



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA: Estudio de factibilidad para el sistema de climatización inteligente para el laboratorio de Redes de Datos de la Universidad Tecnológica Israel.

AUTOR/ A: José Miguel Robelly Carrera

TUTOR/ A: Ing. Tannia Mayorga Jácome Mg.

AÑO: 2016

AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Trabajo de Titulación requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito D.M., Febrero del 2016

José Miguel Robelly Carrera

CI: 1713979993

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad del Tutor del Proyecto Integrador de Carrera certifico:

Que el Trabajo de Titulación “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN INTELIGENTE PARA EL LABORATORIO DE REDES DE DATOS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL.”, presentada por el señor José Miguel Robelly Carrera, estudiante de la carrera de Electrónica y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M., Febrero del 2016

TUTOR

Ing. Tannia Mayorga Jácome Mg

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado, aprueban el Trabajo de Titulación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para títulos de pregrado.

Quito D.M., Febrero del 2016

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

PRESIDENTE

MIEMBRO 1

MIEMBRO 2

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios en primer lugar, luego a mis padres que no están conmigo, pero siempre les tengo presentes en todas las metas que me propongo, mi esposa y tres hijas son el motor que me impulsa día a día para seguir adelante, mis hermanos y tíos que siempre creyeron en mí, mi madre adoptiva y primos, gracias por sus mensajes y consejos de apoyo, mis amigos incondicionales que siempre están ahí para sacarme una sonrisa en los malos momentos.

GRACIAS TOTALES

José Miguel Robelly Carrera

DEDICATORIA

Este proyecto de carrera está dedicado a mis 3 hermosas hijas Danaé, Bianca y Giuliana, ambas responsabilidades fueron desarrollándose en este tiempo, el ser padre y culminar una de mis metas profesionales, dos tareas difíciles pero placenteras en resultados, esta carrera la cual aplacé por mucho tiempo, pero nunca me rendí ante cualquier adversidad; quiero que mis pequeñas hijas sepan valorar el sacrificio que conlleva la responsabilidad de trabajar, estudiar, ser cabeza de familia, al mismo tiempo, y que nunca se olviden que jamás es tarde ni en tiempo ni edad para lograr metas que uno se proponga.

Con infinito amor para mis Princesas

José Miguel Robelly Carrera

ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DE TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
APROBACIÓN DEL TUTOR	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
0. RESUMEN (ABSTRACT)	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. ANTECEDENTES	3
1.2. PROBLEMA INVESTIGADO	3
1.3. PROBLEMA PRINCIPAL	4
1.4. OBJETIVOS	4
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
1.5. EXPLICACIÓN DE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
1.5.1. Objetivo General.....	5
1.5.2 Objetivos específicos.....	5
1.5.3. Hipótesis	6

1.5.4. Marco Metodológico.....	6
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	8
2.1 INTRODUCCIÓN.....	8
2.2. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.....	8
2.2.1. Sistemas de Refrigeración.....	9
2.2.2. Acondicionamiento del Aire.....	10
2.3. CARGA TÉRMICA.....	10
2.3.1. Cálculo de cargas térmicas en edificios.....	11
2.3.1.1. Introducción.....	11
2.3.1.2. Tipos de Carga Térmica.....	12
2.3.1.3. Cálculo de carga térmica para refrigeración.....	13
2.3.2. Cálculo de carga térmica sensible.....	13
2.3.2.1. Carga por radiación solar a través del cristal " <i>Q_{sr}</i> ".....	14
2.3.2.2. Carga por radiación transmisión exterior de techos y paredes " <i>Q_{str}</i> ".....	15
2.3.2.3. Carga por transmisión interior a través de puertas, techos, paredes y suelos " <i>Q_{st}</i> "......	18
2.3.2.4. Carga por transmisión exterior a través de infiltraciones de aire " <i>Q_{si}</i> ".....	19
2.3.2.5. Carga sensible producida por aportaciones internas " <i>Q_{sai}</i> ".....	19
2.3.2.6. Carga sensible por iluminación (<i>Q_{sil}</i>):.....	20
2.3.2.6.1. Lámparas incandescentes:.....	20
2.3.2.6.2. Lámparas de descarga o fluorescentes:.....	20
2.3.2.7. Carga sensible por ocupantes (<i>Q_{sp}</i>):.....	21
2.3.2.7.1. Radiación.....	21
2.3.2.7.2. Convección.....	21
2.3.2.7.3. Conducción.....	21
2.3.2.7.4. Respiración.....	21

2.3.2.7.5. Evaporación cutánea	21
2.3.2.8. Carga sensible por aparatos eléctricos:.....	23
2.3.2.9. Carga sensible total “ <i>Qs</i> ”	23
2.3.3. Cálculo de la carga térmica latente.	23
2.3.3.1. Carga latente exterior por transmisión a través de infiltraciones de aire “ <i>Qli</i> ”	24
2.3.3.2. Carga latente por ocupación “ <i>Qlp</i> ”	24
2.3.3.4. Carga latente total “ <i>Ql</i> ”	25
2.4. ACONDICIONADORES DE AIRE.	25
2.4.1. Tipos de acondicionadores	25
2.4.2. Componentes del equipo de acondicionamiento.	25
2.4.3. Acondicionador tipo consola o de pared.....	27
2.4.4. Acondicionador portátil	27
2.4.5. Acondicionar Partido Split o Multi Split	28
2.4.6. Acondicionador compacto individual.	29
2.4.7. Acondicionador partido individual	30
2.5. INSTALACIÓN DEL EQUIPO TIPO SPLIT.	31
3. PRESENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	33
3.1. INTRODUCCION.....	33
3.2. MEMORIA DRESCRIPTIVA DEL PROYECTO	33
3.2.1 Ubicación	33
3.2.2. Alcance	33
3.2.2.1. Datos climatológicos	34
3.2.2.1.1. Condiciones exteriores para el diseño.....	34
3.2.2.1.2. Condiciones interiores para el diseño	34
3.2.2.1.3. Condiciones de ventilación para el diseño	34

3.2.2.2. Área a Invertir.....	35
3.2.2.3. Planos de Instalaciones	35
3.2.2.4. Criterios de diseño	35
3.2.2.5. Especificaciones Técnicas	35
3.2.2.6. Estudio Preliminar	36
3.2.2.7. Muestreo de mediciones de temperatura	37
3.3. MEMORIA DE CÁLCULO	38
3.3.1. Preliminares	38
3.3.2. Levantamiento de Información	40
3.4. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS.....	41
3.4.1. Ingreso de Valores en Tabla Cálculo de Carga.....	43
3.5. SELECCIÓN DEL EQUIPO	44
3.6. INSTALACIÓN.....	44
3.6.1. Condiciones de obra	44
3.6.2. Instalaciones Eléctricas	45
3.6.3. Pruebas y Ajustes	45
3.6.3.1. Sistema de Ventilación Mecánica.....	46
3.6.3.2. Sistema de Aire Acondicionado.....	46
3.6.3.3. Precauciones	47
3.6.3.4. Los siguientes trabajos no se incluyen en el proyecto:	47
3.6.3.5. Códigos y estándares utilizados	47
3.7. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	48
3.7.1 Mediciones de temperatura luego de encender equipo Split	50
3.9. COSTOS DEL PROYECTO.....	51
3.9.1 ANÁLISIS ECONÓMICO	52

CONCLUSIONES.....	53
RECOMENDACIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema termodinámico para producir frío	8
Figura 2. Sistema termodinámico para la producción de frío.	9
Figura 3. Acondicionamiento de aire en una habitación.....	10
Figura 4. Carga Térmica.....	11
Figura 5. Esquema del equipo de acondicionamiento.....	26
Figura 6. Equipo tipo consola o de pared.	27
Figura 7. Acondicionador portátil.....	28
Figura 8. Equipos partidos (Split o Multi Split).	29
Figura 9. Equipo compacto individual.....	29
Figura 10. Equipo partido individual.....	30
Figura 11. Instalación de un equipo tipo Split.	32
Figura 12. Ubicación Universidad Tecnológica Israel.....	33
Figura 13. Medidor de Tempertatura	37
Figura 14. Foto Panorámica del Laboratorio de Redes Universidad Israel.....	40
Figura 15. Tabla de cálculo de cargas vacía indicando los valores a llenar	42
Figura 16. Tabla Cálculos de Carga con los valores determinados para el Laboratorio de Redes la Universidad Tecnológica Israel.....	43
Figura 17. Plano Instalación equipo de climatización Split	48
Figura 18. Plano Frontal de la Condensadora ubicada en la ventana del Laboratorio	49
Figura 19. Fotomontaje Split Evaporadora, instalado en laboratorio de redes.....	49
Figura 20. Fotomontaje Split Condensadora, instalado en laboratorio de redes	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Radiación media diaria mensual de la ciudad de Quito.....	15
Tabla 1.2. Condiciones interiores de diseño.	16
Tabla 1.3. Parámetros climáticos promedio de Quito.	17
Tabla 1.4. (<i>T_{ec}</i>) Temperatura exterior de cálculo	18
Tabla 1.5. Calor latente y sensible desprendido por cada persona.....	22
Tabla 3.1. Mediciones de Temperaturas en el Laboratorio de Redes sin alumnos	37
Tabla 3.2. Mediciones de Temperaturas en el Laboratorio de Redes sin alumnos	38
Tabla 3.3. Resultado de recopilar información equipos.....	41
Tabla 3.4. Resultado de recopilar información flujo de uso laboratorio	41
Tabla 3.5. Mediciones de Temperatura del Laboratorio de Redes ya Instalado el Equipo.....	50
Tabla 3.6. Presupuesto para instalación de Sistema de Climatización	51

0. RESUMEN (ABSTRACT)

En este estudio se demuestra que el aula que se ocupa para laboratorio de redes de la Universidad Tecnológica Israel, es necesario implementar un sistema de climatización, el cual mejora el confort y ambiente en las horas de clase, para que los estudiantes puedan aprender, aplicar y desarrollar los conocimientos que se van impartiendo en este espacio.

También demuestra que es factible diseñar e implementar el cálculo de cargas, tema de otra especialidad, pero un Ingeniero Electrónico con bases recibidas en las aulas de la institución lo puede realizar, logrando instalar un sistema de climatización y aire acondicionado por áreas, tanto de ocupantes como de equipos electrónicos, lo cual sirve para presentar proyectos o realizar TDR (términos de referencia) en el área de telecomunicaciones, como son la creación de data center, call center, automatización de edificios o entidades gubernamentales, ya que en estos trabajos se topan y analizan campos que no solo competen a instalación de equipos electrónicos y telecomunicaciones, sino también el ambiente ideal, confortable para el cuidado, mantenimiento de los equipos y personal que realizan los mismos.

This study shows that the classroom that deals laboratory networks Technological University Israel, is necessary to implement an air conditioning system, which improves comfort and atmosphere in the school day so that students can learn, apply and develop skills that are taught in this space.

It also shows that it is feasible to design and implement load calculation, subject of another specialty, but an Electronic Engineer with bases received in the classrooms of the institution can do, achieving install an air conditioning system and air conditioning areas, both occupants as electronic equipment, which serves to present projects or perform TOR (terms of reference) in the area of telecommunications, such as creating data center, call center, building automation or governmental entities, since in these works encounter fields and analyze not

only a matter for installation of electronic equipment and telecommunications, but also the personal ideal, comfort care, maintenance of equipment and doing the same.

Palabras Clave:

Sistema de Climatización

Cálculo de cargas

Tabla de cargas

Laboratorio climatizado

1. INTRODUCCIÓN

La Universidad Tecnológica Israel (UISRAEL) cuyo lema es “Responsabilidad con pensamiento positivo”, recientemente acreditada por el CEAACES y una vez superada la evaluación institucional y de carreras que le insertan en el contexto de educación superior de calidad en el país, trata permanentemente de encontrar vías efectivas y eficientes que ayuden a los alumnos a que sepan hacer algo con aquello que conocen, más que a demostrar qué saben; lo que implica trasladarse de la vieja tendencia de la educación centrada en contenidos, hacia una lógica centrada en la acción; esto a su vez significa trasladar su modelo educativo de un enfoque metodológico centrado en fundamentar problemas, hacia una óptica centrada en crear soluciones”.

1.1. ANTECEDENTES

Los servicios de Aire Acondicionado y Refrigeración hoy en día son de vital importancia, tecnológicamente han avanzado de manera que en la actualidad alcanzan una autonomía cada vez más impresionante, teniendo en cuenta que los avances tecnológicos son más rápidos, permiten desarrollar nuevos sistemas de acondicionamiento en menor tiempo, las investigaciones sobre nuevos métodos de enfriamiento son noticia casi todos los meses, nuevas fórmulas químicas para desarrollar refrigerantes, diseños innovadores que ocultan o se pierden en los edificios modernos, orientados a cuidar el planeta, con un funcionamiento zonificado y ahorro energético

1.2. PROBLEMA INVESTIGADO

En la última década la Universidad Tecnológica Israel, ha tenido un crecimiento sostenible realizando continuas mejoras en sus instalaciones, con el propósito de brindar un mejor servicio a la comunidad estudiantil dentro del establecimiento, ha sido testigo de la sofisticación de los procesos productivos y del uso creciente de Tecnologías Electrónicas-Mecánicas, que aportan al crecimiento institucional y se investiga que por la constitución estructural y compuesto de paredes, la temperatura ambiental dentro de la edificación más aún en las aulas se eleva sustancialmente cuando se imparten clases, por lo que falta un sistema de climatización en el laboratorio de redes de la institución.

1.3. PROBLEMA PRINCIPAL

La institución tiene un Laboratorio de Redes de Datos, el cual se encuentra ubicado en el tercer piso del edificio matriz aula treientos siete (307), por el momento no existe un sistema de climatización, el mismo que al ser implementado además de ayudar a mejorar la calidad del aire interior para las personas ayuda fundamentalmente a gestionar la climatización de los equipos de red que se encuentra en el sitio.

Tomando en cuenta estos aspectos básicos y apoyado en los avances de la tecnología electrónica-mecánica digital se ha visto en la necesidad de realizar un “Estudio de factibilidad para el sistema de climatización inteligente para el Laboratorio de Redes de Datos de la Universidad Tecnológica Israel”, orientados hacia el funcionamiento zonificado y el ahorro energético.

Además del estudio se requiere colocar un equipo de climatización tipo Split que sus principales ventajas son climatizar el lugar y sirve como material didáctico para los estudiantes de la institución.

1.4. OBJETIVOS

En el presente capítulo, se realiza un análisis del problema principal y la solución del mismo con el planteamiento de los objetivos y la hipótesis.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar un Estudio de factibilidad para el sistema de climatización inteligente para el Laboratorio de Redes de Datos de la Universidad Tecnológica Israel.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la pre-factibilidad a través de mediciones de temperatura, las cuales se deben realizar en diferentes horarios de clases, con y sin alumnos, encendidos y apagados los equipos, estos valores determinan si es o no factible la instalación de un sistema de climatización.

- Proponer un estudio de climatización inteligente detallado acorde con los estándares internacionales de funcionamiento que asegure la calidad de servicio prestados y la sostenibilidad de la institución.
- Diseñar un sistema de climatización inteligente que permita definir la infraestructura, el tamaño y la localización más adecuada de los equipos de acuerdo a los requerimientos y necesidades del entorno.

1.5. EXPLICACIÓN DE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

1.5.1. Objetivo General

Realizar un Estudio de factibilidad para el sistema de climatización inteligente para el Laboratorio de Redes de Datos de la Universidad Tecnológica Israel, debido a que el laboratorio tiene equipos que necesitan estar funcionando a una temperatura ambiente de entre 18 °C y 22 °C, es necesario diseñar e instalar un sistema que cubra esas necesidades de climatización, además se pretende instalar el sistema para que ayude como herramienta didáctica en el aprendizaje de los estudiantes de la institución.

1.5.2 Objetivos específicos

- Determinar la pre-factibilidad a través de mediciones de temperatura, las cuales se deben realizar en diferentes horarios de clases, con y sin alumnos, encendidos y apagados los equipos, estos valores determinan si es o no factible la instalación de un sistema de climatización. Es necesario realizar estas medidas, compararlas con las tablas de temperaturas ambientales otorgadas por los organismos nacionales e internacionales, este análisis confirma si es necesario o no instalar el sistema.
- Proponer un estudio de climatización inteligente detallado acorde con los estándares internacionales de funcionamiento que asegure la calidad de servicio prestados y la sostenibilidad de la institución. En el Ecuador existen edificios que constan de sistemas de Aire Acondicionado pero son escasos los que tienen este sistema inteligente cuyo avance de la técnica ha hecho indispensable su aplicación en todo edificio moderno, porque el aire acondicionado no es un lujo como muchas veces se considera, sino una necesidad, ya que está destinado no

solo para el confort sino básicamente para preservar la salud humana y también constituye un requisito para los procesos industriales

- Diseñar un sistema de climatización inteligente que permita definir la infraestructura, el tamaño y la localización más adecuada de los equipos de acuerdo a los requerimientos y necesidades del entorno. En el presente se realiza un cálculo de los parámetros que inciden directamente con el aire ambiente dentro de una habitación, oficina, aula de clases, en este caso un laboratorio en el cual existen equipos y personas. Con este estudio se puede obtener de forma más precisa la capacidad de los equipos de aire acondicionado a ser instalados en los sitios correspondientes.

1.5.3. Hipótesis

Cuando se realice un estudio de factibilidad de un sistema de climatización inteligente para el laboratorio de redes de la Universidad Tecnológica Israel, se lograra tener con exactitud la capacidad de un equipo de aire acondicionamiento y una base para una futura instalación del mismo, además este estudio puede ser utilizado para realizar otras instalaciones dentro de la institución cuya meta es el cuidado de los equipos existentes y la preservación de la salud y las condiciones de vida de las personas que utilizan esa instalación.

1.5.4. Marco Metodológico

Para cumplir los objetivos planteados se utilizará métodos científicos como:

En la primera etapa de la investigación de otros sistemas similares se utilizará el método Inductivo que permitirá recoger datos actuales de una infraestructura a partir de las instalaciones y equipos existentes.

En la segunda etapa la de proposición del estudio de factibilidad se utilizará el método Deductivo que permitirá la utilización de leyes, teorías, reglas, conceptos y principios para llegar a determinar los criterios idóneos de diseño y planificación para asegurar la calidad del servicio en el estudio presentado.

