



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Físicas
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos

**Diseño de un sistema de aire acondicionado tipo VRF
para el departamento 201 dentro del edificio residencia
de nombre Pezet 2**

INFORME PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

AUTOR

Jesús Martín SACRAMENTO ARRIETA

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Sacramento, J. (2022). *Diseño de un sistema de aire acondicionado tipo VRF para el departamento 201 dentro del edificio residencia de nombre Pezet 2*. [Informe profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jesús Martin Sacramento Arrieta
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	42439804
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-7716-3698
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	
Tipo de documento de identidad	
Número de documento de identidad	
URL de ORCID	
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MIGUEL ÁNGEL ORMEÑO VALERIANO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06532600
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ELISEO PÁEZ APOLINARIO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	19948335
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	HENRY MANUEL PALA REYES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	15860791
Miembro del jurado 3	
Nombres y apellidos	
Tipo de documento	

Número de documento de identidad	
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.2.03.00, Ingeniería Mecánica
Grupo de investigación	
Agencia de financiamiento	PROPIA
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Distrito: San Isidro
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2018
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.01



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
(Universidad del PERÚ, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS

**ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DEL INFORME PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO DE FLUIDOS, MODALIDAD DE
TITULACIÓN M-4 - POR EXPERIENCIA PROFESIONAL**

Siendo las 10:00 a.m. del día jueves 29 de diciembre de 2022, en la Sala de Sesión Virtual de la Facultad de Ciencias Físicas, bajo la presidencia del Dr. Ing. MIGUEL ANGEL ORMEÑO VALERIANO y con la asistencia de los miembros Mg. Ing. ELISEO PAEZ APOLINARIO y el Mg. Ing. HENRY MANUEL PALA REYES, se dio inicio a la Sesión Pública Virtual de Sustentación del Informe Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos, mediante la Modalidad de Titulación M-4 Por Experiencia Profesional, del Bachiller:

JESÚS MARTÍN SACRAMENTO ARRIETA

El Presidente del Jurado Examinador dio lectura del Resumen del Expediente, e invitó al Bachiller JESÚS MARTÍN SACRAMENTO ARRIETA, a realizar la Exposición del Informe Profesional titulado "DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO TIPO VRF PARA EL DEPARTAMENTO 201 DENTRO DEL EDIFICIO RESIDENCIA DE NOMBRE PEZET 2".

Concluida la exposición del candidato y luego de las preguntas de rigor por parte del Jurado Examinador, el Presidente invitó al Bachiller abandonar momentáneamente la sala de sesión para dar paso a la deliberación y calificación por parte del Jurado.

Al término de la deliberación del Jurado, se invitó al candidato a regresar a la sala de sesión para dar lectura a la calificación final obtenida por el Bachiller, la misma que fue:

..... CATORCE 14

El Presidente del Jurado Dr. Ing. MIGUEL ANGEL ORMEÑO VALERIANO, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller JESÚS MARTÍN SACRAMENTO ARRIETA Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las 10:56 a.m. del mismo día, se levantó la sesión.

Dr. Ing. MIGUEL ANGEL ORMEÑO VALERIANO
PRESIDENTE DEL JURADO

Mg. Ing. ELISEO PAEZ APOLINARIO
MIEMBRO DEL JURADO

Mg. Ing. HENRY MANUEL PALA REYES
MIEMBRO DEL JURADO



UNMSM

Firmado digitalmente por LOZANO
BARTRA Whualkuer Enrique FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30.12.2022 22:49:57 -05:00

DR. WHUALKUER ENRIQUE LOZANO BARTRA
VICEDECANO ACADÉMICO FCF

Datos de la plataforma virtual institucional del acto de sustentación:

<https://us06web.zoom.us/j/89851126658?pwd=WIVhRXAwMUt2bnBjSTRjUUdBOFphZz09>

ID de reunión: 898 5112 6658

Código de acceso: 672462

Grabación archivada en el siguiente enlace:

https://drive.google.com/file/d/1FM_wIT8YTIRXPv8ZD3U1HeLLX-_HtDHU/view?usp=share_link

Anexo 1

Informe de evaluación de Originalidad

1. Facultad de Ciencias Físicas
2. Escuela/Unidad de Posgrado
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos
3. Autoridad Académica que emite el informe de originalidad
El Director de la EPIMF
4. Apellidos y nombres de la autoridad académica
Sarango Julca Douglas Donal
5. Operador del programa Informático de similitudes
Dr. Ing. Douglas Sarango Julca
6. Documento evaluado (1)
"DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO TIPO VRF PARA EL DEPARTAMENTO 201 DENTRO DEL EDIFICIO RESIDENCIA DE NOMBRE PEZET 2"
7. Autor del documento (2)
JESÚS MARTÍN SACRAMENTO ARRIETA
8. Fecha de recepción del documento 18/1/23
9. Fecha de aplicación del programa informático de similitudes 19/1/23
10. Software utilizado
 - Turnitin (X)
 - Ithenticate
 - Otro (especificar)
11. Configuración del programa detector de similitudes
 - Excluye textos entrecomillados
 - Incluye Bibliografía
 - Excluye cadenas menores a 40 palabras
12. Porcentaje de similitudes según programa detector de similitudes³
7%
13. Fuentes originales de las similitudes encontradas⁴
14. Observaciones
Ninguna
15. Calificación de originalidad
 - Documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones (X)
 - Documento cumple criterios de originalidad, con observaciones
 - Documento no cumple criterios de originalidad
16. Fecha del Informe 19 /1 /23



Firmado digitalmente por SARANGO
JULCA Douglas Donal FAU
20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19.01.2023 18:08:23 -05:00

DR. ING. Douglas Sarango Julca
DIRECTOR (e) DE LA EPIMF

- 1 Otro (especificar) Informe Profesional Modalidad de Titulación M-4
- 2 Apellidos y Nombres completos
- 3 En letras y números
- 4 Indicarlas en orden decreciente y su respectivo porcentaje

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre Julia Lucia Arrieta Sacramento, quien estuvo siempre conmigo apoyándome en los malos y buenos momentos de mi vida, cada logro que he conseguido se lo debo a ella, siempre le estaré agradecido. A mi querida escuela mecánica de fluidos y a sus docentes, estoy muy agradecido por lo años de estudio.

Jesús Martin Sacramento Arrieta

Tabla de Contenidos

1.....	12
2. RESUMEN	13
3. Índice de Tablas	15
4. Índice de Figuras.....	16
5. CAPITULO I	1
Generalidades.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Planteamiento del problema.....	2
1.4 Objetivo general	2
1.5 Objetivos específicos.....	2
1.6 Justificación del estudio	2
1.7 Ubicación	3
CAPITULO II.....	4
Marco Teórico.....	4
2.1 Generalidades.....	4
2.1.1 Acondicionamiento del aire	4

2.1.2	Aplicaciones del aire acondicionado	5
2.1.3	Casos típicos de confort humano	5
2.1.4	Conceptos de aire acondicionado.....	6
2.2	Estudio del Balance térmico.....	13
2.2.1	Introducción	13
2.2.2	Balance térmico	14
2.2.3	Cálculo del balance térmico.....	15
2.2.4	Cálculo de carga térmica a través de generada a través paredes, techos y vidrios	16
2.2.5	Carga térmica generada a través del piso, divisiones y cielos rasos	17
2.2.6	Cálculo de carga térmica a través de radiación solar a través de vidrios.....	18
2.2.7	Cálculo de carga térmica a través de alumbrado y equipos	19
2.2.8	Calculo térmico de equipos.....	19
2.2.9	Calculo térmico por personas.....	20
2.2.10	Calculo térmico a través de alrededores	21
2.2.11	Transferencia de calor de ventilación	21
2.2.12	Transferencia de calor por infiltración.....	22
CAPITULO III.....		24
Cálculo térmico		24
3.1	Condiciones de diseño.....	24
3.2	Localización y área del proyecto.....	24

3.3	Condiciones interiores y exteriores	25
3.4	Cálculo de la carga térmica	25
3.4.1	Condiciones de diseño interiores y exteriores del departamento	25
3.4.2	Metodología del cálculo térmico	26
3.4.3	Calculo térmico de conducción a través de las paredes exteriores	27
3.4.4	Calculo térmico a través de conducción a través de vidrios externos.....	29
3.4.5	Calculo termico a través de paredes internas	29
3.4.6	Calculo térmico por radiación a través de los vidrios externo	30
3.4.7	Calculo térmico a través de las luminarias	31
3.4.8	Calculo térmico por las personas	31
3.4.9	Transferencia de calor a través de equipos	32
3.4.10	Transferencia de calor a los alrededores	32
3.4.11	Transferencia de calor por infiltración.....	33
CAPITULO IV.....		36
Selección de equipos.....		36
4.1	Selección de equipos de aire acondicionado	36
4.2	Dimensiones y características de los equipos del proyecto.....	39
CAPITULO V.....		47
Propuesta económica		47
5	Equipos e instalación del proyecto	47

5.1	Tubería de cobre y aislamiento del proyecto	48
5.2	Ducteria metálica y rejillas lineales del proyecto.....	49
	CONCLUSIONES	51
	RECOMENDACIONES.....	54
	BIBLIOGRAFÍA	56
	ANEXO.....	57

RESUMEN

El presente proyecto corresponde al conjunto de departamentos que conforman el edificio Multifamiliar “Pezet II”, de un Penthouse ,33 departamento y áreas comunes, para la presente monografía solo hablaremos sobre la climatización del departamento 201. En si se climatizo todos los departamentos.

El edificio se encuentra ubicado en la avenida General Juan Antonio Pezet 561 en el Distrito de San Isidro,

Se diseñó un sistema de aire acondicionado de expansión directa con volumen de refrigerante variable (VRF), bomba de calor de frecuencia variable y recuperador de calor, compuesto por una unidad condensadora enfriada por aire y una unidad evaporadora tipo “fancoil”, con paredes decorativas utilizando marca Mitsubishi. Instalado en todas las plantas y zonas comunes del edificio.

El aire se distribuirá a través de conductos metálicos flexibles por las unidades evaporadoras, que se montarán en el espacio entre el falso techo y la losa del techo para su funcionamiento por conductos

Los ductos flexibles estarán conformados por dos capas tubulares de poliéster, que encierran entre sí un alambre acerado que mantiene la sección circular del ducto. Exteriormente serán aislados térmicamente mediante lana de vidrio de 1” de espesor, cubierta con foil de aluminio que cumplirá las funciones de barrera de vapor.

Según el proyecto, también se utilizarán rejillas lineales adosadas a las paredes para la evacuación del aire. Estas rejillas lineales se conectarán a los correspondientes conductos flexibles mediante cajas de chapa aislante galvanizada.

Utilizando la zona situada sobre el falso techo como plenum o conducto de retorno, el retorno de aire se realizará a través de una rejilla también adosada al falso techo.

Para cumplir con la normativa ASHRAE vigente, los cálculos realizados en los sistemas de climatización ofrecerán confort térmico a los consumidores de diversos sectores.

Esta monografía técnica está organizada en 5 capítulos para facilitar su comprensión.

El primer capítulo de la monografía es la introducción, donde hablaremos sobre los antecedentes, objetivos y la problemática.

Segundo capítulo: Esta parte es el marco teórico.

Tercero capítulo: forma de cálculo térmico, condiciones de diseño, diseño interior y exterior.

Cuarto Capítulo: Hemos seleccionado el equipamiento, características y dimensiones del equipamiento del edificio Pezet 2 del departamento 201.

Quinto Capítulo: Asesoramiento económico del equipamiento e instalaciones, medición de materiales utilizados, por ejemplo, rejillas, tuberías de cobre, aislamiento y tuberías.

Índice de Tablas

Tabla 1 Composición del aire	7
Tabla 2 Índices máximos de infiltración para puertas y ventanas exteriores.....	23
Tabla 3 Estadísticas registradas en los tres primeros meses del año 2016 y 2017.....	25
Tabla 4 Áreas y orientaciones de paredes para el dormitorio principal.....	27
Tabla 5 Descripción de grupos de construcción de paredes	57
Tabla 6 Diferencia de temperatura de 1°F para cargas de refrigeración (DTCE) para el cálculo de la carga de la pared solar	58
Tabla 7 Corrección de la DTCE por latitud y mes (LM), para aplicar a paredes y techos, latitudes Norte, °F	59
Tabla 8 Latitudes septentrionales, corrección DTCE por latitud y mes, para aplicar a paredes y techos, en °F.....	60
Tabla 9 Ganancias máxima de calor por radiación en vidrio Btu/h – ft ² , latitud norte.....	60
Tabla 10 Ganancias máxima de calor por radiación en vidrio Btu/h – ft ² , latitud norte.....	61
Tabla 11 Persianas enrollables venecianas con coeficiente de sombreado en vidrios.....	62
Tabla 12 Carga de enfriamiento de vidrio	63
Tabla 13 Tasa de ganancia de calor como resultado de los usuarios de aire acondicionado.....	64
Tabla 14 Equivalencia en orientación por los hemisferios	64
Tabla 15 Coeficiente global “U” de transferencia de calor para el vidrio	65
Tabla 16 Tasas de ganancia de calor debido a los ocupantes del recinto acondicionado	65

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa de ubicación del Edificio Pezet 2	3
Figura 2 Curva de punto de rocío	9
Figura 3 Temperatura para bulbo humedo.....	10
Figura 4 Temperatura para bulbo seco	11
Figura 5 Interacciones térmicas entre el cuerpo y el ambiente.....	12
Figura 6 Ganancias de Calor (Q) de un ambiente.....	15
Figura 7 Localizacion del departamento.....	24
Figura 8 Vista de planta del Dormitorio principal.....	27

CAPITULO I

Generalidades

1.1 Introducción

La instalación de un sistema de aire acondicionado es esencial en todos los espacios residenciales contemporáneos ya que, contrariamente a la creencia popular, el aire acondicionado moderno es ahora necesario para la comodidad y el mantenimiento de la salud de los seres humanos.

"Según la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE), se trata del proceso de tratar el aire de forma que su temperatura, humedad relativa, limpieza y distribución se gestionen simultáneamente para cumplir los requisitos del área climatizada.

En muchos casos, garantiza que las condiciones de habitabilidad del espacio satisfagan los estándares de confort de sus ocupantes para una mayor felicidad a largo plazo, mientras que en otras situaciones, actúa como un equipo necesario para el correcto funcionamiento de un ambiente.

1.2 Antecedentes

Un climatizador es, en general, un aparato de aire acondicionado que ha sido procesado por maquinaria para determinar la temperatura adecuada, la humedad particular y el caudal de aire.

Su objetivo es hacer la vida de las personas más cómoda en el interior durante los meses necesarios.

1.3 Planteamiento del problema

En la ciudad de Lima el clima es caluroso en verano, y en lugares cerrados el cuerpo humano transfiere más calor a su entorno, lo que provoca un aumento de la temperatura interior, lo que genera molestias, sudoración y falta de respuesta a los pequeños. cantidad de oxígeno que se produce en la casa preocupaciones de cooperación.

1.4 Objetivo general

Realizar el diseño de un sistema de aire acondicionado para un Edificio Multifamiliar que está ubicado en la ciudad de lima, distrito de San Isidro.

1.5 Objetivos específicos

- Definir las técnicas de cálculo térmico del sistema de climatización del Edificio Multifamiliar Pezet 2.

- Para tratar el aire ambiente del departamento de modo que la temperatura, la humedad, la limpieza y la distribución del aire se controlen a la vez para el placer de los usuarios de cada departamento, determine la carga térmica de un sistema de aire acondicionado.

