	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>		<b>APROBÓ</b>	
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad	

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): LERNEY GONZALO

APELLIDOS: ALVAREZ AREVALO

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GERMAN ADOLFO

APELLIDOS: JABBA CASTAÑEDA

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA LA SALA QUIRURGICA GINECOBSTETRA DEL E.S.E HOSPITAL EMIRO QUINTERO CAÑIZARES DE OCAÑA

RESUMEN

El presente trabajo surgió de la necesidad imperativa que tiene el E.S.E hospital Emiro Quintero Cañirares de Ocaña de contar con un adecuado sistema de aire acondicionado para su sala quirúrgica ginecobstetra no solo para brindar un confort climático sino además buscando obtener un ambiente más inocuo adecuado para la finalidad de esta sala quirúrgica, lo que reducirá en gran medida los patógenos presentes en el aire y generara las condiciones adecuadas para el personal y los pacientes presentes en el recinto. Se planteó como objetivo general diseñar el sistema de aire acondicionado para la sala quirúrgica ginecobstetra del E.S.E hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña. Se llegó a la conclusión de que las condiciones del proyecto y los objetivos plasmados solo se centró en calcular la carga térmica y selección del equipo de la sala quirúrgica ginecobstetra del E.S.E hospital Emiro Quintero cañizares de Ocaña, por la simpleza de la sala y el nivel en el que se encuentra actualmente el hospital se determinó que la unidad de cassette fue la más adecuada en precio y facilidad de mantenimiento, además que cumple con todas las necesidades en suministro de aire y condiciones climatización.

PALABRAS CLAVE: Aire acondicionado, sala quirúrgica, confort climático, carga térmica, climatización.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 83 PLANOS: \_0\_ ILUSTRACIONES: 27 CD ROOM: \_1\_

**\*\*Copia No Controlada\*\***

DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA LA SALA QUIRURGICA  
GINECOBSTETRA DEL E.S.E HOSPITAL EMIRO QUINTERO CAÑIZARES DE OCAÑA

LERNEY GONZALO ALVAREZ AREVALO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA MECANICA

SAN JOSE DE CUCUTA

2022

DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA LA SALA QUIRURGICA  
GINECOBSTETRA DEL E.S.E HOSPITAL EMIRO QUINTERO CAÑIZARES DE OCAÑA

LERNEY GONZALO ALVAREZ AREVALO

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar por al título de

Ingeniero Mecánico

DIRECTOR

GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA MECANICA

SAN JOSE DE CUCUTA

2022



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

**FECHA:** CÚCUTA, 18 DE NOVIEMBRE 2022

**HORA:** 02:00 P.m.

**LUGAR:** AULA SC 301 UFPS

**PLAN DE ESTUDIOS:** INGENIERÍA MECÁNICA

**TÍTULO:** "DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA LA SALA QUIRÚRGICA GINECOBSTETRA DEL E.S.E HOSPITAL EMIRO QUINTERO CAÑIZARES DE OCAÑA."

**Jurados:** ING. JORGE EDUARDO GRANADOS GRANADOS  
ING. PEDRO ANTONIO PEREZ ANAYA


**Director:** ING. GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

Nombre del estudiante	Código	Calificación	
		Letra	Número
LERNEY GONZALO ÁLVAREZ ARÉVALO	1121467	Cuatro, Dos	4.2

**APROBADA**

ING. JORGE EDUARDO GRANADOS GRANADOS

ING. PEDRO ANTONIO PEREZ ANAYA

  
Vo.Bo GONZALO DE LA CRUZ ROMERO GARCÍA  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Mecánica

## **Dedicatoria**

Agradecer a Dios, por ser mediante para este logro tan importante; a la mujer que fue pilar para que día a día me ilusionara más con este momento; a mis hijos, que son motivo, ilusión y esperanza para cada día ser el mejor ejemplo en sus vidas y a mis papás y hermana, por ser compañía en este camino.

Lerney Alvarez.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción	14
1. Problema	15
1.1 Título	15
1.2 Planteamiento del problema.	15
1.3 Formulación del problema.	15
1.4 Justificación.	16
1.5 Objetivos.	16
1.5.1 Objetivo general.	16
1.5.2 Objetivos específicos.	16
1.6 Alcances y delimitaciones.	17
1.6.1 Alcances.	17
1.6.2 Delimitación espacial	17
1.6.3 Delimitación temporal.	17
1.6.4 Limitaciones.	18
2. Marco teórico y referencial.	19
2.1 Antecedentes en la solución del problema.	19
2.2 Marco teórico.	20
2.2.1 Ventilación.	20

2.2.2 Natural	21
2.2.3 Infiltración	21
2.2.4 Mecánica o forzada.	22
2.2.5 Cantidad de aire necesaria en sistemas de ventilación.	23
2.2.6 Lugares bajo condiciones normales y número de ocupantes conocido.	24
2.2.7 Lugares con número de ocupantes desconocido.	25
2.2.8 Aire acondicionado.	27
2.2.9 Cálculos usados para la determinación de cargas terminas.	29
2.3 Marco contextual.	34
2.4 Bases conceptuales	38
2.5 Marco legal	39
3. Metodología	41
3.1 Tipo de investigación	41
3.2 Método de investigación	41
3.3 Actividades y metodologías.	42
4. Desarrollo del proyecto	45
4.1 Identificación y estudio de los diferentes sistemas de ventilación y aire acondicionado.	45
4.1.1 Sistema de ventilación.	45
4.1.2 Sistemas de aire acondicionado	45
4.1.2.1 Aire Acondicionado Split.	46