En la tercera etapa de diseño del sistema se utilizará el método sistémico el cual permitirá modelar la estructura mecánica montada mediante la utilización de sus componentes activos y pasivos.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y METODOLOGÍA DEL PROYECTO

2.1 INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se describe el funcionamiento, clasificación, propiedades y componentes que forman parte de un sistema de climatización-refrigeración y aire acondicionado, enfocado a instalaciones internas en edificios, oficinas, locales, recintos, habitaciones, aulas, data centers, centros de cómputo, su función principal es mejorar la calidad del aire interior, preservar la salud, mejorar el confort y condiciones de vida de las estudiantes y docentes. En el presente proyecto se hará énfasis a los equipos tipo Split el cual se debe colocar en el laboratorio de redes de la Universidad Tecnológica Israel.

2.2. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO.

Sistemas termodinámicos que producen frío, son necesarios pues permiten conservar los alimentos, medicamentos, acondicionar ambientes frescos, controlar la temperatura de procesos exotérmicos. Las necesidades de refrigeración han sido afectadas en una escala muy alta a nivel mundial, por diversos factores, como el agotamiento de energías convencionales (combustibles fósiles) y el pésimo servicio de energía eléctrica por la falta de infraestructura como hidroeléctricas, ya que estas mega construcciones necesitan altos costos de inversión y deben ser construidas en zonas de topografía de difícil acceso, son regiones habitadas pero alejadas de las grandes metrópolis.

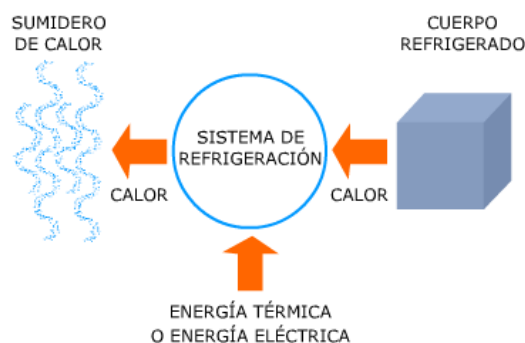


Figura 1. Sistema termodinámico para producir frío

Fuente: (e-URE, 2013)

El uso de sistemas de refrigeración demanda altos consumos de energía, sobre todo eléctrica. Por ese motivo al ahorro energético es necesario y se debe buscar estrategias como climatización inteligente que hacen eficiente los procesos, así la energía se garantiza por más tiempo y las empresas que generen esta sustentabilidad serán competentes en el mercado y conservación del planeta.

En la Figura 1 se observa un diagrama de bloques que representan los sistemas termodinámicos para producir frío.

2.2.1. Sistemas de Refrigeración.

Estos sistemas consisten en ciclos termodinámicos, los cuales utilizan propiedades de la materia permitiendo tomar un flujo de calor de una fuente de baja temperatura para trasladar energía térmica en forma de calor a otra fuente de energía de mayor temperatura. El sistema termodinámico se realiza en ciclos donde el refrigerante realiza el trabajo, este componente cambia de estado durante el ciclo generando un proceso que transfiere calor.

En la Figura 2. Se muestra un sistema termodinámico de producción de frío.

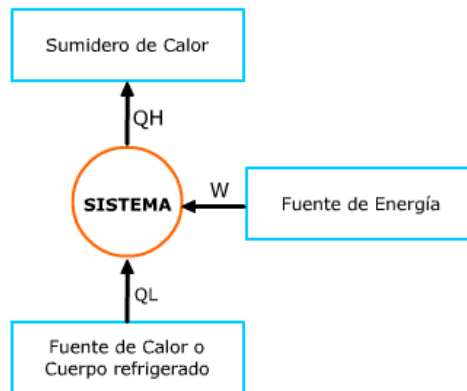


Figura 2. Sistema termodinámico para la producción de frío.

Fuente: (e-URE, 2013)

2.2.2. Acondicionamiento del Aire.

Es el proceso más completo, ya que el tratamiento del aire ambiente, de lugares ocupados por habitantes, son los más necesarios en mantener las condiciones ambientales de temperatura, humedad relativa, movimiento y limpieza del aire, consiste en obtener los valores ideales y deseados para garantizar un ambiente de confort o el grado de higiene requerido.

En la Figura 3. Se aprecia un acondicionamiento de aire en una habitación.

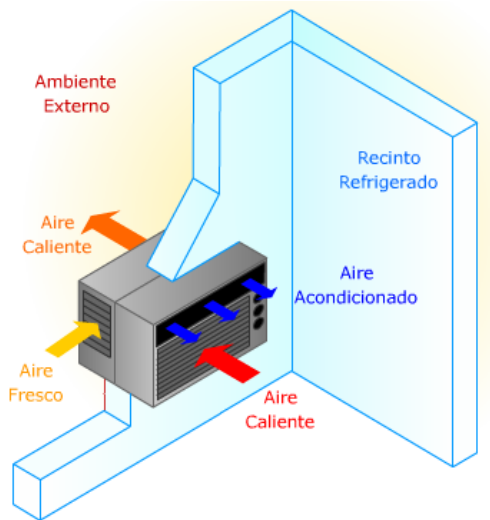


Figura 3. Acondicionamiento de aire en una habitación.

Fuente: (e-URE, 2013)

2.3. CARGA TÉRMICA.

Se refiere a la suma de la carga térmica ambiental y el calor generado en los procesos metabólicos, al calor que un sistema de climatización, calefacción y refrigeración, debe retirar de un producto, equipo o lugar que se desea refrigerar. La carga corresponde a la cantidad de energía térmica por unidad de tiempo denominada calor sensible la cual proviene del exterior o de los alrededores, a la aportada por el producto a enfriar, a la carga sensible interna producida por equipos como motores equipos eléctricos, son infiltraciones de aire caliente en el sistema, para calcular la carga térmica es necesario sumar todas las cargas variantes que influyen dentro del recinto o local.

$$\text{Carga térmica} = Q_{\text{exterior}} + Q_{\text{infiltraciones}} + Q_{\text{equipos}} + Q_{\text{producto}} \quad \text{EC.2.1}$$

En la Figura 4. Se detalla las variantes de carga térmica en una habitación o local.

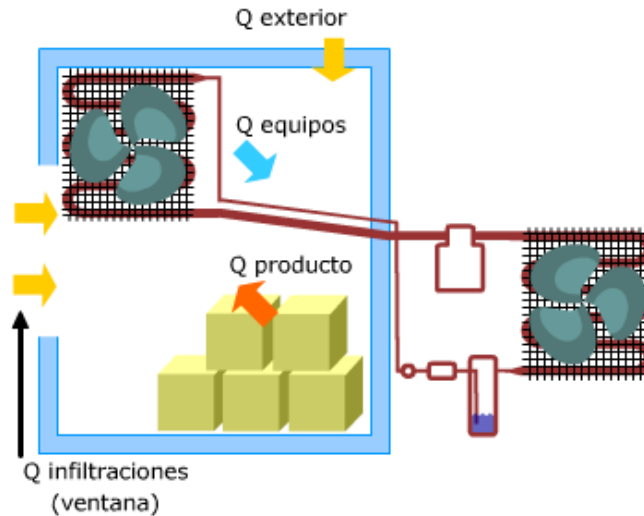


Figura 4. Carga Térmica.

Fuente: (e-URE, 2013)

2.3.1. Cálculo de cargas térmicas en edificios.

2.3.1.1. Introducción

Al realizar un estudio de carga térmica sobre una edificación, se deben analizar los cambios de calor de la edificación con el exterior, estos fenómenos o cambios suelen variar la temperatura interna del aire o la humedad contenida, generando ganancias de calor al interior en otras estaciones como el verano.

Tipos de cargas térmicas, por su incidencia:

- Cargas térmicas sensibles: son las que se manifiestan en la variación de la temperatura seca del aire al que se aplica.
- Cargas térmicas latentes: se manifiestan por variaciones del contenido de humedad absoluta del ambiente (vapor de agua) en el aire.

Conocer que tipos de cargas térmicas es necesario e imprescindible, es el primer paso antes de comenzar a diseñar cualquier sistema de climatización y acondicionamiento del aire interior de una edificación, data center, laboratorio, centro de cómputo o cualquier dependencia local que necesite refrigeración.

Claramente en nuestro estudio de factibilidad, la clave es la precisión con la que se diseñe el sistema de climatización y aire acondicionado, usando todos los cálculos de cargas térmicas existentes para diseño en estaciones de verano e invierno, dimensionando la instalación, ubicación, materiales de construcción, flujo de estudiantes, que usen el laboratorio, así podremos definir cuál es la mejor solución.

2.3.1.2. Tipos de Carga Térmica.

Se las divide en dos grupos según la procedencia:

a. Procedentes del ambiente exterior de la edificación:

Las cargas térmicas externas también se dividen en:

- Cargas a través de paredes o cerramientos;
- Cargas a través de cristales, ventanas y claraboyas;
- Cargas a través de sistemas de ventilación;
- Cargas a través de sistemas de infiltración.

b. Proviene o son generadas en el interior de la edificación:

Las cargas térmicas internas también se dividen en:

- Cargas generadas por las personas;
- Cargas generadas por la iluminación;
- Cargas generadas por equipos eléctricos, informáticos;
- Otras cargas generadas en el interior.

○ (Ingemecánica, 2012)

2.3.1.3. Cálculo de carga térmica para refrigeración.

Este estudio de factibilidad se focaliza en el cálculo de las cargas térmicas así puede satisfacer las necesidades de refrigeración del laboratorio u cualquier aula de la Universidad.

El cálculo de la carga térmica de refrigeración (Q_r) es indispensable para conocer la capacidad de refrigeración de los aparatos de aire acondicionado que se puede utilizar, y la potencia eléctrica de consumo de dichos aparatos.

La carga térmica total de refrigeración (Q_r) de un recinto se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Q_r = Q_s + Q_l \quad \text{EC.2.2}$$

Siendo:

Q_s : Carga térmica sensible (W);

Q_l : Carga térmica latente (W).

(Ingemecánica, 2012)

A continuación se analiza las expresiones que sirven para calcular las cargas térmicas sensible y latente, al final se las suma para obtener de esta forma la carga térmica total.

2.3.2. Cálculo de carga térmica sensible.

La carga térmica sensible (Q_s) se deduce de la siguiente ecuación:

$$Q_s = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{st} + Q_{si} + Q_{sai} \quad \text{EC.2.3}$$

Siendo:

Q_{sr} : Carga sensible por radiación solar a través de las superficies acristaladas (W);

Q_{str} : Carga sensible por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores (W);

Q_{st} : Carga sensible por transmisión a través de paredes, techos, suelos y puertas interiores (W);

Q_{si} : Carga sensible transmitida por infiltraciones de aire exterior (W);

Q_{sai} : Carga sensible por aportaciones internas (W).

Entonces la carga sensible total, se obtiene al determinar las cargas anteriores y sumarlas.

2.3.2.1. Carga por radiación solar a través del cristal “ Q_{sr} ”

Esta radiación traspasa las superficies translúcidas, cristalinas y transparentes, dicha radiación incide en las paredes interiores del recinto, las calienta, por lo tanto aumenta la temperatura interna del ambiente.

La carga térmica por radiación solar a través del cristal (Q_{sr}) se deduce así:

$$Q_{sr} = S \cdot R \cdot F \quad EC.2.4$$

Siendo:

Q_{sr} : Carga térmica por radiación solar a través del cristal, en W.

S : Superficie translúcida expuesta a la radiación, en m².

R : Radiación solar que atraviesa la superficie, en W/m², corresponde a la orientación, mes y latitud del lugar. ANEXO N° 1

F : Factor de corrección de la radiación en función del tipo de vidrio de la ventana utilizada, efectos de sombras que existan. Dicho valor se encuentra en las tablas CTE-DB HE Ahorro de energía. ANEXO N° 2

Tabla 1.1. Radiación media diaria mensual de la ciudad de Quito.

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Radiación												
Global	4950	4950	4950	4800	4800	4800	5100	5400	5400	5100	5250	5100
(Wh/m ² /día)												

(CONELEC, 2008)

2.3.2.2. Carga por radiación transmisión exterior de techos y paredes “ Q_{str} ”.

La carga por radiación exterior de techos y paredes (Q_{str}) se deduce así:

$$Q_{str} = K \cdot S \cdot (T_{ec} - T_i) \quad EC.2.5$$

Siendo:

Q_{str} : Carga por transmisión exterior a través de techos y paredes, en W .

K : Coeficiente global de transmisión térmica del cerramiento, también llamado transmitancia térmica, expresado en $W/m^2\text{°C}$.

S : Superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas, en m^2 .

T_i : Temperatura interior de diseño del recinto (°C)

T_{ec} : Temperatura exterior de cálculo al otro lado del recinto (°C)

(Ingemecánica, 2012)

Para obtener el coeficiente global de transmisión térmica se debe analizar el tipo de cerramiento o pared del lugar a refrigerar, la pared del Laboratorio de Redes de la Universidad Tecnológica Israel es una pared compuesta, con esta deducción recurrimos a tablas ya predeterminadas cálculos realizados en base a Conducción, Convección y Radiación térmica

El valor obtenido de las tablas de acuerdo al material de las paredes de la universidad y del laboratorio de redes de acuerdo a su compuesto es el resaltado en amarillo.

Transmitancia térmica (W/m²K): 0.432 – 0.641 (Incropera, 1999)

Para obtener la temperatura interior de diseño (T_i) usaremos la siguiente tabla 1.2., esta depende de la humedad del aire interior, relativo al diseño y las estaciones del año:

Tabla 1.2. Condiciones interiores de diseño.

Estación del año	Temperatura °C	Humedad relativa %
Verano	7 ... 23	47 ... 96
Invierno	6 ... 21	44 ... 86

(Ingemecánica, 2012)

Para finalizar, se determina la (T_{ec}) temperatura exterior de cálculo este valor se deduce de la (T_e) temperatura exterior de diseño.



La (T_e) se determina sumando: (T_{me}) la temperatura media del mes más cálido y ($T_{máx}$) la temperatura máxima del mes más cálido del lugar donde irá el equipo, demostrada en la siguiente ecuación:

$$\text{Temperatura exterior de diseño, } T_e = 0,4 \cdot T_{me} + 0,6 \cdot T_{máx} \quad EC.2.6$$

(T_{me}) La temperatura media del mes más cálido y ($T_{máx}$) la temperatura máxima del mes más cálido son valores que se obtienen en la siguiente tabla, en donde se encuentra los parámetros climáticos de Quito detallados en la tabla 1.3.

(Ingemecánica, 2012)

Tabla 1.3. Parámetros climáticos promedio de Quito.

 Parámetros climáticos promedio de Quito 													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima absoluta (°C)	29	26	32	25	30.4	29	31	25.3	29	25.2	29	29	32
Temperatura máxima media (°C)	18.9	18.9	18.8	19.1	19.2	19.4	19.7	20.2	20.3	19.8	19.3	19.1	19.4
Temperatura media (°C)	14.4	14.5	14.5	14.7	14.6	14.5	14.4	14.8	14.8	14.7	14.4	14.4	14.6
Temperatura mínima media (°C)	9.9	10.1	10.2	10.2	10	9.6	9.1	9.3	9.3	9.5	9.6	9.7	9.7
Temperatura mínima absoluta (°C)	1	0	0	0	0.7	0	0.6	0.6	1.1	1	0	1.1	0
Lluvias (mm)	59.0	60.8	82.7	58.2	52.4	16.4	10.5	15.4	49.8	60.8	60.2	47.2	573.4
Días de lluvias (≥ 1 mm)	1.9	2.2	2.7	1.9	1.7	0.5	0.3	0.5	1.7	2.0	2.0	1.5	18.9
Días de nevadas (≥ 1 cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(PLANETARIAS, 2014)

(T_{ec}) La temperatura exterior de cálculo se deduce de la (T_e) temperatura exterior de diseño y orientación que tenga la pared del aula o lugar a refrigerar, este valor está detallado en la tabla 1.4.:

Tabla 1.4. (*Tec*) Temperatura exterior de cálculo

Orientación	(<i>Tec</i>) Temperatura exterior de cálculo en °C
Norte	$0,6 \cdot T_e$
Sur	T_e
Este	$0,8 \cdot T_e$
Oeste	$0,9 \cdot T_e$
Cubierta	$T_e + 12$
Suelo	$(T_e + 15) / 2$
Paredes interiores	$T_e \cdot 0,75$

(Ingemecánica, 2012)

2.3.2.3. Carga por transmisión interior a través de puertas, techos, paredes y suelos “*Qst*”.

La (*Qst*) del laboratorio de redes que lo limitan con otras aulas del edificio se deduce aplicando la siguiente ecuación:

$$Q_{st} = K \cdot S \cdot (T_e - T_i) \quad EC.2.7$$

Siendo:

Qst: Carga por transmisión a través de los cerramientos interiores, en W.

K Coeficiente global de transmisión térmica del cerramiento, también llamado transmitancia térmica, expresado en W/m²°C.

S Superficie del cerramiento interior, en m².

Te Temperatura de diseño al otro lado del cerramiento (°C)

Ti Temperatura interior de diseño del local (°C) (Ingemecánica, 2012)

Para obtener el coeficiente de transmisión térmica del cerramiento (K) se debe saber el material compuesto de la pared del laboratorio de redes, una vez que se sepa el material, se usa las tablas de coeficiente de materiales para determinar el valor a usar.

Para obtener la temperatura interior de diseño (T_i) se usan los valores de la tabla 1.2 del anterior cálculo, estos datos son temperaturas y humedad relativa del aire interior indispensables para realizar el diseño basándose en las estaciones del año.

Para finalizar, se necesita la temperatura exterior de diseño (T_e) de las estancias o corredores de la edificación que limitan con el aula a diseñar, se debe tener presente que los usos del aula son para un laboratorio de redes y así poder calcular las temperaturas.

2.3.2.4. Carga por transmisión exterior a través de infiltraciones de aire “ Q_{si} ”.

La (Q_{si}) se deduce de la siguiente ecuación:

$$Q_{si} = V \cdot \rho \cdot C_{e,aire} \cdot \Delta T \quad EC.2.8$$

Siendo:

Q_{si} Carga térmica por infiltración y ventilación de aire exterior (W);

V Caudal de aire infiltrado y de ventilación (m³/s);

ρ Densidad del aire, de valor 1,18 kg/m³;

$C_{e\ aire}$ Calor específico del aire, de valor 1012 J/kg°C;

ΔT Diferencia de temperaturas entre el ambiente exterior e interior.