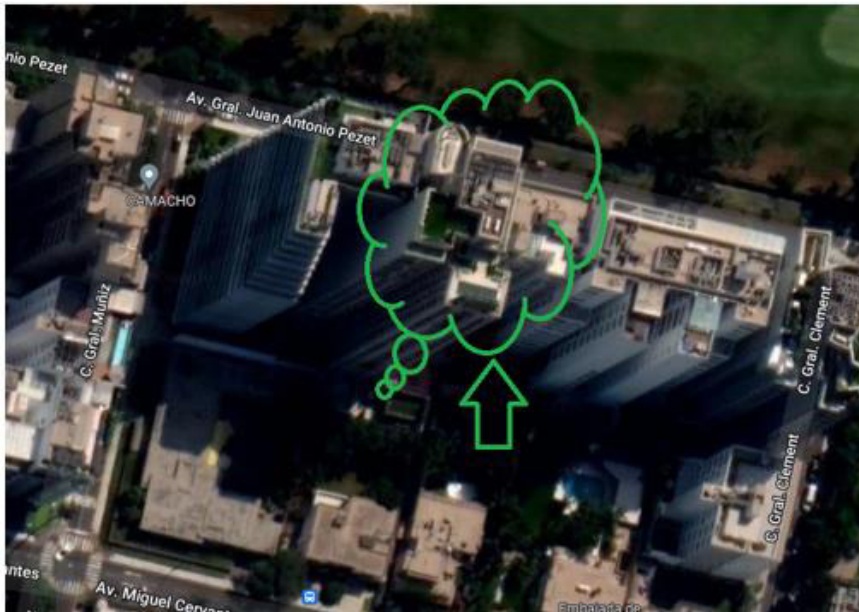
1.6 Justificación del estudio

Debido al clima caluroso de verano e invierno en la zona de San Isidro de Lima, es crucial utilizar cálculos térmicos mientras se diseña el sistema de aire acondicionado de la vivienda multifamiliar con el fin de proporcionar aire y regular la temperatura, la humedad y la temperatura dentro de la habitación climatizada.

1.7 Ubicación

Figura 1

Mapa de ubicación del Edificio Pezet 2



CAPITULO II

Marco Teórico

2.1 Generalidades

2.1.1 *Acondicionamiento del aire*

Se considera que el proceso de tratamiento del aire ambiente de una vivienda mediante aire acondicionado es el más completo; comprende el control de la temperatura, la humedad, la limpieza y el movimiento del aire interior. Cualquier sistema que sólo cumpla una o dos tareas, pero no todas, no es un sistema de aire acondicionado completo. Hay dos estaciones del año, la de humidificación, que añade humedad cuando está demasiado seco, la de filtrado o limpieza del aire para eliminar el posible polvo y microorganismos, y la de verano e invierno. Los primeros procesan el aire y producen calor o frío (aunque normalmente no del todo). Los segundos utilizan un calefactor o un refrigerador y disponen de un climatizador que sólo funciona con aire. Para que un sistema de control funcione plenamente,

- Temperatura
- Calefacción
- Refrigeración

- Humedad

Humificación

Deshumidificación

- Velocidad

Distribución del aire

Niveles de ruido

- Pureza

Filtración

Esterilizado

2.1.2 *Aplicaciones del aire acondicionado*

.

El uso del aire acondicionado tiene dos finalidades:

- Mantener a la gente cómoda.
- Gestionar las operaciones comerciales.

Para comprender las necesidades de un sistema de aire acondicionado, hay que entender su funcionamiento fundamental.

En todas las zonas con climas extremos, el aire acondicionado en las residencias privadas es ahora una necesidad, después de haber sido visto una vez como un lujo costoso. Por lo tanto, un diseño sencillo, equipos fácilmente disponibles y una instalación directa son los requisitos fundamentales de las instalaciones de aire acondicionado

2.1.3 *Casos típicos de confort humano*

- En zonas residenciales
- Edificios comerciales
- Hospitales (áreas generales)
- Hoteles

- Bancos, restaurantes
- Supermercados
- Iglesias
- Teatros y auditorios
- Salas de espectáculos y cines

2.1.4 *Conceptos de aire acondicionado*

Las características psicométricas del aire que más contribuyen a la felicidad de las personas pueden calcularse en determinadas circunstancias, y son:

1. Temperatura de la atmósfera
2. Humedad del aire.
3. El flujo de aire.
4. El aire limpio.

El objetivo del aire acondicionado es acondicionar un lugar en cualquier época del año tratándolo de forma que su temperatura, humedad, pureza y distribución estén controladas al mismo tiempo. Una carga de refrigeración suele costar más que una carga de calefacción. Calcular la ganancia o pérdida de calor del espacio que hay que acondicionar le permitirá elegir el tamaño adecuado de la unidad.

Tabla 1*Componentes de aire*

Composicion volumetrica de aire	
Oxigeno	20.99%
Anhidrido Carbonico	0.44%
Nitrogeno	78.03%
Vapor de Agua	Variable
Otros Gases	0.04%

Las impurezas incluyen vapores sulfurosos, ácidos, polvos, cenizas, minerales y microbios, entre otras cosas. Según las circunstancias atmosféricas locales, la cantidad de vapor de agua en el aire varía de un lugar a otro y suele constituir entre el 1% y el 3% de la masa de la mezcla.

2.1.4.1 Calor

Las variaciones de temperatura permiten el paso de energía en forma de calor. En todas las partes del cuerpo, el calor está presente en diversos grados. No puede crearse ni destruirse como las demás formas de energía, pero puede transformarse en calor a partir de otras formas de energía y viceversa. Las moléculas que componen toda materia o sustancia se mueven con mayor rapidez cuanto más se calienta un material. El líquido hervirá y se convertirá en vapor cuando esté lo suficientemente caliente. Naturalmente, el calor sólo se desplaza de un objeto o región más caliente a otro más frío

2.1.4.1.1 Calor sensible

Podemos percibir el calor o utilizar determinados aparatos para medirlo. El calor, y no el cambio de estado de una sustancia, es lo que afecta a su temperatura. Por

ejemplo, al sumergir un dedo en agua caliente sobre una llama, podemos sentir cómo aumenta la temperatura del agua. Cualquier sustancia que tenga una temperatura absorberá calor sensible cuando se caliente y lo liberará cuando se enfríe. Lo mismo ocurre con los líquidos y otras sustancias.

2.1.4.1.2 *Calor latente*

La cantidad de calor necesaria para alterar el estado físico de una sustancia (de sólido a líquido o de líquido a vapor) sin afectar a su temperatura se denomina calor latente. La definición de latente es "oculto" o "no percibido"

2.1.4.2 *Temperatura*

La cantidad de energía cinética que tienen las partículas de una masa gaseosa, líquida o sólida es lo que se conoce como temperatura, que es un número escalar. La temperatura aumenta al aumentar la velocidad de las partículas y viceversa.

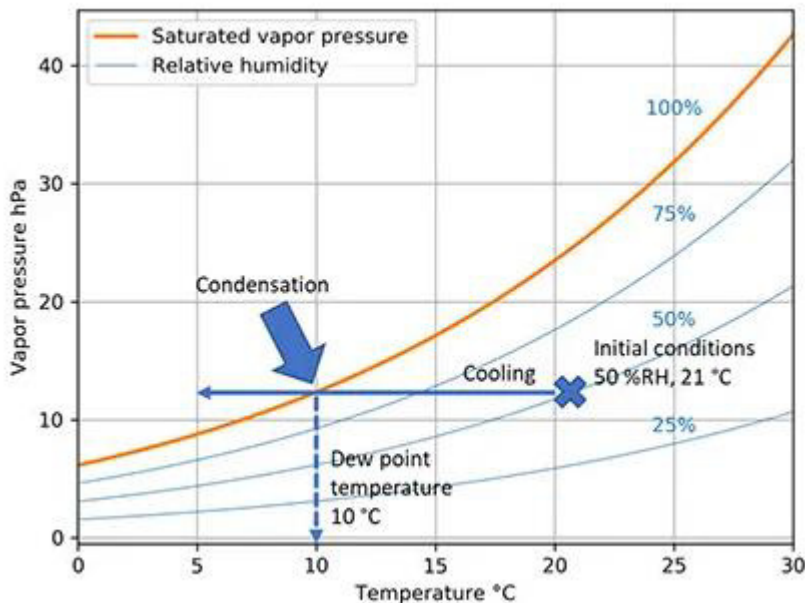
2.1.4.2.1 *Temperatura de rocío*

El punto de rocío, que es una medida de la humedad atmosférica, es la temperatura a la que se desarrolla el rocío (condensación). A presión y contenido de agua constantes, el aire debe enfriarse a esta temperatura para saturarse. La temperatura se utiliza para expresar los puntos de rocío. Un mayor contenido de humedad, comúnmente denominado humedad absoluta, se correlaciona con puntos de rocío más altos.

A una temperatura y un nivel de humedad relativa (HR) determinados, el punto de rocío es la temperatura más baja a la que puede enfriarse el aire. El aire tiene una humedad relativa del 100% en el punto de rocío, y si se sigue enfriando se produce condensación en lugar de bajar la temperatura del aire.

Figura 2

Curva de punto de rocío



2.1.4.2.2 Temperatura del bulbo húmedo

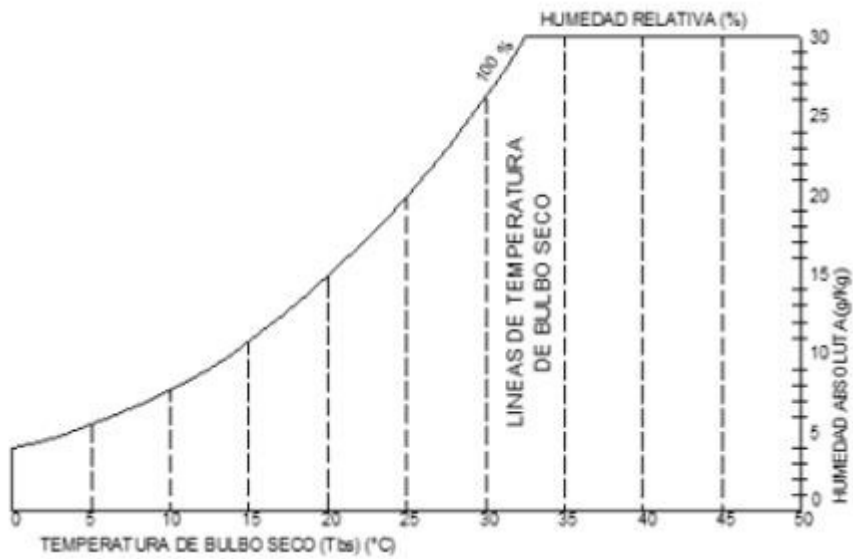
Temperatura en el aire que fluye rápidamente y que indica un termómetro cuyo bulbo está contenido en una mecha sumergida en agua

La temperatura de bulbo húmedo (T_{bh}) se representa de izquierda a derecha y de arriba a abajo.

Figura 3*Temperatura para bulbo humedo***2.1.4.2.3 Temperatura de punto seco**

Es la temperatura del aire indicada por el termómetro y cuando nos referimos a la temperatura del aire nos referimos a la temperatura de bulbo seco del aire.

La temperatura de bulbo seco (T_{bs}) se muestra horizontalmente en el eje de abscisas, mientras que la línea vertical va desde la parte inferior hasta la parte superior del gráfico.

Figura 4*Temperatura para bulbo seco*

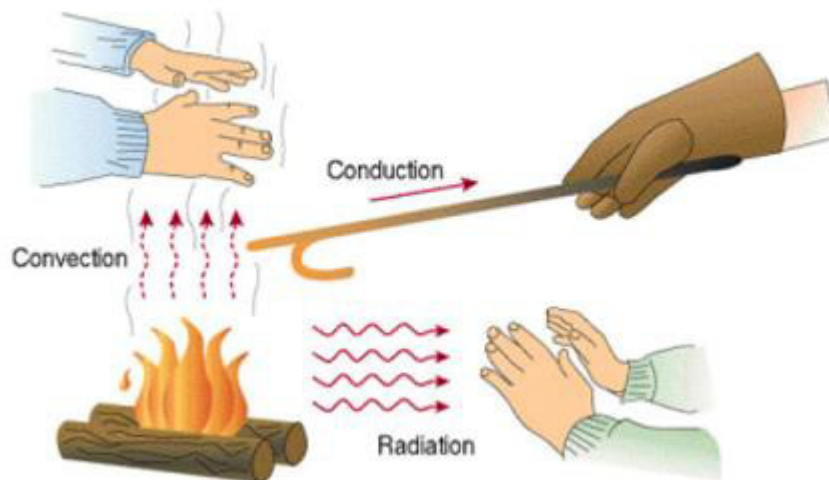
2.1.4.3 Transferencia de calor

Es la transferencia de energía térmica de un objeto más cálido a uno más frío, y solo ocurre cuando hay una diferencia entre ellos.

Hay tres formas de lograr esta transferencia de calor:

Figura 5

Interacciones térmicas entre el cuerpo y el entorno



2.1.4.3.1 Por conducción

Ocurre a través de un medio fijo que puede ser sólido o líquido. Ocurre a escala atómica debido a la actividad molecular, cuando chocan entre sí, las partículas de mayor energía transfieren energía a las partículas de menor energía.

2.1.4.3.2 Por convección

Proceso por el que se transfiere calor mediante la circulación o el movimiento en masa de una sustancia. Puede ser forzado, cuando la materia se ve obligada a fluir de un lugar a otro, como el aire en un ventilador o el agua en una bomba, o natural, causado simplemente por variaciones en la densidad de la materia.

2.1.4.3.3 Por radiación

La radiación térmica es la energía que emite un medidor a una temperatura determinada en todas direcciones, directamente desde la fuente.

2.2 Estudio del Balance térmico

2.2.1 Introducción

La relación entre la entrada y la salida de energía térmica para mantener las condiciones especificadas de temperatura y humedad del ambiente interno del lugar para proporcionar confort o para procesos industriales se conoce como balance térmico. Es la cuantificación de la cantidad de calor que es necesario absorber o aportar a un espacio acondicionado.

Desde el punto de vista del balance de calor del sitio, las condiciones interiores importantes se refieren a la temperatura del aire, es decir, la temperatura de bulbo seco y la temperatura de bulbo húmedo, que son indicadores relacionados con la humedad del aire.

Donde se llevan a cabo diversas actividades, la energía térmica se gana y se pierde debido a:

- En todos los casos (invierno y verano), la radiación solar se convierte en un flujo de calor entrante (entrada de energía térmica).
- Transferencia de calor entre interior y exterior, que constituirá salida de energía térmica en invierno (considerando el clima) y entrada de energía térmica en verano
- La infiltración de aire exterior, que en invierno es más frío que el aire interior, supone una pérdida de energía térmica (escape).

- La iluminación artificial se refiere a la entrada de energía eléctrica consumida por los artefactos de iluminación y sus equipos auxiliares, convertida en energía térmica, y parte o la totalidad de ella ingresa al sitio. Constituye por tanto un aporte neto de energía térmica independiente de la estación meteorológica.

equipo, proceso o maquinaria como parte de una actividad

Desarrollar donde las condiciones lo permitan, consumir electricidad, calor u otra energía y eventualmente convertirla en calor.

2.2.2 Balance térmico

La energía necesaria para mantener un determinado nivel de temperatura y humedad en un espacio para una determinada aplicación se conoce como equilibrio térmico (confort humano). En BTU, es la cantidad de calor que se elimina de una zona determinada.

El siguiente diagrama esquemático puede utilizarse para determinar el balance de ganancia y pérdida de energía térmica en lugares donde las condiciones lo permitan:

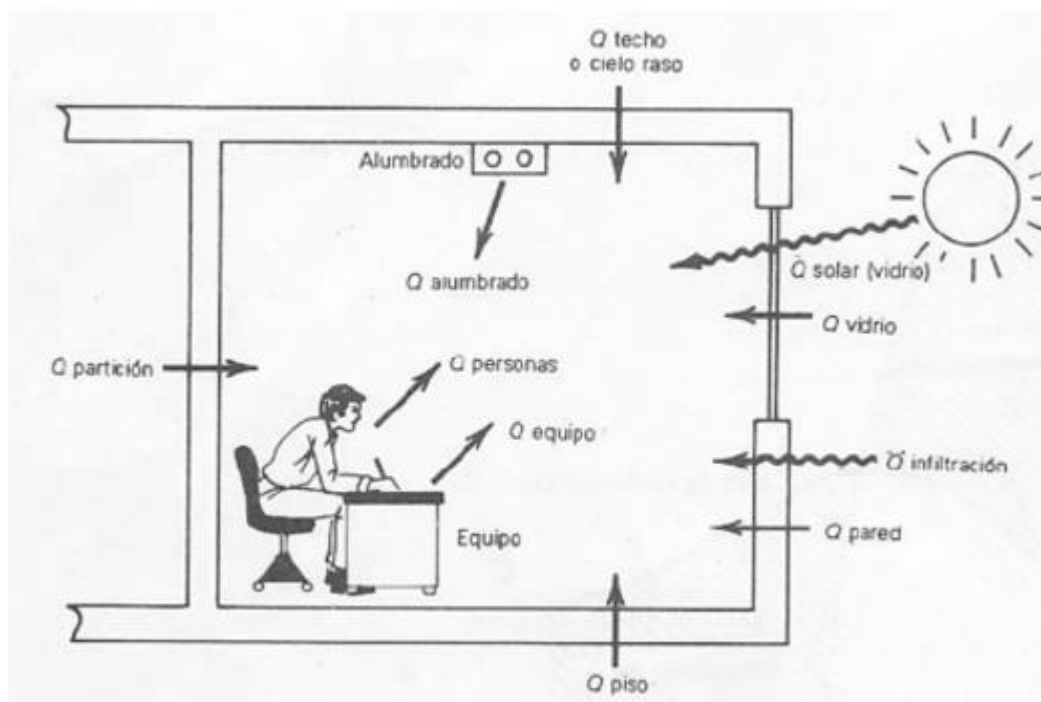
1. Conducidas al exterior a través de paredes, techos y cristales.
2. Conducción a través de tabiques interiores, techos y suelos.
3. Radiación solar a través del vidrio.
4. Iluminación.
- 5 personas.
6. Equipo.
7. El aire exterior se infiltra a través de la abertura.