4.1.2.2 Aire Acondicionado Tipo Chiller.	48
4.1.2.3 Aire Acondicionado Tipo VRF	50
4.2 Cálculo de la carga térmica para la determinación del sistema adecuado a implementar.	52
4.2.1 Temperatura promedio máxima y mínima en Ocaña.	53
4.2.2 Condiciones de diseño.	54
4.2.3 Parámetros psicométricos	54
4.2.4 Conducción a través de techos muros y ventanas.	59
4.2.5 Radiación solar, particiones y carga por iluminación	59
4.2.6 Cargas por personas y por equipos.	60
4.2.7 Calor latente y sensible.	61
4.2.8 Resumen de cargas.	61
4.3 Cálculo y selección del equipo.	62
4.3.1 Sistemas centralizados.	62
4.3.2 Sistemas unitarios y semi-centralizados	63
4.3.3 Análisis y selección en los sistemas de aire acondicionado	63
4.3.3.1 Acondicionadores Mini Split.	64
4.3.3.2 Características del equipo.	65
4.3.3.3 Características técnicas del equipo.	68
4.3.4 Costos del equipo.	68
4.3.5 Recomendaciones de instalación.	69



4.3.6 Selección del lugar de instalación.	71
4.3.7 Recomendaciones de mantenimiento.	73
5. Conclusiones	75
6. Recomendaciones	76
7. Referencias bibliográficas	77
Anexos	81

## Lista de figuras.

	<b>Pág.</b>
Figura 1. La ventilación.	20
Figura 2. Ventilación natural.	21
Figura 3. Ventilación por infiltración.	22
Figura 4. Sistema de ventilación mecánica.	23
Figura 5. Plano arquitectónico de piso de cirugías	35
Figura 6. Especificaciones técnicas de UMA	36
Figura 7. Unidad Manejadora de Aire	37
Figura 8. Unidad exterior de aire acondicionado Split.	46
Figura 9. Sistema del ciclo de funcionamiento SPLIT.	47
Figura 10. Unidad de aire acondicionado Chiller.	48
Figura 11. Sistema del ciclo de funcionamiento CHILLER.	50
Figura 12. Unidad de aire acondicionado VRF.	51
Figura 13. Temperaturas máximas y mínimas promedio en Ocaña durante el año.	54
Figura 14. Condiciones psicométricas del lugar de diseño (Condiciones externas).	55
Figura 15. Resultados de las condiciones psicométricas (Condiciones externas).	56
Figura 16. Condiciones psicométricas del lugar de diseño (Condiciones internas).	57
Figura 17. Resultados de las condiciones psicométricas (Condiciones internas).	58
Figura 18: Calculo de cargas térmicas por conducción en techo muros y ventanas.	59
Figura 19. Resumen de cargas térmicas por radiación solar, particiones e iluminación.	60
Figura 20. Resumen de cargas por personas y cargas por equipos.	60
Figura 21. Calor sensible y latente.	61

Figura 22. Resumen de cargas para el quirófano de ginecobstetra	62
Figura 23. Características general y de producto de la unidad seleccionada.	65
Figura 24. Características de la unidad interna	66
Figura 25. Características de la unidad externa.	66
Figura 26. Usos recomendados por el fabricante.	67
Figura 27. Aire acondicionado tipo cassette LG AT-Q24GNLE3.	67

## **Lista de tablas.**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Requisitos mínimos de ventilación por persona.	24
Tabla 2. Renovaciones de aire por hora en sistemas de ventilación.	25
Tabla 3. Tipos de Aires Acondicionados.	28
Tabla 4. Condiciones de diseño.	54
Tabla 5. Costos estimados de la unidad de aire acondicionado.	69

## Lista de anexos

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Plano del lugar estudiado.	82

## **Introducción**

En el presente documento se muestra el procedimiento y metodología aplicada para el diseño y selección del sistema de aire acondicionado para la sala de cirugía ginecobstetra del hospital Emiro Quintero Cañizares del municipio de Ocaña, Norte de Santander.

Dentro de los objetivos se trazaron el cálculo de la carga térmica de sala de cirugía, la cantidad de aire que se suministrara, la selección del equipo y los costos estimados que tendría este nuevo equipo.

También se encuentran unas recomendaciones de instalación y de mantenimiento a nivel general y unas recomendaciones dadas por el autor basándose en el trabajo de campo realizado en el centro de salud donde se encontraron varias falencias a nivel de organización y gestión del mantenimiento actual que se viene llevando en las instalaciones.

## **1. Problema**

### **1.1 Título**

Diseño de un sistema de aire acondicionado para la sala quirúrgica ginecobstetra del E.S.E hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña.

### **1.2 Planteamiento del problema.**

Los sistemas de aire acondicionado y ventilación en salas quirúrgicas son sistemas primordiales que requieren los hospitales para garantizar las mejores condiciones sanitarias tanto para el paciente como para el cuerpo médico presente en la sala, dicho lo anterior la actual pandemia del COVID-19 solo contribuye a reafirmar la necesidad de la implementación de este tipo de equipos pues en la coyuntura del mundo se necesita un procesamiento del aire que garantice inocuidad, nivel de humedad, y circulación según las condiciones establecidas por las agencias de salud pertinentes.

El E.S.E Hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña no cuenta actualmente con este tipo de sistema adecuado en las instalaciones de la sala quirúrgica ginecobstetra y dada la importancia de esta sala se hace evidente la necesidad de su implementación.

### **1.3 Formulación del problema.**

Ante la situación expuesta anteriormente se reafirmó la validez de la propuesta de pasantías mostrada en este documento, y para su correcta ejecución aparece la siguiente pregunta:

¿Cómo se puede diseñar de forma adecuada un sistema de aire acondicionado para la sala ginecobstetra del E.S.E hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña?