(Ingemecánica, 2012)

2.3.2.5. Carga sensible producida por aportaciones internas “ Q_{sai} ”.

La (Q_{sai}) es una ganancia de carga sensible, se obtiene sumando las cargas que se generan al interior del local, en esta caso un laboratorio de redes:

$$Q_{sai} = Q_{si} + Q_{sp} + Q_{se} \quad EC.2.9$$

Siendo:

Q_{sil} Ganancia interna de carga sensible debida a la iluminación interior del aula (W);

Q_{sp} Ganancia interna de carga sensible debida a los ocupantes del aula (W);

Q_{se} Ganancia interna de carga sensible debida a los diversos equipos existentes en el aula, como servidores, modems, ordenadores, etc. (W). (Ingemecánica, 2012)

2.3.2.6. Carga sensible por iluminación (Q_{sil}):

Para calcular (Q_{sil}), que genera la iluminación interior del aula, debe primero considerarse que dichas lámparas, generan una potencia es decir un calor sensible.

Para obtener el consumo de las lámparas, que son de tipo fluorescente se debe multiplicar la potencia total de todas las lámparas por 1,25.

2.3.2.6.1. Lámparas incandescentes:

$$Q_{sil, incandescente} = n \cdot PotLámp. Incandescente \quad EC.2.10$$

Siendo n el número de lámparas incandescentes colocadas.

2.3.2.6.2. Lámparas de descarga o fluorescentes:

$$Q_{sil, descarga} = 1,25 \cdot n \cdot PotLámp. Descarga \quad EC.2.11$$

Siendo n cantidad de lámparas colocadas.

La Q_{sil} total se obtendrá sumado de las anteriores:

$$Q_{sil} = Q_{sil, incandescente} + Q_{sil, descarga} \quad EC.2.12$$

2.3.2.7. Carga sensible por ocupantes (Q_{sp}):

Para obtener la (Q_{sp}) de cada persona, se debe saber las cargas térmicas que originan cada ocupante:

2.3.2.7.1. Radiación

Se origina cuando la temperatura media del cuerpo supera la temperatura de los objetos que lo rodean.

2.3.2.7.2. Convección

Se origina cuando la superficie de la piel está expuesta a mayor temperatura que el aire que la rodea, esto crea unas corrientes pequeñas de convección que suman calor al aire.

2.3.2.7.3. Conducción

Se origina cuando el cuerpo entra en contacto con otros elementos que le rodean.

2.3.2.7.4. Respiración

Se origina cuando se exhala una cantidad de aire, que se encuentra a mayor temperatura este cambio también produce un vapor de agua, el cual aumenta la humedad relativa del aire.

2.3.2.7.5. Evaporación cutánea

Se origina en verano y es un valor de calor importante, se concluye que la carga respiración y transpiración influyen en la división de un componente sensible y otro latente, en ambos casos se debe tener en cuenta el número de ocupantes del aula.

En la tabla 1.5. Se detallan las temperaturas existentes en el aula, se dividen en calor latente y sensible cuya unidad es kcal/h, medidos a los ocupantes del aula según su actividad.

Tabla 1.5. Calor latente y sensible desprendido por cada persona

ACTIVIDAD REALIZADA	28°C		27°C		26°C		24°C	
	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente	Sensible	Latente
Sentado en reposo. Escuela	45	45	50	40	55	35	60	30
Sentado trabajo ligero. Instituto	45	55	50	50	55	45	60	40
Oficinista, actividad ligera.	45	70	50	65	55	60	60	50
Persona de pie. Tienda	45	70	50	75	55	70	65	60
Persona que pasea. Banco	45	80	50	75	55	70	65	60
Trabajo sedentario.	50	90	55	85	60	80	70	70
Trabajo ligero taller.	50	140	55	135	60	130	75	115
Persona que camina.	55	160	60	155	70	145	85	130
Persona que baila.	70	185	75	175	85	170	95	155
Persona en trabajo penoso.	115	250	120	250	125	245	130	230

. (Ingemecánica, 2012)

La ecuación para obtener Q_{sp} calor sensible de ocupación del aula sería la siguiente:

$$Q_{sp} = n \cdot C_{sensible, persona} \quad EC.2.13$$

Siendo,

n Número de ocupantes que pueden utilizar el aula;

$C_{sensible, persona}$: Calor sensible por persona y actividad que realice, según la tabla 1.5.

2.3.2.8. Carga sensible por aparatos eléctricos:

Para calcular (Q_{se}) se debe considerar que la potencia total de funcionamiento de los equipos presentes en el laboratorios aportará una considerable temperatura que se transformará en calor sensible.

Claro que no siempre se usan o se encienden todos los equipos al mismo tiempo, entonces debemos usar un coeficiente de simultaneidad del 0,75 al total de todas las potencias obtenidas.

2.3.2.9. Carga sensible total " Q_s ".

La (Q_s) aportada al aula se obtiene sumando todas las cargas anteriores:

$$Q_s = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{st} + Q_{si} + Q_{sil} + Q_{sp} + Q_{se} \quad EC.2.14$$

2.3.3. Cálculo de la carga térmica latente.

Para obtener la (Q_l) se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_l = Q_{li} + Q_{lp} \quad EC.2.15$$

Siendo:

Q_{li} Carga latente transmitida por infiltraciones de aire exterior (W);

Q_{lp} Carga latente debida a la ocupación del aula (W).

Entonces el cálculo de la carga latente total lo obtendremos de sumar cada una de las cargas anteriores.

A continuación se realiza este proceso en los siguientes ítems.

(Ingemecánica, 2012)

2.3.3.1. Carga latente exterior por transmisión a través de infiltraciones de aire “ Q_{li} ”

La carga latente exterior transmitida a través de infiltraciones y ventilaciones de aire exterior (Q_{li}) se obtiene así:

$$Q_{li} = V \cdot \rho \cdot Cl, agua \cdot \Delta w \quad EC.2.16$$

Siendo:

Q_{li} Valor de la carga térmica latente por ventilación de aire exterior (W)

V Valor del caudal de aire infiltrado y ventilación (m³/s);

ρ Densidad del aire, con valor 1,18 kg/m³;

$Cl, agua$ Calor específico del agua, con valor 2257 kJ/kg;

Δw Valor de la diferencia de humedad absoluta entre el ambiente exterior e interior.

2.3.3.2. Carga latente por ocupación “ Q_{lp} ”

La (Q_{lp}) del aula se obtiene al multiplicar la valoración del calor latente emitido por la persona-tipo y por el número de ocupantes posibles que ocupen el aula.

En la tabla 1.5 se detallan los valores de calor latente y sensible, en kcal/h, este valor es la temperatura que existe en el aula generado por el ocupante de acuerdo a la actividad realizada, y se lo deduce de la siguiente ecuación:

$$Q_{lp} = n \cdot Clatente, persona \quad EC.2.17$$

Siendo,

n Número de ocupantes o personas en el aula;

$Clatente, persona$ Calor latente de cada ocupante y actividad que realice, según la tabla 1.5.

2.3.3.4. Carga latente total “ Ql ”

Para obtener (Ql) aportada al aula se debe sumar las cargas anteriores:

$$Ql = Qli + Qlp \qquad \qquad \qquad EC.2.18$$

(Ingemecánica, 2012)

2.4. ACONDICIONADORES DE AIRE.

2.4.1. Tipos de acondicionadores

En el mercado nacional e internacional encontraremos equipos condensados por agua y aire, en este estudio se analiza los condensados por aire, se usan en edificios, viviendas, locales, centros de cómputo, data center, call center, por su fácil instalación.

Estos equipos se dividen en dos tipos partidos y compactos, los partidos generalmente constan de dos o más unidades y los compactos solo tienen una unidad.

Por el servicio que prestan, se pueden denominar equipos unitarios, cuando son individuales o para una habitación, es decir uno solo atiende la necesidad del local o espacio a refrigerar.

Los modelos que vamos a estudiar y detallar a continuación, vienen de fábrica incorporados con o sin bomba de calor.

2.4.2. Componentes del equipo de acondicionamiento.

Los equipos de climatización o acondicionamiento de aire producen frío y calor e impulsan este aire del local, aula o recinto.

La mayoría de equipos de aire acondicionado funcionan en base a un ciclo de refrigeración común en los frigoríficos y congeladores domésticos, entonces tanto los electrodomésticos domésticos y sistemas de climatización deben existir cuatro componentes principales:

Evaporador,

Compresor,

Condensador, y

Válvula de Expansión

En la Figura 5 se observa un esquema del circuito de un equipo tipo Split y sus componentes, el cual se debe instalar en este proyecto.

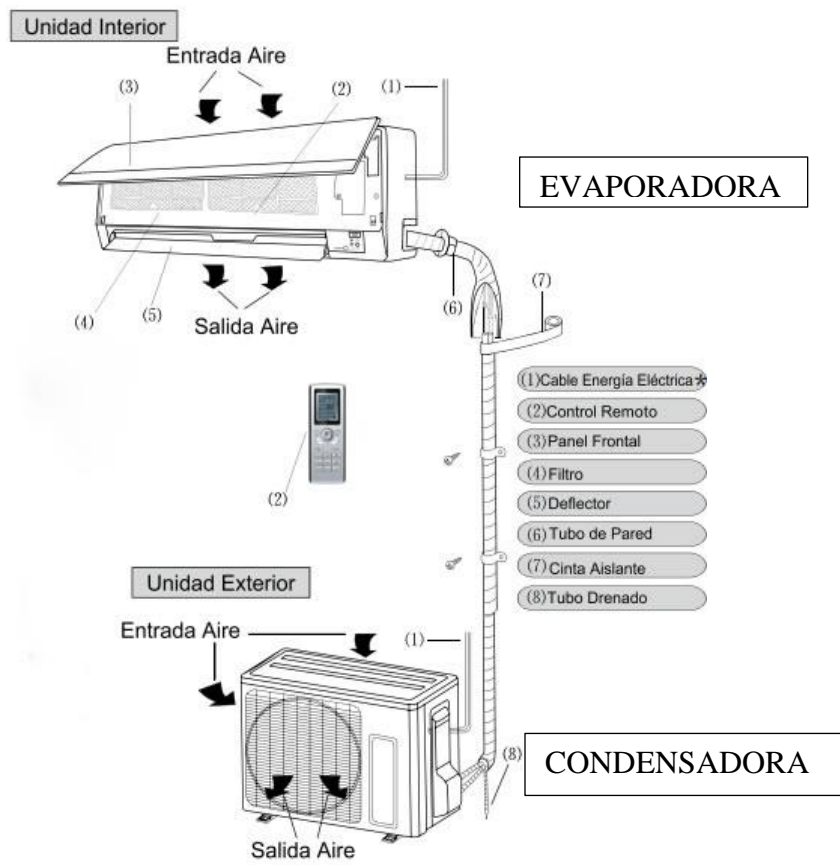


Figura 5. Esquema del equipo de acondicionamiento.

(Aires, 2010)

2.4.3. Acondicionador tipo consola o de pared.

Es un sistema de descarga directa unitario y compacto.

Por lo general se coloca uno por recinto o si el lugar es grande en área, se colocan algunos según el diseño o necesidad del sitio.

Se debe realizar la instalación en la ventana o muro. La parte exterior del equipo requiere una toma de aire para la expulsión a través del orificio realizado. Dicho orificio debe tener una dimensión ajustada al tamaño del aparato.

En la Figura 6 podemos ver cómo funciona e instala un equipo tipo consola o de pared

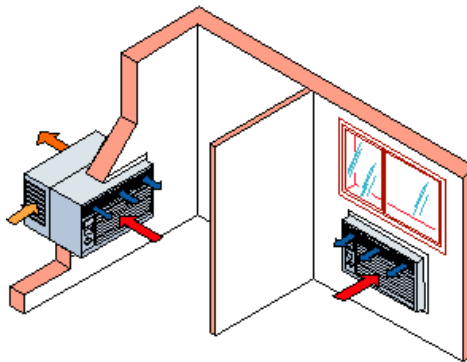


Figura 6. Equipo tipo consola o de pared.

(Aires, 2010)

2.4.4. Acondicionador portátil

Este equipo puede ser unitario compacto o partido y transportable ya que su descarga es directa lo cual lo hace cómodo usarlo en un lugar u otro.

La instalación es sencilla sólo requiere un pequeño orificio en el marco de la puerta, pared, cristal de la ventana, balcón exterior o cualquier espacio que limite el local con el exterior

Tiene un buen resultado en funcionamiento cumplen las necesidades mínimas de refrigeración o acondicionamiento para espacios pequeños.

En la Figura 7 se puede analizar una oficina pequeña con varios equipos portátiles

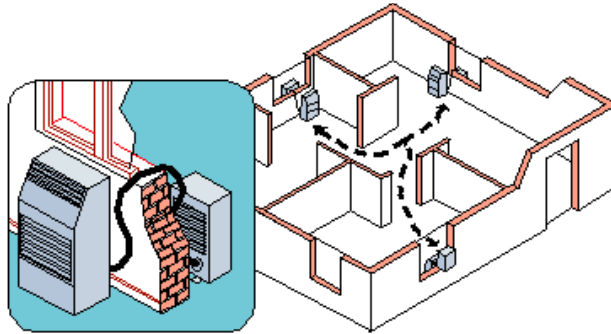


Figura 7. Acondicionador portátil.
(Aires, 2010)

2.4.5. Acondicionar Partido Split o Multi Split

Equipos unitarios de descarga directa. Este equipo tiene que tener la unidad formada por condensador y compresor en el exterior del local o recinto y la evaporadora instalada en el interior esa es la diferencia con los equipos compactos, se les llama Sistema-Split Estas unidades se conectan entre sí, mediante líneas o tuberías de refrigerante.

Si la necesidad requiere varias unidades evaporadoras internas (sistema multi-split) se instala una unidad exterior, con este diseño es posible instalar una unidad interior (Sistema Split) o algunas unidades interiores (sistema multi-split), las cuales vienen en tipos de techo-cassette o de tipo mural, todas disponen un sistema de control independiente.

Basándose en el tamaño y normas del fabricante es necesario un orificio de 10 x 10 cm para conectar la unidad interior con la exterior, suficiente espacio para pasar los dos tubos de condensación, refrigeración y cable eléctrico de la evaporadora.

En la Figura 8 se muestra un sistema Multi-Split o Split depende la necesidad

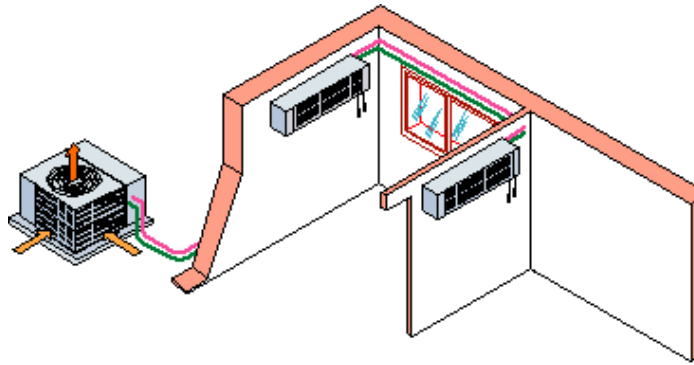


Figura 8. Equipos partidos (Split o Multi Split).
(Aires, 2010)

2.4.6. Acondicionador compacto individual.

Utiliza techos falsos o paredes con rejillas que tengan red de conductos con descarga indirecta y emisión de aire es ideal para áreas divididas y oficinas grandes. Posee un control individual por cada equipo, así se puede establecer temperaturas y condiciones de confort en cada área.

Existen equipos horizontales o verticales con la toma de aire exterior, requisito en este tipo de equipos, deben colocarse con techo un falso o armario, detallado en la Figura 9.

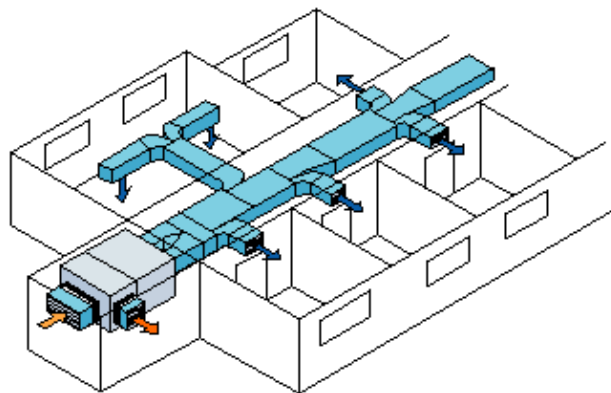


Figura 9. Equipo compacto individual.
(Aires, 2010)

2.4.7. Acondicionador partido individual

Utiliza techos falsos o paredes con rejillas que tengan red de conductos con descarga indirecta generalmente.

Estos equipos partidos unitarios, poseen dos unidades que se deben situar en el exterior son: el condensador y el compresor, y la unidad evaporadora en el interior. Las dos unidades conectadas con red de conductos y mediante las líneas de refrigerante.

De acuerdo al caso o tipo de necesidad, se diseña un equipo con control individual para todo el local, siempre y cuando cubra las necesidades, condiciones de confort del local en climatización.

Generalmente esta unidad es de tipo horizontal con una toma de aire exterior, para que tenga una correcta ventilación de las áreas seleccionadas, debe ser colocada con techo falso como se ve en la figura 10.

