 °C			V = 24 km/h				
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA							06 - sala centro padres		
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	13,05	2,49	8	260	0,2	0	1,2	311,9
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	7	2,9	15	305	0,2	0	1,2	365,4
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	11,48	2,49	8	228,7	0,2	0	1,2	274,4
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	11,65	0,307	8	28,6	0,2	0	1,2	34,3
Piso	0	11,65	1	15	174,8	0,2	0	1,2	209,7
SUBTOTAL					996,5				1195,8
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	32,62	39,1	0,24	15	163,9	0,7	0,41	1,2	56,4
SUBTOTAL					163,9				56,4
TOTAL					1160,4				1252,2

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						07 - Sala Prof. de apoyo			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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	7	2,9	15	304,5	0,2	0	1,2	365,4
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	7	2,49	8	139,4	0,2	0	1,2	167,3
Puerta	Oeste	0	0	0	0,0	0	0	1	0
Cielo	0	11,65	0,307	7	25,0	0	0	1	25,0
Piso	0	11,65	1	15	174,8	0,2	0	1,2	209,7
SUBTOTAL					643,7				767,5
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	32,62	39,1	0,24	15	163,9	0,7	0,41	1,2	56,4
SUBTOTAL					163,9				56,4
TOTAL					807,6				823,9

ta = 20 °C		te = 5 °C			V = 24 km/h				
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA							08 - aula grupo diferencial		
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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	18,2	1,004	15	274,1	0,25	0,05	1,3	356,3
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	9,38	2,9	15	408,0	0,25	0,05	1,3	530,4
Muros	Este	1,26	1,004	15	19	0,25	0,05	1,3	24,7
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	29,25	0,307	7	62,9	0,25	0,05	1,3	81,7
Piso	0	29,25	1	15	438,8	0,25	0,05	1,3	570,4
SUBTOTAL					1202,7				1563,5
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	81,9	98,3	0,24	15	411,4	0,7	0,41	1,2	141,7
SUBTOTAL					411,4				141,7
TOTAL					1614,1				1705,2

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						09 – SS.HH. alumnas			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	4,72	2,49	8	94	0,3	0,05	1,35	126,9
Puerta	Norte	1,73	0,98	8	13,6	0,3	0,05	1,35	18,3
Ventanas	Sur	0,25	2,9	15	10,9	0,3	0,05	1,35	14,7
Muros	Sur	6,19	1,004	15	93,2	0,3	0,05	1,35	125,8
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	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	0	1	0
Piso	0	12,38	1	15	185,7	0,3	0,05	1,35	250,7
SUBTOTAL					397,4				536,5
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	34,66	41,6	0,24	15	174,1	0,9	0,41	1	64,2
SUBTOTAL					174,1				64,2
TOTAL					571,5				600,7

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						10 – SS.HH. alumnos			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	4,72	2,49	8	94	0,3	0,05	1,35	126,9
Puerta	Norte	1,73	0,98	8	13,6	0,3	0,05	1,35	18,3
Ventanas	Sur	0,25	2,9	15	10,9	0,3	0,05	1,35	14,7
Muros	Sur	6,19	1,004	15	93,2	0,3	0,05	1,35	125,8
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	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	0	1	0
Piso	0	12,38	1	15	185,7	0,3	0,05	1,35	250,7
SUBTOTAL					397,4				536,5
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	34,66	41,6	0,24	15	174,1	0,9	0,41	1	64,2
SUBTOTAL					174,1				64,2
TOTAL					571,5				600,7

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						11 – SS.HH. discapacitados			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	5,15	2,49	8	103	0,2	0	1,2	123,1
Puerta	Norte	2,13	0,98	8	16,7	0,2	0	1,2	20,04
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	4,76	2,49	8	94,8	0,2	0	1,2	113,8
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	4,76	2,49	8	94,8	0,2	0	1,2	113,8
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Piso	0	4,2	1	15	63,0	0,2	0	1,2	75,6
SUBTOTAL					371,9				446,3
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	11,76	14,1	0,24	15	59,1	0,9	0,24	1	12,8
SUBTOTAL					59,1				12,8
TOTAL					431,0				459,1