#### **1.4 Justificación.**

El presente trabajo surgió de la necesidad imperativa que tiene el E.S.E hospital Emiro Quintero Cañirares de Ocaña de contar con un adecuado sistema de aire acondicionado para su sala quirúrgica ginecobstetra no solo para brindar un confort climático sino además buscando obtener un ambiente más inocuo adecuado para la finalidad de esta sala quirúrgica, lo que reducirá en gran medida los patógenos presentes en el aire y generara las condiciones adecuadas para el personal y los pacientes presentes en el recinto.

Por otra parte este proyecto permitió poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos durante la estancia académica en la Universidad Francisco de Paula Santander, conceptos como la transferencia de calor, el control de la humedad y la temperatura del aire, la circulación de fluidos, los intercambiadores de calor entre otros, todos fueron útiles para llevar a cabo el desarrollo de la pasantía, así mismo utilizar las herramientas computacionales como AutoCAD para el levantamiento de planos de ser necesario.

#### **1.5 Objetivos.**

**1.5.1 Objetivo general.** Diseñar el sistema de aire acondicionado para la sala quirúrgica ginecobstetra del E.S.E hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña.

**1.5.2 Objetivos específicos.** Calcular las cargas térmicas, transferencia de calor existente y las cargas totales de enfriamiento en la sala quirúrgica ginecobstetra del E.S.E hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña.

Determinar la temperatura del aire acondicionado de suministro para acondicionar la sala quirúrgica ginecobstetra del E.S.E hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña.



Seleccionar el equipo de aire acondicionado que cumpla los requerimientos térmicos para lograr el acondicionamiento del aire.

Calcular el presupuesto requerido para la implementación del sistema de aire acondicionado de la sala quirúrgica ginecobotetra del E.S.E hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña.

## **1.6 Alcances y delimitaciones.**

**1.6.1 Alcances.** El alcance del presente trabajo se limitó a generar cálculos y diseños del aire acondicionado solo a la quirúrgica ginecobotetra del E.S.E hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña. Se realizaron los cálculos para las maquinas presenten en el momento de las inspecciones, así como para el número de personas que por normas del hospital deben estar presentes en el momento del parto. Se realizó este diseño de aire acondicionado de forma separada al que se encuentra implementado actualmente, pues este no soporta la adición de una nueva sala.

La carga térmica se calculó además teniendo en cuenta las condiciones ambientales promedio de la ciudad de Ocaña, Norte de Santander, sitio donde se encuentra ubicado el hospital.

El cálculo de los costos del sistema de aire acondicionado se limitó a los cálculos de los costos de los equipos necesarios para generar el confort térmico que se estableció como el adecuado según la normativa técnica y los requerimientos del ministerio de salud colombiano y las entidades de control pertinentes.

**1.6.2 Delimitación espacial.** El proyecto tendrá su aplicación en el E.S.E hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña, más específicamente en la sala quirúrgica ginecobotetra.

**1.6.3 Delimitación temporal.** El proyecto obtuvo los resultados del estudio y la culminación total de sus objetivos en 5 meses después de la aprobación del anteproyecto presentado.

**1.6.4 Limitaciones.** La mayor limitante que presentó el proyecto es que solo se centró en la presentación exclusivamente del diseño mas no se presentó los resultados del montaje.

## **2. Marco teórico y referencial.**

### **2.1 Antecedentes en la solución del problema.**

(Bonilla Barrios, 2015) tiene un proyecto que busca la implementación de un sistema de aire acondicionado en un quirófano de un hospital de tercer grado donde su enfoque matemático y técnico es de resaltar, la implementación del sistema de acondicionamiento de aire esta basada en los cálculos de generación de calor e intercambio térmico apoyado en una correcta utilización de las propiedades termodinámicas del aire, su entalpia temperatura de bulbo húmedo y seco, para lo cual se utiliza la carta psicométrica en un enfoque técnico que permite obtener un alto grado de precisión en las necesidades de refrigeración y por tanto adquirir los equipos precisos para lograr el objetivo lo que garantiza no desperdiciar recursos en equipos que estarían muy por encima de los requerimientos y por tanto serian subutilizados.

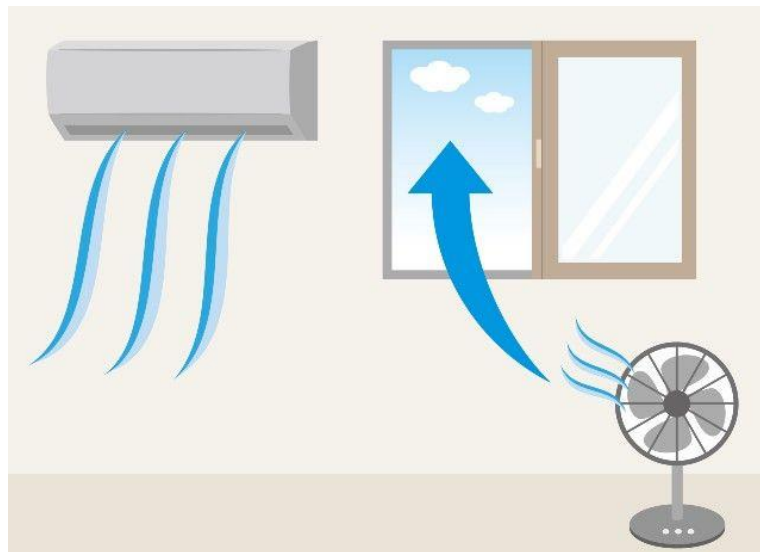
(Ramirez Espinoza, 2013) Parte de la necesidad que tiene el quirófano del hospital de Toluca para implementar un sistema de aire acondicionado que cumpla con la normativa del ministerio de salud mexicano, su enfoque tiene en cuenta la ubicación y temperatura promedio, condiciones de humedad y altitud de la ciudad, además su enfoque pasa por la eliminación de virus y partículas del aire nocivas para la salud al tiempo que el confort del paciente no se descuida, sino por el contrario busca darle un ambiente agradable que contribuya a que los procedimientos quirúrgicos sean lo menos traumáticos posible para el paciente.