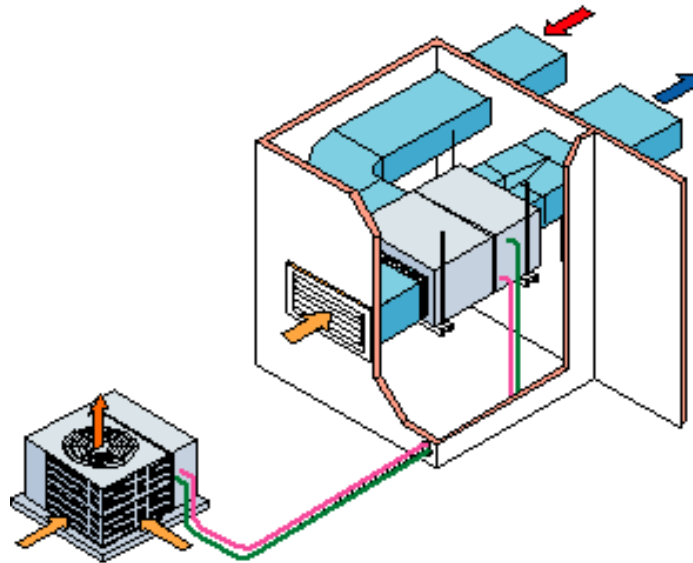


Figura 10. Equipo partido individual.
(Aires, 2010)

2.5. INSTALACIÓN DEL EQUIPO TIPO SPLIT.

Recuerde cuando Instale su unidad:

1. Debe instalarse la unidad en un área que provea buena ventilación. No deben estar bloqueados los equipos por ningún obstáculo que afecte el flujo del aire cerca de la entrada y salida de aire.
2. Se debe fijar la unidad interior realizando perforaciones en el muro con una broca de 3/8 y/o de mayor diámetro dependiendo del modelo del equipo, la unidad debe instalarse en un área que pueda soportar el peso y la vibración de la unidad.
3. Se debe instalar la unidad lejos de fuentes de calor o vapor.
4. Se debe instalar la unidad en un área donde el aire frío/calor pueda propagarse de manera uniforme por local o recinto.
5. Se debe instalar la unidad en un área que tenga ductos o desagües para una fácil evacuación del agua condensada.
6. De ser posible instale la unidad en un área no expuesta a factores exteriores como lluvia o luz del sol directa, se sugiere Instalar un deflector o protector si la unidad queda expuesta a la luz del sol directa.
7. No se debe instalar la unidad en superficies cercanas a personas o entidades a las cuales les afecte la amplificación de ruido o vibración del equipo, no colindar paredes.
8. Dimensionar bien la capacidad del equipo dependiendo el resultado del cálculo de la carga térmica del lugar.

En la figura 11 se observa un Sistema de aire acondicionado tipo Split con la estructura y los parámetros normados.

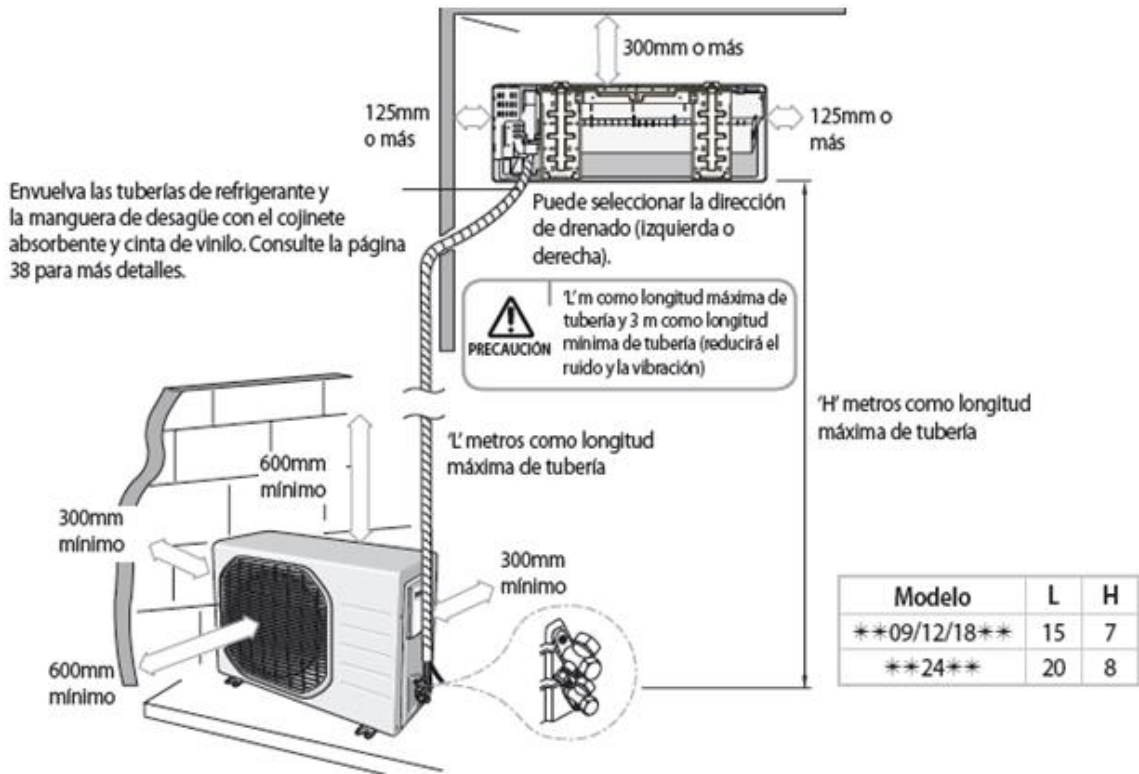


Figura 11. Instalación de un equipo tipo Split.
(SAMSUNG, 2013)

L: Longitud máxima de tubería entre la unidad evaporadora y la condensadora.

H: Altura máxima entre la unidad evaporadora y la condensadora.

3. PRESENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1. INTRODUCCION

En el presente capítulo, se realiza el estudio preliminar, diseño y alcance del estudio factible que tiene por objeto presentar las mejores soluciones propuestas, para el sistema inteligente de ventilación mecánica y aire acondicionado en el laboratorio de Redes de comunicación de la Universidad Tecnológica Israel.

3.2. MEMORIA DRESCRIPTIVA DEL PROYECTO

3.2.1 Ubicación

Se encuentra ubicado en la parroquia Mariscal del Distrito Metropolitano de Quito, provincia de Pichincha, tercer piso del edificio principal de las calles Francisco Pizarro E4-142 y Francisco de Orellana del cantón Quito, diagonal al Colegio Militar Eloy Alfaro, en la Figura 12 se puede ver la ubicación exacta.

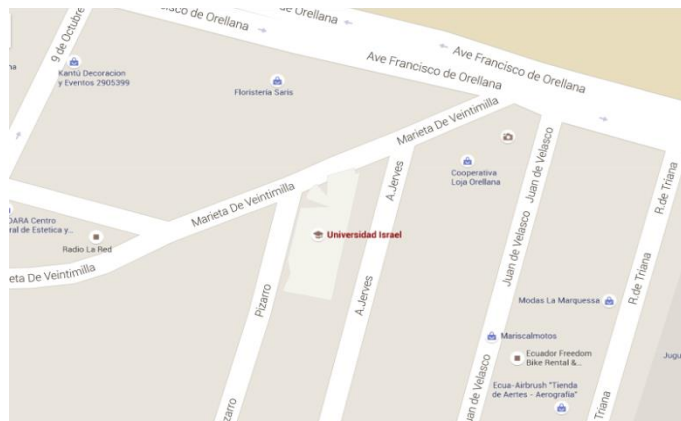


Figura 12. Ubicación Universidad Tecnológica Israel
(google, 2016)

3.2.2. Alcance

Dicho estudio garantiza la calidad del aire y el confort, para los docentes y estudiantes que usan el área en mención. Por lo tanto la presente memoria descriptiva indica; los datos climatológicos, condiciones interiores y exteriores de diseño, el área a intervenir, criterios de diseño, especificaciones técnicas, equipos y unidades de aire acondicionado,

acometidas eléctricas, ductos, materiales, aislamientos, detalles constructivos, tableros, pruebas, exclusiones, iluminación, montaje, cuadros de equipos, planos, presupuesto, tablas, normas, reglamentos.

3.2.2.1. Datos climatológicos

3.2.2.1.1. Condiciones exteriores para el diseño

Las condiciones exteriores de diseño para la ciudad de Quito, son las siguientes:

- Temperatura de Bulbo seco: 68 °F 20 °C
- Humedad relativa: 75%
- Altura de Operación: 8452.56 p.s.n.m. 2577 m.s.n.m.

3.2.2.1.2. Condiciones interiores para el diseño

Las condiciones interiores de diseño, de acuerdo a ASHRAE 62 son las siguientes:

- Temperatura de Bulbo seco: 68-75 °F 20-24 °C
- Humedad Relativa: 75 % ± 5%
- Velocidad en ductos principales: 2000 fpm
- Velocidad en ductos secundarios: 1500 fpm
- Velocidad en difusores y rejillas: 500 fpm
- Criterio de Ruido máximo: 30 - 35 NC

3.2.2.1.3. Condiciones de ventilación para el diseño

Las condiciones de diseño para ventilación mecánica son las siguientes:

- Quirófano 25 cambios/hora
- Laboratorio, Fisiatría 10 cambios/hora
- Baterías sanitarias 6 cambios/hora
- Lavandería 15 cambios/hora
- Nivel de ruido NC 45

3.2.2.2. Área a Invertir

El presente estudio cubre la necesidad de un sistema de ventilación para el laboratorio de redes de comunicación de la Universidad Tecnológica Israel, dicho sitio tiene las siguientes dimensiones: 7,92m de largo, 5,48m de ancho y 2,50m de altura, en el aula se ha considerado poner equipos de aire acondicionado tipo Split.

3.2.2.3. Planos de Instalaciones

Es necesario contar con los planos arquitectónicos y de ventilación mecánica de la universidad y, conforme avance la instalación, el ejecutor realiza los planos de obra " Como se construyó" (As built), los mismos que se encuentran en el ANEXO N° 3

3.2.2.4. Criterios de diseño

El presente estudio utiliza la siguiente información:

- Planos arquitectónicos del Laboratorio de Redes
- ASHRAE American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers.
- ASTM American Society for Testing and Materials.

3.2.2.5. Especificaciones Técnicas

La instalación del sistema climatizado de aire acondicionado y ventilación mecánica debe realizarse según las normas y sugerencias que indica el presente estudio, a las disposiciones particulares dadas por la Universidad Tecnológica Israel, seguir reglas que los organismos seccionales y fabricantes de los equipos instalados mencionen en los catálogos y publicaciones al respecto, ya que es la mejor práctica de ingeniería poder aplicar dichas disposiciones e instrucciones con las siguientes recomendaciones:

- La instalación y montaje del sistema acondicionador de aire y ventilación mecánica debe tener un equipo de trabajo especializado como son técnicos y supervisores de preferencia ingenieros mecánicos, para poder dar soluciones a problemas que

se presenten durante la instalación, y tener acuerdos comunes con la dirección de la obra y fiscalización.

- Los materiales deben ser nuevos y de primera calidad, cumpliendo las especificaciones indicadas en el presente estudio.
- La instalación del sistema será realizado de acuerdo con las instrucciones y
- La marca, su nombre y materiales deben identificarse fácilmente por la calidad.
- Los detalles que se encuentran en los planos de este estudio, son indicativos y deben ser verificados con los equipos.
- La instalación, verificación, medición, puesta a punto, encendido y arranque del equipo debe ser realizada por el personal especializado que comenzó la instalación el mismo que será encargado de dar mantenimiento y capacitación si es necesario.
- El ejecutor o constructor debe obtener los permisos, licencias para la ejecución del proyecto
- En base a un análisis y criterio que constan en este estudio se puede ejecutar o instalar estos equipos en nuevas áreas que necesiten de este sistema de climatización.

3.2.2.6. Estudio Preliminar

Después de una exhaustiva revisión de tablas y cuadros de temperaturas ambientales, basados en documentos gubernamentales y libros de cargas térmicas, se concluye que para realizar el estudio de factibilidad del proyecto en mención, se debe realizar mediciones preliminares de temperatura antes de colocar el equipo, las cuales deben tener varias variables, como son horarios diferentes, mañana tarde y noche, el aula con y sin alumnos, para luego de esto presentar una tabla final con el equipo funcionando y ver si en realidad se pudo corregir o climatizar la temperatura ambiente del Aula.

Para medir la temperatura se utilizó un termómetro digital ambiental TD118 figura 13, con las siguientes características:

- Termómetro interno / externo
- Rango: -50 + 70 °C – Div.: 0,1°C
- Medidas: 47x26x13 mm Multi Module.



Figura 13. Medidor de Tempertatura
(google, 2016)

3.2.2.7. Muestreo de mediciones de temperatura

En la Tabla 3.1. se muestra las mediciones de temperatura, tomadas sin el equipo de climatización en diferentes horas, días de la semana sin alumnos, en el laboratorio de Redes de la Universidad Israel, se nota que la temperatura promedio es de 26 grados centígrados, lo cual indica un ambiente agradable para el desempeño de las actividades de dicho laboratorio, todas las fotos de respaldo de las mediciones se encuentran en el ANEXO 9.

Tabla 6.1. Mediciones de Temperaturas en el Laboratorio de Redes sin alumnos

MEDICIONES TEMPERATURA LABORATORIO SIN ALUMNOS			
Fecha	Hora	Temperatura Pasillo (°C)	Temperatura Aula (°C)
25/07/2016	18h02	27,0	27,8
25/07/2016	19h55	26,2	27,2
25/07/2016	20h02	26,7	28,9
26/07/2016	17h57	27,0	27,9
26/07/2016	18h21	26,9	27,4
27/07/2016	17h48	26,6	26,9
27/07/2016	18h03	27,3	28,0
28/07/2016	17h46	27,0	27,0
28/07/2016	17h50	26,3	26,5
28/07/2016	18h06	26,5	26,9
29/07/2016	17h55	26,0	25,3
29/07/2016	18H00	26,8	27,4
30/07/2016	9h02	27,3	28,9
30/07/2016	10h05	28,1	29,4

Fuente: Investigador

En la Tabla 3.2. se muestra las mediciones de temperatura, tomadas sin el equipo de climatización en diferentes horas, días de la semana con alumnos, en el laboratorio de Redes de la Universidad Israel, se nota que la temperatura sobrepasa los 26 grados centígrados, lo cual no permite un buen clima ni ambiente para el desempeño de las actividades de dicho laboratorio, todas las fotos de respaldo de las mediciones se encuentran en el ANEXO 9.

Tabla 7.2. Mediciones de Temperaturas en el Laboratorio de Redes sin alumnos

MEDICIONES TEMPERATURA LABORATORIO CON ALUMNOS				
Fecha	Hora	Temperatura Pasillo (°C)	Temperatura Aula (°C)	Cantidad Alumnos
25/07/2016	18h08	27,0	29,8	8
25/07/2016	20h05	26,0	32,5	18
25/07/2016	20h29	26,2	33,2	25
26/07/2016	18h19	27,3	33,4	14
26/07/2016	18h39	27,0	29,5	16
27/07/2016	18h31	26,9	30,4	16
27/07/2016	18h49	26,7	31,7	20
28/07/2016	18h15	26,5	31,5	10
28/07/2016	18H37	26,0	31,9	16
28/07/2016	18h57	26,8	31,1	22
29/07/2016	18h22	26,8	32,2	14
29/07/2016	18h52	26,0	31,4	18
30/07/2016	9h26	27,2	32,6	12
30/07/2016	10h35	28,0	34,2	10

Fuente: Investigador

3.3. MEMORIA DE CÁLCULO

3.3.1. Preliminares

Para comprar o elegir un equipo, sistema de aire acondicionado se deberá tomar en cuenta estos factores:

- Cantidad de personas que usen el aula o laboratorio.

- Cantidad de equipos eléctricos o electrónicos que se encuentren en el laboratorio y que disipen calor.
- Ventilación del lugar, puede tener fugas de aire como puertas o ventanas
- Área del lugar

Usando estos factores y la capacidad del aire en British Thermal Unit (BTU), se debe aplicar la siguiente ecuación para obtener la carga aparente en el área elegida.

$$C (BTU) = (Fact.Temp.Max.) * Volumen + (No P y E * Fact.Gan.Per.) \quad EC.3.1$$

Dónde:

Fact.Temp.Max: Factor calculado para América Latina "Temp máxima de 40°C" (230 dado en BTU/hm³).

Volumen: Volumen del área donde se instalarán los equipos, Largo x Alto x Ancho en metros cúbicos m³.

No P y E: No de Personas + Aparatos instalados en el área. Fact. Gan. Per: Factores de ganancia y pérdida aportados por cada persona y/o electrodoméstico (476 en BTU/h).

Usando la fórmula anterior y los datos básicos se podría adquirir el equipo para cubrir la necesidad de refrigeración del laboratorio de Redes, pero el diseño para un sistema de climatización inteligente necesita no solo de datos generales, sino datos más específicos como cantidad de luminarias, factores ambientales, de construcción y de radiación energética, para esto se debe usar todos los conceptos y cálculos mencionados en el capítulo 1 y 2, para alimentar las formulas y coeficientes se realizó un levantamiento de información.

La información y requisitos de refrigeración se miden en BTU/h, dado que las especificaciones de los equipos no trae esta medida, se puede calcular en base a los vatios que usan tomando en cuenta lo siguiente:

$$1 \text{ Watts} = 3.41 \text{ BTU/h}$$

$$12.000 \text{ BTU/h} = 1 \text{ Tonelada de refrigeración}$$

$$1 \text{ BTU/h} = 0,252 \text{ Kcal/h}$$

$$1 \text{ Kcal/h} = 3,967 \text{ BTU/h}$$

$$1 \text{ KW} = 860 \text{ Kcal/h}$$

$$1 \text{ HP} = 642 \text{ Kcal/h} \quad (\text{Aponte, 2009})$$

3.3.2. Levantamiento de Información

La información detalla a continuación está basada en cómo se encuentra el laboratorio de redes en la actualidad, es decir los datos podrían variar si se siguen adquiriendo equipos o implementando kits didácticos para la estudio de las materias relacionadas con él uso del laboratorio, en la Figura 13 se tiene una vista de todo el laboratorio como se encuentra a la fecha.



Figura 14. Foto Panorámica del Laboratorio de Redes Universidad Israel

Fuente: Laboratorio de Redes, Universidad Israel

Al recopilar la información de la potencia de cada equipo que posee el laboratorio de redes se aplican conocimientos estudiados en la carrera de Ingeniería Electrónica Digital de Telecomunicaciones, ya que son equipos que se usan en Data Center, Call Center,

Cuarto de Servidores, Centros de Cómputo, los cuales se usan en prácticas reales y simuladas en los diferentes niveles de dicha carrera, cabe recalcar que son equipos costosos y delicados por ende el nivel de manipulación, mantenimiento y sobretodo climatización te temperatura que se debe conocer para que funcionen idealmente.

En la Tabla 3.3. Se detalla la potencia de cada equipo que consta en el laboratorio de Redes de la Universidad Tecnológica Israel.