Esta ganancia de calor debe dividirse en dos partes: el calor del exterior del recinto y el calor generado en el interior.

Como se puede ver en la descripción anterior, los puntos 1-3 son ganancia de calor externa y los puntos 4-6 son ganancia de calor interna. La ósmosis se puede considerar una clase separada. También es conveniente dividir las ganancias de calor en dos grupos: ganancias de calor sensible y ganancias de calor latente.

Figura 6

Ganancias de Calor (Q) de un ambiente.



2.2.3 Cálculo del balance térmico

Para determinar el balance térmico global de cualquier zona, se suman todas las entradas y salidas de energía térmica procedentes de la radiación solar, el calor de la iluminación artificial y

las instalaciones, la población de inquilinos, las infiltraciones y la transferencia de calor de pared a pared.

2.2.4 *Cálculo de carga térmica a través de generada a través paredes, techos y vidrios*

La siguiente ecuación se utiliza para determinar la ganancia de calor por conducción a través de las paredes, el techo y los cristales que dan al exterior:

$$Q = U \times A \times DTCE_e \quad (1)$$

Donde:

Q = a través del techo, pared o

Vidrio, BTU/hora

U = techo, pared o

Vasos BTU/h-ft -°F

A = área de techo, pared o vidrio, ft²

DTCE = Diferencia de temperatura del servicio de refrigeración, °F

El valor DTCE encontrado debe corregirse de la siguiente manera:

$$DTCE_e = [(DTCE + LM) \times K + (78 - t_R) + (t_0 - 85)] \times f \quad \dots(2)$$

Dónde:

DTCE = Valor DTCE corregido, °F.

DTCE = Temperatura de banco 25 o 26, °F

LM = corrección de latitud por color y mes, de la Tabla 28

K = corrección debido al color de la superficie

$$K = \begin{cases} 1.0, & \text{para superficies oscuras o areas industriales.} \\ 0.5, & \text{para techos de color claro en zonas rurales.} \\ 0.65, & \text{para paredes de color claro en en zonas rurales.} \end{cases}$$

tR = temperatura del recinto °F

t0 = temperatura de diseño exterior promedio °F

f = factor de corrección para la ventilación de cielo raso (solo para techos)

f = 0.75 para ventiladores de entepiso (techo falso) en los demás casos,

usar f = 1.0

Los valores que se muestran en la tabla se basan en una temperatura de diseño interior de 78 °F a 40 °N de latitud el 21 de julio, la temperatura exterior diaria promedio es de 85 °F con paredes y techos oscuros. Para recintos de vidrio, el DTCE corregido se calcula de la siguiente manera:

$$DTCE_e = DTCE + (78 - T_r) + (T_o - 85) \dots(2.1)$$

2.2.5 Carga térmica generada a través del piso, divisiones y cielos rasos

El calor transferido desde el espacio no acondicionado anterior al espacio acondicionado a través de la partición, el piso y el techo se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Q = U_x A_x DT \dots(3)$$

Dónde:

Q = tasa de transferencia de calor desde el mamparo, piso o techo, BTU/h

U = coeficiente global de transferencia de calor del tabique, suelo o techo
BTU/hora-pies-°F

A = área de techo, pared o vidrio, ft²

DT = diferencia de temperatura entre el espacio no acondicionado y el ambiente

Aire acondicionado, °F

Si no se conoce la temperatura del espacio no acondicionado, generalmente se usa una aproximación asumiendo que es 5 °F menos la temperatura exterior.

2.2.6 Cálculo de carga térmica a través de radiación solar a través de vidrios

La energía radiante del sol pasa a través de materiales transparentes como el vidrio y se convierte en calor que se extrae de la habitación. Su valor cambia con el tiempo, la orientación, las sombras y los efectos de almacenamiento.

:

$$Q = \text{FCGS} \times A \times \text{CS} \times \text{FCE} \dots(4)$$

Dónde:

Q = aumento neto de la radiación solar a través del vidrio, BTU/h

FCGS = Coeficiente máximo de ganancia de calor solar, BTU/hr – ft²

A = área de vidrio, pies cuadrados

CS = factor de sombreado

FCE = factor de carga de enfriamiento de vidrio

2.2.7 *Cálculo de carga térmica a través de alumbrado y equipos*

La energía eléctrica que reciben todos los sistemas de iluminación, ya sean incandescentes o fluorescentes, para funcionar se convierte esencialmente en calor, que se libera y dispersa en la habitación que hay que climatizar.

La fórmula para calcular la ganancia de calor por iluminación es:

$$Q = 3.4 \times W \times FB \times FCE \dots(5)$$

Dónde:

Q = ganancia neta de calor debido a la iluminación, BTU/h

W = potencia de iluminación, vatios

FB = factor de lastre

FB = 1,25 para lámparas fluorescentes

FB = 1.0 Para iluminación incandescente, no hay pérdida adicional

FCE = Factor de carga de enfriamiento de iluminación

Este factor FCE tiene en cuenta el almacenamiento debido a la ganancia de calor de las luminarias y depende de cuánto tiempo está encendida la iluminación, cuánto tiempo está encendido el sistema de aire acondicionado, el tipo de luminaria, las características estructurales y la cantidad de ventilación mecánica en la habitación.

2.2.8 *Calculo térmico de equipos*

En ocasiones, la ganancia de calor debida al equipo se puede calcular directamente consultando al fabricante o los datos de la placa de identificación si su uso es intermitente. Algunos dispositivos generan calor tanto sensible como latente.

La Tabla 38 muestra algunos valores caloríficos para aparatos típicos.

2.2.9 *Calculo térmico por personas*

El calor sensible y el calor latente producidos por la transpiración constituyen el calor corporal total de una persona. El efecto de regeneración puede absorber parte del calor sensible, pero no el calor latente.

Las ecuaciones para las ganancias de calor sensible y latente derivadas de humanos son:

$$Q_s = q_s \times n \times FCE \dots(6)$$

$$Q_l = q_l \times n \dots(7)$$

Dónde:

Q_s, Q_l = ganancias de calor sensible y latente

q_s, q_l = ganancia de calor sensible y latente per cápita

n = número de personas

FCE = factor de carga de enfriamiento humano

notas:

El factor FCE se deriva del efecto de almacenamiento térmico y se aplica a la ganancia de calor de una persona.

Si el sistema de aire acondicionado se apaga por la noche, no se debe incluir el almacenamiento térmico y FCE = 1.0

2.2.10 *Calculo térmico a través de alrededores*

Corregir la ganancia de calor sensible por conducción, radiación solar e iluminación es importante porque parte de la ganancia de calor sensible del cerramiento se transporta a través de la estructura al entorno exterior y nunca aparece como parte de la carga del cerramiento. La siguiente ecuación se utiliza para calcular la ganancia de calor del cerramiento, las personas y los equipos.

$$F_c = 1 - 0.02 K \dots(8)$$

$$K = (U_w A_w + U_g A_g) / L \dots(9)$$

FC = Factor para corregir la ganancia de calor sensible para cada habitación

K = Conductividad por unidad de longitud, BTU/h – ft -°F

L = longitud de la pared exterior, pies

U_w , U_g = coeficiente de transferencia de calor.

w = pared, g = vidrio, BTU/hr - ft² - °F

A_w,A_g = área de pared o vidrio, ft²

2.2.11 *Transferencia de calor de ventilación*

Por razones de higiene y comodidad, se suele permitir algo de aire exterior. El calor sensible y latente de este aire es mayor que el del aire interior, por lo que pasa a formar parte de la carga frigorífica.

Sin embargo, el exceso de calor generalmente se lleva al equipo de enfriamiento y, por lo tanto, es parte de la carga de enfriamiento, no de la carga del estante.

La fórmula para calcular la carga de refrigeración sensible y la carga de refrigeración latente provocada por el aire de ventilación es:

$$Q_s = 1.1 \times \text{CFM} \times \text{CT} \dots\dots\dots(10)$$

$$Q_l = 0.68 \times \text{CFM} \times (W_e - W_i) \dots\dots(11)$$

2.2.12 *Transferencia de calor por infiltración*

Cuando el aire se filtra por los huecos de las ventanas o puertas, aumenta la cantidad de calor sensible y latente en el espacio.

Donde:

Q_s, Q_l = cargas de calor sensible y latente debidas al aire de ventilacion, Btu/h.

CFM = flujo de aire de ventilacion, ft³/min.

CT = cambio de temperatura entre el aire exterior e interior, °F.

W_e, W_i = relacion de humedad exterior e interior, g de agua/lb aire seco

El calor Q_T total retirado del aire de ventilación es $Q_T = Q_s + Q_l$

La mayoría de los sistemas de aire acondicionado de invierno tienen ventilación mecánica que usa parte del aire exterior, reduciendo o eliminando la infiltración debido a la presión positiva creada dentro del edificio, en cuyo caso el aire de ventilación cargaría nuestro armazón pero no el equipo de carga de la banda de enfriamiento.

Método de las fisuras.

Este método asume que la permeabilidad al aire por pie de grieta se puede medir o determinar con precisión, la siguiente tabla es una lista de la permeabilidad típica en los códigos de energía basada en una velocidad del viento de 25 MPH.

Tabla 2

Índices máximos de infiltración para puertas y ventanas exteriores

COMPONENTE	TASA DE INFILTRACION
VENTANAS	0.75 CFM / FT DE FISURA
PUERTAS	1 CFM / FT DE FISURA

Nota. Para calcular la longitud y el área de las fisuras deben utilizarse las mediciones tomadas sobre el terreno o a partir de los planos del edificio

CAPITULO III

Cálculo térmico

3.1 Condiciones de diseño

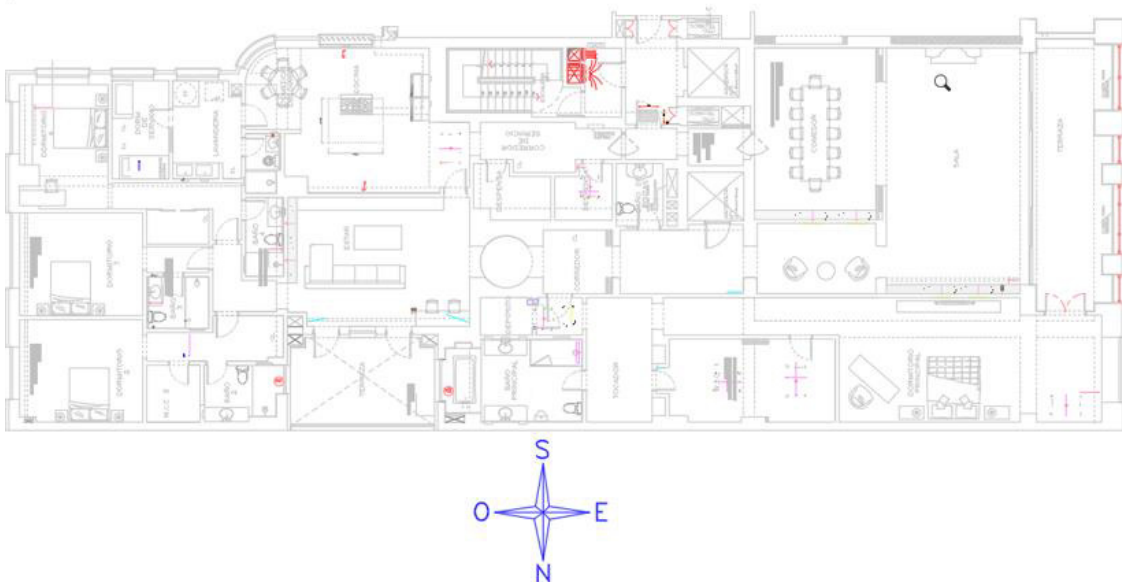
La información sobre el diseño del edificio es necesaria para el cálculo térmico del sistema de aire acondicionado de este proyecto, y se examina el clima en varios años para confirmar las temperaturas más altas y más bajas que se registran en la región donde está ubicado. Se encuentra en el edificio Pezet 2.

3.2 Localización y área del proyecto

El apartamento 201 está ubicado en el edificio Pezet 2, Avenida Antonio Pezet 561, comuna de San Isidro, latitud $12^{\circ} 5' 57''$, longitud $77^{\circ} 2' 5''$.

Figura 7

Localización del departamento.



3.3 Condiciones interiores y exteriores

Se alcanza la zona de confort en el interior del vehículo y se muestran las temperaturas máximas y mínimas de enero, febrero y marzo de 2016 y 2017

Tabla 3

Estadísticas registradas en los tres primeros meses del año 2016 y 2017

MESES	TEMPERATURA °C PROMEDIO MAXIMO		HUMEDAD PROMEDIO RELATIVA %	
	2016	2017	2016	2017
ENERO	30	28	82.3	87
FEBRERO	31.6	29	85.4	88.5
MARZO	30.5	29	81.8	86

Fuente: Senamhi

El valor máximo tanto de temperatura como de humedad se utilizará para la temperatura y la humedad exteriores de diseño, que se basarán en las medias estivales de 2016 y 2017.

3.4 Cálculo de la carga térmica

Ubicación del proyecto: Departamento 201, Edificio Pezet 2

Se encuentra ubicado en Av. Antonio Pezet 561, distrito de San Isidro, Lima.

Según los datos obtenidos por la estación meteorológica Senamhi tenemos:

Latitud 12° 5' 57"

Longitud 72° 2' 5".

3.4.1 Condiciones de diseño interiores y exteriores del departamento

Las condiciones internas de diseño son consideradas por

Estándar de confort humano ASHARE, utilizando los siguientes valores:

Temperatura de bulbo seco: 68 °F

Humedad relativa: 50-55% (no controlada)

Para las condiciones externas de diseño, nuestros cálculos tomarán en cuenta las estadísticas de temperatura y humedad relativa obtenidas del Senamhi, teniendo en cuenta la temperatura máxima obtenida.

Temperatura de bulbo seco: 87,26 °F (30,7 °C),

Humedad relativa: 87,17%

Estas temperaturas de bulbo seco y humedad relativa se obtuvieron utilizando el promedio de los valores más altos obtenidos de la Tabla 3.

3.4.2 Metodología del cálculo térmico

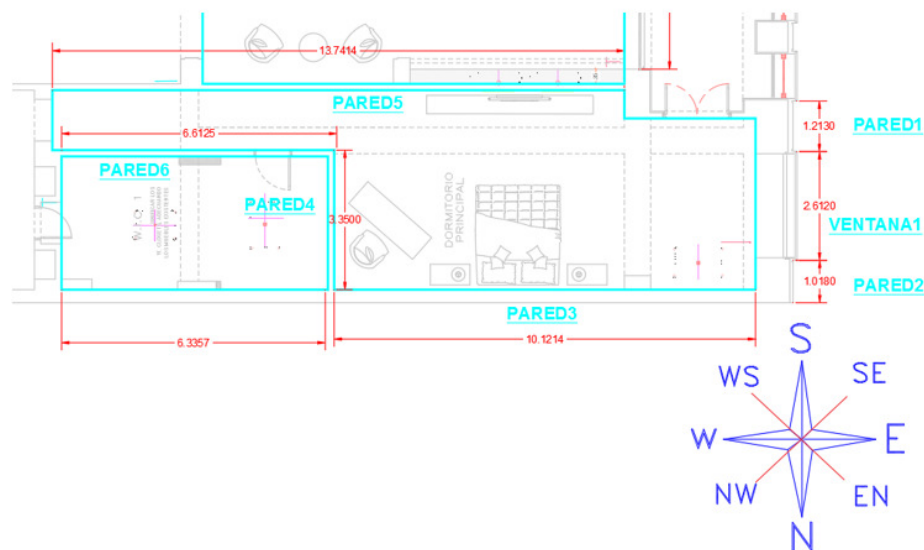
Para los cálculos térmicos del proyecto se tuvieron en cuenta las estadísticas de temperatura de 2016 a 2017, los años con las temperaturas más altas jamás registradas en Lima.