(Nuñez Acurio, 2011) se enfoca en garantizar el confort de los pacientes y personal médico a través de la elección de una serie de estándares como son la temperatura mínima, temperatura óptima y máxima, humedad relativa, pureza del aire (porcentaje de concentración de CO<sub>2</sub>), y circulación del aire dentro de la sala. En su trabajo el autor se centra en encontrar el conjunto de

equipos que garanticen los mejores valores de los estándares seleccionados a un precio de implementación accesible y con equipos que tengan una tecnología actual.

## 2.2 Marco teórico.

**2.2.1 Ventilación.** Como lo explica (Granados, 2011) la ventilación es un proceso de suministro de aire puro, y/o extracción de aire viciado o contaminado de un espacio, por razones de salud o de confort o las necesidades de diseño que se indiquen. La calidad del aire interior “IAQ” y el confort dependen de varios factores, entre estos factores se encuentran las condiciones climáticas, el control de las fuentes de contaminación internas y externas, remoción de aire contaminado, suministro de aire puro, y la adecuada operación y mantenimiento de los sistemas de la instalación. Esto se puede observar en la figura 1 a continuación.



**Figura 1.** La ventilación.

Fuente: (BBC NEWS, 2020)

La ventilación se puede clasificar en los siguientes tipos:

**2.2.2 Natural.** El proceso de ventilación natural se efectúa como se indica por medios naturales, haciendo uso de las corrientes de aire que existen y las diferencias de temperatura que se encuentren en cercanías de la instalación. Su principal característica en el proceso de ventilación natural es que se tiene un control sobre la ubicación y el conocimiento del tamaño de puertas, ventanas y otras aberturas. No supone ningún coste. Desde el punto de vista energético, la ventilación natural es pasiva y no genera gasto alguno. En condiciones óptimas, podemos lograr confort en el hogar de manera totalmente ecológica. Si nos encontramos en zonas de viento es posible que podamos aprovechar esta circunstancia. Dicho ejemplo de la ventilación natural se puede observar a continuación en la figura 2.



**Figura 2.** Ventilación natural.

Fuente: (Zone, 2020)

**2.2.3 Infiltración.** La infiltración se puede conceptualizar como la ventilación no controlada del flujo por medio de aberturas, perteneciente de corrientes de viento y diferencias de presión. El

proceso contrario se sabe cómo ex filtración. Además, es equilibrada por una porción igual de viento de exfiltración, pues no hay un acopio neto de viento en una construcción. Un caso muestra de esta clase se observa en la figura 3 posteriormente.

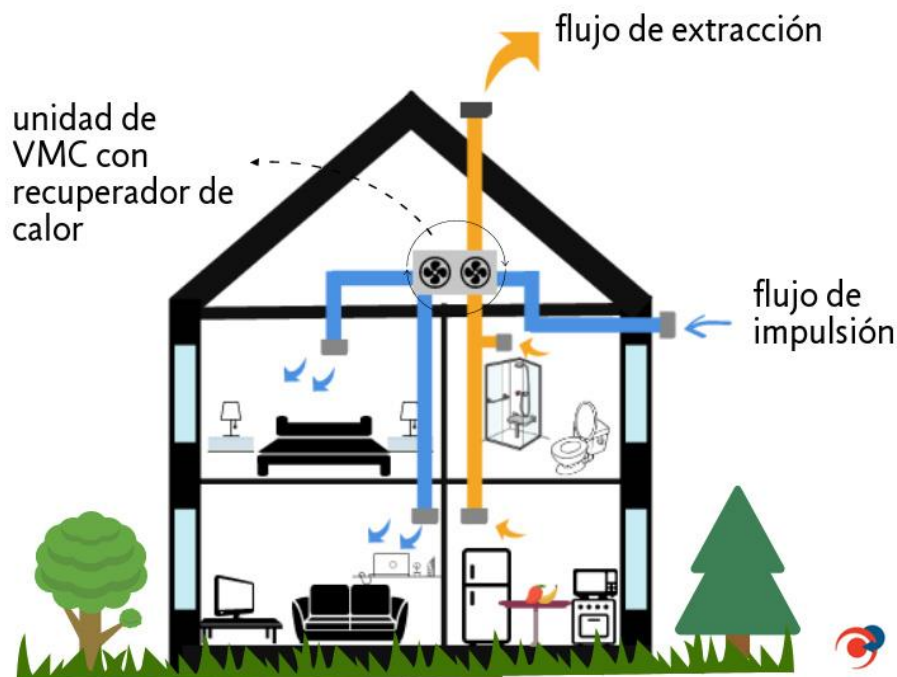


**Figura 3.** Ventilación por infiltración.

Fuente: (Herrera, 2017)

**2.2.4 Mecánica o forzada.** En este proceso se hace uso de medios mecánicos, habitualmente conocidos como ventiladores, sopladores, extractores, entre otros. Esto con el fin de conseguir la proporción de viento solicitada. Una ejemplificación de estas aplicaciones se puede mirar en diferentes procesos industriales, como en cámara de pintura, regiones donde se manejen gases de diferentes tipos, entre otros.

