

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA



**“FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL
ACONDICIONAMIENTO DE UNA CÁMARA DE MADURACIÓN DE
QUESO”**

Informe de Habilitación Profesional
presentado en conformidad a los requisitos
para optar al Título de Ingeniero Civil Mecánico

Profesor Guía:
Sr. Luis Cerda Miskulini

SEBASTIÁN IGNACIO MEZA NAVARRETE
CONCEPCIÓN – CHILE
2017

RESUMEN

El presente proyecto consta de un estudio técnico y económico para climatizar una sala de maduración de queso chanco en una fábrica de lácteos.

El primer paso fue conocer el proceso de elaboración del queso y reconocer las instalaciones que la fábrica posee. También se identifican los equipos utilizados en la cámara de maduración, donde se realizan mediciones de temperatura y humedad relativa para identificar cuáles son sus capacidades.

A partir de las características constructivas del recinto, condiciones ambientales y ubicación geográfica, se calculan las cargas térmicas para invierno y verano del local, donde se determina la condición más desfavorable. Los cálculos arrojaron una pérdida de calor en invierno de 8.419 BTU/h y para verano una ganancia de 18.674 BTU/h.

Antes de seleccionar los equipos, se dan a conocer los tipos de sistemas de aire acondicionado y humidificadores existentes en el mercado, para tener un conocimiento previo antes de su selección. Finalmente se seleccionó un sistema de aire acondicionado tipo cassette de 24.000 BTU/h con un caudal de aire de 1.180 m³/h y un humidificador de electrodos a vapor con un rango de capacidad de 2 a 9 (kg_{vapor}/h). También se hace la distribución de estos equipos en el recinto.

Finalmente, se realizó un análisis económico, donde se estudió la influencia del precio de venta por kilogramo de queso y se evalúa que precio obtiene mayor beneficio económico, para obtener la viabilidad de este proyecto. El costo de inversión inicial asciende a \$5.996.216, con IVA incluido y ésta se recupera en un período aproximado de 6 meses y medio.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Introducción	1
1.2 Origen del problema a estudiar	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
CAPÍTULO 2: PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO	4
2.1 Preparación de la leche	5
2.1.1 Filtrado de la leche.....	5
2.1.2 Pasteurización de la leche	5
2.2 Adición de fermentos	6
2.3 Coagulación de la leche.....	6
2.4 Tratamiento de la cuajada.....	7
2.4.1 Cortado	7
2.4.2 Removido.....	8
2.4.3 Calentamiento.....	8
2.4.4 Salado.....	9
2.5 Moldeado y prensado.....	9
2.6 Maduración	10
CAPÍTULO 3: SITUACIÓN ACTUAL	13
3.1 Turnos trabajadores	13
3.2 Producción	13
3.3 Equipos utilizados en la maduración del queso	13
3.4 Características del recinto.....	15
3.5 Características cámara de maduración.....	17
3.6 Características constructivas.	18
3.6.1 Características de las paredes	18
3.6.2 Características de la puerta	19
3.6.3 Características del piso.....	19

3.6.4 Características del cielo y techo	19
3.7 Mediciones de temperatura y humedad relativa en cámara de maduración	21
CAPÍTULO 4: CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA	25
4.1 Cálculo coeficiente global de transferencia de calor	25
4.1.1 Resistencia térmica de las paredes.	26
4.1.2 Resistencia térmica puerta	28
4.1.3 Resistencia térmica del cielo	28
4.1.4 Resistencia térmica del piso	29
4.1.5 Resistencia térmica del techo	29
4.2 Carga de calefacción	30
4.2.1 Condiciones de diseño.....	32
4.2.2 Cálculo de carga de calefacción cámara de maduración.....	33
4.3 Capacidad de los equipos de calefacción	35
4.3.1 Coeficientes de corrección.....	35
4.4 Cálculo de ganancias térmicas para verano	38
4.4.1 Ganancias por convección y conducción	38
4.4.2 Por radicación a través muros y techo.....	39
4.4.3 Cálculo ganancias por ocupación de personas y luces.	48
CAPÍTULO 5: TIPOS DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO	50
5.1 Sistemas de aire acondicionado de tipo residencial.....	50
5.1.1 Splits muro	50
5.1.2 Ventana	52
5.2 Sistemas de aire acondicionado de tipo comercial	53
5.2.1 Piso cielo.	53
5.2.2 Splits ductos	54
5.2.3 Splits cassette.....	55
5.3 Sistemas de aire acondicionado de tipo industrial	56
5.3.1 Paquete	57
5.3.2 Chiller.....	59
5.3.3 VRV	60
CAPÍTULO 6: HUMIDIFICADORES DE AIRE.....	62
6.1 Humidificadores de evaporación	62

6.2 Humidificadores de atomización	63
6.3 Humidificadores de vapor	64
CAPÍTULO 7: SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	65
7.1 Aire acondicionado.....	65
7.2 Humidificador	66
7.3 Distribución equipos.....	71
CAPÍTULO 8: ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO.....	73
8.1 Inversión del proyecto	73
8.2 Ingresos del proyecto.....	73
8.2.1 Producción futura.....	74
8.3 Costos.....	74
8.3.1 Costos eléctricos.....	74
8.3.2 Costos de mantención.	76
8.5 Resultados	76
CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXO A	81
ANEXO B.....	99
ANEXO C.....	104

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El acondicionamiento del aire es el proceso de tratamiento de aire que controla simultáneamente la temperatura, humedad relativa, pureza y distribución del aire para adecuarla a necesidades de un espacio determinado.

Los equipos de acondicionamiento de aire se encargan de producir frío o calor y de impulsar aire tratado a una vivienda o local. Estos sistemas son empleados para obtener las condiciones que se requieran en determinados procesos, los que necesitan determinada temperatura y humedad para su buen funcionamiento.

Los equipos de acondicionamiento poseen cuatro componentes principales, estos son, compresor, evaporador, condensador y dispositivo de expansión, es decir utiliza los componentes de un ciclo de refrigeración mecánica.

Los sistemas de acondicionamiento de aire, se clasifican en función del fluido utilizado. Existen sistemas todo aire, los que utilizan un caudal de aire, frío o caliente que es enviado al local a acondicionar, donde se encargará de conseguir una adecuada temperatura, humedad y limpieza del aire. Los sistemas todo agua, utilizan como fluido una corriente de agua fría o caliente. Los sistemas aire-agua, son aquellos que utilizan tanto el medio aire como agua, por lo tanto son una mezcla de los sistemas todo aire y todo agua.

Otra clasificación que tienen estos sistemas es por su alcance de la instalación o como está dispuesto el equipo. Existen los sistemas unitarios o de paquete y los sistemas centrales. En el primero los componentes del acondicionamiento de aire están seleccionados de fábrica y empaquetados. Esto incluye al equipo de refrigeración, ventilador, serpentines, filtros, compuertas y controles. Los sistemas centrales son aquellos en los cuales los componentes están por separado. Cada uno de ellos debe ser seleccionado por un diseñador.

En el proceso de maduración del queso es necesario contar con un espacio que cumpla con condiciones determinadas de temperatura y humedad relativa. Para una buena maduración el local debe tener un ambiente homogéneo, es por eso que los

sistemas de acondicionamiento de aire surgen como una alternativa. Hoy en día la utilización de estos sistemas en la industria, son de gran ayuda en distintos procesos en que se requieran condiciones determinadas, para que la calidad del producto no se vea afectada.

1.2 Origen del problema a estudiar

El problema tiene origen en la fábrica Lácteos Huape, donde existe la necesidad de mejorar una de las etapas de la elaboración del queso. Lácteos Huape se ubica en Av. Ruiz de Gamboa al poniente de la ciudad de Chillán, Región del Biobío, Chile.

Es una fábrica familiar que se creó alrededor del año 2002. Produce manjar artesanal y quesos de tipo fresco y maduro. Los productos son distribuidos en locales dentro de la misma ciudad.

El proceso de maduración es una parte fundamental de la elaboración del queso, ya que es la última etapa antes de su comercialización. La maduración se realiza en locales aislados llamadas cámaras, donde existen tres factores fundamentales a controlar, los cuales son: temperatura, humedad relativa y ventilación, los que garantizan una mayor calidad del producto.

La fábrica en esta etapa no cumple a cabalidad con estos factores, debido a que no cuentan con los equipos necesarios para ello. Actualmente, sólo cuentan con un enfriador de aire y un calefactor, los que comúnmente son utilizados en hogares para reducir y aumentar la temperatura ambiente según corresponda. Estos equipos no son capaces de controlar estos factores en todas las estaciones del año, y tampoco pueden acondicionar homogéneamente el volumen físico necesario. Como las condiciones no son adecuadas, pueden ocurrir cambios físicos y químicos no deseados, lo que provoca mayor probabilidad de pérdidas productivas y económicas para la fábrica.

Ante este problema, se propone realizar un análisis técnico y económico para acondicionar la cámara de maduración de queso que permita satisfacer las necesidades requeridas en esta etapa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar un estudio técnico y económico para acondicionar una cámara de maduración de queso.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar condiciones actuales de operación de la cámara de maduración.
- Evaluar condiciones ideales de operación de la cámara, para garantizar una correcta maduración del queso.
- Evaluar alternativas existentes en el mercado, del equipamiento necesario.
- Analizar resultados del proyecto y determinar la rentabilidad de su implementación.

CAPÍTULO 2: PROCESO DE ELABORACIÓN DEL QUESO

Existen cientos de variedades de quesos producidos en todo el mundo, y todos son elaborados con diferentes recetas, técnicas y procesos. Sin embargo, todos los quesos cuentan con las mismas fases generales o pautas a seguir que son comunes para todo tipo de queso.

El diagrama de la Fig. 2.1 muestra las etapas de la elaboración del queso, que no necesariamente ocurren en el mismo orden para los distintos tipos de queso.



Fig.2.1. Diagrama de elaboración del queso. (Elaboración propia)

2.1 Preparación de la leche

Previamente al comienzo de la fabricación de queso es necesario someter la leche a una serie de tratamientos que conducirán a un producto homogéneo y con parámetros óptimos para la obtención del queso que se trate de fabricar. Para ello se siguen dos tratamientos básicos que se explican a continuación.

2.1.1 Filtrado de la leche

El filtrado consiste en hacer pasar la leche a través de una tela para eliminar impurezas visibles (pelos, pajas, polvo) que acompañan a la leche (Fig.2.2), pero por más purificada que sea no eliminan los microorganismos. La tela debe lavarse después de cada uso ya que si no pueden actuar como contaminantes.



Fig.2.2. Filtrado de la leche. (Fuente: <https://www.flickr.com>).

2.1.2 Pasteurización de la leche

La pasteurización elimina todo tipo de microorganismos perjudiciales que se pueden encontrar en la leche. Este proceso consiste en calentar la leche a una temperatura de 65°C por un tiempo de 30 minutos. Transcurrido este tiempo se enfría rápidamente para evitar que se produzcan efectos indeseables, que se manifiestan luego durante el proceso de coagulación de la leche.

2.2 Adición de fermentos

Una vez preparada la leche, se añaden los aditivos y enzimas necesarias para la elaboración del queso. Entre otros se pueden citar los fermentos lácticos y cloruro de calcio, también se pueden incorporar, en esta etapa, colorantes, conservantes, etc.

Los fermentos lácticos actúan sobre la lactosa de la leche produciendo ácido láctico. El ácido láctico promueve la formación y desuerado de la cuajada, también favorece a la coagulación durante la elaboración, produciendo compuestos responsables de aromas y sabores característicos durante la maduración.

La pasteurización no solo elimina los microorganismos presentes en la leche, sino también el calcio que posee. Con el propósito de restablecer el calcio perdido y corregir los defectos de la coagulación producidos en la etapa de pasteurización, se adiciona cloruro de calcio.

2.3 Coagulación de la leche

Consiste en una serie de modificaciones fisicoquímicas de la caseína (proteína de la leche), que conducen a la formación de la cuajada. Este proceso se entiende como el paso de la leche, desde su estado líquido, a uno diferente que es una forma de gel, estado que se podría llamar sólido.

Este gel se llama cuajada y en ella queda atrapada, además, parte del agua con todos los elementos que están disueltos en ella. La cuajada ocupa completamente el volumen que anteriormente ocupaba la leche en su estado líquido.

La coagulación se puede provocar mediante diversos preparados, de los cuales, el más conocido es el cuajo. El cuajo es una enzima que se encuentra presente en el estómago de los terneros o cabritos que aún se alimentan de leche, estas sustancias tienen la finalidad de coagular la leche, o lo que se llama comúnmente “cortar” la leche. Existen otros elementos de origen vegetal que también tienen la función de coagular la leche.

El tiempo de obtención de la cuajada es de 30 a 40 minutos aproximadamente. Para comprobar el punto de la cuajada, se toca la cuajada con el dorsal de la mano

para observar la consistencia de la misma (Fig.2.3). Debe ofrecer resistencia al peso de la mano.



Fig.2.3. Comprobación de la cuajada. (Fuente: <http://agroindustriaunisarc.blogspot.cl>)

2.4 Tratamiento de la cuajada

Este proceso consiste en retirar parte del agua formada en la cuajada. Esta agua llamada suero, se separa del coágulo, obteniéndose entonces la parte sólida que constituye la cuajada.

Para permitir la salida del suero retenido en el coágulo, es preciso a recurrir a acciones de tipo mecánico, como son el cortado y el removido, cuya acción se complementa mediante el calentamiento.

2.4.1 Cortado

Consiste en la división de la cuajada en porciones (granos) con objeto de aumentar la superficie de desuerado y, por tanto, favorecer la salida del suero.

El cortado de la cuajada se efectúa utilizando unos instrumentos denominados liras (Fig.2.4). Este instrumento tiene divisiones hechas con alambre de acero inoxidable con separaciones definidas.



Fig.2.4. Corte cuajada mediante lira. (Fuente: <http://allthose.org/>).

2.4.2 Removido

Tiene por objetivo acelerar el desuerado e impedir la adherencia de los granos, así como para posibilitar un calentamiento uniforme. Se efectúa con ayuda de agitadores, que pueden ser manuales o mecánicos.

2.4.3 Calentamiento

Consiste en agregar agua caliente a la cuajada para elevar la temperatura, lo que permite disminuir el grado de hidratación de los granos de la cuajada favoreciendo su contracción. Se efectúa en forma simultánea con la agitación, para crear en la cuajada las condiciones físicas necesarias que permiten la filtración de suero hacia afuera del grano, disminuyendo, por lo tanto, la humedad, volviendo la cuajada más firme.

Al terminar el calentamiento y trabajo adecuado de la cuajada, se interrumpe la agitación y se deja al grano depositarse en el fondo de la tina con el propósito de iniciar el desuerado total.



Fig.2.5. Separación del suero de la cuajada. (Fuente: <http://morninglanddairy.webs.com>)

2.4.4 Salado

Es una operación que se efectúa en todos los quesos con el fin de regular el desarrollo microbiano, tanto suprimiendo bacterias indeseables como controlando el crecimiento de los agentes de la maduración. El salado constituye también la pérdida de suero que continúa tras el desuerado y mejora el sabor del queso.

Puede realizarse en seco o por inmersión en un baño de salmuera. En el primer caso, lo más frecuente es extender sal sobre la superficie del queso, o bien puede incorporarse directamente a la cuajada mezclándola con ésta. El salado en salmuera es empleado en la fabricación de numerosos quesos y es la forma más utilizada de salado. Los quesos se mantienen sumergidos en un baño de salmuera durante un período variable, dándose la vuelta a los quesos periódicamente.

2.5 Moldeado y prensado

El moldeado del queso tiene como finalidad dar al producto un determinado formato y tamaño, de acuerdo con sus características. Consiste en el llenado de los granos de la cuajada en moldes, para darle una forma definida al queso.

La forma de los quesos puede ser diversa y, al colocar la cuajada en los moldes, por lo general se reviste éstos con una tela o paño para facilitar la salida del suero retenido entre los granos (Fig.2.6).

El prensado tiene como objetivo eliminar algo más de suero, unir el grano haciendo la masa más compacta y dar definitivamente la forma deseada.



Fig.2.6. Llenado de los granos de la cuajada en moldes. (Fuente: <http://allthose.org/>).

2.6 Maduración

Es la última fase de la fabricación del queso. La cuajada, antes de iniciarse la maduración, presenta una capacidad, volumen y forma ya determinadas. Suele ser ácida en razón de la presencia de ácido láctico. La maduración comprende una serie de cambios de las propiedades físicas y químicas que hacen que el queso adquiera su aspecto, textura y consistencia, así como su aroma y sabor característicos.

Los quesos son mantenidos en cámaras o cuevas de maduración (Fig.2.7) donde se controla la temperatura, la humedad y la aireación, durante un período de tiempo que varía según el tipo de queso. En esta fase existen procesos mecánicos frecuentes como el volteo de los quesos, para conseguir una maduración uniforme y evitar deformaciones, otra es el cepillado de las cortezas.

Lácteos Huape elabora queso del tipo chanco, este queso no debe exceder de los 30 días en la cámara de maduración con una humedad relativa de 85%. La temperatura depende del tipo de queso, en este caso la temperatura de la sala debe estar entre 10 y 15 °C.



Fig.2.7. Cámara de maduración.

- Cambios químicos responsables de la maduración:
 - i. Glucólisis: Fermentación de la lactosa a ácido láctico. Es realizada fundamentalmente por las bacterias lácticas. Comienza durante la coagulación y el desuerado y se prolonga hasta la desaparición casi completa de la lactosa.
 - ii. Proteólisis: Es uno de los procesos más importantes de la maduración que no solo interviene en el sabor, sino también en el aspecto y la textura. Este proceso no es siempre uniforme en toda la masa del queso, pudiendo ser más intenso en la superficie que en el interior.

- iii. Lipolisis: La lipolisis o hidrolisis de las grasas afecta a una pequeña proporción de éstas. Los ácidos grasos liberados y sus productos de transformación, aunque aparecen en pequeñas cantidades, influyen decisivamente en el aroma y sabor del queso.
- Agentes responsables de la maduración:
 - i. Enzimas: Algunas de estas enzimas son las lipasas y proteasas, procedentes de la leche.
 - ii. Cuajo: El cuajo no sólo interviene en la formación del coágulo, sino también en su evolución posterior. Su participación depende de la tecnología de elaboración y de las cantidades de cuajo utilizadas y retenidas en la cuajada.
 - iii. Flora microbiana: Se encuentra en constante evolución, sucediéndose distintos grupos microbianos a lo largo de la maduración del queso.

 - Los factores más importantes que actúan en la maduración
 - i. Aireación: El oxígeno condiciona el desarrollo de la flora microbiana o anaerobia facultativa. La aireación asegurará las necesidades de oxígeno de la flora superficial de los quesos.
 - ii. Humedad: Favorece el desarrollo microbiano. Las cuajadas con mayor contenido de humedad maduran rápidamente, mientras que en las muy desueradas el período de maduración se prolonga considerablemente.
 - iii. Temperatura: Regula el desarrollo microbiano y la actividad enzimática.

CAPÍTULO 3: SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Turnos trabajadores

La fábrica para su funcionamiento, cuenta con 3 operarios. Cada operario tiene una función en específico para llevar a cabo la producción de queso y manjar artesanal. Existe un operario para la fabricación de manjar y dos para la elaboración del queso.

Los operarios trabajan 8 horas diarias, de lunes a sábado. Su jornada laboral comienza a las 8:00 a.m. y termina a las 17:00 p.m., con 1 hora de colación.

3.2 Producción

La tabla 3.1 muestra la producción promedio diaria y semanal de la fábrica. Existen ciertos porcentajes de pérdida de producción los que se ven reflejados en la producción anual.

Tabla 3.1 Producción de queso de Lácteos Huape.

Producto	Producción diaria (kg/día)	Producción anual (kg/año)
Queso	270	71.539

3.3 Equipos utilizados en la maduración del queso

Como se mencionó anteriormente, la maduración es una de las etapas más importantes del proceso de elaboración del queso. Para lograr un ambiente adecuado, es necesario controlar los tres factores fundamentales de la maduración del queso. Para ello es necesario utilizar equipos de climatización para la regulación de temperatura y humedad relativa.

Los mayores problemas para lograr el ambiente óptimo para la maduración del queso, se presenta en las estaciones de verano e invierno, donde es más difícil controlar estos tres factores fundamentales.

En verano, se utiliza un enfriador de aire mostrado en la Fig.3.1. Este equipo reduce la temperatura del aire, para obtener así un ambiente con una temperatura más baja. La tabla 3.2 muestra las especificaciones técnicas del equipo.



Fig.3.1. Enfriador de aire, equipo utilizado en verano.

El aire se enfría haciéndolo pasar por el interior del equipo, donde posee un depósito con agua líquida. El enfriamiento se origina debido al calor que debe entregar el aire para evaporar el agua líquida. Este proceso ocurre a temperatura de bulbo húmedo constante.

Tabla 3.2 Especificaciones técnicas enfriador de aire.

Voltaje Frecuencia	210-230 V - 50-60 Hz
Potencia	65 W
Volumen de aire	20 m ³ /min
Capacidad de agua	6.0 L
Consumo de agua	0.6-0.7 L/h
Velocidad del ventilador	3 tipos
Peso neto	8.5 kg
Dimensiones	31x39x76 cm

En invierno, se utiliza un termo-ventilador o calefactor mostrado en la Fig.3.2. Este equipo es utilizado para aumentar la temperatura de la sala, en momentos que ésta disminuya considerablemente. La tabla 3.3 muestra las especificaciones técnicas del equipo.



Fig.3.2. Termo-ventilador, equipo utilizado en invierno.

Tabla 3.3 Especificaciones técnicas termo-ventilador.

Voltaje Frecuencia	220V – 60 Hz
Potencia	1.000-2.000 W
Velocidad del ventilador	2 tipos

3.4 Características del recinto

El frente de la fábrica está orientada hacia el Sur. Ésta no posee una entrada principal que este en común con todas las salas que la componen.

La fábrica consta de salas de elaboración del queso, elaboración del manjar, bodega y cámara de maduración de queso. También posee una sala de calderas, pero esta sala se encuentra más alejada de las anteriores. La Fig.3.3 muestra más en detalle la orientación y distribución de la fábrica.