Los cálculos se realizaron el 20 de febrero de 2016, a las 14:00, que fue el día y la hora en que la temperatura alcanzó su punto más alto.

La cifra adquirida en la sección 3.4.1 servirá como valor para nuestra temperatura de bulbo seco exterior calculada.

Es crucial recordar que la temperatura más alta alcanzada en un día, hora o mes determinado solo asegura la mayor transmisión de calor en nuestra instalación, no la carga máxima, que se alcanza incorporando formas adicionales de transferencia de calor durante sus horas de mayor actividad.

Tomando como ejemplo el dormitorio principal, el resto de estancias son iguales.

Figura 8*Vista de planta del Dormitorio principal***Tabla 4***Áreas y orientaciones de paredes para el dormitorio principal.*

Tipo	Largo (m)	Altura (m)	Area (m ²)	Area (ft ²)	Ubicación
Pared 1	1.21	3.17	3.84	41.3	Exterior
Pared 2	1.01	3.17	3.20	34.5	Exterior
Pared 3	10.1	3.17	32.02	344.5	Exterior
Pared 4	3.35	3.17	10.62	114.3	Interior
Pared 5	13.74	3.17	43.56	569.7	Interior
Pared 6	6.61	3.17	20.95	225.5	Interior
Ventana 1	2.61	2.95	7.70	82.8	Exterior

Fuente: Elaboración Propia

3.4.3 Cálculo térmico de conducción a través de las paredes exteriores

Para calcular la carga térmica generada en las paredes 1, 2 y 3 se hace uso de las ecuaciones 1 y 2 del capítulo 2 las cuales son:

$$Q = U \times A \times DTCEe \quad (1)$$

$$DTCE_e = [(DTCE + LM) \times K + (78 - t_R) + (t_0 - 85)] \times f \dots(2)$$

De las tablas 5, 6 y 7 ubicadas en el anexo se obtiene los valores de U, LM y DTCE; para los 2 últimos utilizaremos la orientación de la pared 1 y 2 que en nuestro caso es **E** y para la pared 3 la orientación **N**, hay que tener en cuenta que las tablas expuestas en el anexo, han sido elaboradas para el hemisferio norte, por lo tanto debemos utilizar las equivalencia según la tabla 14.

Para los valores de K utilizaremos el valor de 0.65 para paredes de color claro y el valor de f será de 0.75 debido a que esta cuenta con cielo raso, las temperaturas de diseño (T_R) y la temperatura exterior máxima (T_0), son datos ya mencionados en los apartados **3.4.1**

Por lo tanto los valores serán los siguientes:

LM = -1 para la pared 1 y 2 de tabla 7

LM = -7 para la pared 3 de tabla 7

DTCE = 30 para la pared 1 y 2 de tabla 6

DTCE = 12 para la pared 3 de tabla 6

K=0.65

F=0.75

U=0.35 de tabla 5

Por lo tanto reemplazando en la ecuación 2 se obtiene:

DTCE_{e1,2} = 23.33°F

DTCE_{e3} = 20.4°F

Con este valor calcularemos el calor por conducción de las paredes exteriores 1 , 2 y 3 utilizando la ecuación 1, y con la los valores de las áreas calculadas en la tabla 4 dando como resultado los siguientes valores:

$$Q_{p1} = 337.27 \text{ BTU/h}$$

$$Q_{p2} = 281.74 \text{ BTU/h}$$

$$Q_{p3} = 2,460.7 \text{ BTU/h}$$

3.4.4 *Calculo térmico a través de conducción a través de vidrios externos*

Usamos la ecuación 2.1, para calcular el calor en la ventana 1 , según figura 8

$$DTCE_e = DTCE + (78 - T_r) + (T_o - 85)$$

Obtenemos el valor de DTCE de tabla 9, dando como valor:

$$DTCE = 13$$

Reempazando los valores en la ecuación 2.1

$$DTCE_e = 26.26$$

Seguidamente reemplazamos reemplazamos en la ecuación 1, donde $U = 1.04$ valor obtenido de la tabla 9 y $A = 82.8 \text{ ft}^2$ de tabla 4

$$Q = U \times A \times DTCE_e$$

Por lo tanto, se tiene:

$$Q = 2,262.57 \text{ BTU/h}$$

3.4.5 *Calculo termico a través de paredes internas*

Usamos la ecuación 3, para calcular el calor en la pared 4, 5 y 6:

$$Q=UxAxDT$$

Donde:

$$U = 0.35 \text{ Btu/h-ft}^2\text{-}^\circ\text{F}$$

$$A_4 = 114.3 \text{ ft}^2$$

$$A_5 = 569.7 \text{ ft}^2$$

$$A_6 = 225.5 \text{ ft}^2$$

DT= Se emplea con aproximación de 5°F menos que el To, por lo tanto este sera igual a DT=

$(84.74 - 5) - 68 = 7.74^\circ\text{F}$, por lo cual tendremos los siguientes resultados:

$$Q_4 = 568.97 \text{ BTU/h}$$

$$Q_5 = 2,839.28 \text{ BTU/h}$$

$$Q_6 = 1125.47 \text{ BTU/h}$$

3.4.6 *Calculo térmico por radiación a través de los vidrios externo*

El calor ganado por radiación a través del vidrio ubicado en el exterior se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Q = FGCS \times A \times CS \times FCE \dots(4)$$

Se calcula el mayor coeficiente de ganancia de calor solar, o FGSC (Btu/h - ft²).

Las tablas accesibles corresponden al hemisferio norte, por lo que deben indicarse las direcciones equivalentes, como se muestra en la Tabla 14. Los valores de FGCS se toman de la Tabla 9 para febrero a las 14:00 12°E. Utilizamos las tablas 11 y 12 para seleccionar correctamente el FGCS y determinar los valores de FCE y CS, así que:

$$FGCS = 235 \text{ BTU/h-ft}^2$$

CS = 0.64, para vidrio sencillo claro con persianas venecianas con sombra interior media (Ver tabla 11)

$$FCE = 0.42$$

$$A = 82.8 \text{ ft}^2$$

Reemplazando en la ecuación 4, obtenemos:

$$Q_{rv1} = 5,230.3 \text{ BTU/h}$$

3.4.7 *Calculo térmico a través de las luminarias*

Para Calcular la ganancia de calor generado por las luminarias se utiliza la ecuación número 5

$$Q = 3.4 \times W \times FB \times FCE$$

El tipo de alumbrado que se tiene en el dormitorio principal son spot empotrado redondo fijo, será 28 unidades de dicroico de 50W , con un FB=1.25 y FCE = 1

Reemplazando tenemos:

$$Q = 5,950 \text{ BTU/h}$$

3.4.8 *Calculo térmico por las personas*

Las personas generan calor a través de sus actividades en espacios climatizados, y las ganancias de calor sensible y latente se calculan utilizando las ecuaciones 6 y 7.

$$Q_s = q_s \times n \times FCE$$

$$Ql = ql \times n$$

La Tabla 16 define las ganancias de calor sensible y latente per cápita; usamos tipos de actividad de estar sentado, trabajo ligero. Considerando el factor de carga de refrigeración FCE = 1, dado que el apagado del sistema de aire acondicionado se da en la noche, tenemos:

$$q_s = 230$$

$$q_l = 190$$

$$FCE = 1$$

Reemplazando en la ecuación 6 y 7 se tiene:

$$Q_s = 690 \text{ BTU/h}$$

$$Q_l = 570 \text{ BTU/h}$$

3.4.9 Transferencia de calor a través de equipos

Potencias de los equipos son:

$$\text{Televisor de 65"} = 180 \text{ W}$$

$$\text{Transformador} = 50 \text{ W} - 28 \text{ unidades}$$

$$\% \text{ de calor producido} = 90\%$$

Por lo tanto tendremos:

$$Q_{Eq} = 4,852 \text{ BTU/hora}$$

3.4.10 Transferencia de calor a los alrededores

La ganancia de calor sensible debida a la conducción, la radiación solar, la iluminación, las personas y los equipos debe multiplicarse por 0,89 para cada uno de ellos o simplemente por

esta corrección para el calor sensible total del coeficiente del recinto con el fin de producir un factor de corrección de 0,89 utilizando las ecuaciones 8 y 9.

Por último, este resultado muestra que la carga disminuirá un 11%.

3.4.11 Transferencia de calor por infiltración

Usando las ecuaciones 10 y 11:

$$Q_s = 1.1 \text{ CFM} \times CT$$

$$Q_l = 0.68 \times \text{CFM} \times (W_e - W_i)$$

CFM utilizará el método crack para calcular este segmento

Diseñado para calcular la permeabilidad de cada pie de fractura, el valor CFM es

Como se muestra en la Tabla 2 en el Capítulo 2.

Valores de temperatura exterior e interior de bulbo seco en marzo

si:

$$T_e = 87.26 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_i = 68 \text{ }^\circ\text{F}$$

Calculamos la relación de humedad entre las condiciones del aire interior y exterior utilizando un mapa psicrométrico y lecturas de temperatura de bulbo seco. 87.26°F afuera, 68°F adentro,

87.17% de humedad relativa del aire exterior,

50% del aire de la habitación.

$$W_e = 179 \text{ g agua/lb aire seco}$$

$$W_i = 62 \text{ g agua/lb aire seco}$$

Usando estos valores, determinamos la ganancia de calor sensible y latente a través de las grietas en las puertas y ventanas y encontramos un perímetro de 17.25 pies y 16.69 pies, respectivamente.

Sustituyendo Window en las Ecuaciones 10 y 11, tenemos:

$$Q_s = 274 \text{ BTU/h}$$

$$Q_l = 1,029.47 \text{ BTU/h}$$

Reemplazando en la ecuación 10 y 11 para las puertas se tiene:

$$Q_s = 327 \text{ BTU/h}$$

$$Q_l = 1,351.75 \text{ BTU/h}$$

Resumen de cálculos

El siguiente cuadro muestra el resumen de la carga térmica necesaria para climatizar el dormitorio principal:

DORMITORIO PRINCIPAL			
Tipo	Carga Sensible BTU/h	Carga Latente BTU/h	Total de Carga Termica BTU/h
Paredes por conducción	7,613.43	-	7,613.43
Ventanas por Conducción	2,262.57	-	2,262.57
Ventanas por radiación	5,230.30	-	5,230.30
Equipos	4,890.00	-	4,890.00
Luminarias	5,950.00	-	5,950.00
Personas	690.00	570	1,260.00
Infiltración Ventanas	274.00	1029.47	1303.47
Infiltración Puertas	327.00	1,351.75	1,678.75
Total	27,237.30	2,951.22	30,188.52

A continuación se presenta el cuadro de resumen de cálculo de todos los ambientes climatizados del departamento 201.

Ambiente	Carga Sensible BTU/h	Carga Latente BTU/h	Total de Carga Termica BTU/h
Dormitorio Principal	27,237.30	2,951.22	30,188.52
Estar	28,318.00	6603	34,921.00
Dormitorio 2	15,647.00	1411	17,058.00
Dormitorio 3	12,671.00	1155	13,826.00
Dormitorio 4	13,328.00	1175	14,503.00
Closet Principal	16,460.00	2849	19,309.00
Baño Principal	11,356.00	1,966.00	13,322.00
Cocina	26,348.00	4,226.00	30,574.00
Despensa	7,850.00	1,359.00	9,209.00
Comedor	27,334.00	10,265.00	37,599.00
Dormitorio de Servicios	4,082.00	872.00	4,954.00
Sala	26,865.00	4,567.00	31,432.00
Total			256,895.52

CAPITULO IV

Selección de equipos

4.1 Selección de equipos de aire acondicionado

Las unidades de tipo VRF se eligieron tras determinar la carga térmica de cada ambiente mediante el software Elite y con el software de Mitsubishi Electric conocido como DSB (Diamond System Builder).

Con este programa podremos seleccionar las unidades condensadoras y evaporadores también se podrá dimensionar las tuberías de cobre, así como conocer la cantidad de gas refrigerante para hacer la recarga de gas, otro punto importante que te brinda el programa es las restricciones en cuanto a las longitudes de tuberías de cobre, ya que por ser un sistema VRF, se tienen distancias máximas de longitudes desde la primera Te, hasta el evaporador más alejado y desde el condensador hasta la primera Te, las Tes son las derivaciones que unen las tuberías de cobre, en otras marcas son conocidos como Branch.

La carga térmica total calculada se ha dividido en 3 sistemas, separando las áreas principales, sociales y dormitorios secundarios, los ambientes principales serán acondicionados por un sistema VRF HEAT RECOVERY (R2) más conocido como frio y calor simultaneo y los otros dos sistemas cada uno con un VRF HEAT PUMP también conocido como frio o calor.

A continuación se detalla los sistemas en el siguiente diagrama en el programa DSB de Mitsubishi Electric.