Además, Se puede mantener el control de mejor la admisión de viento, filtrar el viento exterior, evadir la ingreso de sonido de la calle y utilizar cualquier control bajo demanda.



**Figura 4.** Sistema de ventilación mecánica.

Fuente: (Calor y Frio , 2020)

**2.2.5 Cantidad de aire necesaria en sistemas de ventilación.** Existen dos procedimientos para determinar la cantidad de aire requerida por ventilación: lugares con número de ocupantes desconocido y, lugares bajo condiciones normales y número de ocupantes conocido

La cantidad de aire requerida se determina en  $\text{pies}^3/\text{min}$  (CFM) o en  $\text{m}^3/\text{h}$  sobre la base del número de personas, la naturaleza de la ocupación, el medio ambiente y el volumen del espacio. Un trabajador de factorías requerirá mayor volumen de aire que un trabajador de oficina. La industria, de hecho, exige más ventilación por el mayor nivel de contaminación. Los niños necesitan más aire que los adultos.

**2.2.6 Lugares bajo condiciones normales y número de ocupantes conocido.** La tabla 1 se muestra los requisitos de ventilación mínimos para varias aplicaciones dependiendo del espacio ocupado por persona.

El caudal de aire se calcula mediante la fórmula:

$$Q = (\text{cantidad de aire/persona}) * \text{No. Personas CFM, (m}^3/\text{h)} \quad (1)$$

De una manera general puede utilizarse entre 7-12 CFM (11,88-20,37 m<sup>3</sup>/h) en espacios donde no hay fumadores, y entre 13,5-18 CFM (23-31 m<sup>3</sup>/h) en presencia de fumadores.

En los casos particulares de baños y garajes, se prefiere calcular el caudal de aire con base en el número de instalaciones, 25 CFM (12,5 l/s) por instalación, o en el número de automóviles, 150-600 CFM (75-300 l/s) por automóvil, respectivamente. Obsérvese las unidades de litros por segundo (l/s) también utilizadas para expresar el flujo de aire en el Sistema Internacional.

**Tabla 1.** Requisitos mínimos de ventilación por persona.

Actividad	Espacio/persona		Aire de ventilación	
	pies <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	CFM/persona	m <sup>3</sup> /h-persona
Reposo o trabajos livianos	100	2.83	26	42.45
	200	5.66	16	27.16
	300	8.49	12	20.37
	500	14.15	7	11.88
Trabajos moderados y severos	200	5.66	23	39.05
Niños en edad escolar	100	2.83	29	49.24
	200	5.66	21	35.65
	300	8.49	17	28.81

Fuente: AMERICAN STANDARD, American Blower Utility Sets. Bulletin 1004, Detroit, 1980.



**2.2.7 Lugares con número de ocupantes desconocido.** La cantidad de aire necesaria se determina con base en los cambios o renovaciones recomendadas por las normas, según la aplicación particular.

$$Q = \frac{V \cdot \text{Renovaciones/Hora}}{T} \quad (2)$$

Q=caudal de aire, CFM, (m<sup>3</sup>/h)

V=volumen del lugar, pies<sup>3</sup>, (m<sup>3</sup>)

T=constante, 60

En la siguiente tabla se señalan los cambios de aire por hora recomendados.

**Tabla 2.** Renovaciones de aire por hora en sistemas de ventilación.

Aplicación	Cambios/hora
Discotecas	20 – 30
Fundiciones	20 – 30
Gimnasios	6 – 20
Habitaciones de viviendas	3 – 5
Hornos de cocción	30 – 60
Iglesias	1 – 4
Manufacturas: textilerías y papelerías	10 – 20
Oficinas y despachos	5 – 8
Panaderías	20 – 30
Restaurantes, casinos	5 – 10
Salas de cine	10 – 15
Salas de conferencias, aulas	4 – 10
Salas de copiado y fotografía	12 – 20
Salas de enfermos contagiosos	20 – 40
Salas de espectáculos, bailes	10 – 15
Salas de máquinas	20 – 30
Sanitarios públicos	15 – 20
Sótanos de estacionamiento	10 – 15
Supermercados	8 – 15
Talleres, fábricas, almacenes	6 – 12
Talleres de pintura	25 – 50

Discotecas	20 – 30
Fundiciones	20 – 30
Gimnasios	6 – 20
Habitaciones de viviendas	3 – 5
Hornos de cocción	30 – 60
Iglesias	1 – 4
Manufacturas: textileras y papelerías	10 – 20
Oficinas y despachos	5 – 8
Panaderías	20 – 30
Restaurantes, casinos	5 – 10
Salas de cine	10 – 15
Salas de conferencias, aulas	4 – 10
Salas de copiado y fotografía	12 – 20
Salas de enfermos contagiosos	20 – 40
Salas de espectáculos, bailes	10 – 15
Salas de máquinas	20 – 30
Sanitarios públicos	15 – 20
Sótanos de estacionamiento	10 – 15
Supermercados	8 – 15
Talleres, fábricas, almacenes	6 – 12
Talleres de pintura	25 – 50

Fuente: (SIEMENS, 1982)

En sistemas de aire acondicionado, el caudal de aire depende de la carga térmica. La carga sensible y el diferencial de temperatura, o la carga latente y el diferencial de humedad específica nos determinan igualmente el caudal necesario. El aire de ventilación requerido para remover cierta cantidad de calor de un recinto se calcula a partir de:

$$Q = \frac{HS}{60 * \rho * C_p * \Delta T} = \frac{HS}{C_1 * \Delta T} \quad (3); \quad Q = \frac{HL}{\rho * h_{fg} * \Delta W} = \frac{HL}{C_2 * \Delta W} \quad (4)$$

Dónde: Q = caudal de aire, CFM, (l/s)

HS = 1.1\*Q\*ΔT, calor sensible, Btu/h, (Watt).