Ta = 20 °C		Te = 5 °C			V = 24 km/h				
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA							12 - Sala Informática		
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	12,49	2,49	8	249	0,25	0,05	1,3	323,4
Puerta	Norte	3,75	0,98	8	29,4	0,25	0,05	1,3	38,22
Ventanas	Sur	15,66	2,9	15	681,2	0,25	0,05	1,3	885,6
Muros	Sur	0,58	1,004	15	8,7	0,25	0,05	1,3	11,4
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	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	0	1	0
Piso	0	52,2	1	15	783,0	0,25	0,05	1,3	1017,9
SUBTOTAL					1751,1				2276,5
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	146,16	175,4	0,24	15	734,2	0,7	0,41	1,2	252,9
SUBTOTAL					734,2				252,9
TOTAL					2485,3				2529,3

Ta = 20 °C		Te = 5 °C			V = 24 km/h				
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA							13 - comedor		
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	25,72	1,004	15	387	0,2	0,05	1,25	484,2
Puerta	Norte	1,73	0,98	15	25,4	0,2	0,05	1,25	31,9
Ventanas	Sur	21,33	2,9	15	927,9	0,2	0,05	1,25	1159,8
Muros	Sur	2,07	1,004	15	31,2	0,2	0,05	1,25	38,9
Puerta	Sur	4,04	0,98	15	59,4	0,2	0,05	1,25	74,2
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	22,79	2,49	8	454	0,2	0,05	1,25	567,5
Puerta	Este	6,62	4,08	8	216	0,2	0,05	1,25	270,1
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	4,76	2,49	8	94,8	0,2	0,05	1,25	118,5
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0,05	1,05	0
Cielo	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Piso	0	97,12	1	15	1456,8	0,2	0,05	1,25	1821
SUBTOTAL					3652,9				4566,1
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	271,9	326,3	0,24	15	1365,8	0,9	0,41	1	504,0
SUBTOTAL					1365,8				504,0
TOTAL					5018,7				5070,1

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						14 - Cocina			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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	20,22	2,49	8	402,7	0,25	0	1,25	503,4
Puerta	Sur	1,63	0,98	8	12,7	0,25	0	1,25	15,9
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	14	1,004	15	210,8	0,25	0	1,25	264
Puerta	Oeste	0	0	0	0,0	0	0	1	0
Cielo	0	39	0,307	7	83,8	0,25	0	1,25	104,8
Piso	0	39	1	15	585,0	0,25	0	1,25	731,3
SUBTOTAL					1295,2				1619
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	109,2	131,0	0,24	15	548,5	0,9	0,24	1	118,5
SUBTOTAL					548,5				118,5
TOTAL					1843,8				1737,5

Ta = 20 °C		Te = 5 °C			V = 24 km/h				
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						15 - Ducha alumnos			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0,75	4,08	15	45,9	0,25	-0,05	1,2	55,1
Muros	Norte	8,45	1,004	15	127	0,25	-0,05	1,2	152,7
Puerta	Norte	2,13	0,98	15	31,311	0,25	-0,05	1,2	37,6
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	7,98	2,49	8	159,0	0,25	-0,05	1,2	190,8
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	10,92	0,307	7	23,5	0,25	-0,05	1,2	28,2
Piso	0	10,92	1	15	163,8	0,25	-0,05	1,2	196,6
SUBTOTAL					550,7				660,8
INFILTRACION DE AIRE FRIO.									
Metodo N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	30,6	36,7	0,24	15	153,6	0,9	0,41	1	56,7
SUBTOTAL					153,6				56,7
TOTAL					704,3				717,5

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						16 - ducha alumnas			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0,75	4,08	15	45,9	0,25	0,05	1,3	59,7
Muros	Norte	8,45	1,004	15	127,3	0,25	0,05	1,3	165,4
Puerta	Norte	2,13	0,98	15	31,3	0,25	0,05	1,3	40,7
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	0	0	0	0,0	0	0	1	0
Muros	Oeste	7,98	2,49	15	298,1	0,25	0,05	1,3	387,5
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	10,92	0,307	7	23,5	0,25	0,05	1,3	30,5
Piso	0	10,92	1	15	163,8	0,25	0,05	1,3	212,9
SUBTOTAL					689,8				896,7
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	30,6	36,7	0,24	15	153,7	0,9	0,24	1	33,2
SUBTOTAL					153,7				33,2
TOTAL					843,5				929,9