Tabla 8.3.Resultado de recopilar información equipos

Cantidad	Descripción	Potencia en Watts	Potencia Total
3	Cisco 1900 Router	210	630
2	Cisco 2960 Switch	360	720
4	Cisco 1800 Router	110	440
1	Server IPTV	70	70
1	Panduit Switch	110	110
1	DLink Switch	20	20
14	PC	250	3500
1	Infocus	500	500
1	Laptop	175	175
		Subtotal	6165 Watts
		TOTAL BTU/h	21.022,65 BTU/h

Fuente: Investigador

En la Tabla 3.4. Se detalla la potencia de cada persona y luminaria que usa y consta en el laboratorio de Redes de la Universidad Tecnológica Israel.

Tabla 9.4 Resultado de recopilar información flujo de uso laboratorio

Cantidad	Descripción	Potencia en Watts	Potencia Total
14	Alumnos	315	4.410
1	Docente	315	315
5	Lámparas Fluorescentes x2	32	320
		Subtotal	5045 Watts
		TOTAL BTU/h	17,203.45 BTU/h

Fuente: Investigador

3.4. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

El cálculo de las cargas térmicas se obtiene usando los conceptos, fórmulas, datos aprendidos y recopilados en los capítulos I, II y III, esta información se la ingresa en una tabla automatizada la cual se diseña gracias al estudio de este proyecto con los

conceptos teóricos detallados en el capítulo dos esta tabla se desarrolla para facilitar el aprendizaje y diseño del problema general, el resultado da el valor exacto de los BTU/h que genera todo el Laboratorio de Redes incluyendo paredes, equipos, personal, clima y ubicación, a continuación vamos explicar cómo usar dicha tabla. ANEXO N° 4

Pasos para llenar la tabla de cálculo de cargas térmicas

1. Ingresar dimensiones de los vidrios
2. Ingresar grosor de los vidrios
3. Ingresar dimensiones de las paredes
4. Ingresar grosor de las paredes
5. Ingresar dimensiones del piso
6. Ingresar temperaturas de bulbo seco, bulbo húmedo y humedad relativa
7. Ingresar factor de irradiación solar calor externo
8. Ingresar potencia de las luminarias
9. Ingresar potencia del total de personas
10. Ingresar potencia total de los equipos

DESIGN CONDITIONS		Outside	DB F	WB F	RH %	CALOR SENSIBLE		CALOR LATENTE	
		Inside	80.60		90				
			63.80		50				
CONDUCTION	ORIENTATION	COLOR	U	AREA ft ²	CLTD Table	Correction	Fc	RSGH BTU/H	RLGH BTU/H
GLASS	N		0.00	0.00	13	16.80	1.00	0.00	0.00
	S		0.00	0.00				0.00	0.00
	E		0.00	0.00				0.00	0.00
	W		0.00	0.00				0.00	0.00
WALL	N	D	0.00	0.00	9	24.8	1.00	0.00	0.00
	S	D	0.00	0.00	20	15.8		0.00	0.00
	E	D	0.00	0.00	22	22.8		0.00	0.00
	W	D	0.00	0.00	14	14.8		0.00	0.00
ROOF			U	43.03	9.6	9.4	1.00	0.00	0.00
FLOOR			0	43.03	9.6	9.4		0.00	0.00
DOOR	W		0	19.68		22		0.00	0.00
SOLAR	ORIENTATION	SHADE	FGCS	AREA ft ²	CS	FCE	Fc	RSGH BTU/H	RLGH BTU/H
GLASS	N		0	0.00	1.00	0.82	1.00	0.00	0.00
	S		0	0.00	1.00	0.65		0.00	0.00
	E		0	0.00	1.00	0.32		0.00	0.00
	W		0	0.00	1.00	0.32		0.00	0.00
LIGHTS	POWER W		FB	FCE			Fc		
	0.00	3.41	1.25	1			1.00	0.00	
PERSONS	QTY.	HEAT		FCE			Fc		
	0.00	315		1			1.00	0.00	0.00
EQUIPMENT	POWER W								
	0.00	3.41	1	1			1.00	0.00	
AIR QUANTITY - CFM MEDAD ABS. lb MEDAD ABS. gr									
FILTRATION								0.00	
	0		0.0105	0.00802	4.209	0404			0.00
SUBTOTAL 1								0.00	0.00
TOTAL								CALCULADO	
TOTAL								NOMINAL	BTU/H
									0.00

Figura 15. Tabla de cálculo de cargas vacía indicando los valores a llenar (Arguello, 2013)

Como se detalla en la Figura 14, la tabla indica los valores a tomar en cuenta para realizar un estudio de climatización, luego de esto en base a fórmulas y cálculos automáticos diseñados en el programa Excel, se obtiene el valor de carga total del lugar que se desea climatizar, este proceso se detalla en el ANEXO N° 5

3.4.1. Ingreso de Valores en Tabla Cálculo de Carga

En la Figura 15 se muestra como se debe ingresar los datos para obtener el cálculo de la carga total del Laboratorio de Redes

DESIGN CONDITIONS		Outside	DB F	WB F	RH %	CALOR SENSIBLE		CALOR LATENTE	
		80.60			90				
		Inside	69.80		50				

CONDUCTIO	ORIENTATIO	COLOR	U	AREA ft²	CLTD Table	Correction	Fc	RSGH BTU/H	RLGH BTU/H
GLASS	N		1.04	0.00	13	16.80	1.00	0.00	
	S			0.00				0.00	
	E			0.00				0.00	
	W			0.00				0.00	
WALL	N	D	0.22	0.00	9	24.8	1.00	0.00	
	S	D	0.30	0.00	20	15.8		0.00	
	E	D	0.22	0.00	22	22.8		0.00	
	W	D	0.22	0.00	14	14.8		0.00	
ROOF			0.134	43.03	9.6	9.4	1.00	54.21	
FLOOR			0.134	43.03	9.6	9.4		54.21	
DOOR	W		0.12	19.68		22		51.96	

SOLAR	ORIENTATIO	SHADE	FGCS	AREA ft²	CS	FCE	Fc	RSGH BTU/H	RLGH BTU/H
GLASS	N		129	0.00	1.00	0.82	1.00	0.00	
	S		37	0.00	1.00	0.65		0.00	
	E		191	0.00	1.00	0.32		0.00	
	W		191	0.00	1.00	0.32		0.00	

LIGHTS	POWER W	FB	FCE	Fc	RSGH BTU/H
	128.00	3.41	1.25	1	1.00
					545.60

PERSONS	QTY.	HEAT	FCE	Fc	RSGH BTU/H
	2.00	315	1	1.00	630.00
	2.00	325			650.00

EQUIPMENT	POWER W	Fc	RSGH BTU/H
	1,250.00	1	1.00
			4,262.50

FILTRATIO	IR QUANTITY - CF	FIEDAD ABS. lb	MEIDAD ABS. g	RSGH BTU/H
	10			118.80
	10	0.0105	0.00802	4.2090404
				28.62

SUBTOTAL 1	CALCULADO	RSGH BTU/H	RLGH BTU/H
		5,717.27	678.62
TOTAL	NOMINAL		6,395.89
			48,000.00

1,598.97	1065.9812
12,000.00	650.48%

Figura 16. Tabla Cálculos de Carga con los valores determinados para el Laboratorio de Redes la Universidad Tecnológica Israel

Fuente: Investigador

Luego de ingresar los valores la tabla de cálculo de cargas debe quedar de esta manera dando un valor de 45,230.03 BTU/h, se concluye que el valor de carga total del

laboratorio de redes es 48.0000 Btu/h., este valor promedio de capacidad de refrigeración se lo divide por metro cuadrado y estaría en el rango de 1000 Btu/h.

3.5. SELECCIÓN DEL EQUIPO

En base a los cálculos obtenidos se debe adquirir un equipo de carga entre los 48.000 y 60000 Btu/h, y por el diseño, tamaño del laboratorio tiene que ser del tipo Split, ya que el techo de loza vista no permite colocar un techo falso para esconder las conexiones y tuberías, instalar dicho techo encarece el costo del proyecto.

Se recomienda el siguiente sistema de climatización:

Marca: LG

Procedencia: China

Modelo: LG-LMU480HV

Capacidad mínima: 36.000 Btu/h

Capacidad máxima: 73.000 Btu/h @20°C DB, 50%RH

Sensible 48.946 Btu/h

Voltaje de Alimentación: 220V

Más detalles y características del equipo están en el ANEXO N° 6

3.6. INSTALACIÓN

3.6.1. Condiciones de obra

El ejecutor inspeccionará el lugar donde se realizarán los trabajos, comprobar que esté en óptimas condiciones y poder iniciar los trabajos respectivos, debe informar al encargado del área si existe alguna anomalía que pueda afectar en el futuro el desempeño del proyecto.

Examinar detalladamente el estudio del proyecto de climatización

Examinar los planos, especificaciones técnicas, normativas, referencias, códigos y estándares, para plantear el cronograma de trabajo

Evitar interferencias y molestias en las actividades del área donde se implementa el proyecto

Evitar cualquier accidente de trabajo, usar ropa y equipos de seguridad tanto él y el personal, todas las precauciones del caso para no causar daños en estructuras y otras instalaciones

Realizar sugerencias, comentarios, observaciones en las especificaciones de los materiales y equipos, los mismos que deberá comunicar al responsable del proyecto esto ayuda al buen funcionamiento del sistema.

3.6.2. Instalaciones Eléctricas

El equipo de climatización, necesita una toma de 220 VAC de alimentación, dicha acometida se debe realizar antes de implementar el sistema, la cual debe tener un breaker bipolar individual.

3.6.3. Pruebas y Ajustes

El Ejecutor Mecánico, realiza el arranque o puesta en marcha del equipo y sistema completo (unidades exteriores e interiores, tuberías de refrigerantes, los sistemas de fuerza y de control), el sistema debe tener los ajustes necesarios para estar regulado y funcione en óptimas condiciones.

Deberá llevar un registro de actividades donde conste el arranque del sistema, el cual debe ser firmado por el responsable del área indicando que todo está correcto y no hay novedades para poder luego ejecutar cualquier garantía.

El informe de pruebas y ajustes del equipo instalado en el laboratorio consta en el ANEXO 10.

3.6.3.1. Sistema de Ventilación Mecánica

Pruebas que deben seguirse:

- De amperaje en los motores y el accionamiento.
- De volumen de aire, velocidad del aire que pasa por los ventiladores.
- De presión estática y dinámica de succión y descarga en los motores

Dichas mediciones son aceptables cuando el margen de los datos no difiere en más del 10% de las constantes en el proyecto.

El ejecutor mecánico estará a cargo de estas pruebas que deben realizarse con herramientas apropiadas, las veces que sean necesarias, hasta conseguir una correcta medición y ajuste ideal del equipo; al igual que todos los procesos debe realizar un informe dando registro de los datos obtenidos y estos serán entregados el encargado del área.

3.6.3.2. Sistema de Aire Acondicionado

Pruebas que deben seguirse:

- Del amperaje de servicio de los motores y el accionamiento.
- De enfriamiento y temperatura de diseño.
- Con un refrigerante de baja presión debe probar todo el sistema cuando éste instalado en su totalidad, el refrigerante puede ser nitrógeno seco, esto le ayuda a elevar a la suficiente presión en el sistema para buscar si hay fugas. Si las encuentra debe corregirlas y volver a repetir la prueba, hasta corroborar que no existan fugas y funciona de forma ideal
- Todas las válvulas, registros, etc., deben estar abiertas, revisar la lubricación de partes móviles, limpieza de filtros y operando correctamente.
- Realizar un mantenimiento inicial con su debida inspección de acuerdo a las exigencias de la Universidad para la correcta operación del sistema.
- Mostrará que el sistema de climatización opera de acuerdo a lo especificado, satisfaciendo la necesidad de la Universidad.

3.6.3.3. Precauciones

El ejecutor mecánico deberá realizar una inspección y limpieza de todo el sistema incluyendo los ductos y/o tuberías, revisando que no haya materiales ajenos o extraños que produzcan algún obstáculo o deterioro en las mismas, por cada sección se deber verificar que no haya obstrucciones que impidan el correcto desempeño del sistema.

3.6.3.4. Los siguientes trabajos no se incluyen en el proyecto:

- Trabajos de albañilería como: pintura, mamposterías, hormigones, enlucidos, etc., necesarios para el montaje.
- La responsabilidad del buen funcionamiento diario del sistema está a cargo de la persona responsable del laboratorio de redes, cualquier problema técnico debe notificarse al ejecutor mecánico, en los planos que se entreguen a la universidad solo indican los recorridos de ductos, tuberías e instalaciones del sistema más no de todos los equipos del Laboratorios.
- El mantenimiento preventivo y correctivo está a cargo del ejecutor mecánico, para lo cual la Universidad debe llamarlo cada 6 meses y si es necesario firmar un contrato o convenio en el cual se detalle que las garantías de fábrica se ejecutan, siempre y cuando se haya seguido un proceso responsable del uso correcto del sistema y mantenimiento del mismo

3.6.3.5. Códigos y estándares utilizados

Para el presente proyecto se aplicaron las siguientes normas, códigos y estándares:

- ASHRAE American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers.
- ASTM American Society for Testing and Materials.
- NPC National Plumbing Code.
- APC American Plumbing Code.
- SMACNA Sheet Metal and Air Conditioning Contractors' National Association

3.7. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación se presenta los planos de la instalación del equipo y fotos del sistema ya instalado, debido al costo total del proyecto, solo se implementa el 33% del estudio, así también se realiza un fotomontaje de cómo sería el sistema de climatización total, dicho montaje se detalla en las Figuras 16, 17, 18 y 19, que indican cómo hubiese quedado el equipo en el laboratorio de redes.

Se procede a implementar el 33% del estudio, para lo cual se instala un equipo con menor capacidad, que refrigera y climatiza el 40% del laboratorio de redes, esta infraestructura didáctica también sirve para el estudio aprendizaje y mejor desempeño de los alumnos de la Universidad Tecnológica Israel en el área de climatización de Data Center, Cuarto de Servidores, Centro de Computo. ANEXO N° 7



Figura 17. Plano Instalación equipo de climatización Split

Fuente: Investigador

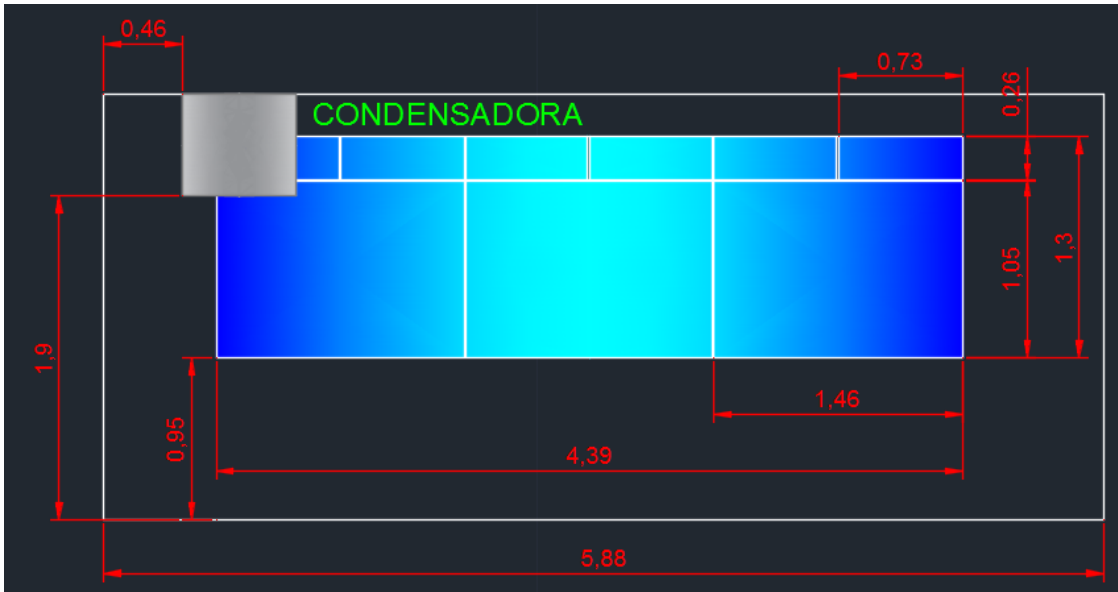


Figura 188. Plano Frontal de la Condensadora ubicada en la ventana del Laboratorio
Fuente: Investigador



Figura 19. Fotomontaje Split Evaporadora, instalado en laboratorio de redes
Fuente: Laboratorio de Redes, Universidad Israel

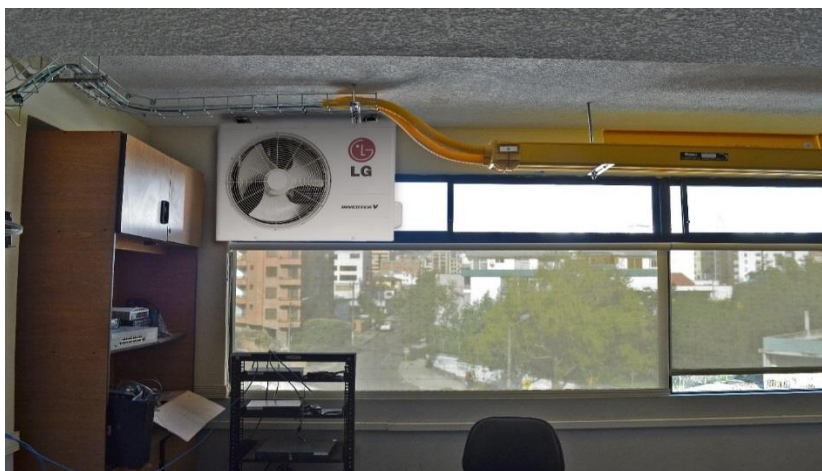


Figura 20. Fotomontaje Split Condensadora, instalado en laboratorio de redes

Fuente: Laboratorio de Redes, Universidad Israel

3.7.1 Mediciones de temperatura luego de encender equipo Split

En la Tabla 3.5. constan las mediciones de temperaturas, al encender el equipo split en diferentes horas y días de uso del laboratorio, con alumnos y equipos encendidos, los resultados que se observan en color rojo, es cuando NO se llega a la temperatura ideal que oscila entre 22°C y 26°C, esto es porque el equipo que se implementó solo cubre el treinta y tres por ciento 33% del estudio, fotos y respaldos de mediciones ANEXO 9.