HL= 60.Q.ρ.ΔW. (1061+0.444t) = 4840·Q·ΔW, calor latente, Btu/h, (watt).

ΔT = diferencial de temperatura suministro-interior, °F, (°C).

En aire acondicionado, el diferencial está entre 15 y 30 °F, (8.4 -16.7 °C)

$\Delta W$  = diferencial de humedad específica, (suministro-interior), lb agua/lba.s, (g agua/kg aire seco)

$$C_1=1.1,$$

$$C_2=4840,$$

$\rho$  = densidad del aire, 0.075 lb/pies<sup>3</sup>, (1.2 kg/m<sup>3</sup>) en condiciones normales

$C_p$  = calor específico del aire a presión constante, 0.245 Btu/lb. °F, (1025 J/kg. °K)

$h_{fg}$  = calor latente de vaporización a la temperatura interior, 1061 Btu/lb, (2500 kJ/kg).

Valores típicos de volúmenes de aire de ventilación en instalaciones de aire acondicionado son 4-6 CFM/persona, (2-3 l/s) ó 0.5-2.0 CFM/pie<sup>2</sup>, (0.023 – 0.093 l/s·m<sup>2</sup>) en términos de área unitaria de piso, y 25-40 CFM, (12.5-20 l/s) aire de retorno, para un total de 29 a 46 CFM, (14.5-23 l/s) por persona.

**2.2.8 Aire acondicionado.** Sistema de refrigeración del aire que se utiliza para refrescar los ambientes o espacios confinados cuando las temperaturas del ambiente son muy altas y calurosas. El aire acondicionado, si bien hace referencia al aire en sí, es un aparato que se instala en casas, locales y demás espacios cerrados con el objetivo de proveer de aire fresco que se renueva permanentemente.

El aire acondicionado funciona a partir de la puesta en circulación del aire de un espacio cerrado. Esta puesta en circulación suma, además, la variación que se genera en la temperatura y en la humedad a partir de la entrada de aire frío y de la salida del aire más caliente o cálido.

Según (Econergia, 2015) Estas son las ventajas y desventajas del aire acondicionado:

Ventajas:

Disponen de un sistema de deshumidificación, ayudan a quitar la humedad del ambiente.

Disminuye la presencia de insectos como moscas y mosquitos.

La mayoría de los modelos de aire acondicionado disponen de un sistema de eliminación de aire caliente, además de poderlos utilizar como bomba de calor en invierno.

Al hacer circular el aire, hacen que éste se renueve.

Y sobre todo nos ayudan a bajar la temperatura rápidamente




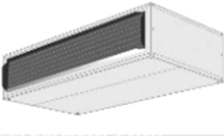

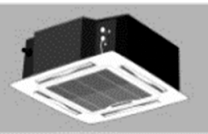

Desventajas:

Altos consumos de energía.

Contaminación al medio ambiente.

En la tabla 3 a continuación se observa los diferentes tipos de aire acondicionado.

**Tabla 3.** Tipos de Aires Acondicionados.

Tipo de Aire Acondicionado	Descripción	
Portatil	Sistema sin instalación, son menos eficientes que los equipos de pared y más ruidosos.	
Sistema Mono Split	Sistema que se componen de una unidad interior y una exterior.	
Sistema Multi Split	Sistema que se componen de varias unidades interiores y una exterior.	
Sistema de Conductos	La distribución de aire se realiza mediante conductos ocultos en el falso techo que terminan en unas rejillas estratégicamente colocadas.	
Fancoil	Equipo compacto agua-aire constituido por un intercambiador de calor, un ventilador y un filtro.	
Multi Split Cassete	Las unidades interiores se insertan en el falso techo, lo que libera espacio en el local. Más potencia y distribuyen mejor el aire por la estancia.	
Multi Split Suelo Techo	Unidades voluminosas y potentes, se pueden instalar en el techo o en la parte inferior de las paredes.	 caloryfrio.com

### 2.2.9 Cálculos usados para la determinación de cargas terminas.

Conducción a través de techos, muros y ventanas.

$$q = U \times A \times CLDT \left( \frac{Btu}{h} \right)$$

Donde,

U=coeficiente general de transferencia de calor, Btu/(h·ft<sup>2</sup>·°F)

A=área calculada de la superficie, ft<sup>2</sup>

CLTD=diferencial de temperatura para la carga de enfriamiento, °F

Para techos.

$$CLTD_c = [(CLTD + LM)k + (78 - Tr) + (To - 85)]f$$

Donde

LM=corrección por latitud y mes.

k=factor de ajuste por color. k=1.0 en techos de color oscuro, ó claro en zonas industriales;

k=0.5 en techos de color permanentemente claro (áreas rurales).

(78-Tr) =corrección a la temperatura de diseño interior.

Tr=temperatura de diseño interior, °F

(To-85) =corrección a la temperatura de diseño exterior

To=temperatura promedio exterior, °F =temperatura de diseño exterior - (Variación diaria de Temperatura) /2.

f=factor de ventilación aplicable a ventiladores, o conductos sobre cielo falso. =1.0 si no existen conductos ni ventilación sobre falso techo. o =0.75 ventilación positiva, ventiladores ubicados entre el cielo falso y techo.