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						17 – SS. HH. manipuladoras			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	7,98	2,49	8	158,96	0,2	0	1,2	190,8
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	7,98	2,49	8	158,96	0,2	0	1,2	190,8
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	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	4,14	2,49	8	82,5	0,2	0	1,2	99
Puerta	Oeste	0	0	0	0,0	0	0	1	0
Cielo	0	6	0,307	7	12,9	0,2	0	1,2	15,5
Piso	0	6	1	15	90,0	0,2	0	1,2	108
SUBTOTAL					503,3				603,9
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Metodo N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	16,8	20,2	0,24	15	84,4	0,9	0,41	1	31,1
SUBTOTAL					84,4				31,1
TOTAL					587,7				635,1

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						18 - sala profesores			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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	19,04	2,49	8	379,3	0,2	0	1,2	455,1
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	11,34	2,9	15	493,3	0,2	0	1,2	591,9
Muros	Este	7,7	1,004	15	116,0	0,2	0	1,2	139,2
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0,0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	15,29	2,49	8	304,6	0,2	0	1,2	365,5
Puerta	Oeste	3,75	0,98	8	29,4	0,2	0	1,2	35,3
Cielo	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Piso	0	42,8	1	15	642,0	0,2	0	1,2	770,4
SUBTOTAL					1964,5				2357,4
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Metodo N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	119,8	143,8	0,24	15	601,8	0,7	0,41	1,2	207,3
SUBTOTAL					601,8				207,3
TOTAL					2566,3				2564,7

Ta = 20 °C		Te = 5 °C		V = 24 km/h					
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA							19 - aula básica 01		
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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
1									
Ventanas	Este	11,56	2,9	15	502,9	0,25	0	1,25	628,6
Muros	Este	7,49	1,004	15	112,8	0,25	0	1,25	141
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0,0
Muros	Oeste	15,29	2,49	8	304,6	0,25	0	1,25	380,7
Puerta	Oeste	3,75	0,98	8	29,4	0,25	0	1,25	36,8
Cielo	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Piso	0	55	1	15	825,0	0,25	0	1,25	1031,3
SUBTOTAL					1774,6				2218,3
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Metodo	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
N°RH	154	184,8	0,24	15	773,6	0,7	0,41	1,2	266,4
SUBTOTAL					773,6				266,4
TOTAL					2548,2				2484,7

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA							20 - aula básica 02		
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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
1									
Ventanas	Este	11,56	2,9	15	502,9	0,25	0	1,25	628,6
Muros	Este	7,49	1,004	15	112,8	0,25	0	1,25	141
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0,0
Muros	Oeste	15,29	2,49	8	304,6	0,25	0	1,25	380,7
Puerta	Oeste	3,75	0,98	8	29,4	0,25	0	1,25	36,8
Cielo	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Piso	0	55	1	15	825,0	0,25	0	1,25	1031,3
SUBTOTAL					1774,6				2218,3
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	154	184,8	0,24	15	773,6	0,7	0,41	1,2	266,4
SUBTOTAL					773,6				266,4
TOTAL					2548,2				2484,7

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						21 - aula básica 03.			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	22,68	1,004	15	342	0,25	-0,05	1,2	409,8
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	11,56	2,9	15	502,9	0,25	-0,05	1,2	603,4
Muros	Este	7,49	1,004	15	112,8	0,25	-0,05	1,2	135,4
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0,0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	15,29	2,49	8	304,6	0,25	-0,05	1,2	365,5
Puerta	Oeste	3,75	0,98	8	29,4	0,25	-0,05	1,2	35,3
Cielo	0	0	0	0	0,0	0	0	1	0
Piso	0	55	1	15	825,0	0,25	-0,05	1,2	990
SUBTOTAL					2116,2				2539,4
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	154	184,8	0,24	15	773,6	0,7	0,41	1,2	266,4
SUBTOTAL					773,6				266,4
TOTAL					2889,8				2805,9

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						22 - Of. Fonoaudióloga.			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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	5,52	2,9	15	240,1	0,2	0	1,2	288,1
Muros	Este	5,4	1,004	15	81,3	0,2	0	1,2	97,6
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0,0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0,0
Muros	Oeste	15,29	2,49	8	304,6	0,2	0	1,2	365,5
Puerta	Oeste	8	4,08	8	261,1	0,2	0	1,2	313,3
Cielo	0	0	0	0	0,0	0	0	1	0
Piso	0	11,7	1	15	175,5	0,2	0	1,2	210,6
SUBTOTAL					1062,6				1275,2
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	32,8	39,4	0,24	15	164,8	0,9	0,41	1,2	73,0
SUBTOTAL					164,8				73,0
TOTAL					1227,4				1348,1