Tabla 10.5. Mediciones de Temperatura del Laboratorio de Redes ya Instalado el Equipo

MEDICIONES TEMPERATURA LABORATORIO CON ALUMNOS ENCENDIDO SISTEMA					
Fecha	Hora	Temperatura Pasillo (°C)	Temperatura Aula Zona Ventanas (°C)	Temperatura Aula Zona Rack (°C)	Cantidad Alumnos
25/07/2016	18h20	27,0	22,7	25,2	8
25/07/2016	20h15	26,0	23,6	26,1	18
25/07/2016	20h35	26,2	26,5	28,7	25
26/07/2016	18h25	27,3	24,8	25,4	14
26/07/2016	18h44	27,0	24,1	25,6	16
27/07/2016	18h38	26,9	26,1	28,1	16
27/07/2016	18h55	26,7	25,3	27,7	20
28/07/2016	18h20	26,5	22,3	24,7	10
28/07/2016	18h45	26,0	24,6	26,9	16
28/07/2016	19h04	26,8	24,9	27,1	22
29/07/2016	18h29	26,8	24,6	26,8	14
29/07/2016	19h00	26,0	26,7	28,0	18
30/07/2016	9h30	27,2	26,0	27,8	12
30/07/2016	10h43	28,0	26,8	28,3	10

Fuente: Investigador

3.9. COSTOS DEL PROYECTO

Después de solicitar varias proformas e empresas locales dedicadas a la venta y comercialización de sistemas de aire acondicionado, con cotizaciones incluidas o separadas de instalación con mano de obra calificada como lo solicita el estudio, se concluye que esta es la mejor opción calificada para instalar el sistema de climatización diseñado por este proyecto, a continuación se detallan los valores unitarios totalizados ya calculados los impuestos normados por el Gobierno local, en la tabla 3.6.

Tabla 11.6. Presupuesto para instalación de Sistema de Climatización

Cantidad	Detalle	Valor
1	Split Inverter LG-LMU480HV 48.000 Btu/h	1.820,00 usd
1	Acometida eléctrica 220 V	120,00 usd
1	Instalación Split Inverter mas condensadora incluye tubería de cobre y aislamiento	430,00 usd
	Subtotal	2.370,00 usd
	Total con IVA	2.421,60 usd

Fuente: Investigador

Este estudio tiene por alcance final la instalación del sistema diseñado, el cual sobrepasa el presupuesto referencial del investigador, la Universidad Tecnológica Israel puede utilizar este proyecto o incluirlo en el presupuesto anual de mejoras del laboratorio en años venideros; como política de los departamentos de investigación de esta carrera es necesario implementar los proyectos planteados, por lo cual el investigador logra implementar el 33% del diseño original, es decir con la unidad móvil didáctica instalada en el laboratorio de redes logra acondicionar y refrigerar las zonas principales o de mayor carga térmica, para ofrecer al alumnado y docentes un laboratorio ambiente fresco, siempre y cuando se configure, colocando el equipo en el área designada para que trabaje con normalidad, no hay que olvidar realizar el mantenimiento y revisión de la unidad como se sugiere en este estudio.

El equipo implementado es un INVERTER SPLIT-TYPE ROOM AIR CONDITIONER SMC con capacidad 12.000 BTU/h detallado en el ANEXO N° 7

Manual de operación y fallas del equipo se detallan en el ANEXO N° 8

3.9.1 ANÁLISIS ECONÓMICO

El presente estudio sugiere la instalación de un equipo que cubra la necesidad calculada, tanto en diseño como eficiencia, para lo cual se necesita una inversión de U.S. 2,500.00 (dos mil quinientos dólares americanos), el desarrollador del estudio se compromete a implementar un equipo que cubra el 33% (treinta y tres por ciento) de la necesidad, lo cual aparte de climatizar una zona del laboratorio, también servirá como un artículo didáctico, para la enseñanza de enfriamiento en equipos de data center o cuartos de servidores, este equipo tiene un costo de U.S. 1,400.00 (mil cuatrocientos dólares americanos), se debe sugerir a las autoridades que realicen la inversión total en ejecución para lograr los resultados efectivos detallados en este estudio y proyecto.

CONCLUSIONES

- Los sistemas de climatización y aire acondicionado permiten mantener un ambiente ideal, confortable para el desempeño de actividades que involucren equipos que emanan calor por su potencia, gracias al diseño de estos sistemas se logra que los equipos tengan un funcionamiento óptimo, se preserven en buen estado ya que son delicados e inclusive las personas que los manipulan o dan mantenimiento necesitan trabajar en un ambiente fresco.
- Este proyecto permite a un Ingeniero Electrónico aprender acerca de climatización un campo muy necesario en la labor diaria de esta carrera ya que en ciertas circunstancias como al instalar o dar mantenimiento a Data Center, Call Center, Cuarto de Servidores, Centros de Cómputo, etc. Es necesario tener un conocimiento exacto o criterio de cuál es la mejor solución, alternativa o desempeño de un sistema de climatización, potenciando las características de los equipos de telecomunicaciones, y así puede resolver problemas de temperatura en cualquier actividad que se presente..
- La instalación de sistemas de climatización tiene normativas y reglas que permiten a los Ingenieros Electrónicos desarrollar nuevos conceptos como son la refracción solar, índices de calor o cargas térmicas Btu/h, estos nuevos conocimientos permiten abrir nuevas oportunidades de trabajo, para desarrollar mantenimientos o diseños de equipos electrónicos de alta tecnología.
- Lo más interesante de este proyecto, es que se pudo demostrar que con el nivel de estudios que se ha logrado en la Universidad Tecnológica Israel, los estudiantes pueden llegar a investigar o desarrollar cualquier diseño o análisis en diferentes ramas o campos que incluyan conceptos diseños y equipos Electrónicos.

RECOMENDACIONES

- Realizar un mantenimiento preventivo cada seis meses del sistema de climatización didáctico del laboratorio de redes de la Universidad Tecnológica Israel, el cual permite que el equipo no sufra daños en un futuro y sirva para el aprendizaje de los alumnos de generaciones venideras.
- Ampliar el estudio de climatización en otras áreas como aula magna, laboratorios de sistemas, cuarto de servidores, ya que la prevención en temperatura y climatización garantiza que los equipos funcionen y duren por más tiempo
- Investigar sobre climatización sin usar equipos de refrigeración, esto es un campo de diseño también electrónico, ya que permite construir áreas comunales, o cuartos de comunicación, que se climaticen o refrigieren usando otro tipo de equipos con bajo consumo eléctrico, sabiendo que el calentamiento global es un problema latente y se debe aportar en buscar soluciones para preservar el planeta
- Utilizar el equipo didáctico de climatización de la mejor manera, en base a las normativas y recomendaciones descritas en este proyecto, así funcionará de una manera correcta e ideal, pues el equipo implementado solo cubre el 33% de la necesidad, por lo cual si la temperatura sube demasiado por la cantidad de alumnos que ocupen el laboratorio, este se puede saturar y recalentar lo que ocasiona la salida de fluidos por ductos del Split.

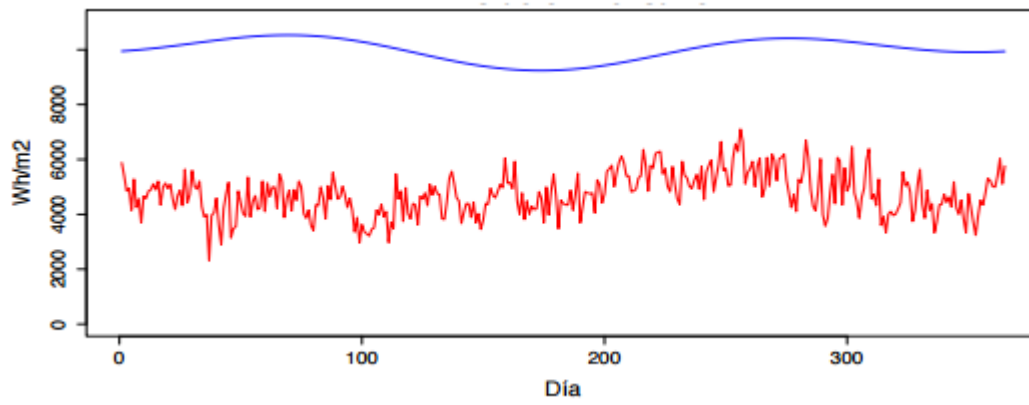
BIBLIOGRAFÍA

- Aires, U. d. (08 de Agosto de 2010). *Acondionadores de aire*. Recuperado el 06 de Abril de 2015, de <http://materias.fi.uba.ar/6732/pdf/Tipos%20de%20acondicionadores%20de%20aire.pdf>
- Ambiente, S. d. (2010). <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/belisario>.
- Aponte, R. (junio de 2009). <http://exito-y-dinero-ruydeanz.blogspot.com/2009/06/calculos-para-comprar-aire.html>.
- Arguello, E. (12 de 10 de 2013). Tabla de Carga Térmica. Quito: Proyecto De Carrera para José Miguel Robelly.
- Cohen, J. (26 de Agosto de 2014). *High-End Computing Program*. Recuperado el 28 de Agosto de 2014, de <http://www.hec.nasa.gov/>
- CONELEC. (8 de Agosto de 2008). *Atlas solar del Ecuador con fines de generación eléctrica*. Recuperado el 18 de Febrero de 2015, de http://www.conelec.gob.ec/archivos_articulo/Atlas.pdf
- EducaMadrid. (21 de Noviembre de 2011). *Complubot*. Recuperado el 30 de Julio de 2012, de http://complubot.educa.madrid.org/pruebas/lego_nxt_version_educativa/lego_nxt_version_educativa_index.php
- e-URE. (14 de Agosto de 2013). *Sistemas de Refrigeración y Aires Acondicionados*. Recuperado el 9 de Febrero de 2015, de <http://www.si3ea.gov.co/Eure/6/inicio.html>
- google. (29 de 03 de 2016). *google maps*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/@-0.1973353,-78.4928794,18z>
- Incropera, F. (14 de Noviembre de 1999). Fundamentos de Transferencia de Calor. Recuperado el 02 de Junio de 2014, de <http://www.mindstorms.rwth-aachen.de/>

- Ingemecánica. (17 de 4 de 2012). *Guía para cálculo de cargas térmicas en edificios*. Recuperado el 11 de 2 de 2015, de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn255.html>
- Marcos. (08 de Abril de 2010). *Roble.pntic*. Recuperado el 11 de Junio de 2014, de http://roble.pntic.mec.es/amoc0048/nxt/dosmarcos/el_ladrillonxt.htm
- Mindstorms, L. (6 de Julio de 2014). *Robotica*. Obtenido de Robotica: <http://robotica.com/es/tienda/LEGO-Education/LEGO-Mindstorms-Education-NXT/>
- Parker, D. (07 de Julio de 2009). *nxtprograms*. Recuperado el 16 de Mayo de 2014, de <http://163.19.6.25/~yuat/Lego/Lego-pics/www.nxtprograms.com/index.html>
- Perez, D. (04 de Enero de 2012). *Alcabot*. Recuperado el 8 de Julio de 2014, de <http://www.alcabot.com/alcabot/seminario2006/Trabajos/DiegoPerezDeDiego.pdf>
- PLANETARIAS, E. -D. (16 de Abril de 2014). *Historia climatológica para Quito, Ecuador*. Recuperado el 18 de Febrero de 2015, de <http://quito.exa.ec/1day/>
- SAMSUNG. (07 de Octubre de 2013). *Aire Acondicionados Split*. Recuperado el 08 de Marzo de 2015, de <http://www.samsung.com/latin/support/skp/faq/1010733>
- School, A. B. (3 de Diciembre de 2009). *Robotica ABS*. Recuperado el 11 de Junio de 2014, de <http://gruporobotica-abs.zxq.net/robots.html>
- Supply, T. H. (2015). <http://www.totalhomesupply.com/multi-f-max-48000-btu-compressor-outdoor-unit-only/p/LG-LMU480HV>.

ANEXOS

ANEXO 1



Radiación solar extraterrestre vs radiación solar en la superficie terrestre de la estación Belisario de la Secretaría de Ambiente DMQ

(Ambiente, 2010)

ANEXO 2

Tabla E.9 Transmitancia térmica U_s en $W/m^2 K$

B'	R_r (m^2K/W)					
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
5	2,63	1,14	0,72	0,53	0,42	0,35
6	2,30	1,07	0,70	0,52	0,41	0,34
7	2,06	1,01	0,67	0,50	0,40	0,33
8	1,87	0,97	0,65	0,49	0,39	0,33
9	1,73	0,93	0,63	0,48	0,39	0,32
10	1,61	0,89	0,62	0,47	0,38	0,32
12	1,43	0,83	0,59	0,45	0,37	0,31
14	1,30	0,79	0,57	0,44	0,36	0,31
16	1,20	0,75	0,55	0,43	0,35	0,30
18	1,12	0,72	0,53	0,42	0,35	0,29
20	1,06	0,69	0,51	0,41	0,34	0,29
22	1,00	0,67	0,50	0,40	0,33	0,29
24	0,96	0,65	0,49	0,39	0,33	0,28
26	0,92	0,63	0,48	0,39	0,32	0,28
28	0,89	0,61	0,47	0,38	0,32	0,28
30	0,86	0,60	0,46	0,38	0,32	0,27
32	0,83	0,59	0,45	0,37	0,31	0,27
34	0,81	0,58	0,45	0,37	0,31	0,27
≥ 36	0,79	0,57	0,44	0,36	0,31	0,27

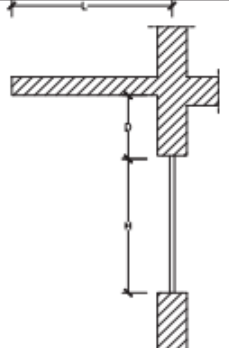
(Ingemecánica, 2012)

Tabla E.10 Absortividad del marco para radiación solar α

Color	Claro	Medio	Oscuro
Blanco	0,20	0,30	---
Amarillo	0,30	0,50	0,70
Beige	0,35	0,55	0,75
Marrón	0,50	0,75	0,92
Rojo	0,65	0,80	0,90
Verde	0,40	0,70	0,88
Azul	0,50	0,80	0,95
Gris	0,40	0,65	---
Negro	---	0,96	---

(Ingemecánica, 2012)

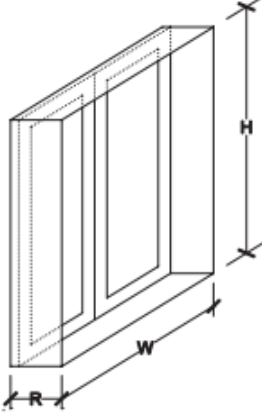
Tabla E.11: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Voladizo



NOTA: En caso de que exista un retranqueo, la longitud L se medirá desde el centro del acristalamiento.

ORIENTACIONES DE FACHADAS		$0,2 < L/H \leq 0,5$	$0,5 < L/H \leq 1$	$1 < L/H \leq 2$	$L/H > 2$
S	$0 < D/H \leq 0,2$	0,82	0,50	0,28	0,16
	$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,87	0,64	0,39	0,22
	$D/H > 0,5$	0,93	0,82	0,60	0,39
SE/SO	$0 < D/H \leq 0,2$	0,90	0,71	0,43	0,16
	$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,94	0,82	0,60	0,27
	$D/H > 0,5$	0,98	0,93	0,84	0,65
E/O	$0 < D/H \leq 0,2$	0,92	0,77	0,55	0,22
	$0,2 < D/H \leq 0,5$	0,96	0,86	0,70	0,43
	$D/H > 0,5$	0,99	0,96	0,89	0,75

Tabla E.12: Factor de sombra para obstáculos de fachada: Retranqueo



ORIENTACIONES DE FACHADAS		$0,05 < R/W \leq 0,1$	$0,1 < R/W \leq 0,2$	$0,2 < R/W \leq 0,5$	$R/W > 0,5$
S	$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,82	0,74	0,62	0,39
	$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,76	0,67	0,56	0,35
	$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,56	0,51	0,39	0,27
	$R/H > 0,5$	0,35	0,32	0,27	0,17
SE/SO	$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,86	0,81	0,72	0,51
	$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,79	0,74	0,66	0,47
	$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,59	0,56	0,47	0,36
	$R/H > 0,5$	0,38	0,36	0,32	0,23
E/O	$0,05 < R/H \leq 0,1$	0,91	0,87	0,81	0,65
	$0,1 < R/H \leq 0,2$	0,86	0,82	0,76	0,61
	$0,2 < R/H \leq 0,5$	0,71	0,68	0,61	0,51
	$R/H > 0,5$	0,53	0,51	0,48	0,39

(Ingemecánica, 2012)

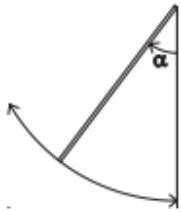
Tabla E.13 Factor de sombra para obstáculos de fachada: lamas


LAMAS HORIZONTALES		ANGULO DE INCLINACIÓN (β)		
		0	30	60
ORIENTACIÓN	SUR	0,49	0,42	0,26
	SURESTE/ SUROESTE	0,54	0,44	0,26
	ESTE/ OESTE	0,57	0,45	0,27

LAMAS VERTICALES		ANGULO DE INCLINACIÓN (σ)						
		-60	-45	-30	0	30	45	60
ORIENTACIÓN	SUR	0,37	0,44	0,49	0,53	0,47	0,41	0,32
	SURESTE	0,46	0,53	0,56	0,56	0,47	0,40	0,30
	ESTE	0,39	0,47	0,54	0,63	0,55	0,45	0,32
	OESTE	0,44	0,52	0,58	0,63	0,50	0,41	0,29
	SUROESTE	0,38	0,44	0,50	0,56	0,53	0,48	0,38

(Ingemecánica, 2012)

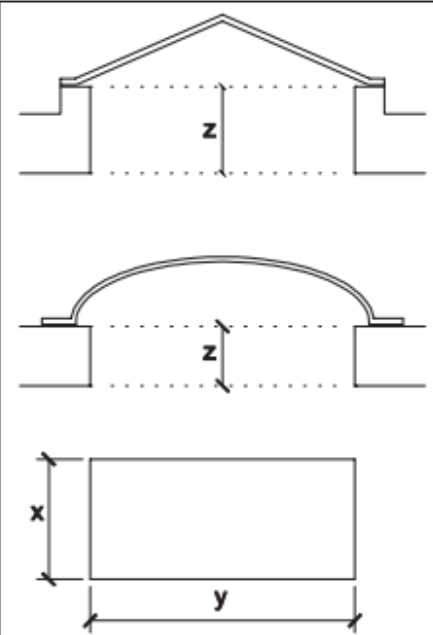
Tabla E.14 Factor de sombra para obstáculos de fachada: toldos