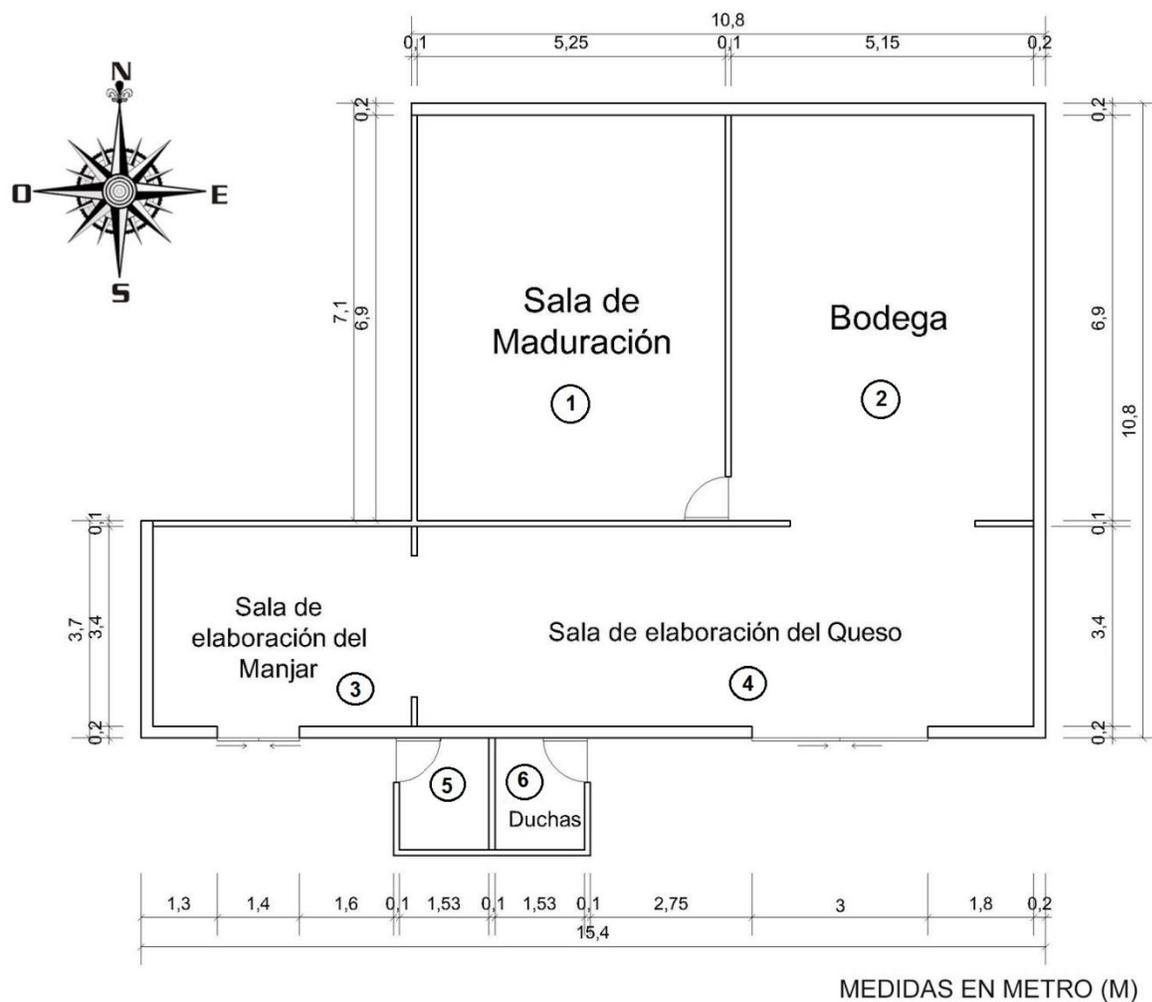


Fig.3.3. Planta fábrica.

Tabla 3.4 Superficies fábrica.

Ubicación	Sector	Área m ²	Acondicionado
1	Sala de maduración	36,3	si
2	Bodega	35,54	no
3	Sala de elaboración del manjar	10,2	no
4	Sala elaboración del queso	35,1	no
5	Baño	3,1	no
6	Duchas	3,1	no

3.5 Características cámara de maduración

La cámara de maduración en estudio (Fig.3.4), posee las siguientes medidas que se muestran en la tabla 3.5. Esta tabla contiene sus respectivas medidas de largo, ancho y altura.

Tabla 3.5 Medidas cámara de maduración.

Característica	Valor	Unidad
Largo	6,9	m
Ancho	5,25	m
Alto	3	m
Superficie	36,3	m ²
Volumen	108,7	m ³



Fig.3.4. Interior cámara de maduración.

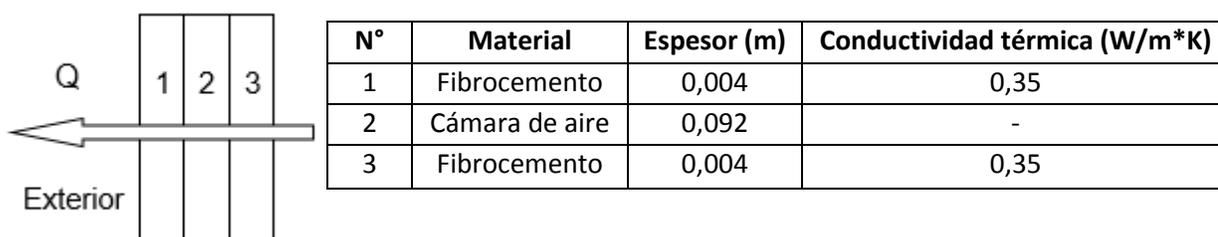
3.6 Características constructivas.

Los muros exteriores de la fábrica están conformados de hormigón armado con estuco interior, en tanto los muros interiores en su totalidad son tabiques de 10 cm de espesor cubiertos de fibrocemento sin aislante térmico.

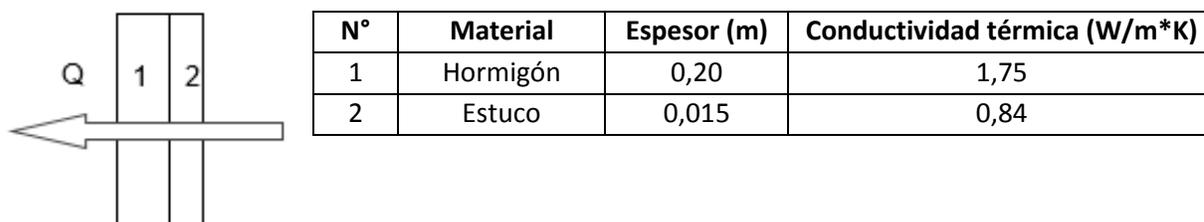
En este caso, se analizarán solo las características de la sala de maduración o cámara de maduración. Esta sala está compuesta por cuatro muros, dos exteriores (Norte y Oeste) y dos interiores (Sur y Este). Ver Fig.3.3.

3.6.1 Características de las paredes

Las paredes interiores son tabiques de 10 cm de espesor cubiertos de fibrocemento. Las planchas de fibrocemento tienen un espesor de 4 mm.

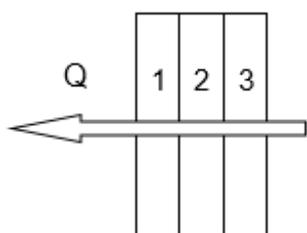


La pared o muro exterior está compuesta de hormigón armado de 20 cm de espesor, solo con estuco interior.



3.6.2 Características de la puerta

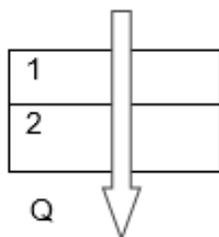
La puerta de terciado de 75 x 200 cm y 4,5 cm de espesor.



N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m*K)
1	Terciado	0,003	0,14
2	Cámara de aire	0,039	-
3	Terciado	0,003	0,14

3.6.3 Características del piso

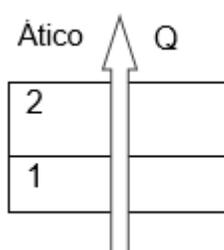
Todo el piso de la fábrica está compuesto por hormigón armado de 10 cm de espesor, cubierta con cerámica baldosa para piso de 4 mm de espesor.



N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m*K)
1	Cerámica	0,004	1,75
2	Hormigón	0,10	1,75

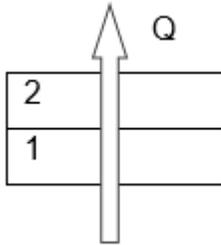
3.6.4 Características del cielo y techo

El cielo falso de toda la fábrica está compuesto por planchas de fibrocemento de 4 mm de espesor, con aislación térmica de poliestireno expandido de 10 cm.



N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m*K)
1	Fibrocemento	0,004	0,35
2	Poliestireno exp.	0,10	0,034

El techo se encuentra próximo del ático, está conformado por fieltro asfáltico y panchas de cinc acanalada de onda de 0,35 mm de espesor.



N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m*K)
1	Fieltro asfáltico	0,0008	0,14
2	Planchas cinc	0,00035	110

La conductividad térmica de cada material está dispuesta según la norma Chilena Nch 853.EOF71. (Anexo A-1)

3.7 Mediciones de temperatura y humedad relativa en cámara de maduración

Para realizar estas mediciones se utilizó un anemómetro digital de la marca Aimo modelo MS6252B.

LUNES 6 DE MARZO 2017			
Exterior	Tbs	Tbh	%HR
10:30 Hrs.	19,6	14	52,2
12:30 Hrs.	22,5	15,9	47,7
Cámara de maduración			
Punto 1	16,7	12,7	61
Punto 2	17,2	13,2	58,2
Punto 3	17,3	13,1	61,7
Punto 4	18	13,5	63
MARTES 7 DE MARZO 2017			
Exterior	Tbs	Tbh	%HR
14:30 Hrs.	25,5	16,7	36,2
16:30 Hrs.	26,3	17,5	35,3
Cámara de maduración			
Punto 1	19,5	13,6	54,2
Punto 2	21,2	14,6	50
Punto 3	18,5	13	50,5
Punto 4	19	13,2	50
JUEVES 9 DE MARZO 2017			
Exterior	Tbs	Tbh	%HR
15:30 Hrs.	21,5	15,4	50,7
17:00 Hrs.	24	18	51
Cámara de maduración			
Punto 1	17,6	13	61,1
Punto 2	18	13,2	57
Punto 3	19	14,2	59
SÁBADO 10 DE MARZO 2017			
Exterior	Tbs	Tbh	%HR
11:45 Hrs.	20,7	14,5	47,7
12:30 Hrs.	22	15,1	43,7
Cámara de maduración			
Punto 1	16,3	12,5	64,3
Punto 2	17,2	13,2	63,5

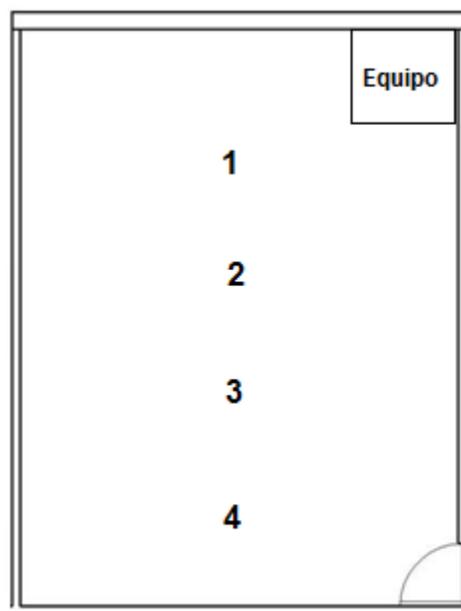


Fig.3.5. Puntos de medición en cámara de maduración.

Datos obtenidos entre 8:30 y 10:30 hrs., solo utilizando equipo 1. ($T_e=17,8\text{ °C}$ y $HR=58,8\%$)

Mes de Abril

Punto Medición	Tbs	Tbh	%HR
1	14,2	11,1	68,7
2	15,1	11,8	67
3	15,2	11,9	67,3
4	16,5	12,7	64,7
5	16	12,3	65

Datos obtenidos entre 13:00 y 15:30 hrs., solo utilizando equipo 1. ($T_e=21,2\text{ °C}$ y $HR=54\%$)

Mes de Abril

Punto Medición	Tbs	Tbh	%HR
1	15,7	11,7	61,7
2	16,5	12,2	60,2
3	17	12,7	61
4	17,5	12,8	58,5
5	17,2	12,6	58,7

Datos obtenidos entre 14:45 y 17:30 hrs., solo utilizando equipo 1. ($T_e=23,5\text{ °C}$ y $HR=50\%$)

Mes de Abril

Punto Medición	Tbs	Tbh	%HR
1	16,3	11,9	59
2	17,2	12,4	57,2
3	18	12,8	55,1
4	19	13,3	52
5	18,3	13	54

Datos obtenidos entre 8:30 y 10:30 hrs, solo utilizando equipo 2. ($T_e=12,2\text{ °C}$ y $HR=74\%$)

Mes de Abril

Punto Medición	Tbs	Tbh	%HR
1	16	11,3	56,8
2	15,7	11,1	57,3
3	17,1	11,8	52,5
4	18,3	12,1	47,6
5	18,4	12,1	47,1

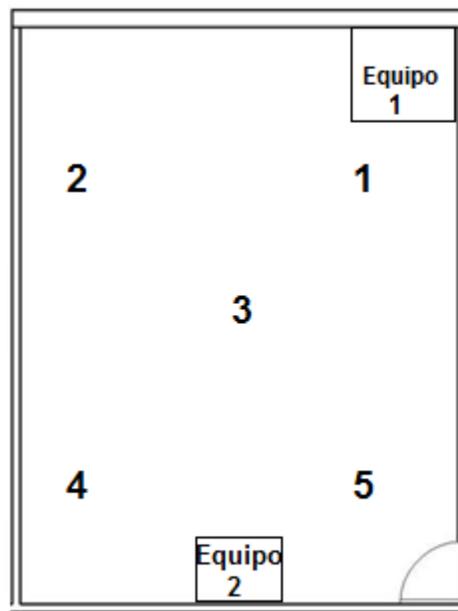


Fig.3.6. Puntos de medición y equipos utilizados para climatizar. (Equipo 1 enfriador de aire y Equipo 2 calefactor)

Datos obtenidos entre 8:15 y 9:00 hrs., con ningún equipo funcionando. ($T_e=3,1$ °C y HR=82 %)

Mes de Mayo

Punto Medición	Tbs	Tbh	%HR
1	9,1	6,8	72,5
2	8,8	6,5	72
3	8,9	6,6	72
4	8,7	6,4	71,8
5	9	6,7	72,2

Datos obtenidos entre 8:15 hrs., solo utilizando equipo 2. ($T_e=2,5$ °C y HR=85,5 %)

Mes de Mayo

Punto Medición	Tbs	Tbh	%HR
1	10,8	8,5	74
2	10,2	8	74,3
3	12,1	9,3	69,1
4	13,8	10	61,5
5	14,1	10,2	61,2

Las mediciones fueron realizadas en distintos puntos de la cámara de maduración para analizar el comportamiento de la temperatura y humedad relativa. Las mediciones efectuadas en el mes de Marzo fueron realizadas en condiciones climáticas normales en la ciudad de Chillán, en tanto las siguientes mediciones fueron realizadas en el mes de Abril y Mayo donde la temperatura exterior disminuye en comparación con el mes de Marzo.

Según los datos obtenidos, en la condición de verano se aprecia que las temperaturas y las humedades relativas no están dentro del rango que requiere el producto (temperatura de 15°C y humedad relativa de 85%). La temperatura no se distribuye uniformemente en todo el recinto, lo que queda demostrado en los puntos de medición obtenidos, entre más próximo al enfriador de aire la temperatura del recinto es más baja y más alejado de él la temperatura es mayor. Del mismo modo las humedades relativas, son más altas en donde la temperatura es baja.

Ya con temperaturas más bajas en el mes de abril y mayo se utiliza el calefactor. En este caso, de los datos obtenidos se aprecia que el calefactor aumenta la temperatura ambiente, pero éste hace que la humedad relativa disminuya considerablemente. Con la temperatura ocurre el mismo fenómeno descrito con el enfriador de aire, tampoco la temperatura es distribuida uniformemente y no alcanza la temperatura y humedad relativa requerida.

En conclusión, con los datos obtenidos queda demostrado que el enfriador de aire y calefactor no son equipos adecuados para satisfacer las necesidades requeridas por el producto en la etapa de maduración. Es necesario realizar un cálculo más exhaustivo de las cargas térmicas del recinto, esto incluye pérdidas de calor a través de toda la estructura del local y también las ganancias de calor en verano, para conocer que condición es la más desfavorable.

CAPÍTULO 4: CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

4.1 Cálculo coeficiente global de transferencia de calor

Para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor intervienen diversas resistencias térmicas en serie, en paralelo, o combinación de ambas formas, y es conveniente definir un coeficiente el cual considere las resistencias térmicas a la convección y conducción.

La fórmula empleada está definida por la siguiente ecuación, que representa la resistencia térmica total (Ec.1)

$$R_t = R_{ci} + \sum R_{ki} + R_{ce} \quad (\text{Ec.1})$$

Donde:

R_t = Resistencia térmica total.

$R_{ci} = \frac{1}{h_i}$ resistencia térmica a la convección interior.

Tabla 3 de la norma Nch853.53.EOF71. (Anexo A – 1)

$R_{ki} = \frac{L_i}{k_i}$ se aplica a cada uno de los materiales, donde "Li" es el espesor del material y "ki" la conductividad térmica.

$R_{ce} = \frac{1}{h_e}$ resistencia a la convección exterior, "he" esta en función de la velocidad del viento exterior y para ello se pueden usar las siguientes ecuaciones:

$$h_e = 5,8 + 4 * \vec{v} \left(\frac{W}{m^2k} \right) \quad \text{si } \vec{v} < 5 \left(\frac{m}{s} \right) \quad (\text{Ec.2})$$

$$h_e = 7,15 * \vec{v}^{0,78} \left(\frac{W}{m^2k} \right) \quad \text{si } \vec{v} \geq 5 \left(\frac{m}{s} \right) \quad (\text{Ec.3})$$

Entonces el coeficiente global de transferencia de calor se define como el inverso de la resistencia térmica total Ec.4.

$$U = \frac{1}{R_t} \left(\frac{W}{m^2K} \right) \quad (\text{Ec.4})$$

La cámara de maduración, cuenta con muros que colindan tanto con el exterior como el interior del recinto, en este último caso colindan con un espacio no calefaccionado. Para el exterior se considerará una velocidad del viento de 24 km/h, lo que equivale a 6,667 m/s.

Para paredes que colindan con el exterior, se utilizará la Ec.3:

$$h_e = 7,15 * 6,667^{0,78} \left(\frac{W}{m^2K} \right)$$

$$h_e = 31,4 \left(\frac{W}{m^2K} \right)$$

Por lo tanto:

$$R_{ce} = \frac{1}{h_e} = \frac{1}{31,4} \Rightarrow R_{ce} = 0,032 \left(\frac{m^2K}{W} \right)$$

Para paredes que colindan con el interior se considera:

$R_{ci} = \frac{1}{h_i}$ según Norma Chilena Nch853. EOF71, tabla 3 resistencias térmicas de superficie, flujo de calor horizontal en elementos verticales.

$$R_{ci} = 0,12 \left(\frac{m^2K}{W} \right), \text{ para convección natural.}$$

4.1.1 Resistencia térmica de las paredes.

Para el cálculo de cada resistencia térmica de los materiales es necesario tener el espesor del material y su conductividad térmica, según la NCh853.

Tabla 4.1 Resumen resistencia térmica pared exterior.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m*K)	Resistencia $R_k=L/K$ (m^2*K/W)
1	Hormigón	0,2	1,75	0,114
2	Estuco	0,015	0,84	0,018
ΣR_k				0,132

Reemplazando en Ec.1

$$R_t = 0,12 + 0,132 + 0,032$$

$$Rt = 0,284 \left(\frac{m^2K}{W} \right)$$

Por lo tanto, el coeficiente global de transferencia de calor se obtiene según la Ec.4

$$U_{p.H} = \frac{1}{0,284} \Rightarrow U = 3,52 \left(\frac{W}{m^2K} \right)$$

Tabla 4.2 Resumen resistencia térmica pared exterior e interior.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m*K)	Resistencia $R_k=L/K$ (m^2*K/W)
1	Fibrocemento	0,004	0,35	0,0114
2	Cámara de aire	0,092	-	0,155
3	Fibrocemento	0,004	0,35	0,0114
			ΣR_k	0,178

En este caso, la pared posee una cámara de aire. Para el cálculo de la resistencia térmica de la cámara de aire de la pared, se considera que esta cámara es vertical con flujo de calor horizontal. Con un espesor de 0,092 m, las absorptividades en contacto son $a_1=a_2=0,9$ donde $a'=0,82$. Por lo tanto la resistencia térmica de la cámara de aire es de 0,155 (m^2*K/W), según tabla 4 de la Norma Chilena Nch.853.EOF71.

Pared exterior:

$$Rt = 0,12 + 0,178 + 0,032$$

$$Rt = 0,33 \left(\frac{m^2K}{W} \right)$$

$$U_{p.f} = \frac{1}{0,33} \Rightarrow U = 3,03 \left(\frac{W}{m^2K} \right)$$

Pared interior:

$$Rt = 0,12 + 0,178 + 0,12$$

$$Rt = 0,418 \left(\frac{m^2K}{W} \right)$$

$$U_{p.i} = \frac{1}{0,418} \Rightarrow U = 2,4 \left(\frac{W}{m^2K} \right)$$

4.1.2 Resistencia térmica puerta

Tabla 4.3 Resumen resistencia térmica de la puerta.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m*K)	Resistencia $R_k=L/K$ (m^2*K/W)
1	Terciado	0,003	0,14	0,021
2	Cámara de aire	0,039	-	0,155
3	Terciado	0,003	0,14	0,021
			ΣR_k	0,197

Para el cálculo de la resistencia térmica de la cámara de aire de la puerta, se considera que esta cámara es vertical con flujo de calor horizontal. Con un espesor de 0,039 m, las absorptividades en contacto son $a_1=a_2=0,9$ donde $a'=0,82$. Por lo tanto la resistencia térmica de la cámara de aire es de 0,155 (m^2*K/W), según tabla 4 de la Norma Chilena Nch.853.EOF71.

$$R_t = 0,12 + 0,197 + 0,12$$

$$R_t = 0,44 \left(\frac{m^2 K}{W} \right)$$

$$U_{pu} = \frac{1}{0,44} \Rightarrow U = 2,27 \left(\frac{W}{m^2 K} \right)$$

4.1.3 Resistencia térmica del cielo

Tabla 4.4 Resumen resistencia térmica del cielo.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m*K)	Resistencia $R_k=L/K$ (m^2*K/W)
1	Fibrocemento	0,004	0,35	0,0114
2	Poliestireno exp.	0,10	0,034	2,94
			ΣR_k	2,95

Para este caso, el sentido de flujo de calor es ascendente para elementos interiores. Según tabla 3 Norma Chilena Nch.853.EOF71, se obtiene $R_{ci}=R_{ce}=0,11$.

$$R_t = 0,11 + 0,197 + 0,11$$

$$R_t = 3,17 \left(\frac{m^2 K}{W} \right)$$

$$U_c = \frac{1}{3,17} \Rightarrow U = 0,315 \left(\frac{W}{m^2K} \right)$$

4.1.4 Resistencia térmica del piso

Tabla 4.5 Resumen resistencia térmica del piso.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m*K)	Resistencia R _k =L/K (m ² *K/W)
1	Cerámica	0,004	1,75	0,002
2	Hormigón	0,1	1,75	0,06
			ΣR _k	0,062

Para el caso del piso, se considera flujo descendente para elementos interiores. Según tabla 3 Norma Chilena Nch.853.EOF71, se obtiene R_{ci}=R_{ce}=0,17.

$$R_t = 0,17 + 0,062 + 0,17$$

$$R_t = 0,4 \left(\frac{m^2K}{W} \right)$$

$H = 1,2 \left(\frac{W}{mK} \right)$ este valor se obtiene de la Nch1076. c73 correspondiente a un piso medianteme aislado. (Anexo A – 2)

4.1.5 Resistencia térmica del techo

Tabla 4.6 Resumen resistencia térmica techo.