Ta = 20 °C		Te = 5 °C		V = 24 km/h					
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA							23 - SS. HH Auxiliares		
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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	5,66	1,004	15	85,24	0,2	0,05	1,25	106,55
Puerta	Sur	1,63	0,98	15	23,96	0,2	0,05	1,25	29,95
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	6,16	2,49	8	122,7	0,2	0,05	1,25	153,4
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	1,1	2,9	15	47,9	0,2	0,05	1,25	59,8
Muros	Oeste	5,06	1,004	15	76,2	0,2	0,05	1,25	95,3
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	5,8	0,307	7	12,5	0,2	0,05	1,25	16
Piso	0	5,8	1	15	87,0	0,2	0,05	1,25	108,8
SUBTOTAL					455,4				569,3
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	16,24	19,5	0,24	15	81,6	0,9	0,41	1,2	36,1
SUBTOTAL					81,6				36,1
TOTAL					537,0				605,4

Ta = 20 °C			Te = 5 °C			V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						24 - Sala Grupo TEL			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	8,4	2,49	8	167	0,2	0	1,2	200,8
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	5,52	2,9	15	240,1	0,2	0	1,2	288,1
Muros	Este	5,4	1,004	15	81,3	0,2	0	1,2	97,6
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0,0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	2,92	2,49	8	58,2	0,2	0	1,2	69,8
Puerta	Oeste	8	4,08	8	261,1	0,2	0	1,2	313,3
Cielo	0	11,7	0,307	7	25,1	0,2	0	1,2	30,2
Piso	0	11,7	1	15	175,5	0,2	0	1,2	210,6
SUBTOTAL					1008,7				1210,4
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	32,8	39,4	0,24	15	164,8	0,9	0,41	1,2	73,0
SUBTOTAL					164,8				73,0
TOTAL					1173,5				1283,4

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						25 - Aula Segundo Básico B.			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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	26,32	2,49	8	524,3	0,25	0	1,25	655,4
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	7,48	2,9	15	325,4	0,25	0	1,25	406,7
Muros	Oeste	4,84	1,004	15	72,9	0,25	0	1,25	91,1
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0,25	0	1,25	0
Cielo	0	41,3	0,307	7	88,8	0,25	0	1,25	110,9
Piso	0	41,3	1	15	619,5	0,25	0	1,25	774,4
SUBTOTAL					1630,8				2038,5
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	115,6	138,7	0,24	15	580,7	0,7	0,41	1,2	200,0
SUBTOTAL					580,7				200,0
TOTAL					2211,5				2238,5

Ta = 20 °C		Te = 5 °C			V = 24 km/h				
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						26 - Sala Act. Prebásico 1			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	15,4	2,49	8	306,8	0,25	0	1,25	383,5
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	7,48	2,9	15	325,4	0,25	0	1,25	406,7
Muros	Oeste	7,92	1,004	15	119,3	0,25	0	1,25	149,1
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	42,4	0,307	7	91,1	0,25	0	1,25	113,9
Piso	0	42,4	1	15	636,0	0,25	0	1,25	795,0
SUBTOTAL					1478,5				1848,2
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	118,7	142,4	0,24	15	596,3	0,9	0,41	1,2	264,0
SUBTOTAL					596,3				264,0
TOTAL					2074,8				2112,2

Ta = 20 °C		Te = 5 °C		V = 24 km/h					
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						27 - Sala Actividad Prebásico 2			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	5	2,9	15	217,5	0,25	-0,05	1,2	261
Muros	Norte	26,32	1,004	15	396	0,25	-0,05	1,2	475,7
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	16,41	1,004	8	131,8	0,25	-0,05	1,2	158,2
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	7,48	2,9	15	325,4	0,25	-0,05	1,2	390,5
Muros	Oeste	9,04	1,004	15	136,1	0,25	-0,05	1,2	163,4
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	55,1	0,307	7	118,4	0,25	-0,05	1,2	142,1
Piso	0	55,1	1	15	826,5	0,25	-0,05	1,2	991,8
SUBTOTAL					2152,1				2582,5
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método	V	m	Cp	Δt	Qcalef.	R	H	S ₂	Qeq.
N°RH	m ³ /h	kg /h	kcal/kg°C	°C	W				W
	154,3	185,2	0,24	15	775,1	0,9	0,41	1,2	343,2
SUBTOTAL					775,1				343,2
TOTAL					2927,2				2925,7