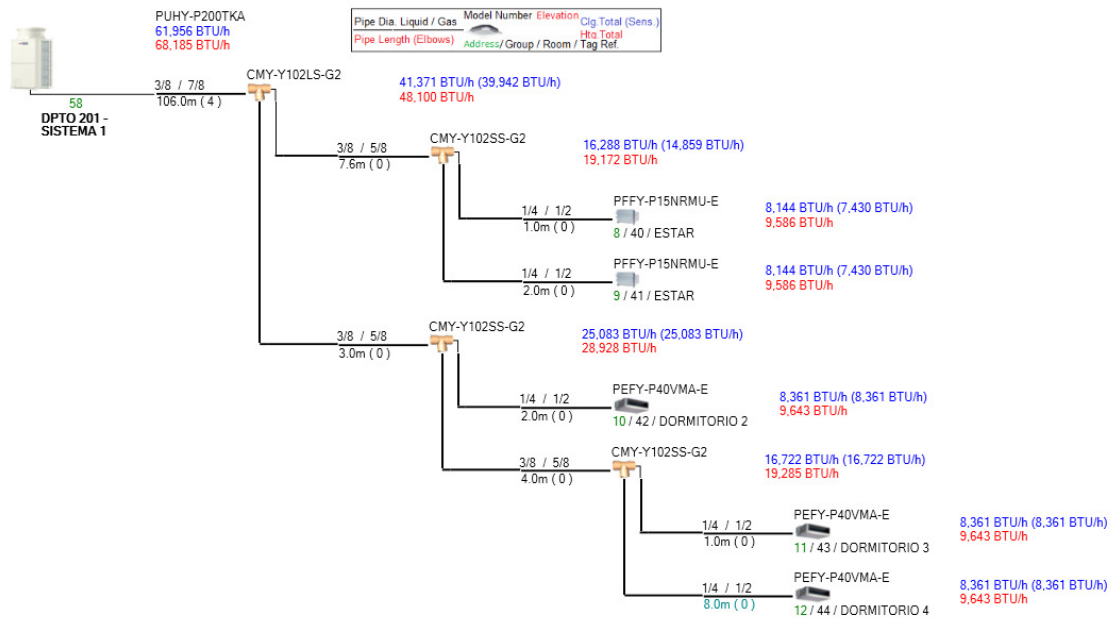


Diagrama 1. Sistema 1 en el programa DSB de Mitsubishi Electric

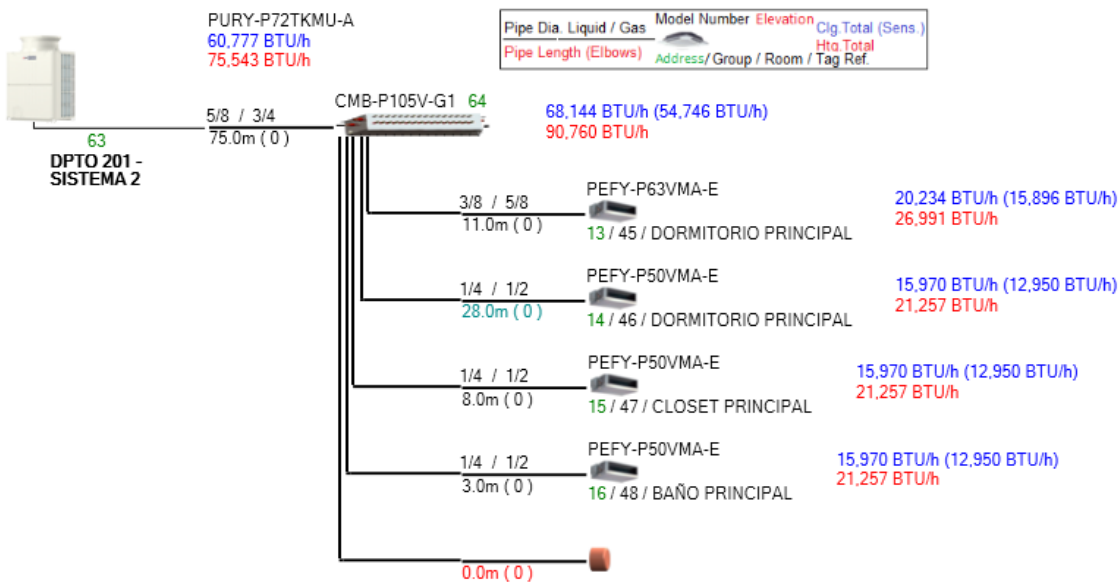


Diagrama 2. Sistema 2 en el programa DSB de Mitsubishi Electric

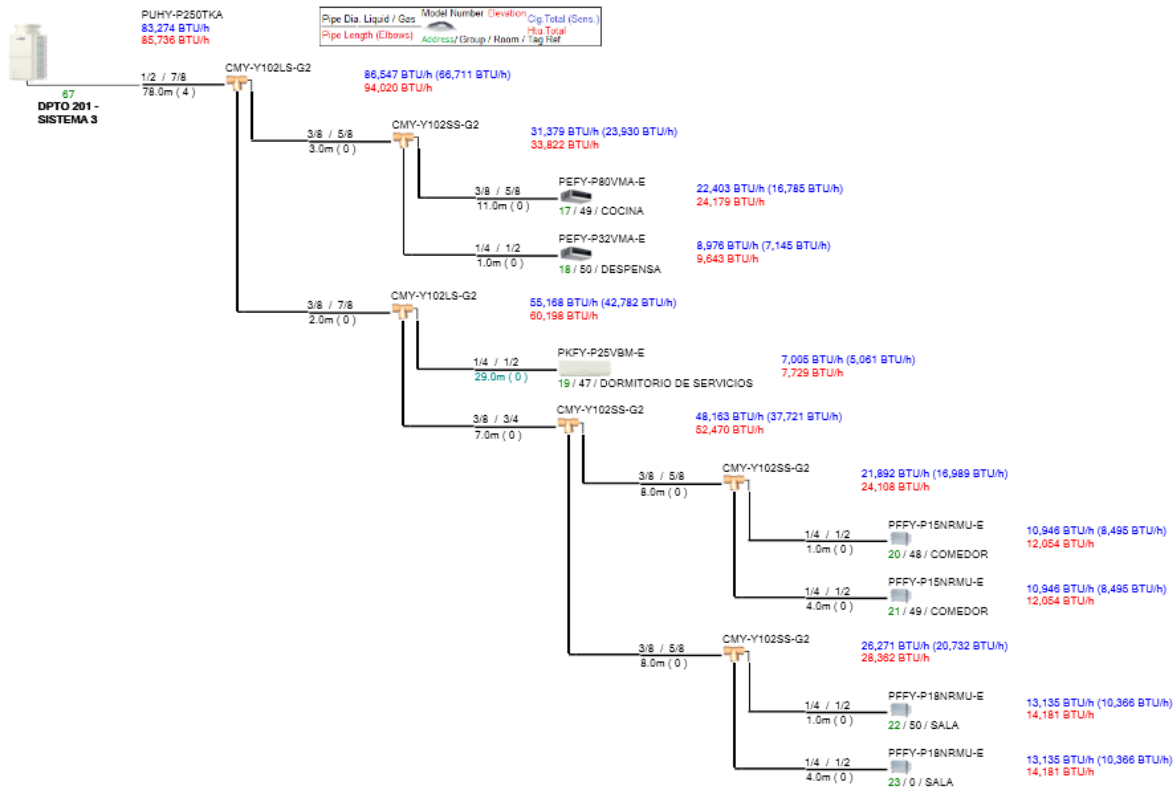


Diagrama 3. Sistema 3 en el programa DSB de Mitsubishi Electric

Seguidamente se muestra un cuadro de resumen por ambientes, modelos, Sistema y capacidades de los equipos VRF Mitsubishi Electric.

SISTEMAS	MARCA	CONDENSADOR	EVAPORADOR	BC CONTROLER	CAPACIDADES	AMBIENTES
		MODELO	MODELO	MODELO	BTU/H	
SISTEMA 1 FRIO O CALOR	MTSUBISHI ELECTRIC	PUHYP200TKA		NO APLICA	76,400	
	MTSUBISHI ELECTRIC		PFFYP15NRMU-E		15,000	ESTAR
	MTSUBISHI ELECTRIC		PFFYP15NRMU-E		15,000	ESTAR
	MTSUBISHI ELECTRIC		PEFYP40VMA-E		15,400	DORMITORIO 2
	MTSUBISHI ELECTRIC		PEFYP40VMA-E		15,400	DORMITORIO 3
	MTSUBISHI ELECTRIC		PEFYP40VMA-E		15,400	DORMITORIO 4
SISTEMA 2 FRIO Y CALOR SIMULTANEO	MTSUBISHI ELECTRIC	PURYP72TKMU-A		CMB-P105-G1	72,000	
	MTSUBISHI ELECTRIC		PEFYP63VMA-E		24,200	DORMITORIO PRINCIPAL
	MTSUBISHI ELECTRIC		PEFYP50VMA-E		19,100	DORMITORIO PRINCIPAL
	MTSUBISHI ELECTRIC		PEFYP50VMA-E		19,100	CLOSET PRINCIPAL
	MTSUBISHI ELECTRIC		PEFYP50VMA-E		19,100	BAÑO PRINCIPAL
SISTEMA 3 FRIO O CALOR	MTSUBISHI ELECTRIC	PUHYP250TKA		NO APLICA	95,500	
	MTSUBISHI ELECTRIC		PEFYP80VMA-E		30,700	COCINA
	MTSUBISHI ELECTRIC		PEFYP32VMA-E		12,300	DESPENSA
	MTSUBISHI ELECTRIC		PKFYP25VMB-E		12,300	DORMITORIO DE SERVICIO
	MTSUBISHI ELECTRIC		PFFYP15NRMU-E		15,000	COMEDOR
	MTSUBISHI ELECTRIC		PFFYP15NRMU-E		15,000	COMEDOR
	MTSUBISHI ELECTRIC		PFFYP15NRMU-E		18,000	SALA
	MTSUBISHI ELECTRIC		PFFYP15NRMU-E		18,000	SALA

4.2 Dimensiones y características de los equipos del proyecto.

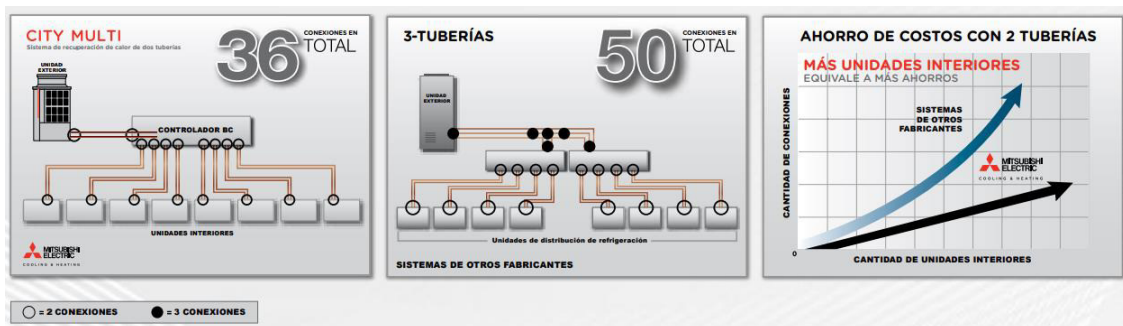
El proyecto contempla sistemas con condensadores HEAT RECOVERY (R2), para el sistema 2 y HEAT PUMP (Y) para el sistema 1 y 3

La serie R2 o HEAT RECOVERY, los ahorros de energía se logran a través de la operación de recuperación de calor al enfriar y calentar simultáneamente diferentes áreas dentro del edificio usando el control del circuito derivado (BC), el sistema tiene las siguientes características:

- Funcionamiento simultáneo de dos tuberías para hasta 48 zonas

- 50 %–150 % de interconexión
 - 70 % de capacidad de calentamiento a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-22\text{ }^{\circ}\text{F}$), hasta 85 % de capacidad de calentamiento a $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-13\text{ }^{\circ}\text{F}$), 85 % de capacidad de calentamiento a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-4\text{ }^{\circ}\text{F}$)
- Capacidad hasta el 100% (6 toneladas y 8 toneladas)

A través de sólo dos tuberías de refrigerante, el sistema de recuperación de calor vendido bajo la marca Mitsubishi Electric puede proporcionar tanto refrigeración como calefacción. El ahorro de costes de una instalación de dos tuberías para la conexión (refrigerante y eléctrica) y el mantenimiento aumenta con el número de unidades interiores.



Todo el potencial de aplicación de la unidad interior del sistema de la serie R2. El uso de la diversidad de cargas y las operaciones simultáneas de refrigeración y calefacción pueden lograrlo. Los sistemas VRF CITY MULTI de Mitsubishi Electric pueden distribuir eficientemente la capacidad entre las unidades exterior e interior para manejar cargas crecientes utilizando menos energía.

El presente cuadro es submatall del condensador del sistema 2



OUTDOOR VRF HEAT PUMP WITH
HEAT RECOVERY SYSTEM

UNIT OPTION

- Standard Model.....PURY-P72TLMU-A
- Seacoast (BS) Model.....PURY-P72TLMU-A-BS

ACCESSORIES

- Joint Kit.....for details see Pipe Accessories Submittal
- BC Controller (required).....for details see BC Controller Submittals
- Low Ambient Kit.....for details see Low Ambient Kit Submittal
- Snow/Hail Guards Kit.....for details see Snow/Hail Guards Kit Submittal
- Base Pan Heater Kit.....for details see Base Pan Heater Kit Submittal

Specifications		Model Name
Unit Type		PURY-P72TLMU-A (-BS)
Nominal Cooling Capacity (208/230V)	Btu/h	72,000
Nominal Heating Capacity (208/230V)	Btu/h	80,000
Operating Temperature Range *1	Cooling (Outdoor) *2	23~126° F (-5~52° C) DB
	Heating (Outdoor)	-13~60° F (-25~15.5° C) WB
External Dimensions (H x W x D)	In. (mm)	64-31/32 x 36-1/4 x 29-5/32 (1,650 x 920 x 740)
Net Weight	Lbs. (kg)	444 (201)
External Finish		Pre-coated galvanized steel sheet
Electrical Power Requirements	Voltage, Phase, Hertz	208 / 230V, 3-Phase, 60Hz
Minimum Circuit Ampacity (MCA)	A	24 / 22
Maximum Overcurrent Protection (MOP)	A	35 / 35
Piping Diameter (Brazed) (In. / mm)	Liquid (High Pressure)	5/8 (15.88)
	Gas (Low Pressure)	3/4 (19.05)
Max. Total Refrigerant Line Length	Ft.	1,804
Max. Refrigerant Line Length (Between ODU & IDU)	Ft.	541
Max. Control Wiring Length	Ft.	1,640
Indoor Unit	Total Capacity	50~150% of outdoor unit capacity
	Model / Quantity	P06~P96/1~18
Sound Pressure Levels	dB(A)	58.0
Fan		
Type x Quantity		Propeller fan x 1
Airflow Rate	CFM	6,550
External Static Pressure	In. WG (Pa)	Selectable; 0, 0.12 or 0.24"WG; factory set to 0"W.G.
Compressor Operating Range		13% to 100%
Compressor Type x Quantity		Inverter scroll hermetic compressor
Refrigerant		R410A; 13 lbs. + 3 oz. (6.0 kg)
Protection Devices	High Pressure	High pressure sensor, High pressure switch at 4.15 MPa (601 psi)
	Inverter Circuit (Comp. / Fan)	Over-current protection
	Fan Motor	Thermal switch
AHRI Ratings (Ducted/Non-Ducted)	EER	13.5 / 14.8
	IEER	23.1 / 28.1
	COP	3.65 / 4.30
	SCHE	25.9 / 28.4

Operando en modo de enfriamiento o calefacción, la serie "Y" de BOMBA DE CALOR tiene unidades exteriores que son lo suficientemente flexibles para enfriar o calentar hasta 50 zonas separadas, maximizando las opciones de diseño de edificios. Este sistema tiene las siguientes características:

- El rendimiento de calefacción avanzado proporciona hasta un 28 % de mejora con respecto a la generación L anterior
- Tecnología de inyección flash integrada de uso generalizado (modelo de alta eficiencia)
- Una mejora del IEER de hasta el 28% respecto a los coches de la generación L

- No hay necesidad de tubos de cobre en la batería gracias a la tecnología de intercambiador de calor de tubo plano de aluminio HexiCoil™ (grado de alta eficiencia).
- Cada unidad exterior puede soportar hasta 50 unidades interiores, lo que supone una importante reducción de la carga de refrigerante en comparación con las generaciones anteriores.
- Distribución mejorada del flujo gracias a un diseño optimizado del circuito de refrigerante y de los componentes para una transferencia máxima de energía con un consumo reducido.
- Excelente capacidad de refrigeración a alta temperatura, con una garantía de temperatura de funcionamiento de 52 °C (126 °F).
- Disponibles garantías ampliadas de 10 años para el compresor y las piezas.

El presente cuadro es submittall del condensador del sistema 1 y 3


SPECIFICATIONS: PUHY-P200TKA (-BS)			
Model		PUHY-P200TKA (-BS)	
Electrical Power Requirements		3-phase 3-wire 208-220-230 V 50/60 Hz	
Cooling Capacity			
*1 (Nominal) *1	kW kcal/h Btu/h	22.4 20,000 76,400	
Power input	kW	5.19	
Current input	A	16.0-15.1-14.4	
EER	kW/kW	4.31	
Temp. range of cooling	Indoor	W.B.	15.0~24.0°C (59~75°F)
	Outdoor	D.B.	-5.0~52.0°C (23~126°F)
Heating Capacity			
*2 (Nominal) *2	kW kcal/h Btu/h	22.4 20,000 76,400	
Power input	kW	6.33	
Current input	A	19.5-18.4-17.6	
COP	kW/kW	4.42	
Temp. range of heating	Indoor	D.B.	15.0~27.0°C (59~81°F)
	Outdoor	W.B.	-20.0~15.5°C (-4~60°F)
MCA	A	36.1	
Indoor unit connectable	Total capacity		50~130% of outdoor unit capacity
	Model/Quantity		P15~P250/1~17
Sound pressure level (measured in anechoic room)	dB(A)	57	
Refrigerant piping diameter	Liquid pipe	mm (in.)	9.52 (3/8) Brazed
	Gas pipe	mm (in.)	22.2 (7/8) Brazed
Max. Total Refrigerant Line Length	Ft.	3280	
Max. Refrigerant Line Length (Between ODU & IDU)	Ft.	541	
Max. Control Wiring Length	Ft.	1640	
FAN*3	Type x Quantity		Propeller fan x 1
	Air flow rate	m ³ /min	175
		L/s	2,917
		cfm	6,179
	Control, Driving mechanism		Inverter-control, Direct-driven by motor
Motor output	kW	0.92 x 1	
External static press.	Pa (mmH ₂ O)	0 Pa (0 mmH ₂ O)	
Compressor	Type		MITSUBISHI ELECTRIC Inverter scroll hermetic compressor
	Starting method		Inverter
	Motor output	kW	5.5
	Case heater	kW	-
	Lubricant		MEL32

SPECIFICATIONS: PUHY-P250TKA (-BS)

Model	PUHY-P250TKA (-BS)		
Electrical Power Requirements		3-phase 3-wire 208-220-230 V 50/60 Hz	
Cooling Capacity			
*1 (Nominal)	kW	28.0	
	kcal/h	25,000	
*1	Btu/h	95,500	
Power input		kW	6.89
Current input		A	21.2-20.0-19.2
EER		kW/kW	4.08
Temp. range of cooling	Indoor	W.B.	15.0-24.0°C (59-75°F)
	Outdoor	D.B.	-5.0-52.0°C (23-126°F)
Heating Capacity			
*2 (Nominal)	kW	28.0	
	kcal/h	25,000	
*2	Btu/h	95,500	
Power input		kW	6.33
Current input		A	19.5-18.4-17.6
COP		kW/kW	4.42
Temp. range of heating	Indoor	D.B.	15.0-27.0°C (59-81°F)
	Outdoor	W.B.	-20.0-15.5°C (-4-60°F)
MCA		A	40.7
Indoor unit connectable	Total capacity		50-130% of outdoor unit capacity
	Model/Quantity		P15-P250/1-21
Sound pressure level (measured in anechoic room)		dB(A)	58
Refrigerant piping diameter	Liquid pipe	mm (in.)	9.52 (3/8) Brazed (12.7 (1/2) Brazed, farthest length >= 90 m)
	Gas pipe	mm (in.)	22.2 (7/8) Brazed
Max. Total Refrigerant Line Length		FL	3280
Max. Refrigerant Line Length (Between ODU & IDU)		FL	541
Max. Control Wiring Length		FL	1640
FAN*3	Type x Quantity		Propeller fan x 1
	Air flow rate	m ³ /min	175
		L/s	2,917
		cfm	6,179
	Control, Driving mechanism		Inverter-control, Direct-driven by motor
Motor output	kW	0.92 x 1	
External static press.	Pa (mmH ₂ O)	0 Pa (0 mmH ₂ O)	
Compressor	Type		MITSUBISHI ELECTRIC Inverter scroll hermetic compressor
	Starting method		Inverter
	Motor output	kW	6.9
	Case heater	kW	-
	Lubricant		MEL32

La base técnica de la serie CITY MULTI R2 es el control BC. Otros sistemas bitubo no pueden proporcionar simultáneamente refrigeración y calefacción, pero éste sí, ya que funciona conjuntamente con la unidad exterior.