N°	Material	Espesor (m)	Conductividad térmica (W/m*K)	Resistencia R _k =L/K (m ² *K/W)
1	Fieltro asfaltico	0,0008	0,14	0,006
2	Planchas cinc	0,00035	110	0
			ΣR _k	0,006

Para este caso, se considera flujo ascendente ligeramente inclinado, ver Fig.3.7. Según tabla 3 Norma Chilena Nch.853.EOF71, se obtiene R_{ci}=0,09.

$$R_t = 0,09 + 0,006 + 0,032$$

$$R_t = 0,128 \left(\frac{m^2K}{W} \right)$$

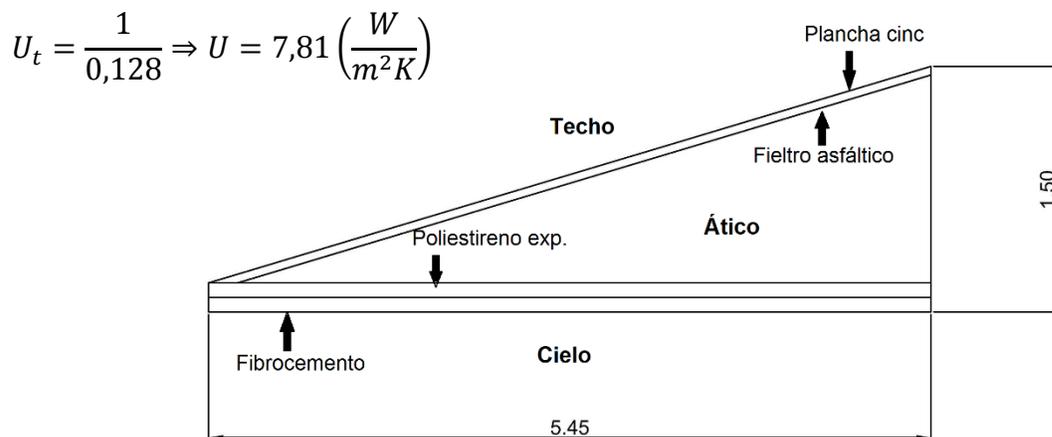


Fig.3.7. Esquema del techo y cielo del recinto. (Medidas en metros)

4.2 Carga de calefacción

La carga de calefacción se define como la carga de calor que debe entregar el equipo calefactor, para compensar las pérdidas a través de la estructura, más el calor necesario para calentar el aire frío que se infiltra al recinto.

Entonces se tiene que:

$$Q_{calef} = Q_{transferido} + Q_{aire}$$

$$Q_{calef} = \sum U_i * A_i * \Delta T_i + m_a * C_{p_{aire}} * \Delta T \quad (Ec.5)$$

Se deben calcular las siguientes pérdidas:

- Pérdidas de calor por transmisión a través de muros, cielo y piso.
- Pérdidas de calor por infiltración de aire frío.
- **Pérdidas de calor por transmisión a través de muros y puerta**

Para el cálculo de pérdidas de calor a través de muros y puertas, se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = A * U * (T_i - T_e) (W) \quad (Ec.6)$$

Donde:

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

U : Coeficiente global de transferencia de calor ($\frac{W}{m^2K}$)

T_i : Temperatura interior del recinto (K)

T_e : Temperatura exterior del recinto (K)

- **Pérdidas de calor a través del cielo hacia el ático**

Para las pérdidas de calor a través del cielo se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = A_{cielo} * U_c * (T_i - T_{ático}) (W) \quad (Ec.7)$$

Donde:

U_c : Coeficiente global de transferencia de calor del cielo ($\frac{W}{m^2K}$)

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

$T_{ático}$: Temperatura interior del ático (K)

- **Pérdidas de calor a través del piso**

Para las pérdidas de calor a través del piso se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = H * P * (T_i - T_e) (W) \quad (Ec.8)$$

Donde:

H : Coeficiente de transferencia de calor perimetral ($\frac{W}{mK}$), Norma Chilena NCh1076.c73

P : Perímetro del piso exterior (m)

- **Pérdidas de calor por infiltraciones de aire**

Las pérdidas de calor por infiltración de aire, se calculan por el método de N°RH, empleando la siguiente ecuación:

$$Q_{aire} = m_a * C_{p_{aire}} * (T_i - T_e) (W) \quad (Ec.9)$$

m_a : masa de aire infiltrado $\left(\frac{kg}{s}\right)$

Cp_{aire} : calor específico del aire $\left(\frac{J}{kg * K}\right)$

4.2.1 Condiciones de diseño

Según la norma chilena Nch1078.c73, para efectos de diseño de invierno, en la ciudad de Chillán se estiman las siguientes datos (Fig.4.1).

- Temperatura exterior de diseño para invierno (T_e) es igual a 3°C.
- Temperatura interior de la cámara de maduración (T_i) es igual a 15°C, para invierno y verano. (Requerimiento del producto)
- Las salas que rodean la cámara de maduración son locales no calefaccionados, rodeado de otro calefaccionado, T_e es igual a 12°C según tabla 3 Nch1078.c73.

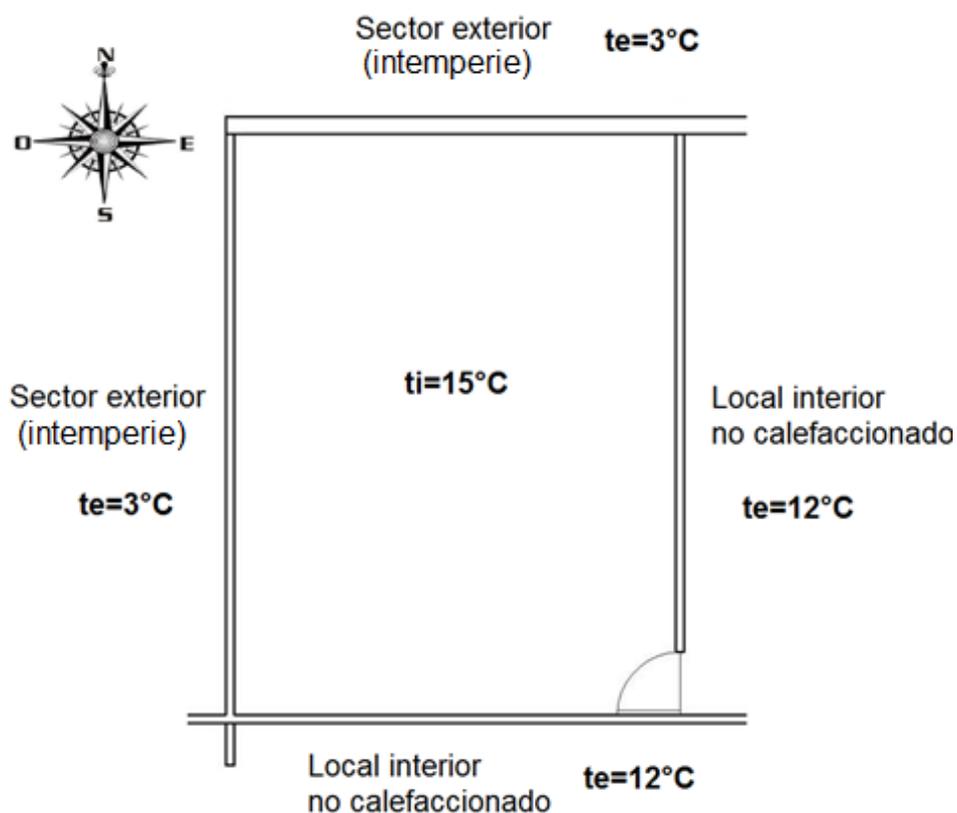


Fig.4.1. Condiciones de diseño en invierno.

4.2.2 Cálculo de carga de calefacción cámara de maduración

Para el cálculo de las pérdidas de calor a través de muros y puertas, se utiliza la Ec.6. Por lo tanto:

- Sector Norte. (Ambiente exterior)

$$Q_{muro} = 15,75(m^2) * 3,52 \left(\frac{W}{m^2K} \right) * 12(K) \Rightarrow Q_{muro} = 665,3 (W)$$

- Sector Sur. (Ambiente interior no calefaccionado)

$$Q_{muro} = 15,75(m^2) * 2,4 \left(\frac{W}{m^2K} \right) * \Delta 3(K) \Rightarrow Q_{muro} = 113,4 (W)$$

- Sector Este. (Ambiente interior no calefaccionado)

$$Q_{muro} = 19,2(m^2) * 2,4 \left(\frac{W}{m^2K} \right) * 3(K) \Rightarrow Q_{muro} = 138,24 (W)$$

$$Q_{puerta} = 1,5(m^2) * 2,27 \left(\frac{W}{m^2K} \right) * 3(K) \Rightarrow Q_{puerta} = 10,2 (W)$$

- Sector Oeste. (Ambiente exterior)

$$Q_{muro} = 20,7(m^2) * 3,03 \left(\frac{W}{m^2K} \right) * 12(K) \Rightarrow Q_{muro} = 752,7 (W)$$

- Pérdidas de calor a través del cielo.

La temperatura del ático fue obtenida según la tabla 3 NCh.1078.c73, para un ático no calefaccionado inmediatamente debajo del tejado provisto de aislación térmica, $T_{ático} = 13^{\circ}C$. En este caso se utiliza la Ec.7, por lo tanto:

$$Q_{cielo} = 36,3(m^2) * 0,315 \left(\frac{W}{m^2K} \right) * 2(K) \Rightarrow Q_{cielo} = 22,87 (W)$$

- Pérdidas de calor por el piso.

Para el cálculo de pérdidas por el piso, se debe considerar el perímetro del piso que sólo este en contacto con el exterior, éste corresponde a 12,15 m. En este caso se utiliza la Ec.8, por lo tanto:

$$Q_{piso} = 1,2 \left(\frac{W}{mk} \right) * 12,15(m) * 12(K) \Rightarrow Q_{piso} = 175 (W)$$

- Pérdidas de calor por infiltraciones de aire.

El método utilizado para calcular la masa de aire infiltrado es el de número de renovaciones hora (N°RH) (Ec.10), para la cual se considera lo siguiente:

$$V_{infiltrado} = N^{\circ}RH * V_{sala} \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

$$m_a = \rho_{aire} * V_{infiltrado} \left(\frac{kg}{h} \right) \quad (Ec.10)$$

Para este local un considera un N°RH de 1, por lo tanto:

$$V_{sala} = 108,7(m^3)$$

$$\rho_{aire} = 1,2 \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

$$Cp_{aire} = 1004 \left(\frac{J}{kg * K} \right)$$

Entonces:

$$V_{infiltrado} = 108,7(m^3) * 1(N^{\circ}RH) * \frac{1h}{3600s} = 0,03 \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$m_a = 1,2 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 0,03 \left(\frac{m^3}{s} \right) = 0,036 \left(\frac{kg}{s} \right)$$

$$Q_a = 0,036 \left(\frac{kg}{s} \right) * 1004 \left(\frac{J}{kg * K} \right) * 12(K) \Rightarrow Q_a = 433,7 (W)$$

Finalmente:

$$Q_{calef} = 665,3 + 113,4 + 138,24 + 10,2 + 752,7 + 22,87 + 175 + 433,7$$

$$Q_{calef} = 2311,4 \text{ (W)}$$

Ver tabla 4.7 Hoja de cálculo para calefacción de la cámara de maduración.

4.3 Capacidad de los equipos de calefacción

Para calcular la capacidad de los equipos de calefacción se debe agregar coeficientes de corrección o suplementos a la expresión de la carga de calefacción, lo cual se puede expresar de la siguiente forma:

$$Q_{equipo} = \sum U_i * A_i * \Delta T_i * (1 + S_0 + S_1) + Q_{aire} * (R * H * S_2) \text{ (W)} \quad (\text{Ec.11})$$

4.3.1 Coeficientes de corrección

Existen 5 factores y están detallados a continuación:

S₀= Suplemento por intermitencia del servicio de calefacción

Para determinar este coeficiente se debe calcular la permeabilidad térmica media (P_m) del recinto, la cual se obtiene de la siguiente ecuación:

$$P_m = \frac{\sum(U_i * A_i * \Delta T)}{\sum(U_i * \Delta T)} \quad (\text{Ec.12})$$

Por lo tanto:

$$P_m = \frac{1877,71}{962,25} = 1,95 \left(\frac{W}{m^2K} \right)$$

El suplemento S_0 es función de P_m y de las horas de interrupción diarias de calefacción. Para este caso se asume una interrupción durante 9 a 12 h, según tabla 6 suplemento S_0 , de la NCh1078.c73, el valor es de 0,15.

S₁= Suplemento por orientación

Este coeficiente depende de la orientación de las paredes respecto a los puntos cardinales del recinto a calefaccionar, según tabla 7 de la NCh.1078.c73.

Entonces:

Pared orientada al Norte	S ₁ = -0,05	
Pared orientada al Sur	S ₁ = 0,05	
Pared orientada al Este	S ₁ = 0,05	(Nunca recibe sol)
Pared orientada al Oeste	S ₁ = 0	

R= Factor empírico característico de puertas y ventanas

Este coeficiente se determina entre el área de las puertas interiores y ventanas exteriores. El recinto no posee ventanas, por lo tanto según tabla 9 de la NCh1078.c73, se considera un valor de R=0,9.

H= Factor de protección del local respecto al invierno

Para este caso, según la Nch.1078.c73, se considera un recinto independiente y despejado. H=0,84

S₂= Factor empírico

Este factor puede ser 1 o 1,2, solo para locales ubicados en esquinas y con puertas o ventanas ubicadas en un vértice. Para este caso se considera S₂=1.

Tabla 4.7 Hoja de cálculo para calefacción de la cámara de maduración.

HOJA DE CALCULO PARA CALEFACCION

$t_i = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$	$t_e = 3 \text{ } ^\circ\text{C}$	$V = 24 \text{ km/h}$
------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------

PERDIDAS DE CALOR POR LA ESTRUCTURA

Designac.	Orientac.	Superf. neta (m ²)	U W/m ² °C	Δt °C	Qcalef. W	So	S ₁	(1+ So+ S ₁)	Qequipo W
Muro	Norte	15,75	3,52	12	665,3	0,15	-0,05	1,10	731,83
Muro	Sur	15,75	2,4	3	113,4	0,15	0,05	1,20	136,1
Muro	Este	19,2	2,4	3	138,24	0,15	0,05	1,2	165,9
Puerta	Este	1,5	2,27	3	10,2	0,15	0,05	1,2	12,24
Muro	Oeste	20,7	3,03	12	752,7	0,15	0	1,15	865,61
Cielo		36,3	0,315	2	22,87	0,15	0	1,15	26,3
Piso		m lineales	H						
		12,15	1,2	12	175	0,15	0	1,15	201,25
SUBTOTAL					1877,71				2139,23

INFILTRACION DE AIRE FRIO

Rendijas	V m ³ /h	m kg /s	Cp J/kg°C	Δt °C	Qcalef. W	R	H	S ₂	Qequipo W
	108,7	0,036	1004	12	433,7	0,9	0,84	1	328
SUBTOTAL					433,7				328
TOTAL					2311,4				2467,23

Dado los cálculos anteriores realizados para el recinto, se presenta el siguiente cuadro resumen con las necesidades de calefacción.

Tabla 4.8 Resumen de cargas térmicas

Sector	Área (m ²)	Q calefacción (W)	Q equipo (W)	Q equipo (BTU/h)	Tasa de calefacción (W/m ²)
Cámara de maduración	36,3	2331,4	2467,23	8419	68

4.4 Cálculo de ganancias térmicas para verano

Para el cálculo de ganancias de calor en verano se deben considerar las siguientes ganancias:

- Por conducción y convección a través de la estructura.
- Por radiación solar a través de muros y techo.
- Por ocupación de personas y luces.

4.4.1 Ganancias por convección y conducción

Para el cálculo de ganancias por convección y conducción, se utiliza la misma metodología y los mismos coeficientes globales de transferencia de calor utilizados para la condición de invierno, con el Δt correspondiente al verano y sin considerar factores de corrección. Las condiciones de diseño consideradas para todos los cálculos de verano son las siguientes: $T_e=30^\circ\text{C}$ y $T_i=15^\circ\text{C}$, además en los locales interiores se considera $T=22^\circ\text{C}$.

Tabla 4.9 Resumen de ganancias de calor por convección y conducción.

Designación	Orientación	Área (m ²)	U (W/m ² °C)	Δt (°C)	Q ganancias (W)
Muro	Norte	15,75	3,52	15	831,6
Muro	Sur	15,75	2,4	8	302,4
Muro	Este	19,2	2,4	8	368,64
Puerta	Este	1,5	2,27	8	27,24
Muro	Oeste	20,7	3,03	8	940,8
Cielo		36,3	0,315	15	171,52
Piso		Perímetro (m)	H (W/mK)		
		12,15	1,2	15	225
SUBTOTAL					2867,2

Tabla 4.10 Ganancias de calor por infiltración de aire caliente.

Rendijas	V (m ³ /h)	m (kg/s)	Cp (J/kg°C)	Δt (°C)	Q ganancias (W)
	108,7	0,036	1004	15	542,2
SUBTOTAL					542,2
TOTAL GANANCIAS POR CONVECCIÓN Y CONDUCCIÓN					3409,4

4.4.2 Por radiación a través de muros y techo

a) Radiación en muros

El método utilizado para el cálculo de este caso, es el llamado método del Manual Carrier. Se basa en la siguiente fórmula:

$$Q = U * A * \Delta te \quad (\text{Ec.13})$$

Donde:

U = Coeficiente global de transferencia de calor $\left(\frac{W}{m^2K}\right)$

A = Área de transferencia de calor (m^2)

Δte = Diferencia de temperatura equivalente ($^{\circ}K$)

Para la obtención del valor Δte se tiene la siguiente fórmula:

$$\Delta te = a + \Delta t_{es} + b * \frac{R_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es}) \quad (\text{Ec.14})$$

Donde:

a : Corrección proporcionada por tabla 20A (Anexo A-3), teniendo en cuenta un incremento distinto de $8^{\circ}C$, entre las temperaturas interior y exterior. Además con una diferencia de temperatura diferente a $11^{\circ}C$, de la temperatura seca exterior en 24 horas.

Δt_{es} : Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada, para la pared a la sombra. Se extrae de la tabla 19, a la hora solar que se desea evaluar el Δte . Se debe considerar el peso del muro kg/m^2 .

Δt_{em} : Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada, para la pared soleada. (Tabla 19 Manual Carrier) (Anexo A-3).

b : Coeficiente que considera el color de la cara exterior de la pared.

- Color oscuro $b=1$ (azul oscuro, rojo oscuro, marrón, etc.)
- Color medio $b= 0,78$ (verde, azul o gris)
- Color claro $b=0,55$ (blanco, crema, etc.)

R_s : Máxima insolación solar (kcal/h-m²), correspondiente al mes y latitud de estudio, a través de una superficie acristalada vertical, para la orientación considerada (en el caso de la pared); u horizontal (techo), (tabla 15 o tabla 6 Manual Carrier Anexo A-3).

R_m : Máxima insolación solar (kcal/h-m²), correspondiente al mes de Julio a 40° de latitud Norte, a través de una superficie acristalada vertical, para la orientación considerada (pared); u horizontal (techo), (tabla 15 o tabla 6 Manual Carrier).

Para realizar el procedimiento posterior se debe conocer el peso de los muros en kg/m², la tabla 4.11 muestra el resumen de éstos.

Tabla 4.11 Resumen de peso de muros y techo.

Tipo de material	Espesor (m)	ρ (kg/m ³)	Muro Oeste	Muro Norte	Techo
Fibrocemento	0,004	1800	7,2	-	-
Cámara de aire	0,092	1,2	0,11	-	-
Fibrocemento	0,004	1800	7,2	-	-
Hormigón	0,2	2400	-	480	-
Cinc	0,00035	7140	-	-	2,5
Filtro asfáltico	0,0008	1100	-	-	0,9
PESOS DE MUROS Y TECHO (kg/m²)			14,51	480	3,4

Para todos los cálculos de ganancias en verano, cabe señalar que las condiciones de diseño consideradas son las siguientes:

$$T_e=30^\circ\text{C} \text{ y } T_i=15^\circ\text{C}, \text{ por lo tanto } \Delta t=15^\circ\text{C}$$

Además la diferencia de temperatura exterior en 24 horas es de 12°C. Por lo tanto la corrección proporcionada por la Tabla 20A Manual Carrier es: $\alpha = 7,3$

Para la estimación de la máxima insolación solar, se elegirá el mes de enero como mayor aporte solar a las 13 horas del día. Luego desde la tabla 15 del Manual Carrier, se extraen las máximas insolaciones solares R_s sobre los muros y techos, esto para latitud 40° sur.

Tabla 4.12 Resumen tabla 15 Manual Carrier.

MÁXIMA INSOLACIÓN Rs (kcal/h*m2)		MÁXIMA INSOLACIÓN Rm (kcal/h*m2)
Ubicación Muro	Mes Enero	Mes de Julio a 40° latitud Norte
Norte	187	65
Oeste	444	44
TECHO		
Horizontal	631	631

El coeficiente de absorción **b**, se considera con un valor de 0,55 correspondiente a colores blancos. Para el caso de Δt_{em} y Δt_{es} se considera que el muro Norte pesa menos de 500 kg/m² y el muro Oeste menos de 100 kg/m² (tabla 19 Manual Carrier).