Ta = 20 °C		Te = 5 °C		V = 24 km/h					
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						28 - Hábitos Higiénicos			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	5,45	2,49	8	108,6	0,2	0	1,2	130,3
Puerta	Este	3,38	4,08	8	110	0,2	0	1,2	132,4
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	5,45	2,49	8	108,6	0,2	0	1,2	130,3
Puerta	Oeste	3,38	4,08	8	110,3	0,2	0	1,2	132,4
Cielo	0	13,6	0,307	7	29,2	0,2	0	1,2	35,1
Piso	0	13,6	1	15	204,0	0,2	0	1,2	244,8
SUBTOTAL					671,0				805,2
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método	V m ³ /h	m kg/h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
N°RH	38,1	45,7	0,24	15	191,4	0,9	0,24	1	41,3
SUBTOTAL					191,4				41,3
TOTAL					862,4				846,5

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						29 - Sala Integración			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	11,48	2,49	8	228,7	0,2	0,05	1,25	285,9
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	5,28	1,004	15	79,5	0,2	0,05	1,25	99,4
Puerta	Sur	6,2	4,08	15	379,4	0,2	0,05	1,25	474,3
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Este	15,97	2,49	8	318,1	0,2	0,05	1,25	397,7
Puerta	Este	3,08	0,98	8	24	0,2	0,05	1,25	30,2
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	19,04	2,49	8	379,3	0,2	0,05	1,25	474,1
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Piso	0	27,88	1	15	418,2	0,2	0,05	1,25	522,8
SUBTOTAL					1827,4				2284,2
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método	V	m	Cp	Δt	Qcalef.	R	H	S ₂	Qeq.
N°RH	m ³ /h	kg/h	kcal/kg°C	°C	W				W
	78,06	93,7	0,24	15	392,1	0,9	0,41	1,2	173,6
SUBTOTAL					392,1				173,6
TOTAL					2219,5				2457,9

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						30 - Biblioteca			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	34,72	1,004	15	522,9	0,25	0,05	1,3	679,7
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	21,33	2,9	15	927,9	0,25	0,05	1,3	1206,2
Muros	Sur	13,39	1,004	15	201,7	0,25	0,05	1,3	262,1
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	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	27,44	2,49	15	1024,9	0,25	0,05	1,3	1332,3
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	114,8	0,307	7	247	0,25	0,05	1,3	320,7
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					2924,0				3801,2
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método	V	m	Cp	Δt	Qcalef.	R	H	S ₂	Qeq.
N°RH	m ³ /h	kg/h	kcal/kg°C	°C	W				W
	321,4	385,7	0,24	15	1614,5	0,7	0,41	1,2	556,0
SUBTOTAL					1614,5				556,0
TOTAL					4538,5				4357,2

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						31 - Aula Básica 1 Seg. Piso.			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	16,24	2,49	8	323,5	0,25	0,05	1,3	420,6
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	15,66	2,9	15	681,21	0,25	0,05	1,3	885,6
Muros	Sur	0,58	1,004	15	8,7	0,25	0,05	1,3	11,4
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	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	0	0	0	0,0	0	0	1	0
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	40,6	0,307	7	87	0,25	0,05	1,3	113,4
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					1100,7				1430,9
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	113,7	136,4	0,24	15	571,1	0,7	0,41	1,2	196,7
SUBTOTAL					571,1				196,7
TOTAL					1671,8				1627,6

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						32 - SS. HH Alumnos Seg. piso			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	3,47	2,49	8	69,1	0,3	0,05	1,35	93,3
Puerta	Norte	2,97	0,98	8	23,3	0,3	0,05	1,35	31,4
Ventanas	Sur	0,25	2,9	15	10,9	0,3	0,05	1,35	14,7
Muros	Sur	6,19	1,004	15	93,2	0,3	0,05	1,35	125,8
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	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	12,2	0,307	7	26	0,3	0,05	1,35	35,4
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					222,7				300,7
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	34,2	41,0	0,24	15	171,8	0,9	0,41	1,2	76,1
SUBTOTAL					171,8				76,1
TOTAL					394,5				376,7