	CASO A	Tejido opacos $\tau=0$		Tejidos translúcidos $\tau=0,2$	
	α	SE/S/SO	E/O	SE/S/SO	E/O
	30	0,02	0,04	0,22	0,24
	45	0,05	0,08	0,25	0,28
	60	0,22	0,28	0,42	0,48

	CASO B	Tejido opacos $\tau=0$			Tejidos translúcidos $\tau=0,2$		
	α	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	E/O
	30	0,43	0,61	0,67	0,63	0,81	0,87
	45	0,20	0,30	0,40	0,40	0,50	0,60
	60	0,14	0,39	0,28	0,34	0,42	0,48

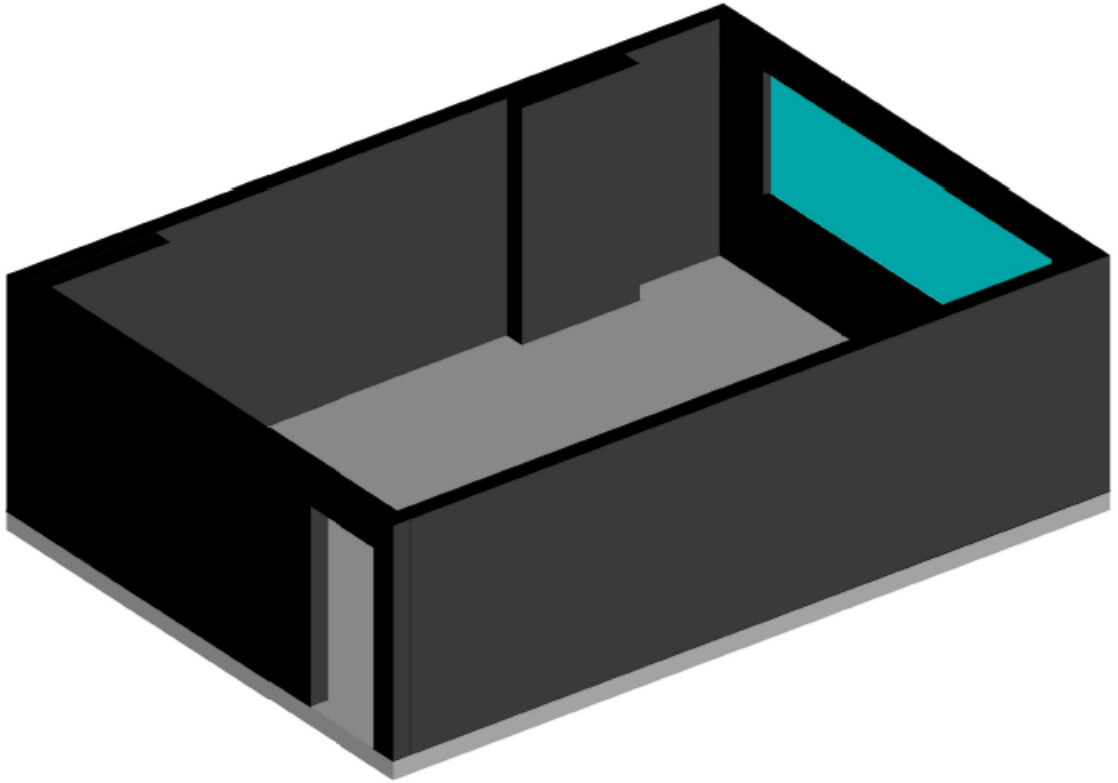
(Ingemecánica, 2012)

Tabla E.15 Factor de sombra para lucernarios

		Y / Z						
		0,1	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	
	X / Z	0,1	0,42	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44
		0,5	0,43	0,46	0,48	0,50	0,51	0,52
		1,0	0,43	0,48	0,52	0,55	0,58	0,59
		2,0	0,43	0,50	0,55	0,60	0,66	0,68
		5,0	0,44	0,51	0,58	0,66	0,75	0,79
		10,0	0,44	0,52	0,59	0,68	0,79	0,85

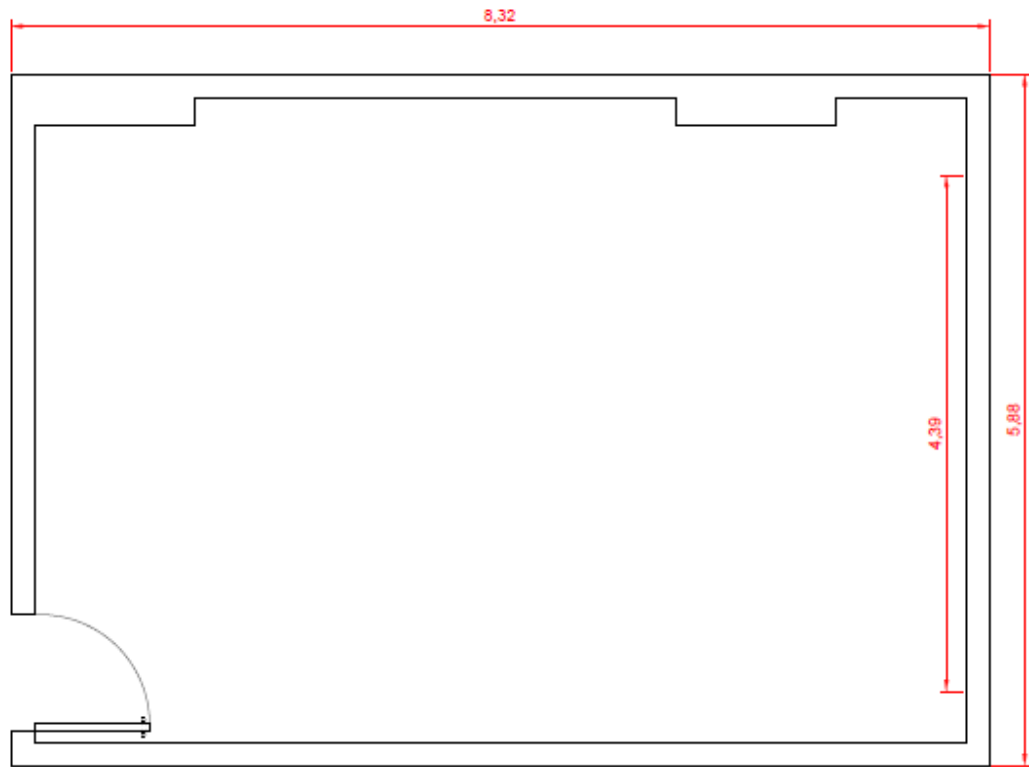
(Ingemecánica, 2012)

ANEXO 3



Plano 3D Laboratorio de Redes Universidad Tecnológica Israel

Fuente: Investigador



Plano dimensiones Laboratorio de Redes Universidad Tecnológica Israel

Fuente: Administrador

ANEXO 4

		DB F	WB F	RH %			CALOR SENSIBLE	CALOR LATENTE	
DESIGN CONDITIONS		Outside	80.60		90				
		Inside	69.80		50				
CONDUCTION	ORIENTATION	COLOR	U	AREA ft²	CLTD		F_c	RSGH BTU/H	RLGH BTU/H
					Table	Correction			
GLASS	N			0.00	13	16.80	1.00	0.00	
	S			0.00				0.00	
	E			0.00				0.00	
	W			0.00				0.00	
WALL	N	D	0.00	0.00	9	24.8	1.00	0.00	
	S	D	0.00	0.00	20	15.8		0.00	
	E	D	0.00	0.00	22	22.8		0.00	
	W	D	0.00	0.00	14	14.8		0.00	
ROOF			0	43.03	9.6	9.4	1.00	0.00	
FLOOR			0	43.03	9.6	9.4		0.00	
DOOR	W		0	19.68		22		0.00	
SOLAR	ORIENTATION	SHADE	FGCS	AREA ft²	CS	FCE	F_c	RSGH BTU/H	RLGH BTU/H
GLASS	N		0	0.00	1.00	0.82	1.00	0.00	
	S		0	0.00	1.00	0.65		0.00	
	E		0	0.00	1.00	0.32		0.00	
	W		0	0.00	1.00	0.32		0.00	
LIGHTS	POWER W		FB	FCE			F_c		
	0.00	3.41	1.25	1			1.00	0.00	
PERSONS	QTY.	HEAT		FCE			F_c		
	0.00	315		1			1.00	0.00	
	0.00	325							0.00
EQUIPMENT	POWER W								
	0.00	3.41	1	1			1.00	0.00	
FILTRATION	AIR QUANTITY - CFM		MEDAD ABS. lbm		MEDAD ABS. gr				
	0							0.00	
	0		0.0105	0.00802	4.2090404				0.00
SUBTOTAL 1								0.00	0.00
TOTAL	CALCULADO					BTU/H			0.00
	NOMINAL								0.00

Tabla de Cálculos de Carga

(Arguello, 2013)

ANEXO 5

DESIGN CONDITIONS				DB	VB	RH	CALOR CALOR SENSIBLE/LATENTE			
		Outside	80.60			30				
		Inside	69.80			50				
CONDUCCION/CONDUCTANCE		U	AREA ft ²	CLTD Table/Corrected	Fe	RSQH BTUH	RLGH BTUH			
GLASS	N		0.00			0.00				
	S		0.00			0.00				
	E	1.04	0.00	13	16.80	100				
	V		0.00			0.00				
	N	D	0.22	0.00	9	24.8	0.00			
	S	D	0.30	0.00	20	15.8	100			
WALL	E	D	0.22	0.00	22	22.8	0.00			
	V	D	0.22	0.00	14	14.8	0.00			
	N	D	0.22	0.00	14	14.8	0.00			
ROOF			0.194	43.03	3.8	9.4	54.21			
FLOOR			0.194	43.03	3.8	9.4	54.21			
DOOR	V		0.12	18.83		22	51.96			
SOLAR	PIENTASHADE	FCFS	AREA ft ²	CS	FCE	Fe	RSQH BTUH	RLGH BTUH		
	N		129	0.00	100	0.82	0.00			
	S		37	0.00	100	0.69	0.00			
	E		191	0.00	100	0.82	0.00			
V		191	0.00	100	0.82	0.00				
LIGHTS	POWER V	FB	FCE		Fe					
	128.00	3.41	1.25	1	100	545.80				
PERSONS	QTY.	HEAT	FCE		Fe					
	2.00	3.95	1		100	630.00				
	2.00	3.25				690.00				
EQUIPMENT	POWER V									
	1.250.00	3.41	1	1	100	4.282.30				
FILTRATIO	IR QUANTITY - CFIEDAD ABS.	IRIEDAD ABS.								
	10	0.0069	0.00802			4.208044	18.80	28.82		
SUBTOTAL						5.717.21	678.62	1598.37	1065.3812	
TOTAL	CALCULADO							6.395.89		
	INDICADUAL							12.000.00	650.48%	

	CALCULO DE TRANSMISIBILIDAD DE CALOR POR RADIACION POR EFECTO DE LA IRRADIACION SOLAR EN LAS VENTANAS (CALOR EXTERNO)		CALCULO DE TRANSMISIBILIDAD DE CALOR POR RADIACION POR EFECTO DE LA IRRADIACION DE LAS LUZES (CALOR INTERNO)
	CALCULO DE TRANSMISIBILIDAD DE CALOR POR RADIACION POR EFECTO DE LA IRRADIACION DE LAS PERSONAS (CALOR INTERNO)		CALCULO DE TRANSMISIBILIDAD DE CALOR POR RADIACION POR EFECTO DE LA IRRADIACION DE LOS EQUIPOS (CALOR INTERNO)
	CALCULO DE TRANSMISIBILIDAD DE CALOR POR RADIACION POR EFECTO DE LA IRRADIACION DE LOS EQUIPOS (CALOR INTERNO) LAPTOPS, PC Y EL BACK		CALCULO DE RENOVACION DE AIRE (CALOR INTERNO)

	EQUIPO A SELECCIONAR
--	----------------------

Tabla Cálculo de Cargas con detalles del proceso de cálculo

(Arguello, 2013)

ANEXO 6

Date:	For: <input type="checkbox"/> File <input type="checkbox"/> Resubmit
PO No.:	<input type="checkbox"/> Approval <input type="checkbox"/> Other _____
Architect:	GC:
Engr:	Mech:
Rep:	
(Company)	(Project Manager)

LMU480HV

Multi F MAX Inverter Heat Pump Outdoor Unit

LG
Life's Good

Performance:	
Nominal Cooling Capacity (Btu/h)	48,000
Nominal Heating Capacity (Btu/h)	34,000
Cooling Power Input (kW)	3.84
Heating Power Input (kW)	4.32

Cooling Nominal Test Conditions: Indoor: 80°F DB/67°F WB, Outdoor: 95°F DB/75°F WB
Heating Nominal Test Conditions: Indoor: 70°F DB/60°F WB, Outdoor: 47°F DB/47°F WB

Electrical:	
Power Supply (V/Hz/Ø)	208-230/60/1
MOP (A)	40
MCA (A)	27.3
Cooling Rated Amps (A)	22.96
Heating Rated Amps (A)	22.96
Compressor (A)	17.3
Fan Motor (A)	1.46

MOP - Maximum Overcurrent Protection, MCA - Minimum Circuit Ampacity

Piping:	
Refrigerant Charge (lbs)	9.7
Liquid Line (in, OD)	3/8 (1 Each)
Vapor Line (in, OD)	3/4 (1 Each)
Max Total Piping (ft) ²	473.7
Max ODU to IDU Piping (ft)	229.6
Piping Length (no add'l refrigerant, ft)	147.6
Max Elevation between ODU and IDU (ft)	98.4
Max Elevation between IDU and IDU (ft)	49.2

ODU - Outdoor Unit, IDU - Indoor Unit

Controls Features:	
<ul style="list-style-type: none"> •Auto operation •Auto restart operation •Defrost/Deicing •Inverter (variable speed compressor) 	<ul style="list-style-type: none"> •Low ambient operation to 14F (cooling mode) •Restart delay (3-minutes) •Self diagnosis •Soft start

Required¹ Accessories:		Optional Accessories:	
<input type="checkbox"/> 2 Port BD Unit - PMBD3620	<input type="checkbox"/> PI-485 Integration Board - PMNFP14A1	<input type="checkbox"/> AC Smart IV - PACS48000	
<input type="checkbox"/> 3 Port BD Unit - PMBD3630	<input type="checkbox"/> AC Ez - PQCSZ25050	<input type="checkbox"/> Power Distribution Indicator - PQNUD1541	
<input type="checkbox"/> 4 Port BD Unit - PMBD3640	<input type="checkbox"/> Y-Branch - PMBL5620	<input type="checkbox"/> ACP IV - PACP48000	
<input type="checkbox"/> 4 Port BD Unit - PMBD3641	<input type="checkbox"/> LONWORKS Gateway - PLNWK8100	<input type="checkbox"/> ACP IV BACnet - PQNFB17C1	

Operating Range:	
Cooling (°F DB)	14-118
Heating (°F WB)	-4-64

Unit Data:	
Refrigerant Type	R410A
Refrigerant Control	EEV
Sound Pressure* Max (Cool/Heat) ±3 dB(A)	54/56
Net Unit Weight (lbs)	214
Shipping Weight (lbs)	236
Heat Exchanger Coating	GoldFin™
Min Number of Indoor Units	2
Max Number of Indoor Units	8

Compressor:	
Quantity	1
Type	Twin-Rotary Inverter
Oil/Type	FVC680

Fan:	
Type	Propeller
Quantity	2
Fan Motor/Drive	Brushless Digitally Controlled/Direct
Airflow Rate (CFM)	2,119

Notes:
1. Acceptable operating voltage: 187V-258V
2. Piping lengths are equivalent.
3. At least one BD Unit is required for system operation; a maximum of two can be installed per ODU with use of Y-branch accessory (PMBL5620).
4. Sound Pressure levels are tested in an anechoic chamber under ISO Standard 3946.
5. All power/communication cable to be minimum 18 AWG from the outdoor unit to the IDU unit and 18 AWG from the IDU unit to the indoor unit.
6. All power/communication cable to be 4-conductor, stranded, shielded and must comply with applicable local and national code.
7. Power wiring cable size must comply with the applicable local and national code.
8. See Engineering Manual Capacity Tables for ODU sensible and latent capacities.
9. See Engineering Manual Combination Tables for allocation of ODU rated capacity to each connected IDU when all are calling for full capacity. Allocation percentages should be applied to ODU capacity at design conditions.
10. This data is listed @ 0 ft above sea level, with 115 ft of refrigerant line and a 0 ft level difference between outdoor and indoor units. All capacities are net with a combination ratio between 95 - 100%.
11. Must follow installation instructions in the applicable LG Installation manual.
12. See Engineering Manual Capacity Tables for ODU capacity at design conditions.

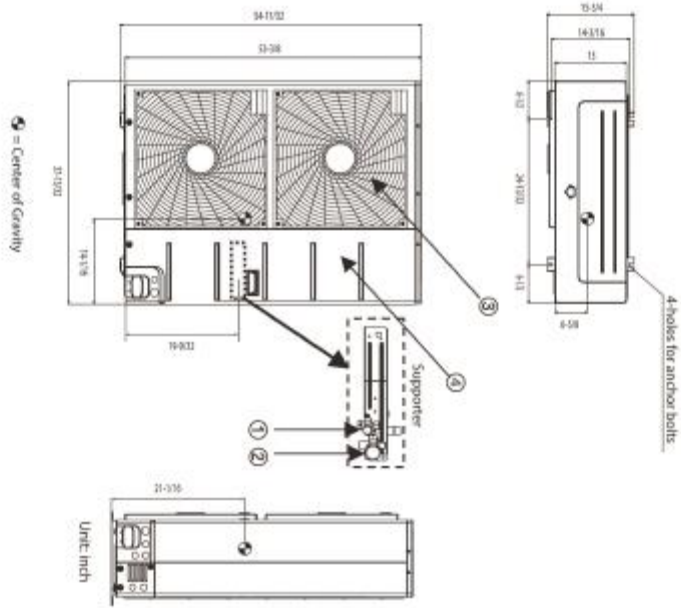
Datasheet Equipo LG Imu480hv

(LG-Electronics, n.d.)