La tabla 4.13 muestra los valores extraídos de dicha tabla, los que serán utilizados para el cálculo de Δt_e .

Tabla 4.13 Diferencia equivalente de temperatura.

Orientación	Peso (kg/m ²)	Δt_{em}	Δt_{es}
		Hora solar 13:00	
Norte	≤ 500	0,5	0,5
Oeste	≤ 100	7,8	4,4

Conocidos los valores necesarios, mediante la Ec.14 se obtiene el valor de Δt_e los que son resumidos en la tabla 4.14.

Tabla 4.14 Diferencia equivalente de temperatura corregida.

Diferencia de temperatura equivalente en °C para el mes de Enero							
Hora solar 13:00							
Orientación	α	Δt_{es}	b	Rs	Rm	Δt_{em}	Δt_e
Norte	7,3	0,5	0,55	187	65	0,5	7,8
Oeste	7,3	4,4	0,55	444	444	7,8	13,57

Obtenidos estos valores se puede calcular las ganancias por radiación en los muros y techo, con la Ec.13 quedando demostrado en la tabla 4.15.

Tabla 4.15 Ganancias por radiación en muros y techo.

GANANCIAS POR RADIACIÓN EN MUROS				
ENERO HORA SOLAR 13:00				
Orientación	U (W/m ² *K)	A (m ²)	Δte (°C)	Q (W)
Muro Norte	3,52	15,75	7,8	502,8
Muro Oeste	3,03	20,7	13,57	989,7
TOTAL RADIACIÓN EN MUROS (W)				1492,5

b) Radiación en techo:

En este caso, es necesario realizar un análisis más profundo de cómo se distribuye el calor radiante que incide al techo y después llega al ático.

Mediante el software EES se realizó una programación que permite aclarar este fenómeno. Para ello se efectuó un balance térmico del ático, donde el calor radiante del techo es igual a la suma del calor del cielo y del techo. En la Fig.4.2 se muestra la ventana de ecuaciones utilizadas.

$$Q_{\text{radiación}} = U_{\text{techo}} \cdot A_{\text{techo}} \cdot (T_{\text{ático}} - T_{\text{exterior}}) + U_{\text{cielo}} \cdot A_{\text{cielo}} \cdot (T_{\text{ático}} - T_{\text{interior}})$$

$$Q_{\text{techo}} = U_{\text{techo}} \cdot A_{\text{techo}} \cdot (T_{\text{ático}} - T_{\text{exterior}})$$

$$Q_{\text{cielo}} = U_{\text{cielo}} \cdot A_{\text{cielo}} \cdot (T_{\text{ático}} - T_{\text{interior}})$$

$$\text{Porc}Q_{\text{cielo}} = \frac{Q_{\text{cielo}}}{Q_{\text{radiación}}} \cdot 100$$

$$\text{Porc}Q_{\text{techo}} = \frac{Q_{\text{techo}}}{Q_{\text{radiación}}} \cdot 100$$

Fig.4.2. Ecuaciones balance térmico del ático.

Es necesario obtener el calor por radiación del techo para poder efectuar dicho balance térmico. Para calcular el calor radiante del techo se utiliza el mismo procedimiento realizado anteriormente. El coeficiente de absorción **b**, se considera como 0,78. Para el caso de Δt_{em} y Δt_{es} se considera que el techo pesa menos de 50 kg/m² (tabla 20 Manual Carrier).

Tabla 4.16 Diferencia equivalente de temperatura.

Orientación	Peso (kg/m ²)	Δt_{em}	Δt_{es}
		Hora solar 13:00	
Horizontal	≤ 50	13,3	5

Mediante la Ec.14 se obtiene el valor de Δt_e resumido en la tabla 4.17.

Tabla 4.17 Diferencia equivalente de temperatura corregida.

Diferencia de temperatura equivalente en °C para el mes de Enero							
Hora solar 13:00							
Orientación	α	Δt_{es}	b	Rs	Rm	Δt_{em}	Δt_e
Horizontal	7,3	5	0,78	631	631	13,3	18,77

Obtenido el valor de Δt_e se puede calcular la ganancia de calor a través del techo.

Tabla 4.18 Ganancia por radiación del techo.

GANANCIAS POR RADIACIÓN EN MUROS				
ENERO HORA SOLAR 13:00				
Orientación	U (W/m ² *K)	A (m ²)	Δt_e (°C)	Q (W)
Horizontal	7,81	38,6	18,77	6581
TOTAL RADIACIÓN EN TECHO (W)				6581

Este calor por radiación del techo obtenido llega primero al ático, la temperatura de éste aumenta sobre la temperatura exterior y también es mayor a la del interior del recinto, por lo tanto es necesario realizar un balance térmico del ático para conocer el comportamiento y distribución del calor radiante del techo en éste (Fig.4.2). La Fig.4.3 muestra el fenómeno antes descrito.

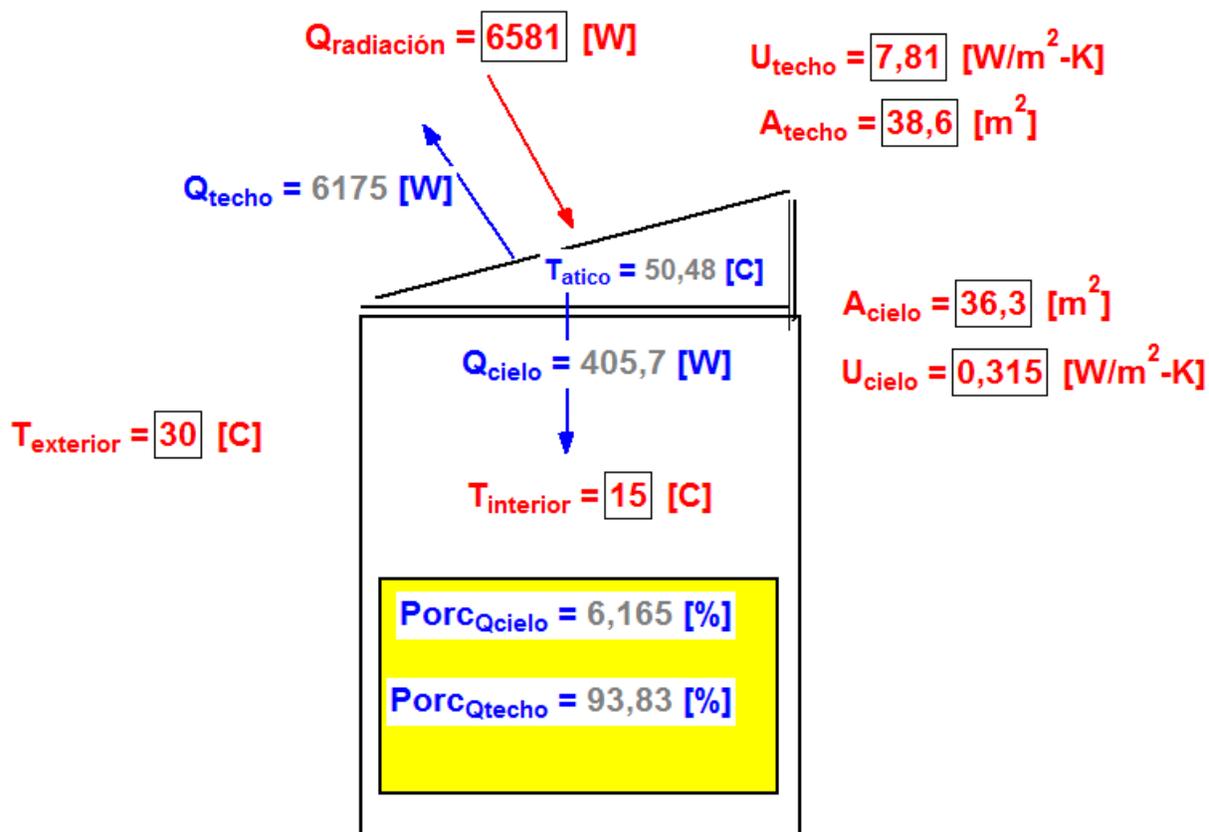


Fig.4.3. Diagrama window del balance térmico del ático.

Con el programa se calcula la temperatura del ático, el calor del techo y el cielo. De este modo se obtiene que una parte del calor se disipa hacia el exterior a través del techo y la otra al interior del recinto. Por lo tanto, en este caso solo importa el porcentaje de calor por radiación del techo que llega al interior del recinto. Este porcentaje solo es un 6,165 % de la ganancia por el techo, entonces el calor por radiación es de $Q_{\text{radiación}} = 405,7 \text{ W}$.

Con el software, se procedió a elaborar varias tablas paramétricas, y gráficos correspondientes, para analizar la influencia del U_{techo} y U_{cielo} en el calor que se transfiere por el cielo hacia el interior del recinto.

En la Fig.4.4 se muestra las ecuaciones utilizadas y datos que se asumen para realizar este análisis.

BALANCE TÉRMICO DEL ÁTICO AL INCIDIR SOBRE EL TECHO RADIACIÓN SOLAR

Debe aumentar la temperatura del aire del ático

$$Q_{radiación} = Q_{techo} + Q_{cielo}$$

$$Q_{radiación} = U_{techo} \cdot A_{techo} \cdot (T_{ático} - T_{exterior}) + U_{cielo} \cdot A_{cielo} \cdot (T_{ático} - T_{interior})$$

$$U_{techo}=7$$

$$U_{cielo}=0,5$$

$$A_{cielo}=20$$

$$A_{techo}=31$$

$$T_{interior}=15$$

$$T_{exterior}=31$$

$$Q_{radiación}=7000$$

$$Q_{techo} = U_{techo} \cdot A_{techo} \cdot (T_{ático} - T_{exterior})$$

$$Q_{cielo} = U_{cielo} \cdot A_{cielo} \cdot (T_{ático} - T_{interior})$$

$$PorcQ_{cielo} = (Q_{cielo}/Q_{radiación}) \cdot 100$$

$$PorcQ_{techo} = (Q_{techo}/Q_{radiación}) \cdot 100$$

Fig.4.4. Balance térmico del ático.

En los gráficos (Gráfico N°1, N°2 y N°3) se exponen las tendencias correspondientes en los casos analizados.

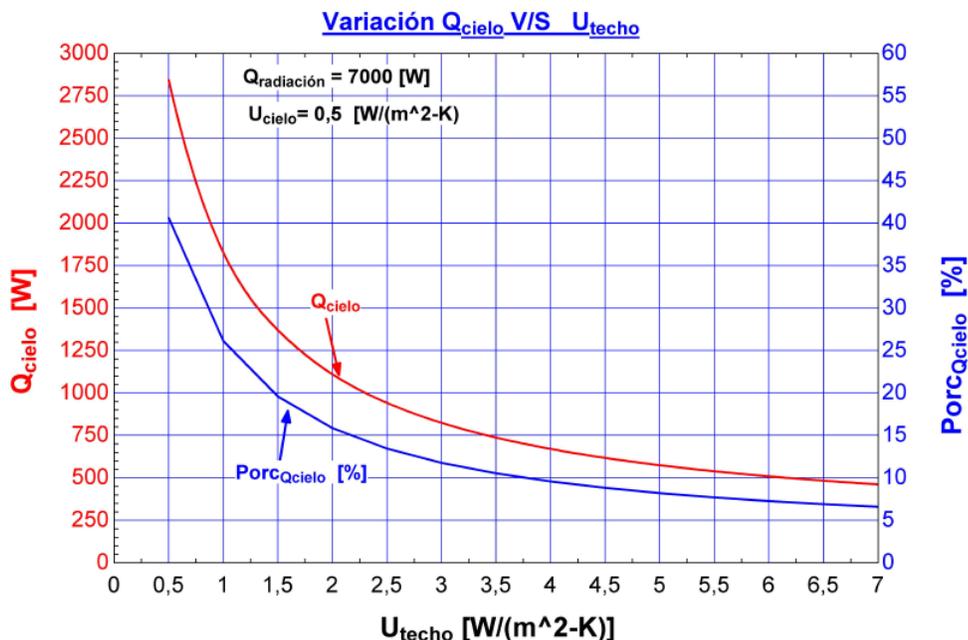


Gráfico N°1. Variación Q_{cielo} V/S U_{techo} .

La temperatura del aire en el ático aumenta y llega a ser mayor que el de la intemperie. En el gráfico N°1 a mayor U_{techo} influye en un menor Q_{cielo} debido al mejor porcentaje de la radiación solar que penetra hacia el interior, por ende mayor calor se disipa desde el ático hacia el ambiente exterior por el techo.

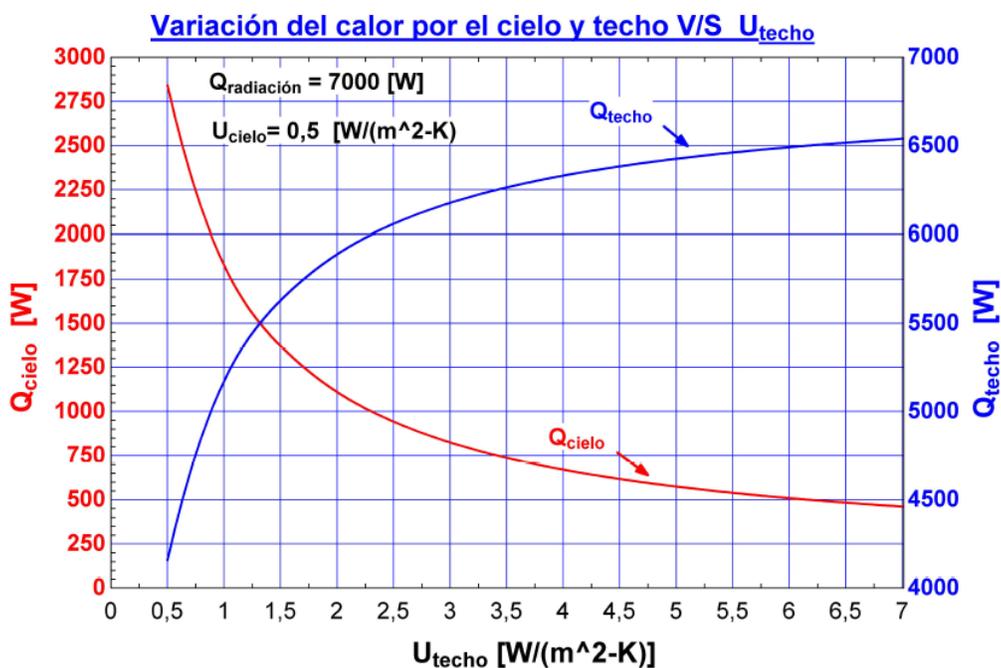


Gráfico N°2. Variación del calor por el cielo y techo V/S U_{techo} .

En el gráfico N°2 mayor calor se disipa desde el ático hacia el ambiente exterior por el techo, cuando el U_{techo} es mayor (menos aislado).

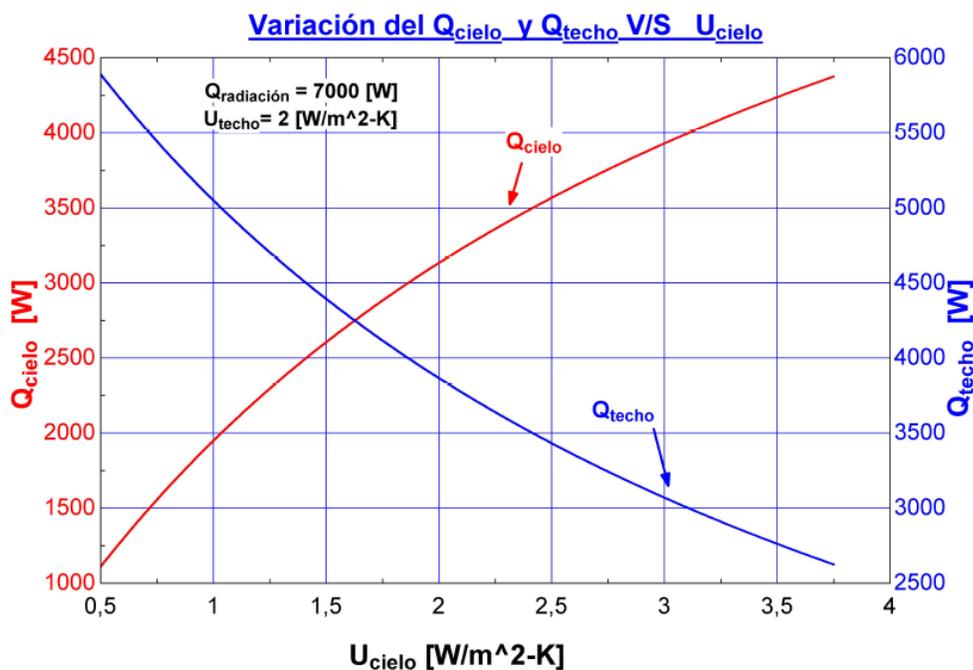


Gráfico N°3. Variación del Q_{cielo} y Q_{techo} V/S U_{cielo} .

En el gráfico N°3 se aumentó el U_{techo} y se hizo variar el U_{cielo} , aumento el Q_{cielo} y disminuyó el Q_{techo} . De este modo, se concluye que es más efectivo una buena aislación del cielo y no del techo. Con mejor aislación del cielo el porcentaje de calor hacia el local es mejor, aislar más el techo se traduce en mayor temperatura del ático debido al mejor porcentaje hacia el exterior.

4.4.3 Cálculo ganancias por ocupación de personas y luces.

- Ganancias por ocupación de personas.

Grado de actividad: trabajo ligero en banco de taller

Tipo de aplicación: trabajo ligero

Cantidad de personas: 1

En este caso se asume un calor de:

$$Q_{\text{personas}} = 150 \text{ (W)}$$

- Ganancias por el alumbrado.

Tipo de alumbrado: foco incandescente

Cantidad focos: 1

Potencia Foco: 15 W

Según tabla 49 Manual Carrier se tiene que:

$$Q_{\text{iluminación}} = \text{Potencia total} * N^{\circ} \text{ de focos (W)}$$

$$Q_{\text{iluminación}} = 15 * 1 \rightarrow Q_{\text{iluminación}} = 15 \text{ (W)}$$

En la tabla 4.19 que se presenta a continuación se da a conocer un resumen total de ganancias en la cámara de maduración.

Donde:

Q_{cc} : Ganancia térmica por convección y conducción.

Q_r : Ganancia térmica por radiación en muros y techo.

Q_p : Ganancia térmica debido a las personas.

Q_l : Ganancia térmica debido a las luces.

Tabla 4.19 Resumen de ganancias térmicas para la condición de verano

Recinto	Q_{cc} (W)	Q_r (W)	Q_p (W)	Q_l (W)	Q total (W)
Ganancias	3409,4	1898,2	150	15	5472,6
				TOTAL	5472,6

Después de realizado el procedimiento de cálculo para la condición de verano, se obtiene que la ganancia térmica es de 5.472,6 W que equivalen a 18.674 (BTU/h) este dato permitirá una correcta elección de los equipos que se seleccionarán, dado que las ganancias en verano son mayores que las pérdidas en la condición de invierno.

CAPÍTULO 5: TIPOS DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

Existen diferentes sistemas de aire acondicionado en el mercado, cada uno va dirigido a un sector con unas necesidades determinadas. Se pueden clasificar en 3 categorías:

- Sistemas de aire acondicionado de tipo residencial.
- Sistemas de aire acondicionado de tipo comercial.
- Sistemas de aire acondicionado de tipo industrial.

5.1 Sistemas de aire acondicionado de tipo residencial

Son equipos que climatizan hasta 60 m² por lo tanto su uso se concentra en casas, oficinas, comercios, etc. En esta categoría se encuentran los siguientes equipos:

- Splits muro.
- Ventana.

5.1.1 Splits muro

Los splits muro son equipos de descarga directa que constan de dos partes: la unidad exterior y la unidad interior (Fig.5.1). La unidad exterior obviamente se instala en el exterior de la habitación y se compone de la válvula de expansión, el compresor y el condensador. La unidad interior comprende la bobina de evaporación o de enfriamiento y el ventilador de refrigeración, lo anterior cuando el sistema origina enfriamiento del local interior.

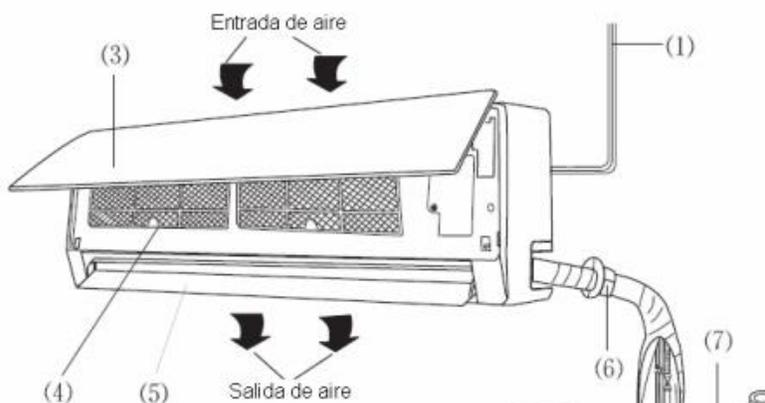
La unidad evaporadora está compuesta por el evaporador, el ventilador, el filtro de aire y el sistema de control, y es la unidad que va dentro del espacio a acondicionar. La unidad condensadora es la que se encarga de rechazar el calor hacía el exterior por lo que el aire que sale es caliente, es por eso que no se debe colocar en un lugar encerrado ya que al no haber ventilación el equipo se puede sobrecalentar.

La calefacción en este sistema se consigue mediante la inversión del flujo del refrigerante entre el evaporador y el condensador, la cual se consigue mediante una válvula de 4 vías.

La unidad evaporadora y condensadora deben estar conectadas entre sí por medio de una tubería de cobre para gas refrigerante y también por el cable de conexión eléctrica. Se hace la evacuación de los condensados de la evaporadora por una tubería que sale al exterior por la misma línea.

Los rangos de capacidad de los Split muro oscilan entre 9000 y 24000 BTU/h.