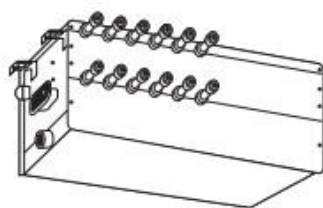
Este cuadro es un envío del controlador BC para el Sistema 2

CITYMULTI® Model: **CMB-P106NU-G** 

Job Name:

Schedule Reference:

Date:



BC CONTROLLER FEATURES

- Used with R2-Series and WR2-Series outdoor units only
- Each branch supports 54,000 Btu/h or less
- Reducers are included for indoor units 18,000 Btu/h or less

OPTIONS

- Joint Adapter (Port Connector).....CMY-R160C-J
- Condensate Pump.....SI30-230

SPECIFICATIONS

Power
 Power Source 208 / 230V, 1 phase, 60Hz
 Power Input
 Cooling 0.086 kW
 Heating 0.04 kW
 Current
 Cooling (208 / 230) 0.41 / 0.37 A
 Heating (208 / 230) 0.19 / 0.17 A
 Minimum Circuit Ampacity (MCA) (208 / 230) 0.52 / 0.47 A
 Maximum Overcurrent Protection (MOCP) 15 A

External Finish Galvanized Steel Plate

External Dimensions

Inches 11-3/16 h x 25-9/16 w x 17 d
 mm 284 h x 648 w x 432 d

Net Weight 76 lbs. / 34 kg

Number of Branches 6

Indoor Unit Capacity

Connectable to one Branch

- Model P54 or smaller
- Use optional port connector combining two branches when the total unit capacity exceeds 55,000 Btu/h. Use the reducer (standard accessory) when an indoor unit of 18,000 Btu/h or smaller is connected.

Refrigerant R410A

Refrigerant Piping Diameter

To Outdoor and Water-source Units

P72
 High Pressure Pipe 5/8" / 15.88 mm Braze
 Low Pressure Pipe 3/4" / 19.05 mm Braze

P96/P108
 High Pressure Pipe 3/4" / 19.05 mm Braze
 Low Pressure Pipe 7/8" / 22.2 mm Braze

P126
 High Pressure Pipe 3/4" / 19.05 mm Braze
 Low Pressure Pipe 1-1/8" / 28.58 mm Braze

To Indoor Unit

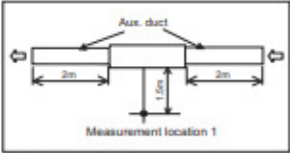
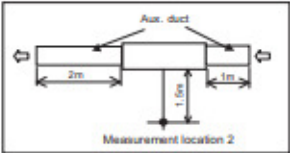
Liquid Pipe 3/8" / 9.52 mm Flare
 (1/4" / 6.35 mm with attached reducer used)

Gas Pipe 5/8" / 15.88 mm Flare
 (1/2" / 12.7 mm with attached reducer used,
 3/4" / 19.05 mm and 7/8" / 22.2 mm
 with optional port connector used)

Drainpipe O.D. 1-1/4" / 32 mm

Las unidades interiores fan coil tipo PEFY de Mitsubishi Electric son unidades interiores empotradas de alta eficiencia con construcción en conducto. Excelente opción para aplicaciones que requieren espacio en el techo en edificios de oficinas, escuelas, hoteles, residencias asistidas y otros entornos.

[III Specifications]

Model			PEFY-P50VMA(L)-E	PEFY-P63VMA(L)-E	PEFY-P71VMA(L)-E	PEFY-P80VMA(L)-E
Power supply	Voltage	V	1-phase 220-230-240			
	Frequency	Hz	50/60			
Cooling capacity ^{*1}		kW	5.6	7.1	8.0	9.0
Heating capacity ^{*1}		kW	6.3	8.0	9.0	10.0
Power consumption ^{*2}	Cooling	kW	0.11(0.09)	0.12(0.10)	0.14(0.12)	
	Heating	kW	0.09(0.09)	0.10(0.10)	0.12(0.12)	
Current consumption ^{*2}	Cooling	A	0.74(0.63)	1.01(0.90)	1.15(1.04)	
	Heating	A	0.63(0.63)	0.90(0.90)	1.04(1.04)	
External finish			Galvanized			
Dimensions	Height	mm	250			
	Width	mm	900	1100		
	Depth	mm	732			
Net weight ^{*2}		kg	26(25)	32(31)		
Heat exchanger			Cross fin(Aluminium fin and copper tube)			
Fan	Type		Sirocco fan x 1	Sirocco fan x 2		
	Airflow rate (Low-Mid-High)	m ³ /min	12.0-14.5-17.0	13.5-16.0-19.0	14.5-18.0-21.0	
	External static pressure	Pa	35/50/70/100/150			
Motor	Output	kW	0.085	0.121		
Air filter			PP Honeycomb fabric (washable)			
Refrigerant pipe dimensions	Gas (Brazed connection)	mm[in.]	ø12.7[ø1/2]	ø15.88[ø5/8]		
	Liquid (Brazed connection)	mm[in.]	ø6.35[ø1/4]	ø9.52[ø3/8]		
Drain pipe dimensions		mm[in.]	O.D. 32[1-1/4]			
Operating noise(Low-Mid-High)  <small>* Measured in anechoic room.</small> 	35Pa	dB (A)	24-28-31	25-28-32	26-29-33	
	50Pa		25-29-32	25-29-33	26-29-34	
	70Pa		26-30-33	26-30-34	26-30-35	
	100Pa		27-31-34	27-31-35	29-33-37	
	150Pa		29-34-38		32-37-41	
	35Pa		28-31-35	29-32-35	30-33-37	
	50Pa		28-32-35	29-32-36	30-34-38	
	70Pa		29-33-37	30-33-38	31-36-39	
	100Pa		30-34-38	31-35-39	33-37-41	
	150Pa		32-37-41	33-38-41	36-41-44	

CAPITULO V

Propuesta económica

5 Equipos e instalación del proyecto

En este capítulo se presenta el presupuesto de equipamiento, ductos en plancha galvanizada, aislamiento térmico, tuberías de cobre del proyecto.

Lima, 24 de Junio del 2016

Señor: **Eduardo Belmont**

Estimado:

En atención a su amable invitación, nos es grato hacerles llegar nuestra siguiente cotización:

PROPUESTA ECONOMICA - DEPARTAMENTO 201 UBICADO EN EL EDIFICIO PEZET 2

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	P. Unitario (US\$)	P. Parcial (US\$)
01	EQUIPOS				
1.1	Unidad Exterior de Aire Acondicionado Mitsubishi Electric capacidad 72,000 Btu/h Modelo: PURY-P72TKMU-A, 220/3/60	und	1.00	12,515.00	12,515.00
1.2	Unidad Exterior de Aire Acondicionado Mitsubishi Electric capacidad 96,500 Btu/h, Modelo: PUHY-P250TKA.TH, 220/3/60	und	1.00	6,991.00	6,991.00
1.3	Unidad Exterior de Aire Acondicionado Mitsubishi Electric capacidad 76,400 Btu/h, Modelo: PUHYP200TKA, 220/3/60	und	1.00	6,826.00	6,826.00
1.4	BC Controller Modelo: CMB-P108NU-GA	und	1.00	6,450.00	6,450.00
1.5	Unidad Interior tipo Fan Coil Mitsubishi Electric capacidad 30,700 Btu/h, Modelo: PEFY-P80VMA-E, 220/1/60	und	1.00	1,165.00	1,165.00
1.6	Unidad Interior tipo Fan Coil Mitsubishi Electric capacidad 24,200 Btu/h, Modelo: PEFY-P63VMA-E, 220/1/60	und	1.00	1,057.00	1,057.00
1.7	Unidad Interior tipo Fan Coil Mitsubishi Electric capacidad 19,300 Btu/h, Modelo: PEFY-P50VMA-E, 220/1/60	und	3.00	1,006.00	3,018.00
1.8	Unidad Interior tipo Fan Coil Mitsubishi Electric capacidad 15,300 Btu/h, Modelo: PEFY-P40VMA-E, 220/1/60	und	3.00	990.00	2,970.00
1.9	Unidad Interior tipo Fan Coil Mitsubishi Electric capacidad 12,300 Btu/h, Modelo: PEFY-P32VMA-E, 220/1/60	und	1.00	969.00	969.00
1.10	Unidad Interior tipo Piso Mitsubishi Electric capacidad 15,000 Btu/h, Modelo: PFFY-P15NRMU-E, 220/1/60	und	4.00	1,368.60	5,474.40
1.11	Unidad Interior tipo decorativo Mitsubishi Electric capacidad 9,500 Btu/h, Modelo: PKFY-P25VMB-E, 220/1/60	und	1.00	770.00	770.00
1.12	Control Remoto Alámbrico Mitsubishi Electric Modelo PAC-YT53CRAU-J	und	12.00	199.00	2,388.00
	TRABAJOS LOCALES				
2.1	Ductos de plancha galvanizada.	Kg	3.20	1,040.00	3,328.00
2.2	Aislamiento termico en lana de vidrio de 1pulg de espesor.	m2	7.00	260.00	1,820.00
2.3	Ductos flexibles de 6" y 8".	Glb	1.00	1,200.00	1,200.00
2.4	Rejillas Lineales de aluminio en la marca airguide.	Glb	1.00	6,500.00	6,500.00
2.5	Transporte de Equipos	Glb	1.00	450.00	450.00
2.6	Supervision	Glb	1.00	3,600.00	3,600.00
SUB TOTAL				US\$	67,491.40
IGV 18%				US\$	12,148.45
TOTAL				US\$	79,639.85

5.1 Tubería de cobre y aislamiento del proyecto

La siguiente tabla muestra los tamaños, precios y aislamiento necesarios para los sistemas de aire acondicionado.

ITEM	DESCRIPCION	Metrado	P. Unitario (US\$)	P. Parcial (US\$)
1.1	Tubería de cobre 1/2", 1/4" y aislamiento térmico de 1/2" de espesor	40	26.00	1,040.00
1.2	Tubería de cobre 5/8", 3/8" y aislamiento térmico de 1/2" de espesor	36	30.00	1,080.00
1.3	Tubería de cobre 3/4", 3/8" y aislamiento térmico de 1/2" de espesor	19	44.00	836.00
1.4	Tubería de cobre 3/4", 5/8" y aislamiento térmico de 1/2" de espesor	75	45.00	3,375.00
1.5	Tubería de cobre 7/8", 3/8" y aislamiento térmico de 1/2" de espesor	106	46.00	4,876.00
1.6	Tubería de cobre 7/8", 1/2" y aislamiento térmico de 1/2" de espesor	78	48.00	3,744.00
SUB TOTAL			US\$	14,951.00
IGV 18%			US\$	2,691.18
TOTAL,			US\$	17,642.18

5.2 Ducteria metálica y rejillas lineales del proyecto

Para cuantificar el peso del ducto se han elaborado tablas de pesos y calibres las cuales nos dan el calibre del material laminar que se debe utilizar, además del peso por metro lineal de ducto que se ha fabricado y colgado, estas tablas incluyen por codos, deflexión, Desperdicios por reducción y derivación, aunque manejan diferentes porcentajes, unos son más cómodos que otros.

La especificación de chapa galvanizada para conductos de aire acondicionado es seguirán las

Ancho del ducto	Calibre	Empalmes y Refuerzos
Hasta 12"	N° 26	Correderas 1" a máx.-2.38 m. entre centros.
13" hasta 30"	N° 24	Correderas 1" a máx.-2.38 m. entre centros.
31" hasta 45"	N° 22	Correderas 1" a máx.-2.38 m. entre centros.
46" hasta 60"	N° 20	Correderas 1.1/2" a máx.-2.38 m. entre centros.
Más de 61"	N° 20	Correderas 1.1/2" a máx.-2.38 m. entre centros con refuerzo ángulo 1" x 1" x 1/8" entre empalmes.

normas recomendadas por SMACNA(sheet metal and air conditioning contractors national association, inc)

seguidamente se especifican los metrados de ducteria, aislamiento térmico y rejillas lineales del proyecto.

METRADOS DE DUCTOS, AISLAMIENTO Y REJILLAS LINEALES													
AMBIENTE	EVAPORADOR TIPO FANCOIL	UND	PLANCHA	AISLAMIENTO	DUCTOS		REJILLAS LINEALES						
			GALVANIZAD		TERMICO	FLEXIBLE	TIPO	LARGO	X	ALTO	PULG2	CANT	TOTAL
			KG	m2	6"	8"							
ESTAR	PFYYP15NMRU	1.0	66	16.5	3		LD						
ESTAR	PFYYP15NMRU	1.0	68	17.0	4		LD	140	X	6	144	1	144
DORMITORIO 2	PEFYYP40VMA	1.0	82	20.5	3		LD	36	X	6	144	2	288
DORMITORIO 3	PEFYYP40VMA	1.0	84	21.0	2		LD	36	X	6	144	2	288
DORMITORIO 4	PEFYYP40VMA	1.0	81	20.3	3		LD	36	X	6	144	2	288
DORMITORIO PRINCIPAL	PEFYYP63VMA	1.0	80	20.0		2	LD	120	X	6	480	1	480
DORMITORIO PRINCIPAL	PEFYYP50VMA	1.0	73	18.3		3	ASD	120	X	2SLOTS	480	2	960
CLOSET PRINCIPAL	PEFYYP50VMA	1.0	75	18.8		5	ASD	80	X	2SLOTS	320	2	640
BAÑO PRINCIPAL	PEFYYP50VMA	1.0	77	19.3		6	LD	80	X	6	320	1	320
COCINA	PEFYYP80VMA	1.0	80	20.0		2	LD	100	X	6	400	2	800
DESPENSA	PEFYYP32VMA	1.0	45	11.3		3	LD	36	X	6	144	2	288
COMEDOR	PFYYP15NMRU	1.0	66	16.5		2	LD						
COMEDOR	PFYYP15NMRU	1.0	67	16.8		5	LD	130	X	6	780	1	780
SALA	PFYYP15NMRU	1.0	51	12.8		6	LD						
SALA	PFYYP15NMRU	1.0	45	11.3		3	LD	160	X	6	960	1	960
TOTAL			1040	260	18	34						19	6236

CONCLUSIONES

Para el cálculo de las cargas de calor para este proyecto se realizó la equivalencia de las direcciones del hemisferio, ya que las tablas utilizadas son las direcciones del hemisferio norte, mientras que en el proyecto de esta tesis las direcciones son del hemisferio sur.