LMU480HV
Multi F MAX Inverter Heat Pump Outdoor Unit



Tag #: _____
Date: _____
PO No.: _____



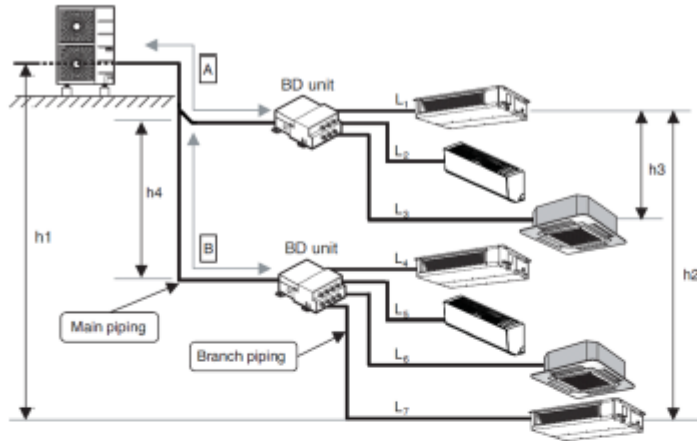
No.	Part Name	Remarks
1	Liquid pipe connection	
2	Gas pipe connection	
3	Air discharge grille	
4	Power & communication connection	

Datasheet Equipo LG lmu480hv
(LG-Electronics, n.d.)

LMU480HV
Multi F MAX Inverter Heat Pump Outdoor Unit



Tag #: _____
Date: _____
PO No.: _____

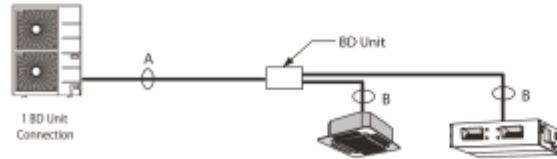


Unit: ft

Model Name	Total Length	Standard Main Pipe Length (A+B)	Max. Main Pipe Length (A+B)	Total Branch Pipe Length (L1+...+L7)	Standard Branch Pipe Length (L1,L2...L7)	Max. Branch Pipe Length	Max. Elevation			
							ODU-IDU (h1)	IDU-IDU (h2)	BD-IDU (h3)	BD-BD (h4)
LMU480HV	475.7	16.4	180.4	295.3	16.4	49.2	98.4	49.2	32.8	49.2

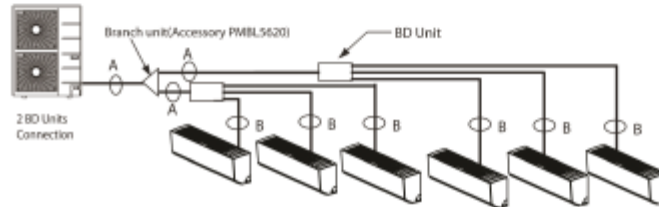
The minimum piping length for each segment should be 10 ft.

Installing the Unit



Piping Sizes

	A (inch)	B
Liquid	∅ 3/8	Adjust to indoor unit piping size
Gas	∅ 3/4	unit piping size



Datasheet

Equipo LG Imu480hv

(LG-Electronics, n.d.)

ANEXO 7



Vista Frontal Split Didáctico de 12.000 Bth/h

Fuente: Investigador



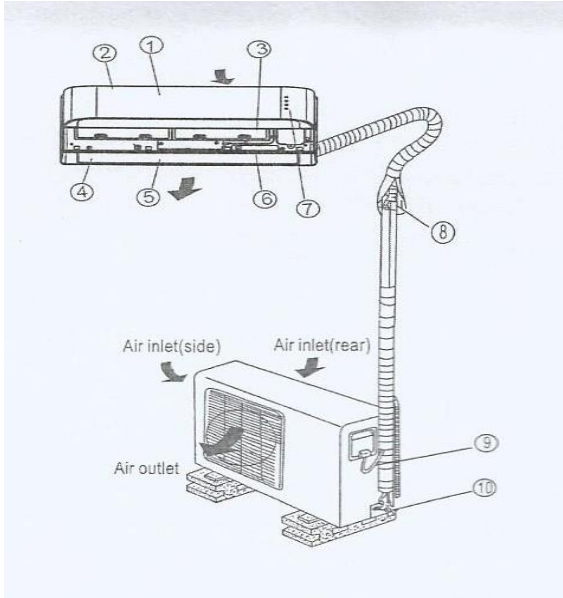
Vista Diagonal Split Didáctico de 12.000 Btu/h

Fuente: Investigador

ANEXO 8

MANUAL DE USUARIO

Partes del Equipo

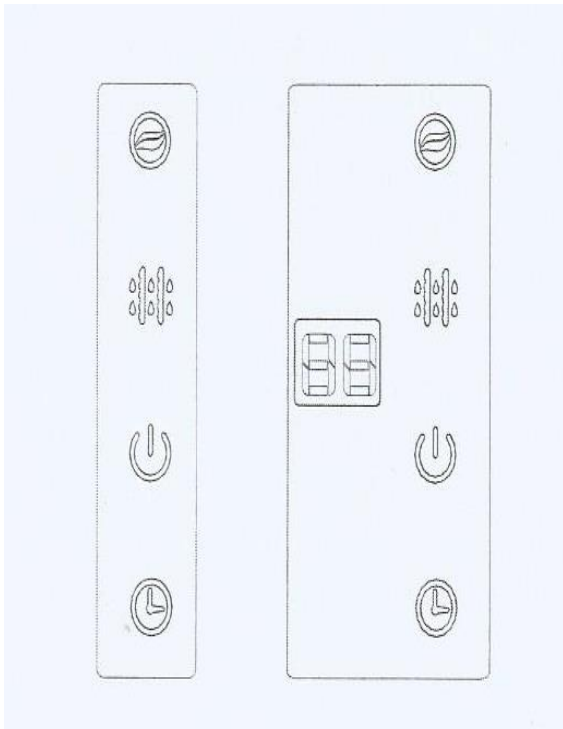


Unidad Interior

1. Panel Frontal
2. Entrada de Aire
3. Filtro de Aire
4. Salida de Aire
5. Rejilla Direccional del Flujo de Aire
6. Persiana de Circulación vertical del Flujo de Aire (al interior)
7. Panel Indicador

Unidad Exterior

8. Tubo de Conexión
9. Cable de Conexión
10. Válvula de Detener



Luz Indicadora

Luz Indicadora FRESH (Fresco)(opcional)

Luz Indicadora DEFROST (Descongelamiento)

(Habilitado en modelos Frio y Calor únicamente)

La luz se enciende cuando el acondicionador de aire empieza a descongelar automáticamente o cuando el control de aire cálido está activado en modo Calefacción

Luz Indicadora TEMPERATURE (Temperatura)

Muestra la temperatura indicada cuando el acondicionador de aire está funcionando
Muestra un código de mal funcionamiento cuando ocurre una falla

Luz indicadora OPERATION

Esta luz se enciende cuando el acondicionador de aire está funcionando

Luz indicadora TIMER (Temporizador)

La luz se enciende cuando se programa el tiempo de funcionamiento

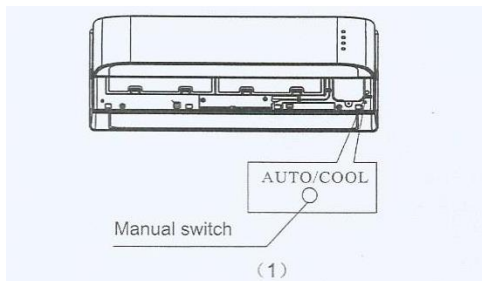
TEMPERATURA OPERACIONAL

Temperatura	Modo	Operación de enfriamiento	Operación de Calefacción	Operación de Secado
Temperatura del Dormitorio		17°C-32°C (62f-90f)	0°C-30°C (32°F-86°F)	10°C-32°C / 50°F -90°F
Temperatura exterior		18°C- 43°C (64°F -109°F)	-7°C-24°C (20°F -76°F)	11°C-43°C/ 52°F -109°F
		-7°C-43°C/20G-109°F (Para modelos con sistema de temperatura de enfriamiento baja)		18°C-52°C/ 64°F -126°F (Para modelos Tropicales especiales)
		18°C-52°C/64°F -126°F (Para modelos Tropicales especiales)		

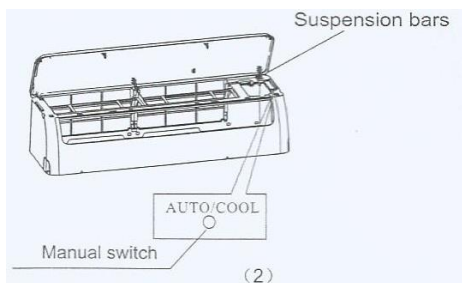
Nota: 1. El rendimiento optimo se lograra con estas temperaturas operacionales, Si el acondicionador de aire es utilizado en el exterior con temperaturas mayores, algunas funciones de seguridad podrán entrar en funcionamiento y causar que el equipo funcione anormalmente. 2. Humedad relativa del dormitorio menor al 80%, Si el acondicionador de aire funciona como se muestra en la figura, la superficie del acondicionador de aire podría atraer la condensación, Favor coloque las aletas de flujo de aire de forma vertical en su máximo ángulo con relación al suelo y escoja la opción HIgh en modo ventilación.

FUNCIONAMIENTO MANUAL

Las unidades están equipadas con un interruptor para ejecutar el modo de operación de emergencia. Se puede acceder abriendo el panel frontal. Este interruptor se utiliza para la operación manual en caso de que el mando a distancia no funciona o el mantenimiento necesario



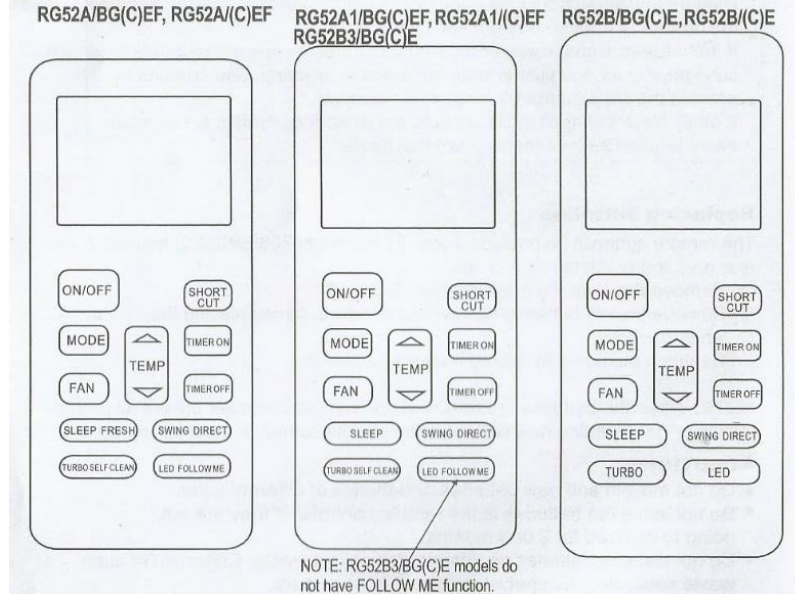
1. Sujete los lados del panel y levante el panel frontal hasta un ángulo hasta que quede fijo con un chasquido.
2. Una vez que se presiona el interruptor manual, el modo de funcionamiento cambia según el orden: AUTO, COOL OFF. La temperatura se fija en 24°C/76°F y el ventilador automático.
3. Después de la operación, cerrar el panel a su posición original.



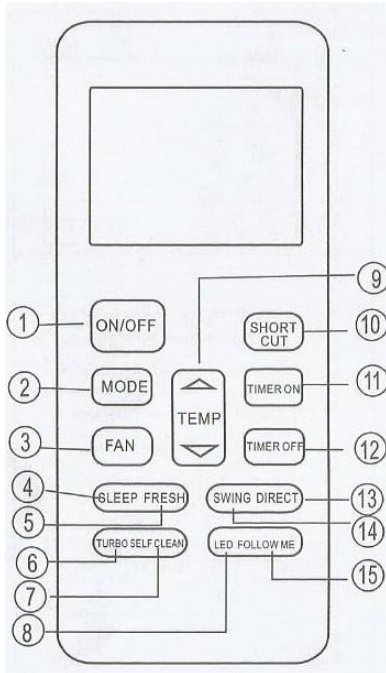
PRECAUCIÓN:

- Este interruptor se utiliza para propósitos de prueba. Es mejor que no lo utilice.
- Para restablecer el funcionamiento del mando a distancia, utilice el control remoto directamente.

CONTROL REMOTO ESPECIFICACIONES MODELOS COMPATIBLES CON EL AIRE ACONDICIONADO



FUNCION DE BOTONES



1. **ON/OFF botón**
Botón de encendido o apagado
2. **MODE botón**
Botón de selección de modo
3. **FAN botón**
Botón de tipo de temperatura
4. **SLEEP botón**
Botón de programación apagado automático
5. **FRESH botón**
Botón de selección de tipo de aire
6. **TURBO botón**
Botón de incremento de potencia
7. **SELECT CLEAN botón**
Botón Selección y desprogramación
8. **LED botón**
Botón de encendido de luces o códigos

MANUAL DE FALLAS-SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

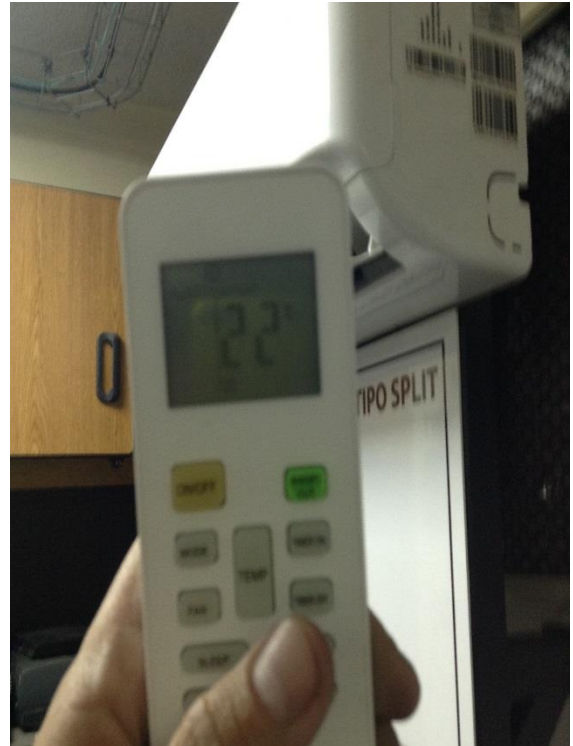
Si alguno de los siguientes problemas ocurren, detenga el acondicionador de aire inmediatamente, desconéctelo y vuelva a conectarlo, si el problema persiste desconéctelo y comuníquese con el servicio técnico más próximo.

PROBLEMA	Indicador de operación u otro indicador continua titilando
	El fusible o breaker salta o se quema regularmente
	Si agua u otro objeto caen en el acondicionador de aire
	El control remoto no funciona o lo hace anormalmente
	Si alguno de los siguientes códigos aparece en la pantalla: E0, E1, E2, E3,...o P0, P1, P2, P3.

Malfuncionamiento	Causa	Que debería Hacer
La unidad no enciende	Corte de Electricidad	Espere que la electricidad regrese
	La unidad se desconecta	Revise que el enchufe esté asegurado en la pared
	El fusible se quemó	Cambie el fusible
	Las baterías del control remoto pueden haberse agotado	Cambie las baterías
	El tiempo que seleccionaste en el TIMER es el equivocado	Espere o cambie el tiempo seleccionado
La unidad no enfría o calienta	Temperatura seleccionada incorrecta	Seleccione la temperatura correcta, para referencia utilice la guía de uso del Control Remoto.
	El filtro de aire está bloqueado	Limpie el filtro de aire
	Puertas y ventanas están abiertas	Cierre puertas y ventanas
	Las entradas y salidas de aire de las unidades interior y exterior están bloqueadas	Limpie las obstrucciones y luego reinicie el equipo
	La protección del compresor de 3-4 minutos se ha activado	Espere
Si el problema no ha sido resuelto póngase en contacto con el almacén o el servicio de atención al cliente más cercano, asegúrese de darles la información detallada del problema y el número de modelo de la unidad		

Fuente: Investigador


ANEXO 9






Fotos mediciones de temperatura
Fuente: Investigador

ANEXO 10



ELECTRO SERVICIOS GONZALEZ
SERVICIO AUTORIZADO 
 RUC: 1710727478001

Bolivia Oe4-94 y Av. Universitaria
 Telefax: 3214 880 * Quito - Ecuador

RECLAMOS: 0999 689 477
 0991 932 743

INFORME TECNICO **Nº 0014145**

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: JOSE MIGUEL ROBELLI TELEFONO: _____

DIRECCION: FRANCISCO PIZARRA X ELOY INFANTE

INFORMACION DEL PRODUCTO

ARTICULO: DIRE ACONDICIONADOS MARCA: _____

MODELO: SMCAS 12205 SERIE: D20020354054577 2016

DETALLE DE PREPARACION

FECHA DE INGRESO	DIA	MES	AÑO				
	<u>20</u>	<u>03</u>	<u>2016</u>				

DAÑO REPORTADO: INSTALACION

DIAGNOSTICO: INSTALACION / EXPLICACION DEL FUNCIONAMIENTO

FECHA DE REPARACION: DIA 20

REPUESTOS/INSUMOS UTILIZADOS: _____ MES 03 AÑO 2016

OBSERVACIONES: PRESION 115 PSI CONSUMO 4,3 MIP3

RECOMENDACIONES: _____

COSTO DE LA REPARACION SIN IVA: \$ _____

SI SU PAGO ES CON CHEQUE FAVOR GIRAR A NOMBRE DE ELECTRO SERVICIOS GONZALEZ

Recibo Conforme: _____

Nombre: Jose Robelli

DIA 20 MES 03 AÑO 2016

Entregado: _____

TECNICO: VIGOR MORALES

Tiempo de la garantía de la reparación: _____

NOTA: En caso de ser reparación/chequeo a domicilio por favor acercarse al centro de servicio para emitir su factura respectiva.

IMPRESA JESUA TELF.: 3020210 IMPRESO EL 15-09-2014 DEL 13901 AL 14900 QB-C

Informe técnico de pruebas y ajustes
(Gonzalez, 2016)