Ta = 20 °C		Te = 5 °C				V = 24 km/h			
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						33 - SS.HH. Alumnas Seg. Piso.			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	3,47	2,49	8	69,1	0,25	0,05	1,3	89,9
Puerta	Norte	2,97	0,98	8	23,3	0,25	0,05	1,3	30,3
Ventanas	Sur	0,25	2,9	15	10,875	0,25	0,05	1,3	14,1
Muros	Sur	6,19	1,004	15	93,2	0,25	0,05	1,3	121,2
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Este	0	0	0	0	0	0	1	0,0
Muros	Este	15,4	1,004	15	231,9	0,25	0,05	1,3	301,5
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	12,2	0,307	7	26	0,25	0,05	1,3	34,1
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0,0
SUBTOTAL					454,6				591,0
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Metodo	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
N°RH	34,2	41,0	0,24	15	171,8	0,9	0,41	1,2	76,1
SUBTOTAL					171,8				76,1
TOTAL					626,4				667,1

Ta = 20 °C		Te = 5 °C		V = 24 km/h					
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						34 - SS.HH. Discap. Seg. nivel.			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	5,23	2,49	8	104,2	0,2	0,05	1,25	130,2
Puerta	Norte	2,05	0,98	8	16,1	0,2	0,05	1,25	20,09
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	4,76	2,49	8	94,8	0,2	0,05	1,25	118,5
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	4,76	2,49	8	94,8	0,2	0,05	1,25	118,5
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0,0
Cielo	0	4,2	0,307	7	9	0,2	0,05	1,25	11,3
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					318,9				398,6
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método N°RH	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
	11,8	14,2	0,24	15	59,3	0,9	0,24	1,2	15,4
SUBTOTAL					59,3				15,4
TOTAL					378,2				414,0

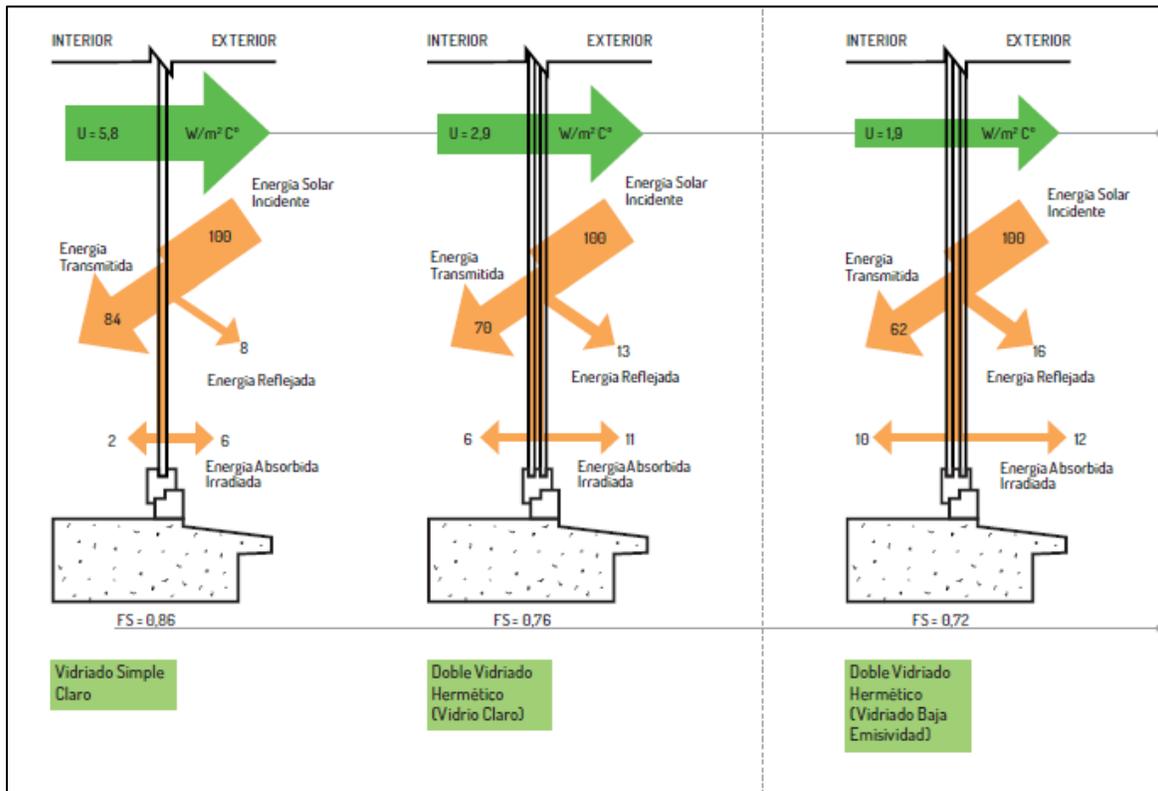
Ta = 20 °C		Te = 5°C			V = 24 km/h				
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						35 – Multi - taller			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. W
Ventanas	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Puerta	Norte	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Sur	22,68	1,004	15	341,6	0,25	0,05	1,3	444,0
Puerta	Sur	0	0	0	0	0	0	1	0
1									
Ventanas	Este	14,62	2,9	15	636	0,25	0,05	1,3	826,8
Muros	Este	9,46	1,004	15	142,5	0,25	0,05	1,3	185,2
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	18,14	2,49	8	361,3	0,25	0,05	1,3	469,8
Puerta	Oeste	5,95	0,98	8	47	0,25	0,05	1,3	60,6
Cielo	0	70	0,307	7	150	0,25	0,05	1,3	195,6
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					1678,4				2182,0
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Metodo	V	m	Cp	Δt	Qcalef.	R	H	S ₂	Qeq.
N°RH	m ³ /h	kg /h	kcal/kg°C	°C	W				W
	196	235,2	0,24	15	984,6	0,9	0,41	1,2	436,0
SUBTOTAL					984,6				436,0
TOTAL					2663,0				2617,9