UNIDAD INTERIOR



Indicaciones en el display:

- ☃ : Frio
- 💧 : Seco
- ☀ : Calor
- ⏻ : Funcionando
- BB : Temperatura

UNIDAD EXTERIOR

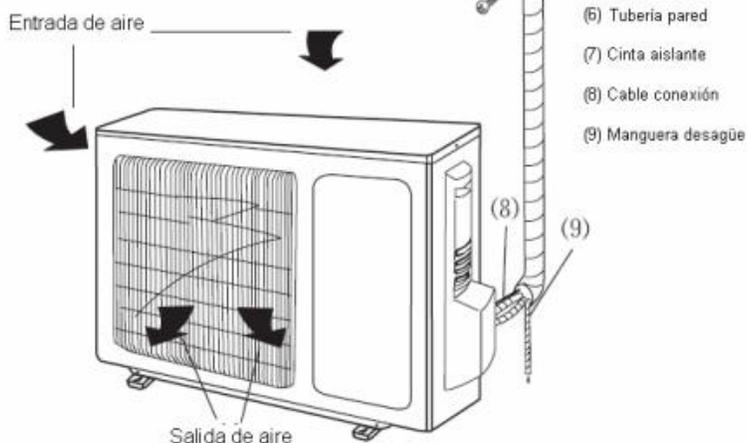


Fig.5.1. Sistema de aire acondicionado splits muro.
(Manual de usuario aire acondicionado splits muro Anwo)

5.1.2 Ventana

El aire acondicionado de ventana es el acondicionador de aire más utilizado para habitaciones individuales (Fig.5.2). Este tipo de equipo tiene todos los componentes necesarios en una sola caja (Fig.5.3).



Fig.5.2. Aire acondicionado tipo ventana.

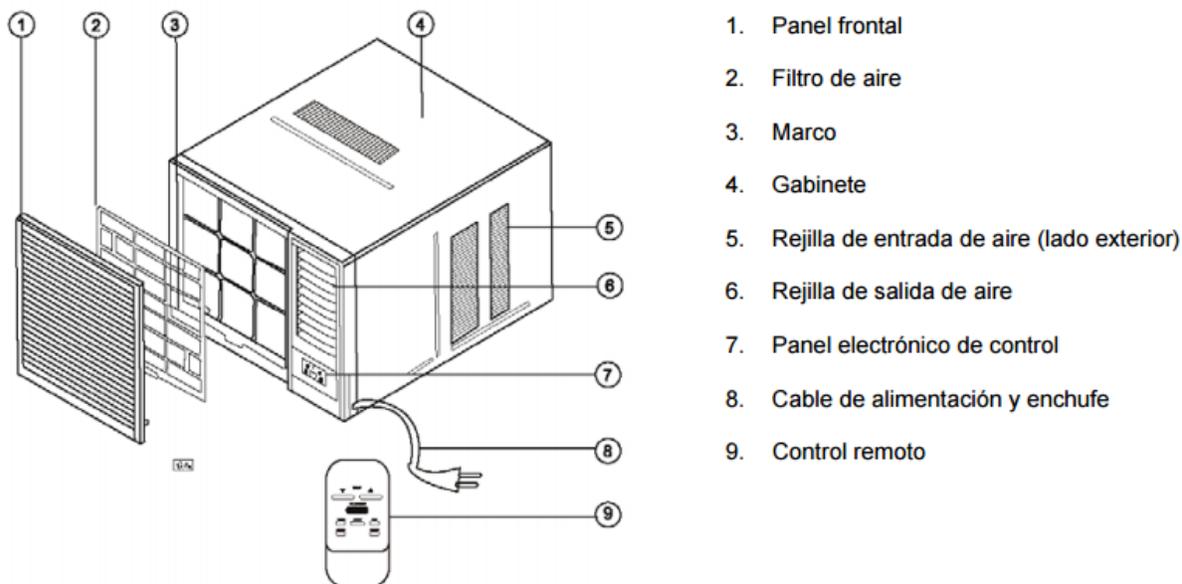


Fig.5.3. Componentes aire acondicionado tipo ventana.

(Manual de usuario aire acondicionado tipo ventana Anwo)

En una carcasa con aberturas de aspiración y expulsión de aire, se encuentra el sistema de refrigeración, constituido por el compresor, el evaporador, el

condensador y el dispositivo de expansión, además del sistema de encendido y control, los ventiladores, el filtro de aire y las rejillas de control y distribución.

A través de las rejillas de retorno y con la ayuda de un ventilador radial centrífugo, el aire del local es aspirado por el filtro y serpentín de refrigeración (evaporación). El aire, después de pasar por el evaporador, es tomado por el ventilador e impulsado nuevamente al interior del local a través de las rejillas de impulsión.

El aire exterior se prevé solo por infiltración, ya que este tipo de sistema no tiene posibilidad de tomar aire exterior para renovación. El montaje de estos equipos se realiza en muros exteriores y ventanas.

Las capacidades de estos equipos oscilan entre 9000 y 24000 BTU/h.

5.2 Sistemas de aire acondicionado de tipo comercial

Estos equipos de climatización cubren desde 60 a 120 m², generalmente son usados en tiendas comerciales, grandes oficinas, etc. Los equipos de tipo comercial tienen un funcionamiento similar a los splits muro, solo se diferencian en la forma de instalación. En esta categoría se encuentran los siguientes equipos:

- Piso cielo.
- Splits ductos.
- Splits cassette.

5.2.1 Piso cielo.

Pertenece a los dos grupos tanto residencial como comercial ya que las capacidades van desde los 18000 a 24000 BTU/h (residencial) y 36000 a 60000 BTU/h (comercial). La unidad interior de estos equipos se puede instalar tanto en el muro como en el techo del interior de la habitación (Fig.5.4).

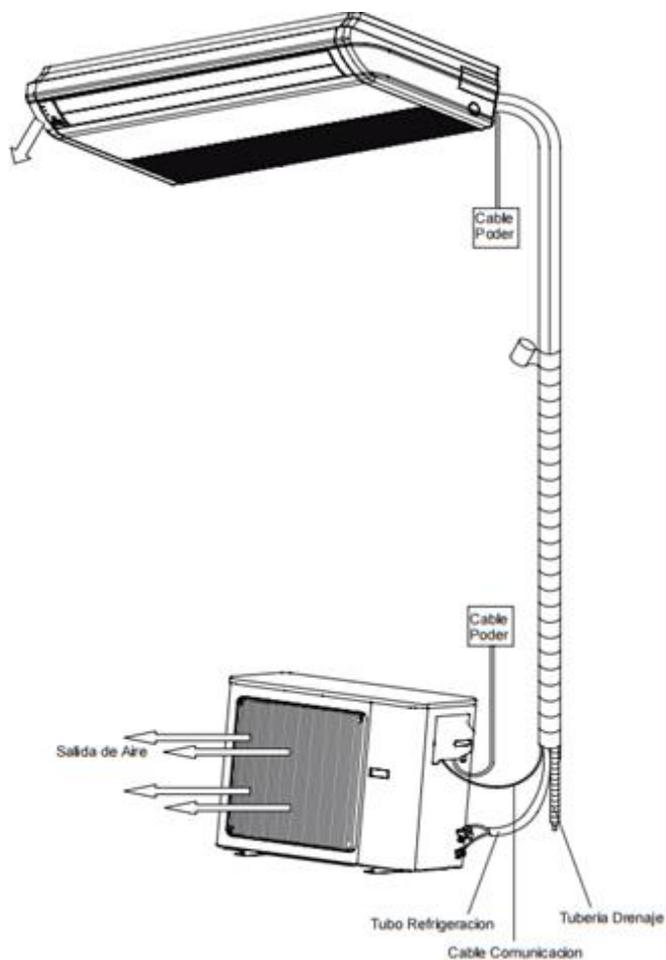


Fig.5.4. Sistema de aire acondicionado piso cielo.

5.2.2 Splits ductos

Pertenece a los dos grupos tanto residencial como comercial ya que las capacidades van desde los 18000 a 24000 BTU/h (residencial) y 36000 a 60000 BTU/h (comercial). Este equipo puede instalarse, casi, en cualquier lugar, especialmente en el cielo raso de una habitación, el aire se distribuye a través de ductos y rejillas difusores (Fig.5.5 y Fig.5.6).



Fig.5.5. Aire acondicionado Split ducto.

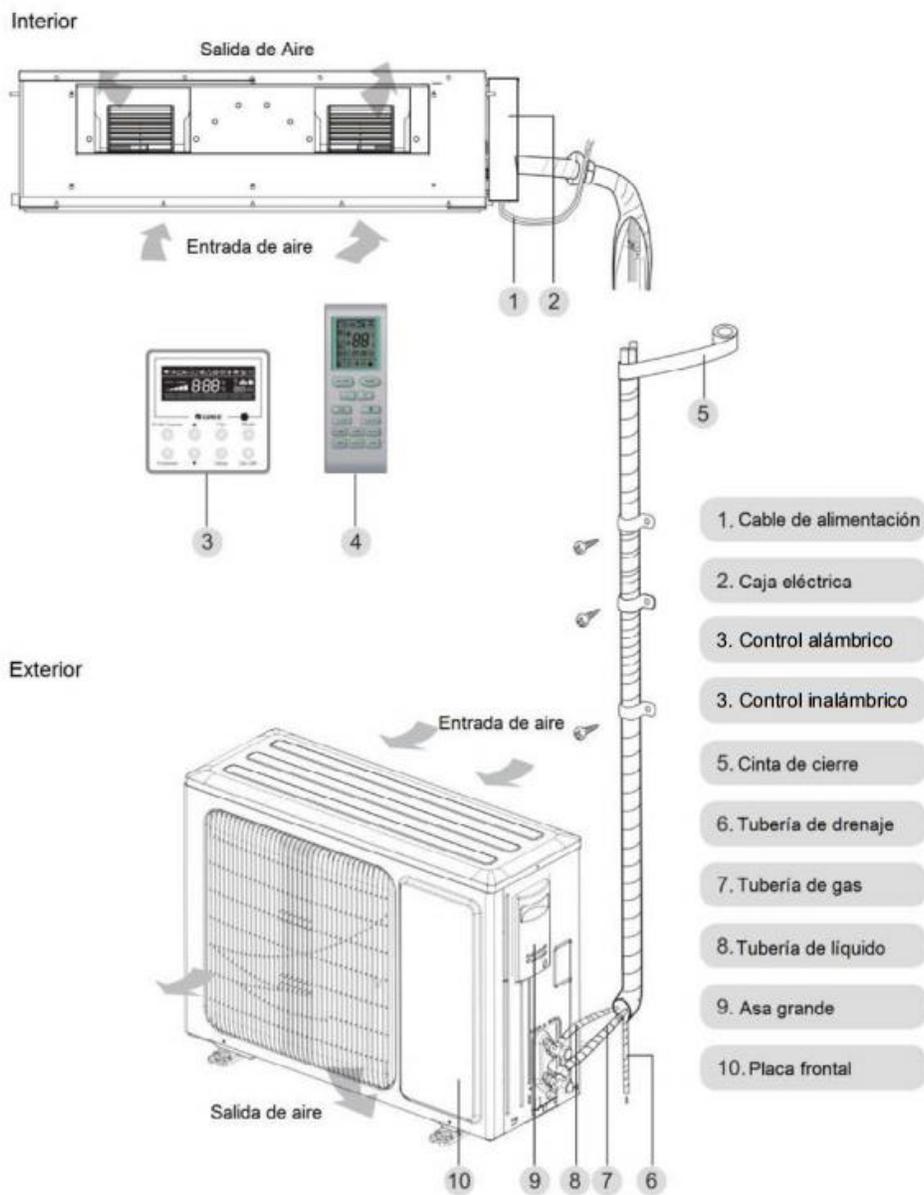


Fig.5.6. Sistema de aire acondicionado Split ducto.

5.2.3 Splits cassette

Pertenece a los dos grupos tanto como residencial y comercial ya que las capacidades van desde los 12000 a 24000 BTU/h (residencial) y 36000 a 60000 BTU/h (comercial). Estos equipos van empotrado en el techo y poseen hasta 4 vías de salida de aire (mejor distribución del aire hacia el interior del recinto) (Fig.5.7).

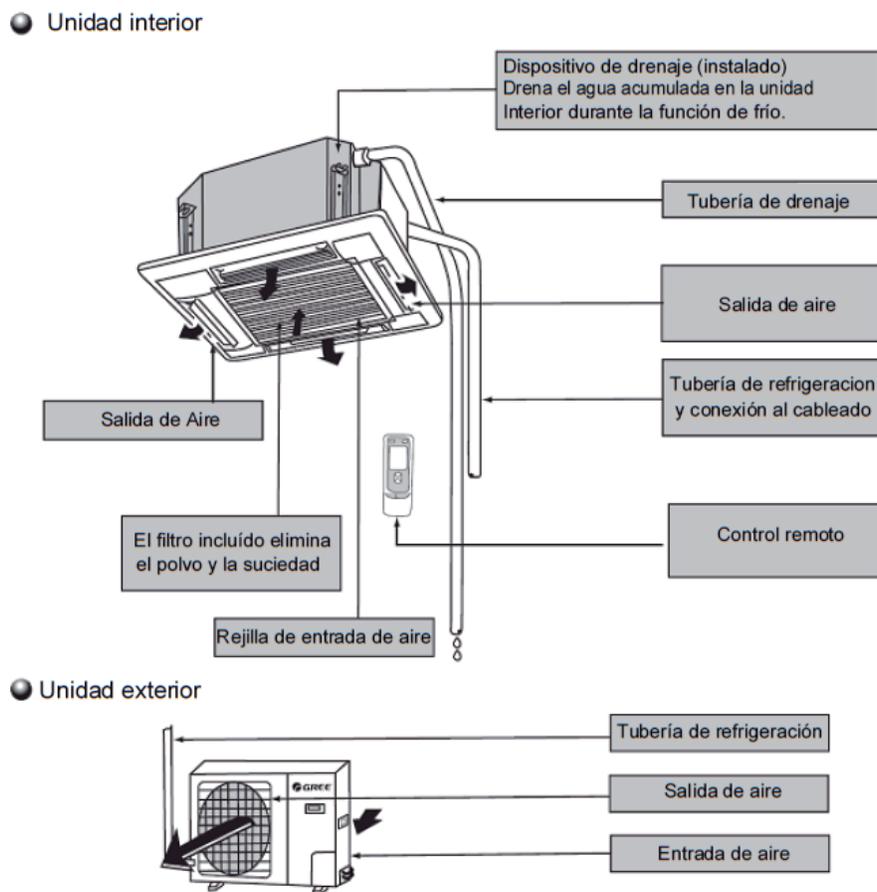


Fig.5.7. Sistema de aire acondicionado Split cassette.

5.3 Sistemas de aire acondicionado de tipo industrial

Son equipos que son para espacios grandes sobre 120 metros cuadrados y no tiene límite. Se pueden encontrar en centros comerciales, supermercados, edificios, etc. En esta categoría se encuentran los siguientes equipos:

- Paquete.
- Chiller.
- VRV.

5.3.1 Paquete

Estos aires acondicionados son de tipo central, donde sus unidades están auto contenidas, es decir, el condensador y el evaporador se encuentran en el mismo sistema y el aire se distribuye a los distintos espacios a través de ductos (Fig.5.8 y 5.9).



Fig.5.8. Aire acondicionado tipo paquete.



Fig.5.9. Distribución de ductos hacia el recinto.

Su configuración usual es la de una caja rectangular con conexiones de suministro y retorno en el frente, tomas para succión y descarga del aire de condensación en los laterales y en la parte de atrás.

El aire de retorno es succionado a través del evaporador por un ventilador centrífugo, que a su vez lo descarga como aire de suministro por el frente. Una bandeja de condensado, debajo del evaporador, recoge toda la humedad y está conectada a un drenaje. Este aire pasa a través del filtro y luego a través del evaporador donde es enfriado y deshumidificado.

El aire al pasar por el serpentín será enfriado y luego distribuido al espacio a acondicionar.

Estos equipos se instalan en el exterior, generalmente en losas de techos, las dimensiones de estas unidades varían de acuerdo a la capacidad, las más usadas son de 3 TR a 30 TR (TR: Toneladas de refrigeración), es decir de 10,6 kW a 106 kW o 35800 BTU/h a 358000 BTU/h.

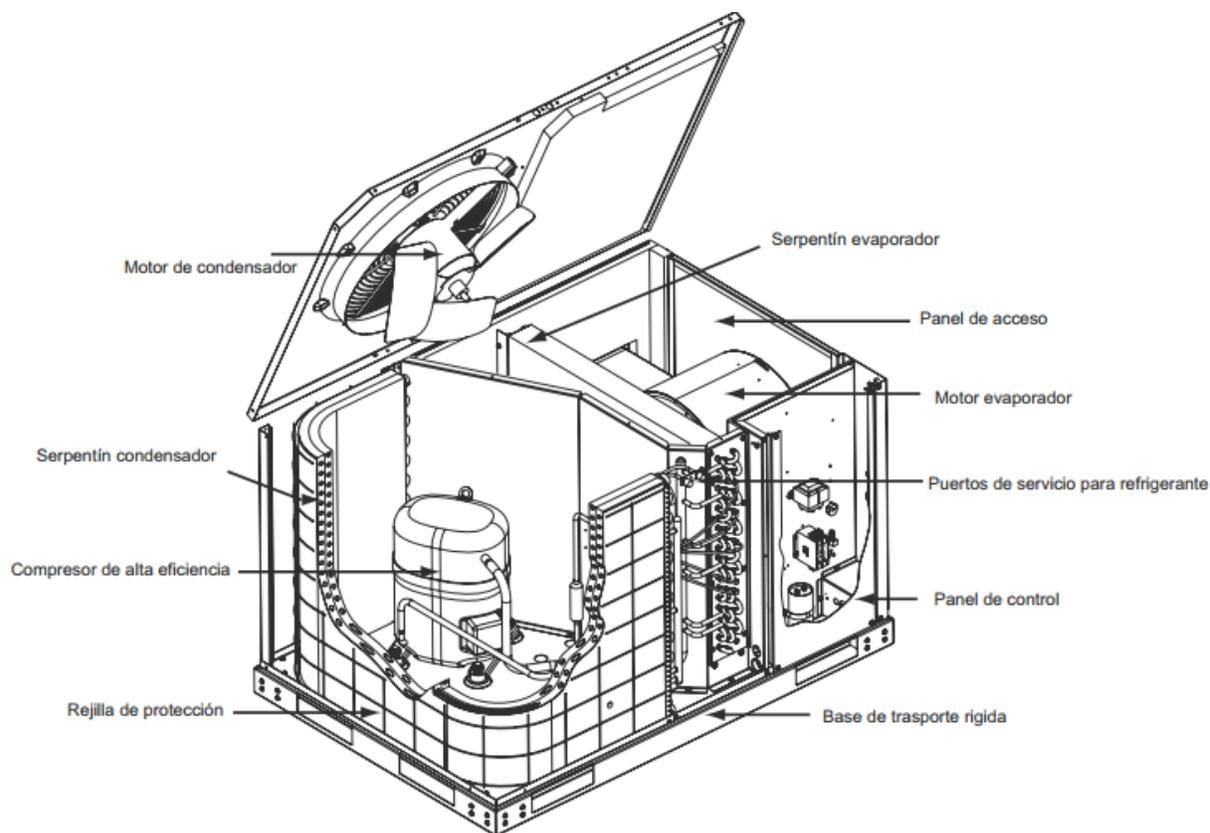


Fig.5.10. Componentes aire acondicionado tipo paquete.

5.3.2 Chiller

Es un equipo de descarga indirecta, ya que el aire se distribuye a los diferentes espacios por medio de ductos (Fig.5.11). Se compone por un sistema central que se encarga de enfriar un fluido, generalmente agua, el cual se distribuye a los diferentes equipos de enfriamiento ubicados en las áreas que requieren de climatización (Fig.5.12). También puede calentar agua líquida para enviarla a sistema de calefacción.



Fig.5.11. Aire acondicionado tipo Chiller.

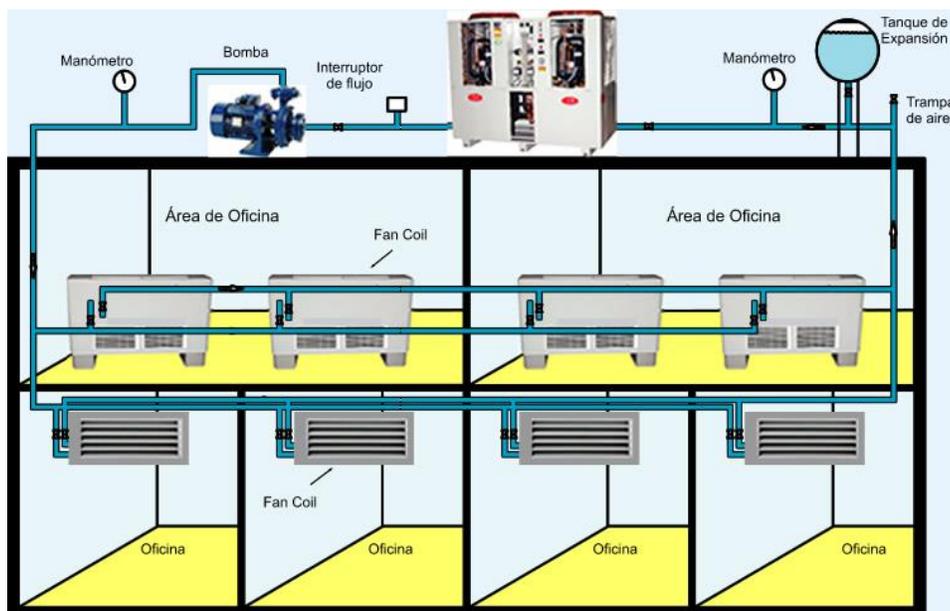


Fig.5.12. Equipo chiller y distribución del agua a fan coils.

El agua fría pasa desde la unidad exterior a través de tuberías hacia las unidades mejoradoras de aire o unidades denominadas fan coils, que son las que se encargan de distribuir el aire acondicionado hacia los ductos.

El principio de funcionamiento de una unidad tipo Chiller es que utiliza el agua para el cambio de estado. El agua se hace circular de manera forzada sobre un intercambiador de calor en el cual se realiza el cambio de estado. El agua que sale del intercambiador circula por el circuito hidráulico a cada una de las unidades mejoradoras de aire o fan coils, las cuales se encargan de distribuir el aire refrigerado a una cierta temperatura, modificando así la temperatura ambiente y luego el agua regresa de nuevo al intercambiador para bajar su temperatura, repitiéndose el ciclo de refrigeración para nuevamente ser distribuido. Los intercambiadores están constituidos por el evaporador y condensador, los cuales pueden enfriar agua o bien calentarla para sistemas de calefacción.

5.3.3 VRV

Los sistemas VRV ajustan la cantidad de calor que se absorbe o se cede según la demanda de cada zona o local del recinto acondicionado. Una característica fundamental de estos sistemas es la de poder controlar el caudal de refrigerante y en consecuencia a esto, se controla la potencia frigorífica o calorífica que puede dar y por lo tanto, la temperatura a cada recinto a climatizar.