Para calcular la carga de calor del apartamento 201 en el edificio Pezet 2, se necesita obtener sus valores de latitud y longitud de su ubicación aprovechan las mesas existentes para obtener calor.

Para analizar adecuadamente la carga de calor, se debe considerar el tipo de material de construcción, la ubicación del departamento y las temperaturas extremas para los cálculos utilizando los estándares desarrollados por ASHARE.-

Para analizar adecuadamente la carga de calor, se debe considerar el tipo de material de construcción, la ubicación del departamento y las temperaturas extremas para los cálculos utilizando los estándares desarrollados por ASHARE.

- Una de las razones para considerar equipos VRF (especialmente Mitsubishi Electric en lugar de equipos convencionales) es que los cables largos pueden conectar los dispositivos exteriores de las series R2 e Y a la unidad interior. Para la serie R2 y la serie Y, la mayor longitud total posible de las tuberías de refrigerante es de hasta 799,8 metros (2624 pies).

999,7 m (3280 pies) para la serie Y.

Por otro lado, las unidades de fuente de aire exterior funcionan a niveles sonoros tan bajos como 55 dB(A), lo que equivale al ruido de una oficina típica, una discusión en un restaurante o música de fondo. Las unidades alimentadas por agua pueden emitir hasta 47 dB de ruido (A). La cámara del compresor es uno de los componentes que contribuyen la transmisión de frecuencia variable sellado con láminas de metal con revestimiento aislante, soportes de compresor que absorben los impactos, ventiladores de transmisión de frecuencia variable y funcionamiento silencioso. Con el fin de utilizar únicamente la energía necesaria para calentar o enfriar el espacio, el compresor ajusta su velocidad, lo que reduce significativamente la cantidad de electricidad utilizada.

Por estas razones ya mencionadas, los sistemas VRF son la mejor opción para la climatización de edificios residenciales donde el ambiente climatizado logrará un estado confortable de condiciones de temperatura y humedad aceptables para los usuarios y los estándares técnicos. Autoridad reguladora

- La carga de calor calculada para el dormitorio principal se ha dividido en dos, por lo que hay dos unidades de fancoil, una de 24.200 btu/h y otra de 19.100 btu/h, la unidad de 24.200 btu/h se ubicará en el falso techo Mamparas cercanas para reducir la entrada de calor o frío según la estación del año. El propósito de considerar 2 unidades en el dormitorio principal es brindar una buena distribución del aire al ambiente para lograr una temperatura de confort térmico uniforme en todos los espacios interiores.

- La difusión de aire y el retorno de aire adoptan rejillas lineales importadas, algunas de las cuales están hechas de tiras de aluminio y otras están diseñadas con ranuras, la selección de cada rejilla se refiere a la tabla del proveedor. e R2 y Serie Y permiten

RECOMENDACIONES

Dado la cercanía al mar del edificio lugar donde hay una mayor concentración de salitre en el ambiente, y puede llegar a ser muy corrosivo especialmente en las unidades condensadoras se recomienda que el mantenimiento de las unidades sea 2 veces al año, se debe establecer un cronograma de mantenimiento preventivo.

Se debe tener en cuenta y recalcar al usuario que los sistema (Y) o heat pump solo operan en frio o calefacción, si los evaporadores en los diferentes ambientes de un mismo sistema se encuentran en diferentes modos, frio y otros en calefacción, estos entraran en stand by, solo son compatibles el modo seco con el modo frio, más ninguno de los 2 con el modo calefacción, el control de temperatura si es independiente por cada ambiente.

Los sistemas R2 o Heat Recovery si pueden trabajar de manera simultánea en diferentes modos sin ningún problema alguno.

Se debe ingresar los valores correctos de las distancias de tuberías de cobre al programa DSB de Mitsubishi para poder realizar la carga de refrigerante correcta al sistema. Agregar mucho o poco refrigerante trae como consecuencia un mal funcionamiento del sistema.

Los sistemas deben haber realizado satisfactoriamente el proceso del triple vacío, conservándose en la última etapa un máximo de 500 micrones durante 1 hora

Los sistemas deben haber sido presurizados con nitrógeno a 550psi para asegurarse de estar libre de fugas.

Se debe verificar bien los drenajes y hacer pruebas de estanqueidad con ello evitaremos posibles filtraciones de agua de condensación provenientes de las unidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Edward G. Pita (1994).

Acondicionamiento de Aire. Principios y Sistemas (2da Edición)

- Carrier Air Conditioning CO. (2009). Análisis del Local y estimación de la Carga. En McGraw-Hill (Ed.). Manual del aire acondicionado (3-4). Barcelona: Marcombo S.A.

- Elite Software CHVAC COMERCIAL HVAC LOADS

- ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019

- DesignTools DuctSizer Version 6.4 McQuay

Direcciones de Internet

- Mitsubishi Electric: http://nonul.mylinkdrive.com/USA/Y_Series
- Mitsubishi Electric: http://nonul.mylinkdrive.com/USA/R2_Series
- Rejillas Lineales Airguide: <https://www.airguidemfg.com/lineardiffusers.aspx>

ANEXO

Tabla 5

Descripción de grupos de construcción de paredes

Grupo No.	Descripción de la construcción	Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/(h·ft ² ·°F)	Capacidad calorífica, BTU/(ft ² ·°F)
Ladrillo de vista de 4 in + (Ladrillo)				
	C Espacio de aire + ladrillo de vista de 3 in	83	0.358	18.3
	D Ladrillo común de 4 in.	90	0.415	18.4
	C Aislamiento de 1 in o espacio de aire + ladrillo común de 4 in	90	0.174-0.301	18.4
	B Aislamiento de 2 in + ladrillo común de 4 in	88	0.111	18.5
	B Ladrillo común de 8 in	130	0.302	26.4
	A Aislamiento o espacio de aire + ladrillo común de 8 in	130	0.154-0.243	26.4
Ladrillo de vista de 4 in + (Concreto pesado)				
	C Espacio de aire + concreto de 2 in	94	0.350	19.7
	B Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	97	0.116	19.8
	A Espacio de aire o aislamiento + concreto de 8 in o más	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4
Ladrillo de vista de 4 in + (bloque de concreto ligero o pesado)				
	E Bloque de 4 in	62	0.319	12.9
	D Espacio de aire o aislamiento + bloque de 4 in	62	0.153-0.246	12.9
	D Bloque de 8 in	70	0.274	15.1
	C Espacio de aire o aislamiento de 1 in + bloque de 6 u 8 in	73-89	0.221-0.275	15.5-18.5
	B Aislamiento de 2 in + bloque de 8 in	89	0.096-0.107	15.5-18.6
Ladrillo de vista de 4 in + (azulejo de barro)				
	D Azulejo de 4 in	71	0.381	15.1
	D Espacio de aire + azulejo de 4 in	71	0.281	15.1
	C Aislamiento + azulejo de 4 in	71	0.169	15.1
	C Azulejo de 8 in	96	0.275	19.7
	B Espacio de aire o aislamiento de 1 in + azulejo de 8 in	96	0.142-0.221	19.7
	A Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	97	0.097	19.8
Pared de concreto pesado + (acabado)				
	E Concreto de 4 in.	63	0.585	12.5
	D Concreto de 4 in + aislamiento de 1 o 2 in	63	0.119-0.200	12.5
	C Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	63	0.119	12.7
	C Concreto de 8 in.	109	0.490	21.9
	B concreto de 8 in + aislamiento de 1 o 2 in	110	0.115-0.187	22.0
	A Aislamiento de 2 in + concreto de 8 in	110	0.115	21.9
	E Concreto de 12 in	156	0.421	31.2
	A Concreto de 12 in + aislamiento	156	0.113	31.3
Bloque de concreto ligero y pesado + (acabado)				
	F Bloque de 4 in + espacio de aire o aislamiento	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2
	E Aislamiento de 2 in + bloque de 4 in	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3
	E Bloque de 8 in	41-57	0.294-0.402	6.3-11.3
	D Concreto de 8 in + espacio de aire o aislamiento	41-57	0.149-0.173	8.3-11.3
Azulejo de barro + (acabado)				
	F Azulejo de 4 in	39	0.419	7.8
	F Azulejo de 4 in + espacio de aire	39	0.303	7.8
	E Azulejo de 4 in + aislamiento de 1 in	39	0.175	7.9
	D Aislamiento de 2 in + azulejo de 4 in	40	0.110	7.9
	D Azulejo de 8 in	63	0.296	12.5
	C Azulejo de 8 in + espacio de aire o aislamiento de 1 in	63	0.151-0.231	12.6
	B Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	63	0.099	12.6
Pared de lámina (cortina metálica)				
	G Con o sin espacio de aire + 1, 2 o 3 in de aislamiento	5-6	0.091-0.230	0.7
Pared de bastidor				
	G Aislamiento de 1 a 3 in	16	0.081-0.178	3.2

Reproducido con permiso de 1985 Fundamentals ASHRAE Handbook & Product Directory

Tabla 7

Corrección de la DTCE por latitud y mes (LM), para aplicar a paredes y techos, latitudes Norte, °F

Latitud	Mes	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HORA
0	Dic	-3	-5	-5	-5	-2	-0	3	6	9	-1
	Ene/Nov	-3	-5	-4	-4	-1	-0	2	4	7	-1
	Feb/Oct	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	-1	0	0
	Mar/Sept	-3	0	1	-1	-1	-3	-3	-5	-8	-1
	Abr/Ago	5	4	3	0	-2	-5	-6	-8	-8	-2
	May/Jul	10	7	5	0	-3	-7	-8	-9	-8	-4
	Jun	12	9	5	0	-3	-7	-9	-10	-8	-5
8	Dic	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
	Ene/Nov	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
	Feb/Oct	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
	Mar/Sept	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-4	0
	Abr/Ago	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
	May/Jul	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
	Jun	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2
16	Dic	-4	-6	-8	-8	-4	-1	4	9	13	-9
	Ene/Nov	-4	-6	-7	-7	-4	-1	4	8	12	-7
	Feb/Oct	-3	-5	-5	-4	-2	0	2	5	7	-4
	Mar/Sept	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	-1
	Abr/Ago	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3	-5	-6	0
	May/Jul	4	3	3	0	-1	-4	-5	-7	-7	0
	Jun	6	4	4	1	-1	-4	-6	-8	-7	0
24	Dic	-5	-7	-9	-10	-7	-3	3	9	13	-13
	Ene/Nov	-4	-6	-8	-9	-6	-3	3	9	13	-11
	Feb/Oct	-4	-5	-6	-6	-3	-1	3	7	10	-7
	Mar/Sept	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-3
	Abr/Ago	-2	-1	0	-1	-1	-2	-1	-2	-3	0
	May/Jul	1	2	2	0	0	-3	-3	-5	-6	1
	Jun	3	3	3	1	0	-3	-4	-6	-6	1
32	Dic	-5	-7	-10	-11	-8	-5	2	9	12	-17
	Ene/Nov	-5	-7	-9	-11	-8	-4	2	9	12	-15
	Feb/Oct	-4	-6	-7	-8	-4	-2	4	8	11	-10
	Mar/Sept	-3	-4	-4	-4	-2	-1	3	5	7	-5
	Abr/Ago	-2	-2	-1	-2	0	-1	0	1	1	-1
	May/Jul	1	1	1	0	0	-1	-1	-3	-3	1
	Jun	1	2	2	1	0	-2	-2	-4	-4	2
40	Dic	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
	Ene/Nov	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
	Feb/Oct	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
	Mar/Sept	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	Abr/Ago	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	May/Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Jun	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2
48	Dic	-6	-8	-11	-14	-13	-10	-3	2	6	-25
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-13	-11	-8	-1	5	8	-24
	Feb/Oct	-5	-7	-10	-11	-8	-5	1	8	11	-18
	Mar/Sept	-4	-6	-6	-7	-4	-1	4	8	11	-11
	Abr/Ago	-3	-3	-3	-3	-1	0	4	6	7	-5
	May/Jul	0	-1	0	0	1	1	3	3	4	0
	Jun	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2
56	Dic	-7	-9	-12	-16	-16	-14	-9	-5	-3	-28
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-15	-14	-12	-6	-1	2	-27
	Feb/Oct	-6	-8	-10	-12	-10	-7	0	6	9	-22
	Mar/Sept	-5	-6	-7	-8	-5	-2	4	8	12	-15
	Abr/Ago	-3	-4	-4	-4	-1	1	5	7	9	-8
	May/Jul	0	0	0	0	2	2	5	6	7	-2
	Jun	2	1	2	1	3	3	4	5	6	1

Reproducido con permiso del 1979 ASHRAE Load Calculations Manual

Tabla 8

Latitudes septentrionales, corrección DTCE por latitud y mes, para aplicar a paredes y techos, en °F

Hora	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
CLTD,F	0	-2	-2	0	4	9	13	14	12	8	4	2

Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals, ASHRAE Handbook Product Directory.*

Tabla 9

Ganancias máxima de calor por Radiación en vidrios Btu/h – ft², latitud norte

0 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303
Abr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265
Jun.	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255
Jul.	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260
Agos.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276
Sept.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293
Dic.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288

16 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	BOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	30	30	55	147	21	244	251	223	199	248
Feb.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275
Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Abr.	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289
May	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
Jun.	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
Jul.	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Agos.	41	100	168	209	219	196	143	74	46	282
Sept.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dic.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

8 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	HOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294
Mar.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300
Abr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277
Jun.	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269
Jul.	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272
Agos.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282
Sept.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273
Dic.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265

24 Grados										
	NNE/	NE/	ENE/	E/	ESE/	SE/	SEE/	S	BOR	
	N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW		
En.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Feb.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249
Mar.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Abr.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
May	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282
Jun.	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
Jul.	45	116	176	210	213	185	129	65	46	278
Agos.	38	87	156	203	220	204	162	103	72	277
Sept.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Oct.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Nov.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213
Dic.	26	26	29	1112	180	234	247	247	199	199

Tabla 10

Ganancias máxima de calor por Radiación en vidrios Btu/h – ft², latitud norte

32 Grados										
	N (Sombra)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR
En.	24	24	29	105	175	229	249	250	246	176
Feb.	27	27	65	149	205	242	248	232	221	217
Mar.	32	37	107	183	227	237	227	195	176	252
Abr.	36	80	146	200	227	219	187	141	115	271
May	38	111	170	208	220	199	155	99	74	277
Jun.	44	122	176	208	214	189	139	83	60	276
Jul.	40	111	167	20-4	215	194	150	96	72	273
Agos.	37	79	141	195	219	210	181	136	111	265
Sept.	33	35	103	173	215	227	218	189	171	244
Oct.	28	28	63	143	195	234	239	225	215	213
Nov.	24	24	29	103	173	225	245	246	243	175
Dic.	22	22	22	84	162	218	246	252	252	158

48 Grados										
	N (Sombra)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR
En.	15	15	15	53	118	175	216	239	245	85
Feb.	20	20	36	103	168	216	242	249	250	138
Mar.	26	26	80	154	204	234	239	232	228	188
Abr.	31	61	132	180	219	225	215	194	186	226
May	35	97	158	200	218	214	192	163	150	247
Jun.	46	110	165	204	215	206	180	148	134	252
Jul.	37	96	156	196	214	209	187	158	146	244
Agos.	33	61	128	174	211	216	208	188	180	223
Sept.	27	27	72	144	191	223	228	223	220	182
Oct.	21	21	35	96	161	207	233	241	242	136
Nov.	15	15	15	52	115	172	212	234	240	85
Dic.	13	13	13	36	91	156	195	225	233	65

40 Grados										
	N (Sombra)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR
En.	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133
Feb.	24	24	50	129	186	234	246	244	241	180
Mar.	29	29	93	169	218	238	236	216	206	223
Abr.	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252
May	37	102	165	202	220	208	175	133	113	265
Jun.	48	113	172	205	216	199	161	116	95	267
Jul.	38	102	163	198	216	203	170	129	109	262
Agos.	35	71	135	185	216	214	196	165	149	247
Sept.	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215
Oct.	25	25	49	123	180	225	238	236	234	177
Nov.	20	20	20	73	151	201	237	248	250	132
Dic.	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113

56 Grados										
	N (Sombra)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SEE/ SSW	S	HOR
En.	10	10	10	21	74	126	169	194	205	40
Feb.	16	16	21	71	139	184	223	239	244	91
Mar.	22	22	65	136	185	224	238	241	241	149
Abr.	28	58	123	173	211	223	223	213	210	195
May	36	99	149	195	215	218	206	187	181	222
Jun.	53	111	160	199	213	213	196	174	168	231
Jul.	37	98	147	192	211	214	201	183	177	221
Agos.	30	56	119	165	203	216	215	206	203	193
Sept.	23	23	58	126	171	211	227	230	231	144
Oct.	16	16	20	68	132	176	213	229	234	91
Nov.	10	10	10	21	72	122	165	190	200	40
Dic.	7	7	7	7	47	92	135	159	171	23

Tabla 11

Persianas enrollables venecianas con coeficiente de sombreado en vidrios.