Para muros.

$$CLTD_c = [(CLTD + LM)k + (78 - Tr) + (To - 85)]$$

Donde

LM=corrección por latitud y mes.

k= factor de ajuste por color. =1.0 en muros de color oscuro, ó claro en zonas industriales.  
=0.83 muros de color medio, (áreas rurales). =0.65 muros de color claro, (áreas rurales).

(78-Tr) =corrección a la temperatura de diseño interior.

Tr =temperatura de diseño interior, °F

(To-85) =corrección a la temperatura de diseño exterior

To=temperatura promedio exterior, °F =temperatura de diseño exterior - (variación diaria de temperatura) /2.

La temperatura promedio To corresponde al valor (2.5%) definido previamente.

*Nota:* Para este parámetro fue necesario saber el tipo de bloque que se utilizó para la construcción del lugar también la ubicación de muro para así seleccionar el valor correspondiente del CLTD.

Para ventanas.

$$CLTD_c = CLTD + (78 - Tr) + (To - 85)$$

Donde

CLTD= El diferencial de temperatura para cargas de enfriamiento a través de vidrio, se determina con base en la hora solar.

Radiación solar.

$$Q = SHGF \cdot A \cdot SC \cdot CLF \left( \frac{Btu}{h} \right)$$

Donde

SHGF=factor de ganancia de calor solar. Este depende de la latitud, orientación y mes,  
Btu/h.ft<sup>2</sup>

A=área total de radiación, ft<sup>2</sup>.

SC=coeficiente de sombreado para vidrio. Depende del tipo de vidrio, espesor, y la presencia o no de elementos de sombreado tales como cortinas, persianas y aleros.

CLF=factor de carga de enfriamiento para vidrios. Depende de la hora solar, tipo de construcción, presencia o no de elementos de sombreado y de la orientación del local.

Conducción a través de estructuras interiores o particiones.

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T \left( \frac{Btu}{h} \right)$$

Donde

U=coeficiente general de transferencia, (Btu/h.ft<sup>2</sup> °F)

A=área de transferencia, ft<sup>2</sup>

$\Delta T$  =diferencial de temperatura entre las dos zonas, °F. Si la temperatura de la división o zona no acondicionada es desconocida, se puede tomar un valor de 5 °F menor que la temperatura exterior.

Cargas por iluminación.

$$Q = 3.41 \cdot W \cdot CLF \cdot Ful \cdot Fsa \left( \frac{Btu}{h} \right)$$

Donde

W=capacidad total de iluminación, watt (W).

CLF=factor de carga de enfriamiento. Depende de la masa del edificio, de la ventilación y del horario de iluminación. CLF es igual a 1.0 si el equipo de aire acondicionado funciona únicamente cuando las luces están encendidas. También es igual a 1.0 cuando las luces permanecen encendidas durante más de 16 horas

Ful=factor de uso de iluminación. Este factor es la relación entre los vatios efectivamente consumidos, al vatiage total instalado. Para aplicaciones comerciales, tales como almacenes, este factor es generalmente igual a la unidad.

Fsa=factor especial de iluminación. Es un factor aplicable a lámparas fluorescentes y aquellas que son ventiladas o instaladas de tal manera que sólo cierta parte del calor va al espacio acondicionado. En lámparas fluorescentes se debe a las pérdidas por el balasto y su valor es de 2.19 para lámparas sencillas de 32 watt en circuitos de 230 voltios. En lámparas de rápido arranque, de 40 watt, el factor varía entre 1.18 parados lámparas a 230 voltios, y 1.30 para una lámpara a 120 voltios, con un valor recomendado de 1.2. Para lámparas especiales, no fluorescentes, tales como las lámparas de sodio, este factor varía entre 1.04 y 1.37, dependiendo del fabricante.

Cargas por personas.

$$Q = q_{sp} \cdot N \cdot CLF \left( \frac{Btu}{h} \right)$$

Donde

$q_s, q_l$ =ganancias de calor sensible y latente, respectivamente.

$q_{sp}, q_{lp}$ =ganancias de calor sensible y latente por persona, Tabla 38.

$N$ =número de personas.

$CLF$ =factor de carga de enfriamiento para personas, basado en el tiempo de ocupación. Use  $CLF=1.0$  si el sistema de enfriamiento no opera durante las 24 horas del día. También en auditorios, teatros o sitios donde la densidad de población es alta, y por tanto se reduce la radiación a paredes y objetos. Igualmente, cuando el equipo se apaga durante la noche o fines de semana.

Cargas por equipos.

$$Q = q_{se} \cdot F_u \cdot F_r \cdot CLF \left( \frac{Btu}{h} \right)$$



Donde

$q_{se}$ ,  $q_{le}$ = ganancias de calor sensible y latente del equipo.

CLF=factor de carga de enfriamiento. CLF=0 si el sistema de enfriamiento no permanece encendido durante las 24 horas del día.

$F_u$  =factor de uso

$F_r$ =factor de radiación

Cargas de infiltración y de ventilación.