El control del refrigerante, se consigue regulando el funcionamiento del compresor. El motor del compresor tiene un dispositivo que hace variar su frecuencia de funcionamiento. Así el compresor trabajará a menor o mayor rendimiento dependiendo de las demandas energéticas de cada unidad interior.

La unidad exterior de los sistemas VRV cuentan con un mecanismo que utiliza el aire exterior para evaporar o condensar el gas refrigerante. A continuación el gas refrigerante se distribuye por las tuberías para llegar a los diferentes espacios de las unidades interiores que se encargan de utilizarlo para enfriarlos o calentarlos.

Un sistema VRV se caracteriza por tener una unidad exterior a la que se conectan un número de unidades interiores, que funcionan de manera independiente una de otras según las condiciones de cada local (Fig.5.13). La capacidad de estos equipos es de 21000 BTU/h hasta los 170000 BTU/h aproximadamente.

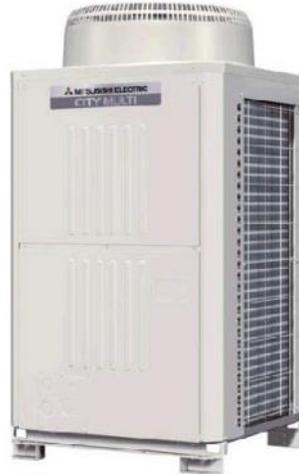


Fig.5.13. Sistema de aire acondicionado VRV.

CAPÍTULO 6: HUMIDIFICADORES DE AIRE

Los equipos de aire acondicionado, no son capaces de controlar la humedad relativa del ambiente del recinto por lo que es necesario un equipo para humidificar y obtener las condiciones requeridas. Los humidificadores de aire son sistemas independientes utilizados para incrementar la humedad del aire en un entorno cerrado y pueden funcionar en simultáneo con un equipo de aire acondicionado.

Los humidificadores se pueden clasificar según su principio de funcionamiento, donde se encuentran 3 tipos:

- Humidificadores de evaporación.
- Humidificadores de atomización.
- Humidificadores de vapor.

6.1 Humidificadores de evaporación

El agua en fase líquida toma la energía necesaria para vaporizarse del propio aire que se humidifica (y enfría) por lo que se denomina humidificación adiabática.

En los humidificadores de evaporación se hace pasar el agua y el aire en flujos cruzados por un panel de gran superficie interior donde el contacto aire-agua es de larga duración y el proceso de evaporación es mixto (Fig.6.1).

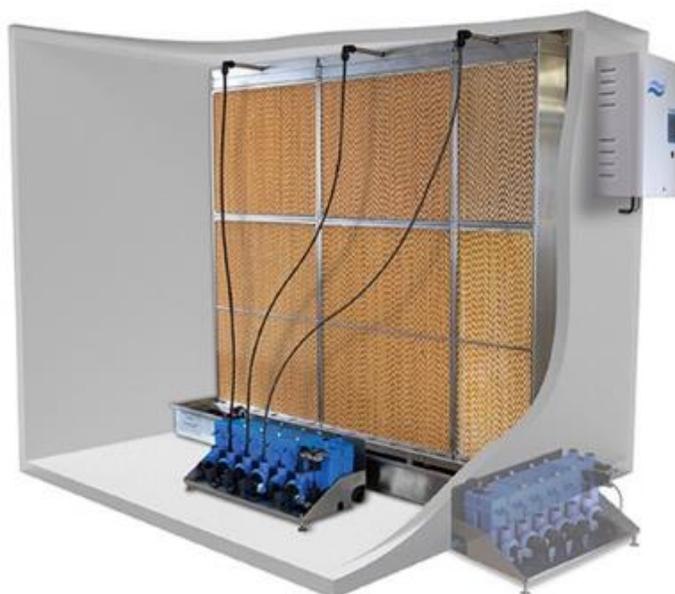


Fig.6.1. Humidificador de vapor.

6.2 Humidificadores de atomización

En este tipo de humidificadores, se pulveriza el agua en partículas tan pequeñas como sea posible, es decir se generan aerosoles, mediante boquillas alimentadas con agua a presión, discos giratorios a gran velocidad con una corona dentada perimetral contra la que chocan las gotas de agua desplazadas por la fuerza centrífuga (atomizador centrífugo), o las partículas de agua se desprenden por la vibración a muy alta frecuencia de un cristal piezoeléctrico (humidificadores de ultrasonidos).

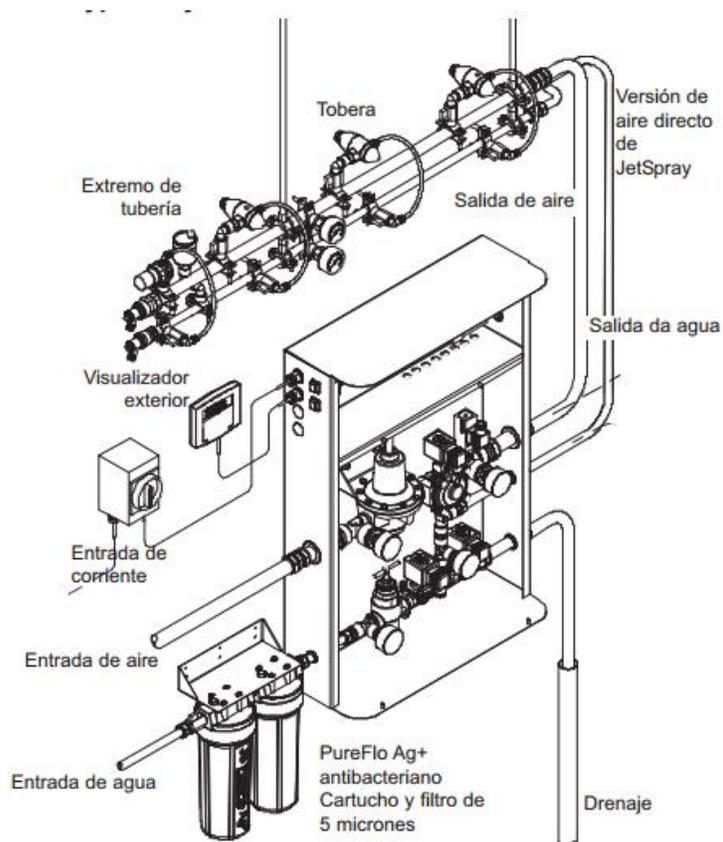


Fig.6.2. Sistema humidificador de atomización.

6.3 Humidificadores de vapor

En este método, la energía necesaria para vaporizar el agua líquida se cede directamente a ella, de forma que se produce vapor que será posteriormente emitida al aire. El humidificador dispone de un depósito de agua y mediante resistencias calefactoras o electrodos, calienta el agua generando vapor (Fig.6.3 y Fig.6.4).



Fig.6.3. Humidificador de vapor de electrodos.



Fig.6.4. Interior humidificador a vapor.

CAPÍTULO 7: SELECCIÓN DE EQUIPOS

La finalidad de este capítulo, es poder elegir en forma correcta y eficiente, el equipo de aire acondicionado y humidificador que satisfagan las necesidades requeridas en la sala de maduración de queso. Los cálculos descritos en el capítulo 4, pág. 25, son los necesarios para poder seleccionar el equipo de aire acondicionado tanto para calefacción y refrigeración del recinto. Las condiciones más desfavorables se presentan en los meses de verano, siendo el total de ganancias térmicas 18.674 (BTU/h), el que es distribuido en todo el recinto a climatizar. Este parámetro se empleará en la elección del sistema y funcionamiento bajo las cuales operará el sistema en forma satisfactoria.

7.1 Aire acondicionado

De acuerdo a las cargas térmicas obtenidas en el recinto, se requiere un equipo de 24.000 (BTU/h) para cumplir con las necesidades de calefacción y refrigeración del recinto. Se seleccionó un sistema de aire acondicionado split cassette con su unidad exterior correspondiente de la marca Anwo código GEC24ECO (Fig.7.1) que posee 4 vías de salida de aire (lo que hace que el aire se distribuya de mejor manera en el interior del recinto). Este equipo tiene una capacidad térmica de real de 25.600 BTU/h y un caudal de aire de impulsión de 1.180 m³/h. También posee control remoto alámbrico o inalámbrico, bomba de condensado de fábrica y utiliza refrigerante ecológico R410. En la tabla 7.1 se encuentran las especificaciones técnicas del equipo.



Fig.7.1. Split cassette y unidad exterior Anwo de 24.000 (BTU/h).

Tabla 7.1 Especificaciones técnicas Split Cassete Anwo código GEC24ECO.

Código Anwo	Capacidad		Caudal m ³ /hr-Hi	Voltaje V-, Hz, Ph	Consumo		Dimensiones (Ancho/Prof/Alto)		Peso (Kg) Int / Ext	Válvula de Servicio	
	Frio (Btu/hr)	Calor (Btu/hr)			Frio (w)	Calor (w)	Interior (mm)	Exterior (mm)		mm.(")Líquido	mm.(") Gas
Split Cassete											
GEC12ECO	11900	12280	550	220-230/50.1	1170	1100	600x600x230	820x320x540	20/32	6.35 (1/4)	12.7 (1/2)
Panel							650x650x50		2,5		
GEC18ECO	17000	18430	550	220-230/50.1	2000	1900	600x600x230	820x320x540	20/40	6.35 (1/4)	12.7 (1/2)
Panel							650x650x50		2,5		
GEC24ECO	23200	25600	1180	220-230/50.1	2620	2500	840x840x240	1018x412x695	27/59	9.53 (3/8)	16 (5/8)
Panel							950x950x60		6,5		
GEC36ECO	34100	37530	1660	3N.380.50	3600	3100	840x840x320	1018x412x840	32/90	12.7 (1/2)	19.05 (3/4)
Panel							950x950x60		6,5		
GEC48ECO	48000	49470	1660	3N.380.50	5800	6200	840x840x320	1032x412x1250	32/112	12.7 (1/2)	19.05 (3/4)
Panel							950x950x60		6,5		

7.2 Humidificador

Como se ha mencionado en capítulos anteriores, el recinto requiere una humedad de 85% para el proceso de maduración del queso. El equipo seleccionado es un humidificador de vapor, pero es necesario obtener que cantidad de vapor debe producir éste. Para ello, se realizó un análisis con el software EES donde se determina la cantidad de vapor que requiere el recinto para la humectación y así poder seleccionar el equipo óptimo. El estudio se basó en el comportamiento sicrométrico del aire dentro del recinto, para obtener una humedad relativa aproximada de 85%.

El análisis se realizó para condiciones de invierno, debido al calentamiento que se debe realizar con el equipo de aire acondicionado para conseguir la temperatura deseada. Se asumen condiciones naturales de entrada del recinto como estado 1 y las condiciones requeridas para la maduración del queso como estado 2.

La Fig.7.2 muestra la programación en EES, basada para obtener una humedad relativa aproximada de 85% partiendo de aire en condiciones iniciales producidas por el sistema cassette de calentamiento.

CONDICIONES DE INVIERNO

HUMECTACIÓN

CONDICIONES NATURALES SIN TRATAMIENTO DE AIRE (ESTADO 1)

$$T_1 = 9$$

$$HR_1 = 0,75$$

$$P = 101,3$$

$$W_1 = w (AIRH2O ; T = T_1 ; R = HR_1 ; P = P)$$

$$H_1 = h (AIRH2O ; T = T_1 ; R = HR_1 ; P = P)$$

$$v_1 = v (AIRH2O ; T = T_1 ; R = HR_1 ; P = P)$$

CALENTAMIENTO SENSIBLE. W=CTE

$$Q_{12} = 2,5 \text{ kW}$$

$$Q_{12} = m_a \cdot (h_a - H_1) \text{ SE DETERMINA } m_a$$

$$Q_{12;BTU} = Q_{12} \cdot 860 \cdot 3,96$$

$$W_a = W_1$$

$$T_a = T_2$$

$$h_a = h (AIRH2O ; T = T_2 ; w = W_a ; P = P)$$

$$RH_a = RH (AIRH2O ; T = T_2 ; w = W_1 ; P = P)$$

$$m_{\text{hora};1} = m_a \cdot 3600$$

$$\dot{V}_1 = m_{\text{hora};1} \cdot v_1$$

$$m_{\text{Vhora}} = m_{\text{hora};1} \cdot (W_2 - W_1) \text{ SE ESTIMA VALOR DE MASA VAPOR A INYECTAR}$$

CÁLCULO HUMEDAD RELATIVA (ESTADO 2)

$$T_2 = 15$$

$$HR_2 = RH (AIRH2O ; T = T_2 ; w = W_2 ; P = P)$$

$$H_2 = h (AIRH2O ; T = T_2 ; R = HR_2 ; P = P)$$

$$v_2 = v (AIRH2O ; T = T_2 ; R = HR_2 ; P = P)$$

Fig.7.2. Fórmulas utilizadas para el análisis.

Como el aire interior recirculará permanentemente, se adopta como criterio técnico que inicialmente dentro del recinto, sin acondicionar se encontrará en invierno a 9°C y un humedad relativa de 75%, se desea obtenerla a 15°C y 85% de humedad relativa. El equipo cassette calienta el aire hasta los 15°C y el humectador deberá aumentar la humedad relativa a lo deseado.

La carta sicrométrica Fig.7.3 muestra los procesos del aire, donde 1-a es el proceso de calentamiento efectuado por el equipo cassette para llegar a la temperatura de 15°C, y el proceso a-2 es la humectación que se desea obtener en el recinto.

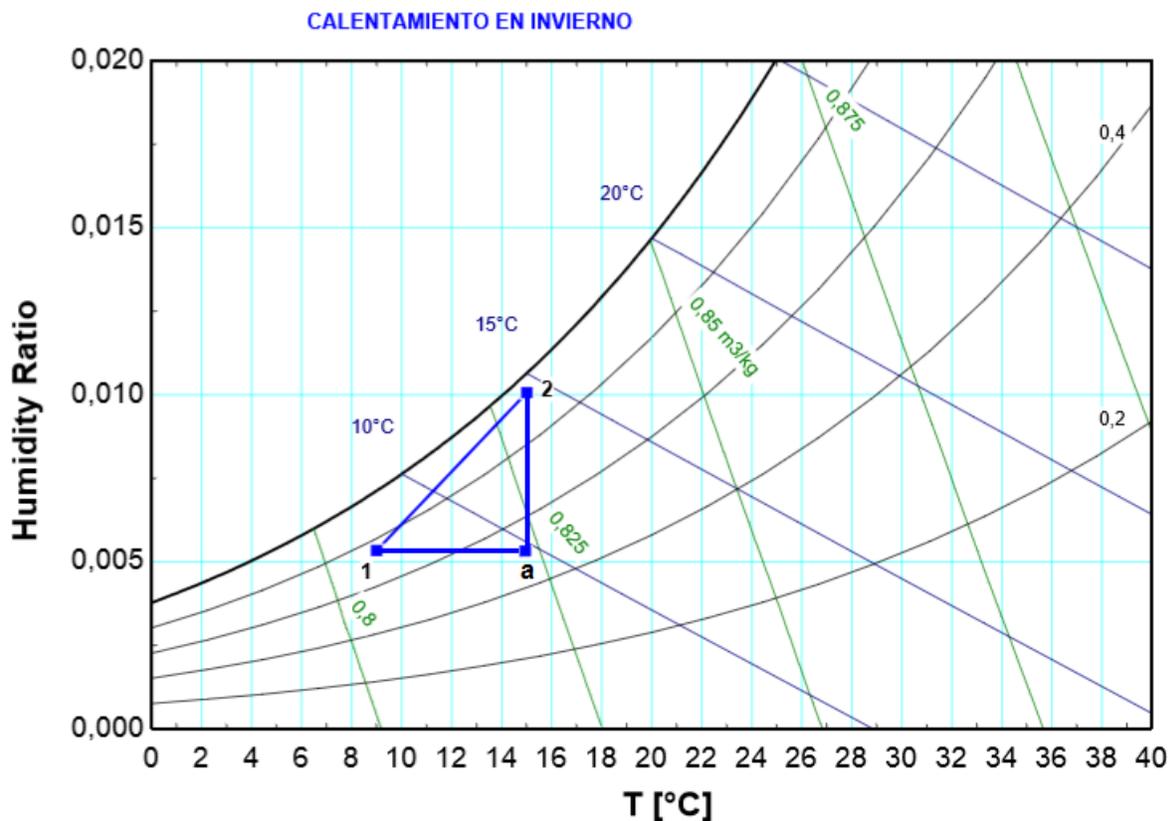


Fig.7.3. Carta sicrométrica del proceso del aire.

En tabla 7.2 se exhibe como varía la humedad relativa interior final en función de la cantidad de vapor inyectado por el humidificador.

1.7	HR ₂	mv _{hora} [kg-vapor/h]
Run 1	0,5683	1
Run 2	0,6316	2
Run 3	0,6947	3
Run 4	0,7577	4
Run 5	0,8205	5
Run 6	0,8832	6
Run 7	0,9458	7

Tabla 7.2 Tabla paramétrica.

Se concluye que el humidificador deberá tener una capacidad cercana a los 6 kg_{vapor}/h, para obtener una humedad relativa próxima al 85%.

CALENTAMIENTO CON CASSETTE CIELO

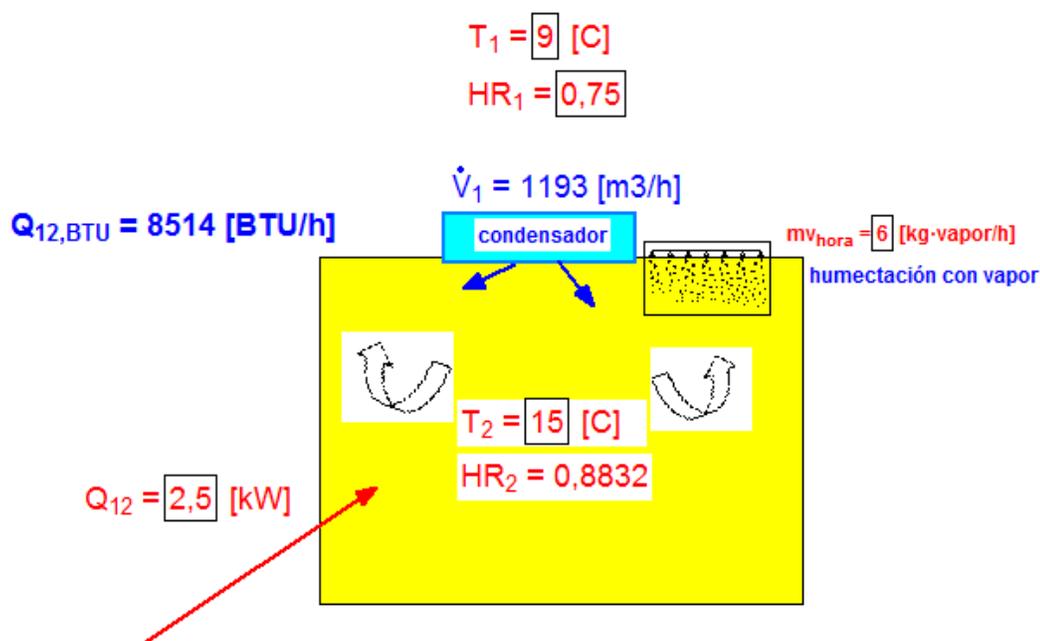


Fig.7.4. Diagrama window de calentamiento con Split cassette y humectación del recinto.

Se seleccionó un humidificador de vapor de electrodos con difusor de vapor incorporado de la marca Nortec serie EL020, con capacidad de vapor de 2 a 9 (kg_{vapor}/h) (Fig 7.5). El equipo posee control de pantalla táctil de humedad (Fig.7.6), puerto USB para descarga de reporte de rendimiento de la unidad, etc. En la tabla 7.3 se encuentran las especificaciones técnicas.

Además el programa EES, entregó una necesidad de aire a suministrar al recinto, de 1.193 m³/h, y el equipo cassette proporciona 1.180 m³/h, tal como se expuso en pág. 65 y de acuerdo a la tabla 7.1.

7.3 Distribución equipos

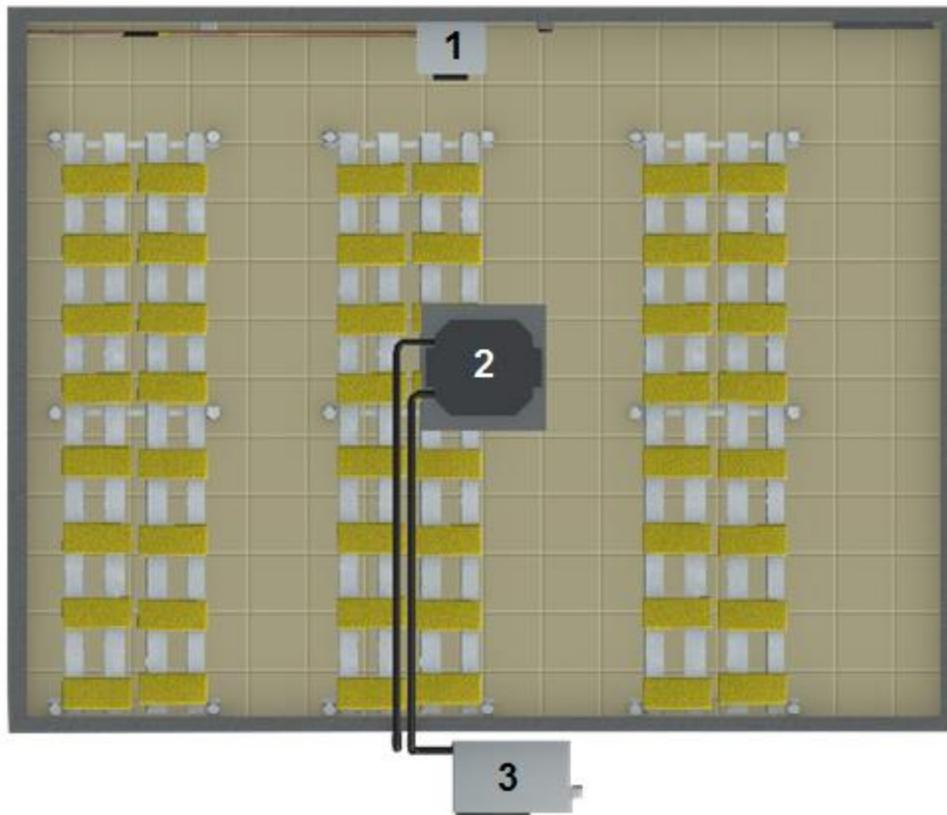


Fig.7.7. Vista planta. (Equipo 1 humidificador, equipo 2 cassette y equipo 3 unidad exterior)

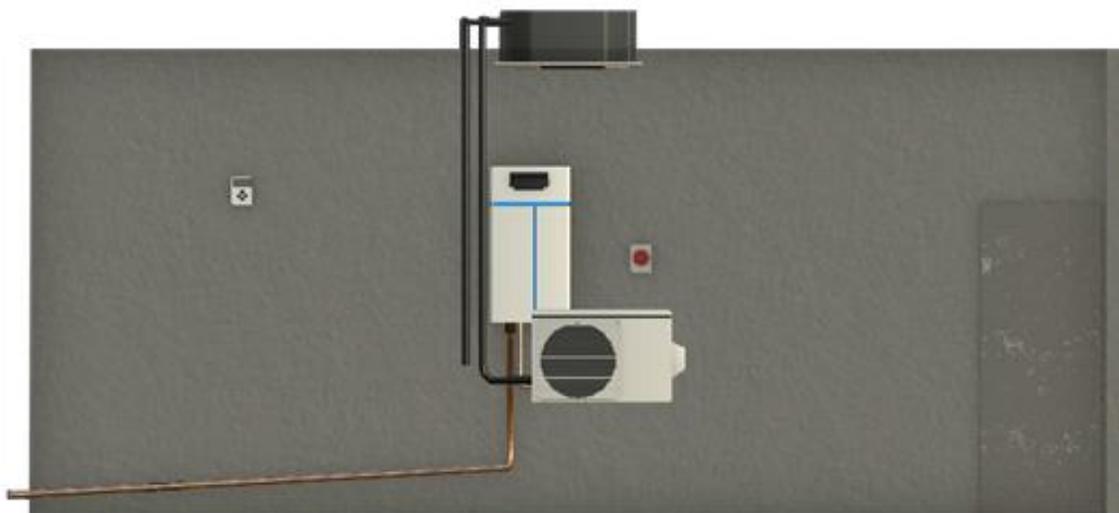


Fig.7.8. Vista sur.