	Tipo de vidrio	Espesor nominal de cada vidrio claro ^a	Transmisión solar ^b	Sin sombreado interior		Tipo de sombreado interior				
						Persianas venecianas		Persianas enrollables		
				$h_g = 4.0$		Medio	Claro	Opacas	Claras	Translúcidas
VIDRIO SENCILLO	Sencillo									
	Claro	3/32 a 1/4	0.87-0.80	1.00						
	Claro	1/4 a 1/2	0.80-0.71	0.94						
	Claro	3/8	0.72	0.90	0.64	0.55	0.59	0.25	0.39	
	Claro	1/2	0.67	0.87						
	Claro con figuras	1/8 a 9/32	0.87-0.79	0.83						
	Absorbente de calor, con figuras ^c	1/8		0.83						
	Absorbente de calor ^d	3/16 a 1/4	0.46	0.69						
	Absorbente de calor, con figuras	3/16 a 1/4		0.69	0.57	0.53	0.45	0.30	0.36	
	Coloreado	1/8 a 7/32	0.59-0.45	0.69						
	Absorbente de calor, o con figuras		0.44-0.30	0.60	0.54	0.52	0.40	0.28	0.32	
Absorbente de calor ^e	3/8	0.34	0.60							
Absorbente de calor, o con figuras	1/2	0.44-0.30	0.53	0.42	0.40	0.36	0.28	0.31		
Vidrio recubierto reflector			0.30	0.25	0.23					
			0.40	0.33	0.29					
			0.50	0.42	0.38					
			0.60	0.50	0.44					
VIDRIO AISLANTE	Doble ^f									
	Claro afuera	3/32, 1/8	0.71 ^g	0.88	0.57	0.51	0.60	0.25	0.37	
	Claro adentro									
	Claro afuera	1/4	0.61 ^g	0.81						
	Claro adentro									
	Absorbente de calor afuera	1/4	0.36 ^g	0.55						
	Claro adentro				0.39	0.36	0.40	0.22	0.30	
Vidrio recubierto reflector			0.20	0.19	0.18					
			0.30	0.27	0.26					
			0.40	0.34	0.33					
Triple	Claro	1/4		0.71						
	Claro	1/8		0.80						
	Claro									

Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals, ASHRAE Handbook & Product Directory

Tabla 12

Carga de enfriamiento de vidrio

Latitud norte, Ventana viendo hacia el	Construc- ción del recinto	Hora solar, h																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.80	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.52	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27
	H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.73	0.72	0.70	0.70	0.74	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
NE	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
E	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.51	0.42	0.36	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.45	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.21	0.34	0.45	0.50	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
SE	L	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.55	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
S	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.12	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.38	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
SW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
W	L	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16
NW	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.43	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.53	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
	H	0.14	0.12	0.11	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.19	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15
HORA	L	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.30	0.24	0.19	0.16	0.13
	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.55	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.27	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19

L = construcción ligera: Pared exterior de bastidores, losa de piso de concreto de 2 in, con aprox. 30 lb de material/ft² de piso.

M = Construcción media: Pared exterior de concreto de 4 in, losa de piso de concreto de 4 in, con aprox. 70 lb de material de construcción por ft² de piso.

H = Construcción pesada: Pared exterior de concreto de 6 in, losa de piso de concreto de 6 in, con aprox. 130 lb de material de construcción por ft² de piso.

Tabla 13

Tasa de ganancia de calor como resultado de los usuarios de aire acondicionado

Actividad	Aplicaciones típicas	Calor total por adulto masculino			calor total ajustado ^b			Calor sensible			Calor latente		
		Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h
Sentado en reposo	Teatro, cine	115	400	100	100	350	90	60	210	55	40	140	30
Sentado, trabajo muy ligero, escritura	Oficinas, hoteles, apartamentos	140	480	120	120	420	105	65	230	55	55	190	50
Sentado, comiendo	Restaurante	150	520	130	170	580 ^c	145	75	255	60	95	325	80
Sentado, trabajo ligero, mecanografía	Oficinas, hoteles, apartamentos	185	640	160	150	510	130	75	255	60	75	255	65
Parado, trabajo ligero o camina despacio	Tiendas minoristas, bancos	235	800	200	185	640	160	90	315	80	95	325	80
Trabajo ligero de banco	Fábricas	255	880	220	230	780	195	100	345	90	130	435	110
Caminando 3 mph trabajo ligero													
trabajo con máquinas pesadas	Fábricas	305	1040	260	305	1040	260	100	345	90	205	695	170
Bóliche		350	1200	300	280	960	240	100	345	90	180	615	150
Baile moderado	Salón de baile	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Trabajo pesado, trabajo con máquinas pesadas, levantar pesas	Fábricas	470	1600	400	470	1600	400	165	565	140	300	1035	260
Trabajo pesado, ejercicios atléticos	Gimnasios	585	2000	500	525	1800	450	185	635	160	340	1165	290

^a Nota: Los valores de la tabla se basan en una temperatura de bulbo seco de 78°F. Para 80°F BS, el calor total queda igual, pero el valor del calor sensible se debe disminuir en aproximadamente 8% y los valores del calor latente se deben aumentar proporcionalmente.

^b La ganancia total ajustada de calor se basa en el porcentaje normal de hombres, mujeres y niños en la aplicación que se menciona, bajo la hipótesis de que la ganancia por mujer adulta representa un 85% de la del hombre adulto, y la de un niño el 75%.

^c Calor total ajustado para comer en un restaurant, que incluye 60 BTU/h del alimento por individuo (30 BTU sensibles y 30 BTU latentes).

^d Para el bóliche, se considera una persona por pista tirando y las demás sentadas (400 BTU/h) o paradas y caminando lentamente (970 BTU/h)

Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals, ASHRAE Handbook & Product Directory*.

Tabla 14

Equivalencia en orientación por los hemisferios

<i>Orientación en el hemisferio Sur</i>	<i>Orientación equivalente en el hemisferio Norte</i>
Noreste	Sureste
Este	Este
Sureste	Noreste
Sur	Norte (sombra)
Suroeste	Noroeste
Oeste	Oeste
Noroeste	Suroeste
Norte (sombra)	Sur

Tabla 15

Coeficiente global "U" de transferencia de calor para el vidrio

Paneles verticales (ventanas exteriores, puertas corredizas de vidrio y particiones) Vidrio plano, tragaluz y lámina de plástico				Paneles horizontales — vidrio plano, tragaluz y domos de plástico			
Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior	Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior
Vidrio plano vidrio sencillo	1.10	1.04	0.73	Vidrio plano vidrio sencillo	1.23	0.83	0.96
vidrio aislante - doble espacio de aire de 1/4"*	0.58	0.61	0.49	vidrio aislante — doble espacio de aire de 1/4"*	0.65	0.54	0.59
espacio de aire de 1/2" ^b	0.49	0.56	0.46	espacio de aire de 1/2" ^b	0.59	0.49	0.56
espacio de aire de 1/2", recubrimiento de baja emisión ^c				espacio de aire de 1/2", recubrimiento de baja emisión ^c			
e = 0.20	0.32	0.38	0.32	e = 0.20	0.48	0.38	0.39
e = 0.40	0.39	0.45	0.39	e = 0.40	0.42	0.42	0.45
e = 0.60	0.43	0.51	0.42	e = 0.60	0.56	0.46	0.50
Vidrio aislante - triple ^d				Tragaluz ^e			
Espacio de aire de 1/4"*	0.39	0.44	0.38	11 x 11 x 3 in espesor con divisor de cavidad	0.53	0.35	0.44
espacio de aire de 1/2" ^b	0.31	0.39	0.30	12 x 12 x 4 in espesor con divisor de cavidad	0.51	0.34	0.42
ventanas dobles				Domos de plástico ^f			
espacio de aire de 1" a 4"*	0.50	0.50	0.44	de pared sencilla	1.15	0.80	--
Lámina de plástico sencilla				de pared doble	0.70	0.46	--
1/8" espesor	1.00	0.98	--	Factores de ajuste para paneles verticales y horizontales			
1/4" espesor	0.96	0.89	--	Descripción	Vidrio sencillo	Vidrio doble o triple	Ventanas dobles
1/2" espesor	0.81	0.76	--	Ventanas Todas de vidrio	1.00	1.00	1.00
unidad aislante - doble				Marco de madera - 80% vidrio	0.90	0.95	0.90
espacio de aire de 1/4"*	0.55	0.56	--	Marco de madera - 60% vidrio	0.80	0.85	0.80
espacio de aire de 1/2" ^b	0.43	0.45	--	Marco de metal - 90% vidrio	1.00	1.20 ^g	1.20 ^g
Tragaluz ^h				Ventanas y puertas corredizas de vidrio	0.95	1.00	--
6 x 6 x 4 in espesor	0.60	0.57	0.46	Marco de madera	1.00	1.10 ^g	--
8 x 8 x 4 in espesor	0.55	0.54	0.44	Marco de metal			
— con divisor del hueco	0.48	0.46	0.38				
12 x 12 x 4 in espesor	0.52	0.50	0.41				
— con divisor del hueco	0.44	0.42	0.36				
12 x 12 x 2 in espesor	0.60	0.57	0.46				

* vidrio de 1/8"
* vidrio de 1/4"
* recubrimiento en ambas superficies del vidrio que dan al espacio de aire
* diseño de la ventana: vidrio de 1/4" - vidrio de 1/8" - vidrio de 1/4"
* dimensiones nominales basados en la superficie de la abertura
* con aislamiento térmico

Tabla 16

Tasas de ganancia de calor debido a los ocupantes del recinto acondicionado

Actividad	Aplicaciones típicas	Calor total por adulto masculino			calor total ajustado ^a			Calor sensible			Calor latente		
		Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h
Sentado en reposo	Teatro, cine	115	400	100	100	350	90	60	210	55	40	140	30
Sentado, trabajo muy ligero, escritura	Oficinas, hoteles, apartamentos	140	480	120	120	420	105	65	230	55	55	190	50
Sentado, comiendo	Restaurante	150	520	130	170	580 ^b	145	75	255	60	95	325	80
Sentado, trabajo ligero, mecanografía	Oficinas, hoteles, apartamentos	185	640	160	150	510	130	75	255	60	75	255	65
Parado, trabajo ligero o camina despacio	Tiendas minoristas, bancos	235	800	200	185	640	160	90	315	80	95	325	80
Trabajo ligero de banco	Fábricas	255	880	220	230	780	195	100	345	90	130	435	110
Caminando 3 mph trabajo ligero													
trabajo con máquinas pesadas	Fábricas	305	1040	260	305	1040	260	100	345	90	205	695	170
Boliche		350	1200	300	280	960	240	100	345	90	180	615	150
Baile moderado	Salón de baile	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Trabajo pesado, trabajo con máquinas pesadas, levantar pesas	Fábricas	470	1600	400	470	1600	400	165	565	140	300	1035	260
Trabajo pesado, ejercicios atléticos	Gimnasios	585	2000	500	525	1800	450	185	635	160	340	1165	290

^a Nota: Los valores de la tabla se basan en una temperatura de bulbo seco de 78°F. Para 80°F BS, el calor total queda igual, pero el valor del calor sensible se debe disminuir en aproximadamente 8% y los valores del calor latente se deben aumentar proporcionalmente.

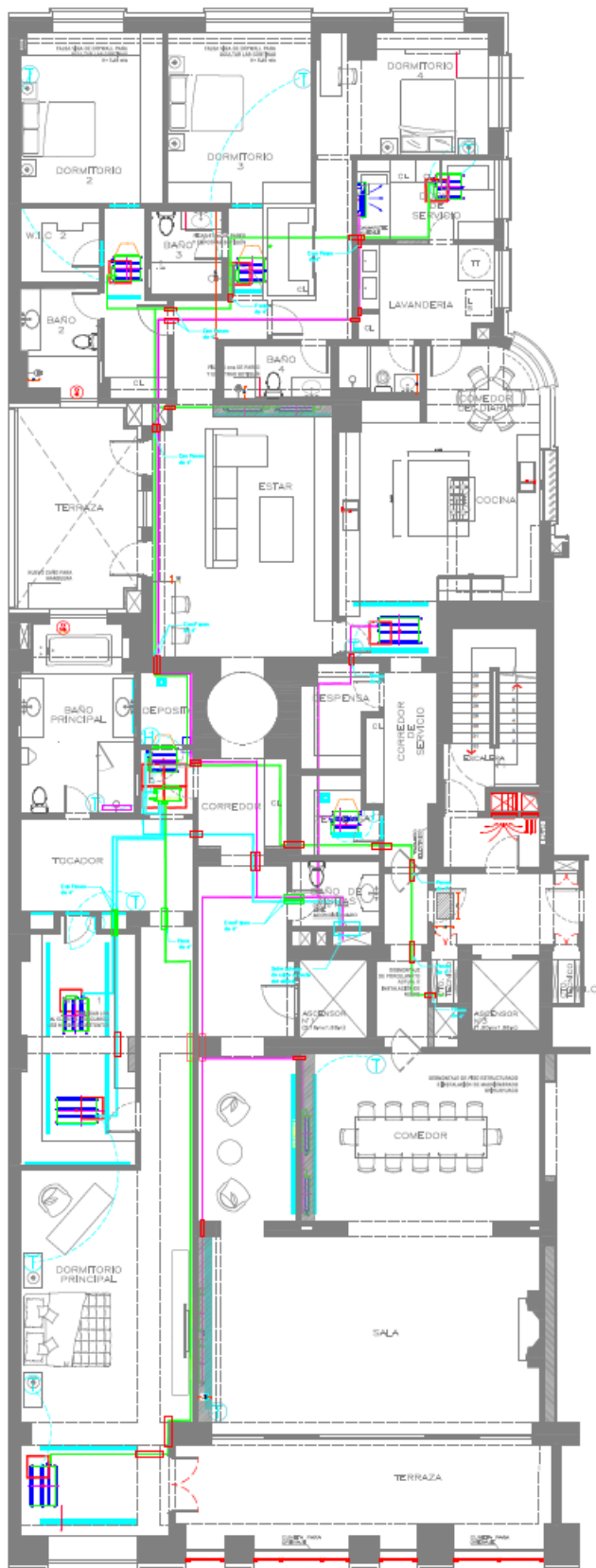
^b La ganancia total ajustada de calor se basa en el porcentaje normal de hombres, mujeres y niños en la aplicación que se menciona, bajo la hipótesis de que la ganancia por mujer adulta representa un 85% de la del hombre adulto, y la de un niño el 75%.

^c Calor total ajustado para comer en un restaurant, que incluye 60 BTU/h del alimento por individuo (30 BTU sensibles y 30 BTU latentes).

^d Para el boliche, se considera una persona por pista tirando y las demás sentadas (400 BTU/h) o paradas y caminando lentamente (970 BTU/h)

Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals. ASHRAE Handbook & Product Directory.*

PLANO 1: Sistema de aire acondicionado del departamento 201



LEYENDA

SÍMBOLO	NOMBRE
	TERMOSTATO
	PUNTO ELÉCTRICO
	PUNTO DE DRENAJE
	TUBERÍA DE REFRIGERACIÓN
	REJILLAS LINEALES
	REJILLAS LINEALES
	REJILLAS LINEALES
	EVAPORADOR FANCOIL
	DUCTO FLEXIBLE
	DUCTO GALVANIZADO
	EVAPORADOR DECORATIVO
	REGISTRO DE 0.6CMX0.6CM

*Pezet II
DPTO 201*