Ta = 20 °C		Te = 5 °C		V = 24 km/h					
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						36 - Aula integración			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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	8,5	2,9	15	370	0,25	0	1,25	462,2
Muros	Este	5,5	1,004	15	82,8	0,25	0	1,25	103,5
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	19,04	2,49	8	379,3	0,25	0	1,25	474,1
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	40	0,307	7	86	0,25	0	1,25	107
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					917,8				1147,3
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método	V m ³ /h	m kg /h	Cp kcal/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qeq. W
N°RH	112	134,4	0,24	15	562,6	0,7	0,41	1,2	193,8
SUBTOTAL					562,6				193,8
TOTAL					1480,4				1341,0

Ta = 20 °C		Te = 5°C			V = 24 km/h				
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA					37 - Aula Básica 4				
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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	11,56	2,9	15	503	0,25	0	1,25	628,6
Muros	Este	7,48	1,004	15	112,6	0,25	0	1,25	140,8
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	16,07	2,49	8	320,1	0,25	0	1,25	400,1
Puerta	Oeste	2,97	0,98	8	23	0,25	0	1,25	29,1
Cielo	0	55	0,307	7	118	0,25	0	1,25	147,7
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					1077,1				1346,4
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método	V	m	Cp	Δt	Qcalef.	R	H	S ₂	Qeq.
N°RH	m ³ /h	kg /h	kcal/kg°C	°C	W				W
	154	184,8	0,24	15	773,6	0,7	0,41	1,2	266,4
SUBTOTAL					773,6				266,4
TOTAL					1850,7				1612,8

Ta = 20 °C		Te = 5 °C		V = 24 km/h					
PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA						38 - Aula Básica 5			
Design.	Orien.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+So+S ₁)	Qeq. 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	11,56	2,9	15	503	0,25	0	1,25	628,6
Muros	Este	7,48	1,004	15	112,6	0,25	0	1,25	140,8
Puerta	Este	0	0	0	0	0	0	1	0
Ventanas	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Muros	Oeste	16,07	1,004	8	129,1	0,25	0	1,25	161,3
Puerta	Oeste	0	0	0	0	0	0	1	0
Cielo	0	55	0,307	7	118	0,25	0	1,25	147,7
Piso	0	0	0	0	0	0	0	1	0
SUBTOTAL					862,8				1078,5
INFILTRACION DE AIRE FRIO									
Método	V	m	Cp	Δt	Qcalef.	R	H	S ₂	Qeq.
N°RH	m ³ /h	kg/h	kcal/kg°C	°C	W				W
	154	184,8	0,24	15	773,6	0,7	0,41	1,2	266,4
SUBTOTAL					773,6				266,4
TOTAL					1636,4				1344,9

ANEXO 04 – FICHAS Y OTROS.



ANEXO 05 – ESQUEMA DE SISTEMA.