Fig.7.9. Vista lateral.

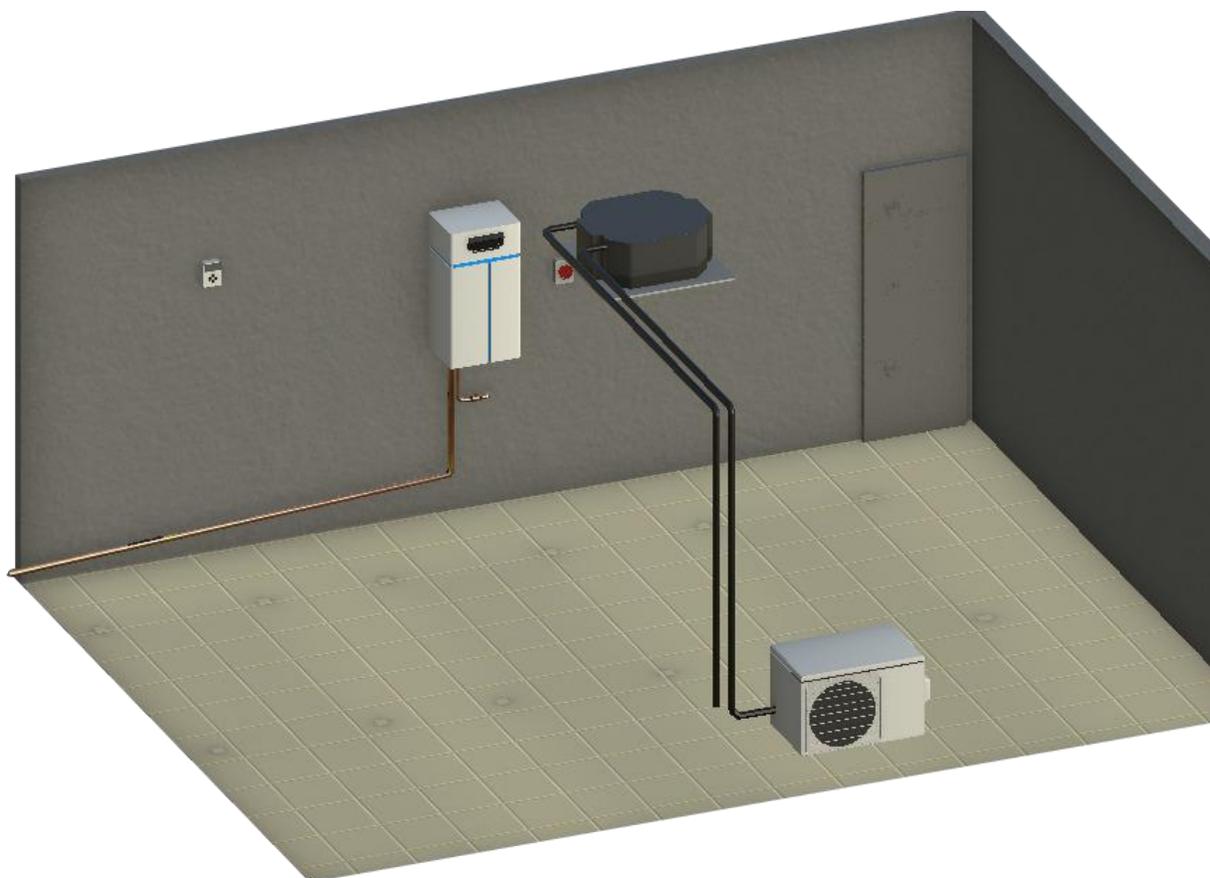


Fig.7.10. Isométrico sala.

CAPÍTULO 8: ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

Este capítulo de análisis económico del proyecto es muy importante, ya que determina económicamente la viabilidad de la implementación del proyecto.

8.1 Inversión del proyecto

Este ítem incluye los valores de los equipos, materiales y valor de la instalación de cada sistema. (Tabla 8.1)

Tabla 8.1 Costos de inversión. (Precio del dólar \$660)

Item	Descripción	Cantidad	Precio (USD)	Precio (\$)
1	Split cassette F/C 24000 BTU/HR 220V Eco	1	1.866	1.231.560
2	Humidificador EL Space 020/380/3	1	6.188	4.084080
3	Cañería de cobre ½" tipo L	8 (m)	34,6	22.816
4	Válvula bola total de paso ½"	1	4,53	2.990
5	Unión americana ½"	1	7,56	4.990
6	Instalación y puesta en marcha humidificador	1	833	549.780
7	Instalación y puesta en marcha aire acondicionado	1	151,5	100.000
			TOTAL + IVA	5.996.216

8.2 Ingresos del proyecto

Los ingresos que se pueden obtener de este proyecto, son netamente de la venta extra de queso chanco por kilogramo, debido a que la fábrica ya percibe ingresos con la actual sala de maduración.

Lácteos Huape con la implementación del presente proyecto puede aumentar el precio de venta, por mayor, de queso por kilogramo debido a la mejor calidad esperada. Para elaborar la proyección de los ingresos se utilizará un precio de venta de \$3.500, \$3.600, \$3.700 y \$3.800, como estudio de sensibilidad.

8.2.1 Producción futura

La fábrica actualmente produce 270 kg/día de queso chanco con una pérdida anual entre 10% y 8% aproximadamente, debido a que las condiciones de sala de maduración no son las adecuadas. Se espera mantener la misma producción sólo por un año y los siguientes dos años aumentar 30 kg/día de queso por cada año, estimando que las pérdidas por kilogramo de queso anual se reducirían a un 2%. (Tabla 8.2)

Tabla 8.2 Producción extra esperada por año.

Año	1	2	3
kg/día queso	270	300	330
kg/año queso	4.666	5.184	5.702

8.3 Costos

En este análisis es necesario considerar los costos de operación de los equipos a implementar. Es de vital importancia realizar este tipo de análisis para conocer el gasto real que significará este tipo de sistemas.

8.3.1 Costos eléctricos

El cálculo del valor de consumo por hora es de \$88 kWh aproximadamente, por lo tanto este valor se multiplicará por el consumo de los equipos de cada sistema, para obtener el valor por hora. En el estudio, se considera que el uso del sistema de aire acondicionado es de aproximadamente de 12 horas diarias, 7 días a la semana, durante todo el año, dividiéndolo en dos periodos, comprendidos entre Abril y Octubre, para el caso del invierno y para el verano, entre Noviembre y Marzo. Para el caso del humidificador, se considerará 12 horas diarias en el caso de invierno y 6 horas en verano, 7 días a la semana.

Tabla 8.3 Valor por hora de funcionamiento sistema de aire acondicionado.

Costos eléctricos del sistema por hora (costo kWh → \$88)		
Periodo	Consumo del sistema (kW)	Valor x Hora
Invierno	2,5	\$220
Verano	2,62	\$233,2

Tabla 8.4 Valor por hora de funcionamiento humidificador.

Costos eléctricos del sistema por hora (costo kWh → \$88)		
Periodo	Consumo del sistema (kW)	Valor x Hora
Todo el año	7,5	\$660

Tomando en cuenta que cada periodo cuenta con 26 semanas se tienen 182 días de funcionamiento. La tabla 8.5 muestra el costo eléctrico anual de los sistemas.

Tabla 8.5 Costo eléctrico anual de sistema de aire acondicionado y humidificador.

Costos eléctricos en invierno		
Horas de funcionamiento	Valor x Hora	Total
2184	\$220	\$480.480
2184	\$660	\$1.441.440
Costos eléctricos en verano		
Horas de funcionamiento	Valor x Hora	Total
2184	\$233,2	\$509.309
1092	\$660	\$720.720
	COSTO ELÉCTRICO ANUAL	\$3.151.949

Para calcular el costo eléctrico del sistema actual se aplicó el mismo procedimiento anterior. El costo eléctrico anual aproximado es de **\$385.633**, por lo tanto el costo eléctrico anual extra es de **\$2.766.316**.

8.3.2 Costos de mantención.

Para el caso del equipo de aire acondicionado cassette, se consideran tres mantenciones anuales, según la empresa especialista el costo de cada mantención es de aproximadamente **\$89.250**.

Para el humidificador, también se consideran tres mantenciones anuales. Éstas consisten en el cambio de cilindro de agua y limpieza del equipo. Según la empresa especialista el costo de mantención más repuesto tiene un costo de **\$431.970**.

Entonces el costo de mantención anual de los dos equipos es de **\$1.563.660**.

8.5 Resultados

Realizado el flujo de caja correspondiente, se evalúan dos parámetros para verificar si el proyecto es rentable o no. Estos dos parámetros en estudio corresponden al VAN (valor actual neto) y el TIR (tasa interna de retorno).

- **VAN**

El VAN es un parámetro que indica la viabilidad de un proyecto basándose en la estimación de los flujos de caja que se prevé tener. El criterio de decisión de este método se basa en seleccionar aquellos proyectos con un VAN mayor a cero, ya que la inversión realizada genera rentabilidad. Los proyectos con VAN igual a cero, representan que la inversión no genera pérdidas ni ganancias y si el valor obtenido del VAN es menor a cero significará que la inversión genera pérdidas.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad (\text{Ec.15})$$

V_t : Flujos de caja de cada periodo t.

I_0 : Inversión inicial.

n: Número de períodos considerados.

- **TIR**

LA TIR es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es una medida utilizada en la evaluación de proyectos de inversión que está muy relacionada con el VAN, cuyo valor indica el interés de retorno de la inversión. Para este proyecto se define una tasa mínima de rentabilidad de un 10% TIR. El criterio de decisión de este método se basa en que un proyecto será aceptado cuando su TIR sea superior a la tasa mínima de rentabilidad.

$$\sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - I = 0 \quad (\text{Ec.16})$$

F_t: Flujo de caja de cada periodo t.

t: Año de evaluación.

I: Inversión del proyecto.

Una vez realizado el flujo de caja correspondiente, se calculan los parámetros anteriormente explicados para estudiar la viabilidad del proyecto. En la tabla 8.6 se muestra un resumen de los flujos de caja donde se expresan los parámetros mencionados anteriormente (más detalle en el anexo C).

Tabla 8.6 Resultados del estudio.

3 años de proyecto			
Precio venta (\$/kg)	VAN (\$)	TIR	PRI (meses)
3.500	21.745.263	163,83%	7,41
3600	22.778.640	170,46%	7,14
3.700	23.812.018	177,07%	6,9
3.800	24.845.395	183,66%	6,65

- Según el criterio del VAN > 0 y la TIR > 10%, para todo precio de venta igual o superior al ya existente, es viable implementar el presente proyecto en la fábrica.

CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES

En la realización de este proyecto se han cumplido los objetivos planteados en la sección 1.2, de esta forma se puede concluir lo siguiente:

De acuerdo a las mediciones efectuadas en la cámara de maduración y cálculos de cargas térmicas, se logra demostrar que los equipos (enfriador de aire y calefactor) utilizados actualmente en la cámara de maduración, no son los adecuados para satisfacer las necesidades que requiere el producto en invierno y en verano. Se confirma que es necesario un mejoramiento en esta etapa para cumplir con los factores fundamentales de la maduración del queso.

Se realizó el cálculo de las pérdidas y ganancias de calor en invierno y verano respectivamente, para tener una noción real y fundamentada de ambas condiciones. Se obtiene que las ganancias en verano, duplican a las pérdidas en invierno, siendo los valores 18.674 BTU/h y 8.419 BTU/h respectivamente.

En las ganancias de calor por radiación del techo, fue necesario realizar una programación mediante el software EES, para analizar la distribución del calor radiante que incidía en el techo y después llegaba al ático. De este análisis se concluye que una gran parte del calor radiante se disipa por el techo hacia el exterior y la otra hacia el interior del recinto. También se logra demostrar que es más efectiva una buena aislación del cielo y no del techo. Al aislar el techo, el ático aumenta su temperatura y también el calor que se disiparía al interior del recinto, lo que provocaría un aumento en las ganancias de calor en verano.

De todos los sistemas de aire acondicionado existentes en el mercado, se optó por el split cassette, debido a que es el único sistema que posee 4 vías de salida de aire, el cual hace que distribuya el aire hacia el interior de mejor manera y sea más uniforme en todo el recinto. Este equipo va instalado en el cielo, de manera que tan solo se ve una consola quedando así una instalación muy estética y apenas visible. El equipo seleccionado tiene una capacidad de 24.000 BTU/h, donde la capacidad real para frío y calor es de 23.200 BTU/h y 25.600 BTU/h respectivamente.

Otro aspecto a considerar en la maduración del queso fue la humedad relativa del recinto. Los sistemas de aire acondicionado no son capaces de humectar un

ambiente, por lo que fue necesario encontrar un equipo que pueda suplir esa necesidad. De los sistemas existentes en el mercado, se optó por un humidificador de vapor por electrodos con difusor de vapor, esto debido a su fácil instalación y funcionamiento. El equipo seleccionado tiene un rango de capacidad de 2 a 9 kg_{vapor}/h.

Para el cálculo de la capacidad del humidificador fue necesario una simulación en el software EES en época de invierno (la más desfavorable, el calor deshumecta el aire), donde a partir de las condiciones naturales de recinto y de las condiciones que son requeridas, se logra obtener el rango de vapor necesario para satisfacer una humedad relativa del 85%. Del mismo modo, se logra obtener la cantidad de aire que necesita el recinto en el calentamiento para lograr una temperatura de 15°C. Por lo tanto se concluye, que con los equipos seleccionados la cámara de maduración de queso operaría con las condiciones ideales, lo que garantiza una correcta maduración del queso. El equipo tiene un costo de US6.188, lo que serían aproximadamente \$4.084.080 con IVA incluido.

En el estudio económico, se realizó un análisis con el precio de venta de queso por kilogramo. De este modo, en los resultados se obtiene que manteniendo el precio de venta actual de \$3.500 por kilogramo se obtendrían beneficios económicos (VAN mayor a cero y TIR mayor a 10%), a pesar de que los costos involucrados en los nuevos equipos sean mayores a los que actualmente se utilizan. Con un precio de venta a \$3.800 el proyecto sería más rentable y la inversión se recuperaría en menos de 7 meses. En conclusión a medida que se aumenta el precio de venta de queso, se va obteniendo mayor beneficio económico, lo que demuestra la viabilidad del presente proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Guzmán Wemyss, Vicente (2007). Elaboración de queso chanco en la pequeña empresa. Manuales FIA de Apoyo a la Formación de Recursos Humanos para la Innovación Agraria. Santiago, Chile.

Medina Fernández-Regatillo, M (s.f.). Principios básicos para la fabricación de quesos. Departamento de bioquímica y microbiología. Madrid.

De Mier Alvarado, José María (2015). Diseño y ejecución de una nueva cámara de maduración y secado de queso y ampliación de central frigorífica (Tesis de grado). Universidad de Valladolid, Valladolid.

Quadri, Nestor (2001). Sistemas de Aire Acondicionado: Calidad del aire interior (1ra ed.). Buenos Aires: Alsina.

G. Pita, Edward (2005). Acondicionamiento de aire: Principios y Sistemas (2da ed.). Cecsa (s.l.)

Carrier Air Conditioning Company (1980). Manual de Aire Acondicionado. Barcelona: Marcombo.

Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones:

Humectadores. Recuperado de

https://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/8_leg.pdf

SECCIÓN ANEXO A

A-1) Tablas norma Nch 853.EOF71

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

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

Nch 853.EOF71
Tabla 2 (continuación)

Nº	Material (M)	ρ kg/m³	λ W/(mK)
M1.2.5	Paneles de fibras aglomeradas, con colas orgánicas	200	0,044
		250	0,045
		300	0,047
		350	0,050
		400	0,052
		450	0,055
		500	0,059
		550	0,064
M.1.2.6	Paneles de fibra de vidrio	16	0,051
		22	0,042
		40	0,040
		54	0,036
M.1.2.7	Plancha de corcho	100	0,040
		200	0,047
		300	0,058
		400	0,066
		500	0,074
M.1.2.8	Plancha de corcho aglomerado con asfalto	230	0,047
M.1.3.4	Plancha de corcho sin aglomerante	96	0,035
		112	0,038
		170	0,043
		224	0,049
M.1.3.	Material suelto (de relleno)		
M.1.3.1	Aserín de corcho (≈ 5 mm)	130	0,044
M.1.3.2	Aserín de madera	190	0,06
M.1.3.3	Corcho granulado	50	0,035
		100	0,040
		150	0,045
		200	0,050
M.1.3.4	Corteza de pino	80	0,037
M.1.3.5	Escorias de alto horno	----	0,11
M.1.3.6	Fibras de vidrio (0,008 a 0,15 mm)	24	0,040
M.1.3.7	Lana de amianto	100	0,061
		200	0,063
		400	0,12
M.1.3.8	Lana de vidrio	50	0,041
		100	0,039
		200	0,041
		300	0,048
		400	0,056

Nch 853.EOF71
Tabla 2 (continuación)

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

Nch 853.EOF71
Tabla 2 (continuación)

N°	Material (M)	ρ kg/m³	λ W/(mK)
M.3.5	Hormigón con grava normal, sin armar		
M.3.5.1	Hórmigón con áridos livianos	1600 1800	0,73 0,93
M.3.5.2	Hormigón con áridos ordianrios, sin virar	2000	0,16
M.3.5.3	<i>Hormigón con áridos ordinarios, virados</i>	2200 2400	1,40 1,75
M.3.6	Hormigón de madera		
M.3.6.1	Hormigón con viruta de madera	450< ρ <650	0,26
M.3.6.2	Hormigón de fibras de madera	300< ρ <400 400< ρ <500 500< ρ <600	0,12 0,14 0,16
M.3.7	Placa de hormigón	2000	0,77
M.3.8	Placa de hormigón de escorias	1350	0,29
M.4	Ladrillos		
M.4.1	Albañilería de ladrillo, incluso las juntas de mortero		
M.4.1.1	Clinker	$\rho \geq 1900$	1,05
M.4.1.2	Clinker hueco	----	0,79
M.4.1.3	Ladrillo hueco	1000 1200 1400	0,46 0,52 0,60
M.4.1.4	Ladrillo macizo	1000 1200 1400 1800 2000	0,46 0,52 0,60 0,79 1,0
M.4.2	Ladrillo hecho a mano	---	0,5
M.4.3	Ladrillo liviano con agregados	600 800	0,25 0,31
M.4.4	Muros de adobes	1100< ρ <1800	0,90
M.4.5	Muros de ladrillos livianos	800 1000 1200	0,34 0,41 0,49
M.4.6	Muros de ladrillos normales	1600 1800 2000	0,76 0,87 1,05
M.5	Maderas		
M.5.1	<i>Maderas livianas, tales como: álamo, pino araucaria, roble, pellín, eucalipto</i>	600< ρ <900	0,23
M.5.3.	Madera terciada	400< ρ <600	0,14
M.5.4	Paneles de fibras de madera prensada	850< ρ <1000	0,20
M.5.5	Viruta de madera	140 210	0,06 0,051

Nch 853.EOF71
Tabla 2 (continuación)

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

Nch 853.EOF71
 Tabla 2 (continuación)

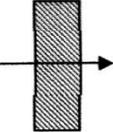
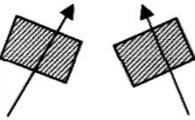
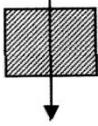
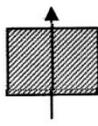
Nº	Material (M)	ρ kg/m ³	λ W/(mK)
M.8.4	Placas de yeso	600	0,24
		800	0,28
		1000	0,35
		1200	0,41
M.9	Pavimentos		
M.9.1	azulejos	---	1,05
M.9.2	Baldosas cerámicas	---	1,75
M.9.3	Linóleo	1200	0,19
M.9.4	Madera (ver M.5)		
M.9.5	Pavimento plástico	---	0,75
M.9.6	Mármol	2500< ρ <2850	2,0-3,5
M.9.7	terrazo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

Nch 853.EOF71
Tabla 2 (continuación)

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

NCh853.53.EOF71

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

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

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

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

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

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

NCh853.EOF71

24.

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

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

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

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

en que :

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

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

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

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

Se distinguen los 4 casos característicos siguientes:

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

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

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

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

NCh853.53.EOF71

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

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

NCh853.53.EOF71

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

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

A-2) Tablas norma Nch1078.c73

NCh1078.c73

**Tabla 6
Suplemento S_o.**

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

Tabla 7 Suplemento S₁ por orientación

Orientación	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Suplemento S ₁	-0,05	-0,05	0	+0,05	+0,05	+0,05	0	-0,05

NCh1078.c73

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

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

*) A_v : superficie, m², de ventanas exteriores

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

Nch1078.c73

Tabla 3
Temperatura de locales no calefaccionados

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

NCh1078.c73

Temperatura exterior de cálculo de ciudades del país

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

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

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

Nch1076.c73

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

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

FACTOR CARACTERÍSTICO DE CASAS, H

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

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

A-3) Tablas manual Carrier.

TABLA 19. DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)

Muros soleados o en sombra*

Valedero para muros de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h. mes de Julio y 40° de latitud Norte**

ORIENTACIÓN	PESO DEL MURO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																							
		MAÑANA										TARDE										MAÑANA			
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
NE	100	2,8	8,3	12,2	12,8	13,3	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1
	300	-0,5	-1,1	-1,1	2,8	13,3	12,2	11,1	8,3	5,5	6,1	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5
	500	2,2	1,7	2,2	2,2	2,2	5,5	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	6,1	6,7	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8	2,8
	700	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5,5	7,8	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9	3,9
E	100	0,5	9,4	16,7	18,3	20,0	19,4	17,8	11,1	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7
	300	-0,5	-0,5	0	11,7	16,7	17,2	17,2	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	2,8	2,2	1,7	0,5	0,5	0
	500	2,8	2,8	3,3	4,4	7,8	11,1	13,3	13,9	13,3	11,1	10,0	8,9	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,9	3,3
	700	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	3,0	5,5	8,3	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9	7,8	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	7,2	7,2	6,7	6,7	6,7
SE	100	5,5	3,3	7,2	10,6	14,4	15,0	15,6	14,4	13,3	10,6	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1
	300	0,5	0,5	0	7,2	11,1	13,3	15,6	14,4	13,9	11,7	10,0	8,3	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	4,1	8,9	9,4	10,0	10,6	10,0	9,4	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	4,4	3,9
	700	5,0	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10,0	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	6,7	6,7	6,1	6,1	5,5	5,5	5,0
S	100	-0,5	-1,1	-2,2	0,5	2,2	7,8	12,2	15,0	16,7	15,6	14,4	11,1	8,9	6,7	5,5	3,9	3,3	1,7	1,1	0,5	0,5	0	0	-0,5
	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	3,9	6,7	11,1	13,3	13,9	14,4	12,0	11,1	8,3	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5
	500	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,7	2,2	4,4	6,7	8,3	8,9	10,0	10,0	8,3	7,8	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8
	700	3,9	3,3	3,3	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	3,9	5,5	7,2	7,8	8,3	8,9	8,9	7,8	6,7	6,7	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9
SO	100	-1,1	-2,2	-2,2	-1,1	0	2,2	3,3	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	23,3	16,7	13,3	6,7	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-0,5	-0,5
	300	1,1	0,5	0	0	0	0,5	1,1	4,4	6,7	13,3	17,8	19,4	20,0	19,4	18,9	11,1	5,5	3,9	3,3	2,8	2,2	2,2	1,7	1,7
	500	3,9	2,8	3,3	2,8	2,2	2,0	3,3	3,9	4,4	6,7	7,8	10,6	12,2	12,8	13,3	12,8	12,2	8,3	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9
	700	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	11,1	7,2	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
O	100	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	7,8	11,1	17,8	22,2	25,0	26,7	18,9	12,2	7,8	4,4	2,8	1,1	0,5	0	0	-0,5	-0,5
	300	1,1	0,5	0	0	0	1,1	2,2	3,9	5,5	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	20,0	15,6	8,9	5,5	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,5	6,7	9,4	11,1	13,9	15,6	14,4	10,6	7,8	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4
	700	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	5,0	5,5	5,5	5,5	6,1	6,7	7,8	8,9	11,7	12,2	12,8	12,2	11,1	10,0	8,9	8,3	7,2
NO	100	-1,7	-2,2	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	5,5	6,7	10,6	13,3	18,3	22,2	20,6	18,9	10,0	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1
	300	-1,1	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	3,3	4,4	5,5	6,7	11,7	16,7	17,2	17,8	11,7	6,7	4,4	3,3	2,2	1,7	0,5	0	-0,5
	500	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,8	3,3	5,0	6,7	9,4	11,1	11,7	12,2	7,8	4,4	3,9	3,9	3,9	3,3	3,3	2,8
	700	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	7,8	10,0	10,6	11,1	8,9	7,2	6,1	5,5	5,0
N (en la sombra)	100	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	4,5	2,2	4,4	5,5	6,7	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	0	-0,5	-0,5	-1,1	-1,1
	300	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	4,5	0	1,7	3,3	4,4	5,5	6,1	6,7	6,7	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1
	500	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,8	2,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2	1,7	1,7	1,1	1,1	0,5
	700	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,8	3,3	3,9	4,4	3,9	3,3	2,2	1,7	1,1	1,1	0,5
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
		MAÑANA										TARDE										MAÑANA			
		HORA SOLAR																							

TABLA 20. DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)
TECHO SOLEADO O EN SOMBRA*

Valedero para techos de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h., mes de Julio y 40° de latitud Norte**

CONDI- CIONES	PESO DEL TECHO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																																															
		MAÑANA										TARDE										MAÑANA																											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5																								
Soleado	50	-2,2	-3,3	-3,9	-2,8	-0,5	3,9	8,3	13,3	17,8	21,1	23,9	25,6	25,0	22,8	19,4	15,6	12,2	8,9	5,5	3,9	1,7	0,5	-1,7	0	-0,5	-1,1	-0,5	1,1	5,0	8,9	12,8	16,7	20,0	22,8	23,9	22,2	19,4	16,7	13,9	11,1	8,3	6,7	4,4	3,3	2,2	1,1		
	100	2,2	1,7	1,1	1,7	3,3	5,5	8,9	12,8	15,6	18,3	21,1	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,3	11,1	9,4	7,2	6,1	5,0	3,3	5,0	4,4	3,3	3,9	4,4	6,1	8,9	12,2	15,0	17,2	19,4	21,1	21,7	21,1	20,0	18,9	17,2	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1
	200	5,0	4,4	3,3	3,9	4,4	6,1	8,9	12,2	15,0	17,2	19,4	21,1	21,7	21,1	20,0	18,9	17,2	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	10,0	8,9	7,2	6,1	6,7	8,9	12,2	14,4	15,6	17,8	19,4	20,6	20,6	20,6	19,4	18,9	18,9	17,8	16,7	15,0	12,8	11,1	10,0	7,8
	300	7,2	6,7	6,1	6,1	6,7	7,2	8,9	12,2	14,4	15,6	17,8	19,4	20,6	20,6	20,6	19,4	18,9	18,9	17,8	16,7	15,0	12,8	11,1	10,0	7,8	12,8	11,1	10,0	8,9	8,9	12,2	14,4	15,6	17,8	19,4	20,6	20,6	20,6	19,4	18,9	18,9	17,8	16,7	15,0	12,8	11,1	10,0	7,8
Cubierto de agua	100	-2,8	-1,1	0	1,1	2,2	5,5	8,9	10,6	12,2	11,1	10,0	8,9	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-2,2	-2,8	-1,7	-1,1	-0,5	-0,5	0	2,8	5,5	7,2	8,3	8,3	8,3	7,8	6,7	5,5	3,9	2,8	1,7	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7		
	200	-1,7	-1,1	-0,5	-0,5	0	2,8	5,5	7,2	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	7,8	6,7	5,5	3,9	2,8	1,7	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7	-1,1	-0,5	-0,5	0	2,8	5,5	7,2	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	7,8	6,7	5,5	3,9	2,8	1,7	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7
	300	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	1,1	2,8	3,9	5,5	6,7	7,8	8,3	8,9	8,3	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,7	1,1	0,5	0	1,1	0,5	0	0	2,8	3,9	5,5	6,7	7,8	8,3	8,9	8,3	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,7	1,1	0,5	0
Rociado	100	-2,2	-1,1	0	1,1	2,2	4,4	6,7	8,3	10,0	9,4	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	-1,1	-1,7	-1,7	-1,1	-0,5	-0,5	0	1,1	2,8	5,0	7,2	7,8	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	5,0	3,9	2,8	1,7	0,5	0	-0,5	-0,5		
	200	-1,1	-1,1	-0,5	-0,5	0	1,1	2,8	5,0	7,2	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	5,0	3,9	2,8	1,7	0,5	0	-0,5	-0,5	0	-0,5	-0,5	0	1,1	2,8	5,0	7,2	7,8	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	5,0	3,9	2,8	1,7	0,5	0	-0,5	-0,5		
	300	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	0	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5
(en la sombra)	100	-2,0	-2,8	-2,2	-1,1	0	1,1	3,3	5,0	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	2,8	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	-2,8	-2,8	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	-2,8
	200	-2,8	-2,8	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	-2,8	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	
	300	-1,7	-1,7	-1,1	-1,1	-1,1	-0,5	0	1,1	2,2	3,3	4,4	5,0	5,5	5,5	5,5	5,0	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	-1,1	-0,5	0	0	1,1	2,2	3,3	4,4	5,0	5,5	5,5	5,5	5,0	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1			
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5																								
		MAÑANA										TARDE										MAÑANA																											
		HORA SOLAR																																															

TABLA 20A. CORRECCIONES DE LAS DIFERENCIAS EQUIVALENTES DE TEMPERATURA (°C)

Temperatura exterior a las 15 h para el mes considerado menos temperatura interior	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR EN 24 h																					
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
-16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26,0	-26,5	-27,0	-27,4	-27,9	-28,8	-29,3	-29,8				
-12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22,0	-22,5	-23,0	-23,4	-23,9	-24,8	-25,3	-25,8				
-8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18,0	-18,5	-19,0	-19,4	-19,9	-20,8	-21,3	-21,8				
-4	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8				
0	-5,0	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8,0	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,6	-13,1	-13,6				
+2	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7,0	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8	-10,6	-11,1	-11,7				
+4	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5,0	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,6	-9,1	-9,7				
+6	0,8	0,3	-0,3	-0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,7	-3,1	-3,6	-4,0	-4,5	-5,0	-5,4	-5,9	-6,7	-7,2	-7,8				
+8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	-0,7	-1,1	-1,6	-2,0	-2,5	-3,0	-3,4	-3,9	-4,7	-5,2	-5,8				
+10	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2,0	-2,8	-3,3	-3,9				
+12	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	-0,1	-0,7	-1,2	-1,8				
+14	8,8	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9	1,3	0,8	0,2				
+16	10,8	10,3	9,7	9,2	8,7	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	5,8	5,3	4,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2				
+18	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,3	9,8	9,3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,8	6,4	5,9	5,3	4,8	4,2				
+20	14,8	14,3	13,7	13,2	12,7	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9	7,3	6,8	6,2				
+22	16,9	16,4	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13,0	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10,0	9,4	8,9	8,3				

SECCIÓN ANEXO B

B-1) Cotizaciones de equipos, instalación y mantención.



ANWO
ESPECIALISTAS EN CLIMATIZACION



Cotización **1016237** • Garantía
Validez Hasta el **24/05/2017**
Pág.: 1 de 2

Santiago, 24 de Abril de 2017

Sr.
**CLIENTE CCP GENERICO SUC. CONCEPCION
 GENERICA
 GENERICA
 Presente**

Atención Sr. :

De nuestra consideración:
 De acuerdo a lo solicitado por Uds., en la presente tenemos a bien cotizarles lo siguiente:

Consulte a su ejecutivo(a) de ventas
 CCP Catherine Gallegos

CANT	DESCRIPCION	P/U.USD	% Decto.	TOTAL USD
1	EAA SPLIT PISO CIELO F/C 24000BTU/H 220V ECO Marca..... : ANWO Código..... : GEP24ECO	1,397.00	-	1,397.00
1	EAA SPLIT DUCTO F/C 24000BTU/H ECO Marca..... : ANWO Código..... : GEDA24ECO	1,395.00	-	1,395.00
1	EAA SPLIT CASSETTE F/C 24000 BTU/HR 220V ECO Marca..... : ANWO1 Código..... : GEC24ECO	1,568.00	-	1,568.00
SUB-TOTAL USD				4,360.00
% DESCTO				.00
NETO USD				4,360.00
IVA USD				828.40
TOTAL USD				5,188.40

CUADRO ESTIMADO DE PESO Y VOLUMEN

VOLUMEN : 2.27 M3.
 PESO : 288 KGS.

Depositar en Cuenta BCI Nº 10586601 a nombre de Comercial Anwo S.A. / Giro: Importadora / RUT: 99.574.860-6
 Enviar comprobante al correo electrónico de su ejecutivo.

Casa Matriz: Avda. Presidente Eduardo Frei Montalva 17.001, Colina, Santiago - Tel.: (+56 2) 2 989 0000 / Sucursal La Serena: Avda. La Carretera 656, Coquimbo - Tel.: (+56 51) 312 685
 Sucursal La Reina: La Forja 8731, Parque Industrial La Reina, Santiago - Tel.: (+56 2) 2 989 0600 / Sucursal Concepción: Camino a Penco 3036-A, Gaspón D-2, Concepción - Tel.: (+56 41) 229 3400
 Sucursal Temuco: Camino al Aeropuerto Maquehue s/n, Temuco - Tel.: (+56 45) 2 953 900 / Sucursal Puerto Montt: Ruta V-505, km 3.5, Camino a Alerce, Puerto Montt - Tel.: (+56 65) 2 231 340

Rheintek Latinoamerica

Pérez Valenzuela 1098 Oficina 76
 Providencia
 Santiago / Chile
 Fono +56 2 264 0754
 Fax +56 2 264 2439



Fecha: 14 de Junio 2017

COTIZACION

COTIZACION N°: RM140617

Cliente: Sebastián Meza
 Dirección:
 País: CHILE
 Teléfono: 977137731
 Contacto: Sr Sebastián Meza sebastian.meza.navarrete@gmail.com

ITEM	DESCRIPCION	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	EL Space 020/380/3 Listo para ser instalado	1	5.200	5.200
2	EL 020/380/3 Para ducto	1	3.900	3.900
3	Steam Distributor ASD 24in Lanza difusora de vapor	1	300	300
4	Steam Hose, 7/8in ID, Small (per foot)	3 mt	200	200
5	Instalación cualquiera de los dos equipos, puesta en marcha	1	700	700

Moneda: USD + IVA al tipo de cambio del día de facturación.
 Vía de transporte: Aéreo
 Condición de venta: Gastos incluidos.
 Cláusula de venta: 50% Contado, 50% con la entrega de los productos
 Entrega: 10 días hábiles en sus bodegas de Santiago; una vez recibida la O/C.
 Empaque: caja.
 Validez de la oferta: 30 días.
Detalle de Pagos: BANCO SANTANDER SANTIAGO
 CTA. N° 03-65739-6
 RHEINTEK CHILE LTDA.
 RUT: 76.228.450-2



Cotizado por: Jaime Aguayo V.



Fecha: 11 DE JULIO DEL 2017

Señor(es): SEBASTIAN MEZA

At. Sr.(a):

Fono: e-mail:

**COTIZACION MANTENCION
N°19**

SOC. BONIFETTI, GUZMAN E HIJOS LTDA
RUT 79.758.720-6
Colo-Colo 181 Concepción - CHILE

Tel. 2229198 - 2243392 - 2910480 Fax 2223807

SEGÚN LO SOLICITADO DETALLAMOS COTIZACION:

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	P. UNIT.	P. TOTAL
1	1	MANTENCION PREVENTIVA A EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO, EXISTENTE	75,000	75,000
		INCLUYE:		0
		LIMPIEZA DE FILTROS Y BANDEJA		0
		LIMPIEZA DE CONDENSADOR		0
		LIMPIEZA DE EVAPORADOR		0
		LUBRICACION PARTES MOVILES		0
		CONTROL DE PRESIONES DE TRABAJO		0
		CHEQUEO SISTEMA ELECTRICO.		0
		CONTROL DE TEMPERATURAS DE TRABAJO		0
		PUESTA EN MARCHA Y REGULACION DEL SISTEMA		0
				0
				0
		EXCLUSIONES		0
		CAMBIO DE REPUESTOS		0
		REPARACIONES EN GENERAL		0
		LAS MANTENCIONES E INSTALACIONES NO TIENEN GARANTIA		0
		NETO,		75,000
		19% IVA		14,250
		TOTAL COTIZACION		89,250

OBSERVACION

PARA MANTENER LOS EQUIPOS EN OPTIMAS CONDICIONES, FABRICANTE SOLICITA A LO MENOS 2 EN EL AÑO

CONDICIONES DE VENTA

1.- Plazo de entrega: **A CONVENIR**

2.- Forma de pago: **TRANSFERENCIA / EFECTIVO**

3.- Validez: **7 días**

TRANSFERENCIA BANCO

SANTANDER

CTA. CTE. 00-6687-618-7

Rheintek Latinoamerica

Pérez Valenzuela 1098 Oficina 76
 Providencia
 Santiago / Chile
 Fono +56 2 2264 0754
 Fax +56 2 2264 2439



COTIZACION

COTIZACION N°: RM120717

Cliente: Sebastian Meza
 Dirección:
 País: CHILE
 Teléfono: 977137731
 Contacto: Sr. Sebastian Meza sebastian.meza.navarrete@gmail.com

ITEM	DESCRIPCION	CANT	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Cylinder 203, 005-010, 347-380/1	1	250	250

Mantencion: La mantención deberá hacerse periódicamente, esta va a depender de la dureza del agua que se vaya a usar, consiste en cambio de cilindro y limpieza del equipo y tiene un valor de US\$ 300 mas IVA

Moneda: USD + IVA al tipo de cambio del día de facturación.
 Vía de transporte: Courier.
 Condición de venta: Gastos incluidos.
 Cláusula de venta: 30 días fecha de factura.
 Entrega: 15 días en sus bodegas de Santiago; una vez recibida la O/C.
 Empaque: caja.
 Validez de la oferta: 30 días.

Detalle de Pagos: BANCO SANTANDER SANTIAGO
 CTA. N° 03-65739-6
 RHEINTEK CHILE LTDA.
 RUT: 76.228.450-2

Cotizado por: Jaime Aguayo V.

Rheintek Latinoamerica
 RUT: 76.228.450-2 - Giro: Comercialización
 Pérez Valenzuela 1098 Of. 83 – Providencia – Santiago - Chile
 F: +56 2 22640754 – Fax: +56 2 22642439
www.rheintek-la.com – serviciocliente@rheintek-la.com

SECCIÓN ANEXO C

C-1) Flujo de caja para un precio de venta de \$3.500

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	
(+)	Ingresos		16.331.000	18.144.000	19.957.000	
(-)	Costos fijos		1.563.660	1.563.660	1.563.660	
(-)	Costos variables		2.766.316	2.766.316	2.766.316	
(-)	Depreciaciones		531.564	531.564	531.564	
(=)	Utilidad antes imp.		11.469.460	13.282.460	15.095.460	
(-)	Impuesto (20%)		2.293.892	2.523.667	2.868.137	
(=)	Utilidad después imp.		9.175.568	10.758.793	12.227.323	
Flujo de caja neto						
(+)	Ingresos		16.331.000	18.144.000	19.957.000	
(-)	Costos fijos		1.563.660	1.563.660	1.563.660	
(-)	Costos variables		2.766.316	2.766.316	2.766.316	
(-)	Inversión fija	5.996.216				
(-)	Impuesto (20%)		2.293.892	2.523.667	2.868.137	VAN
(=)	Flujo de caja neto	-5.996.216	9.707.132	11.290.357	12.758.887	21.745.263

C-2) Flujo de caja para un precio de venta de \$3.600

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	
(+)	Ingresos		16.797.600	18.662.400	20.527.200	
(-)	Costos fijos		1.563.660	1.563.660	1.563.660	
(-)	Costos variables		2.766.316	2.766.316	2.766.316	
(-)	Depreciaciones		531.564	531.564	531.564	
(=)	Utilidad antes imp.		11.936.060	13.800.860	15.665.660	
(-)	Impuesto (20%)		2.387.212	2.622.163	2.976.475	
(=)	Utilidad después imp.		9.548.657	11.178.697	12.689.185	
Flujo de caja neto						
(+)	Ingresos		16.797.600	18.662.400	20.527.200	
(-)	Costos fijos		1.563.660	1.563.660	1.563.660	
(-)	Costos variables		2.766.316	2.766.316	2.766.316	
(-)	Inversión fija	5.996.216				
(-)	Impuesto (20%)		2.387.212	2.622.163	2.976.475	VAN
(=)	Flujo de caja neto	-5.996.216	10.080.412	11.710.261	13.220.749	22.778.640

C-3) Flujo de caja para un precio de venta de \$3.700

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	
(+)	Ingresos		17.264.200	19.180.800	21.097.400	
(-)	Costos fijos		1.563.660	1.563.660	1.563.660	
(-)	Costos variables		2.766.316	2.766.316	2.766.316	
(-)	Depreciaciones		531.564	531.564	531.564	
(=)	Utilidad antes imp.		12.402.660	14.319.260	16.235.860	
(-)	Impuesto (20%)		2.480.532	2.720.659	3.084.813	
(=)	Utilidad después imp.		9.922.128	11.598.601	13.151.047	
Flujo de caja neto						
(+)	Ingresos		17.264.200	19.180.800	21.097.400	
(-)	Costos fijos		1.563.660	1.563.660	1.563.660	
(-)	Costos variables		2.766.316	2.766.316	2.766.316	
(-)	Inversión fija	5.996.216				
(-)	Impuesto (20%)		2.480.532	2.720.659	3.084.813	VAN
(=)	Flujo de caja neto	-5.996.216	10.453.692	12.130.165	13.682.611	23.812.018

C-4) Flujo de caja para un precio de venta de \$3.800

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	
(+)	Ingresos		17.730.800	19.699.200	21.667.600	
(-)	Costos fijos		1.563.660	1.563.660	1.563.660	
(-)	Costos variables		2.766.316	2.766.316	2.766.316	
(-)	Depreciaciones		531.564	531.564	531.564	
(=)	Utilidad antes imp.		12.869.260	14.837.660	16.806.060	
(-)	Impuesto (20%)		2.573.852	2.819.155	3.193.151	
(=)	Utilidad después imp.		10.295.408	12.018.505	13.612.909	
Flujo de caja neto						
(+)	Ingresos		17.730.800	19.699.200	21.667.600	
(-)	Costos fijos		1.563.660	1.563.660	1.563.660	
(-)	Costos variables		2.766.316	2.766.316	2.766.316	
(-)	Inversión fija	5.996.216				
(-)	Impuesto (20%)		2.573.852	2.819.155	3.193.151	VAN
(=)	Flujo de caja neto	-5.996.216	10.826.972	12.550.069	14.144.473	24.845.395