Calor sensible

Las cargas sensibles son debidas al cambio de temperatura y se calculan por la expresión:

$$Q_s = 1.1 \cdot \text{CFM} \cdot \Delta T \left( \frac{\text{Btu}}{h} \right)$$

Donde

$\Delta T$  =diferencial de temperaturas ( $T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}}$ ), °F

CALOR LATENTE

Las cargas debidas a cambio de estado, es decir por variación de humedad se determinan así:

$$Q_L = 4840 \cdot \text{CFM} \cdot \Delta W \left( \frac{\text{Btu}}{h} \right)$$

Donde

$\Delta W$  = entalpías del agua condensada y la del agua evaporada

CALOR TOTAL

Totalizando las cargas sensible y latente, se tiene:

$$Q_T = Q_s + Q_L$$

Resumen de cálculo de cargas

$$CFM = \frac{Q_s}{1.1 \cdot \Delta T}$$

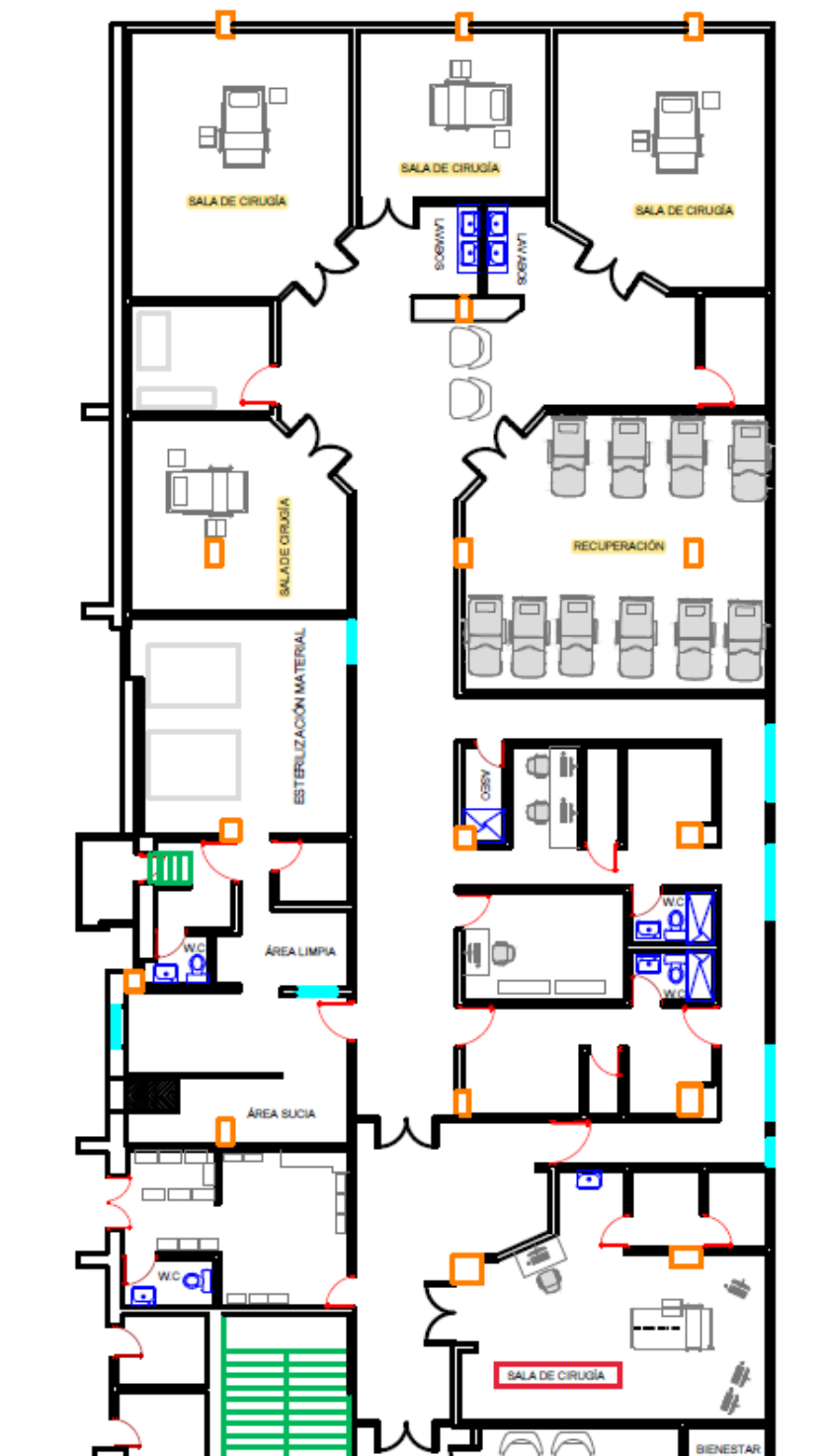
$$CFM = \frac{Q_t}{4840 \cdot \Delta W}$$

### **2.3 Marco contextual.**

El proyecto fue desarrollado en el departamento de Norte de Santander, municipio Ocaña, para la sala quirúrgica ginecobstetra del E.S.E Hospital Emiro Quintero Cañizares.

Las coordenadas son las siguientes: 8° 15' 16.637" N 73° 21' 30.903" W

El E.S.E Hospital Emiro Quintero Cañizares cuenta con un sistema de aire acondicionado ya establecido, el cual suministra aire acondicionado únicamente a cuatro salas de cirugía y a la sala de recuperación del hospital a través de una unidad manejadora de aire. Las demás salas del piso no fueron contempladas dentro del diseño actual pues excedían la capacidad de la UMA. A continuación, se observa el plano arquitectónico de la planta de cirugías:



**Figura 5.** Plano arquitectónico de piso de cirugías

La unidad de aire manejadora del sistema cuenta con las siguientes características:

Uso de agua refrigerante R-410A

Estructura compuesta en perfil, marco y esquineros de aluminio con aislamiento interno de poliuretano.

Paneles con doble pared de acero galvanizado con aislamiento interno de poliuretano.

Bandeja de rápido drenaje.

Filtros especiales: Eficiencias MERV 8, MERV 11 y MERV 19

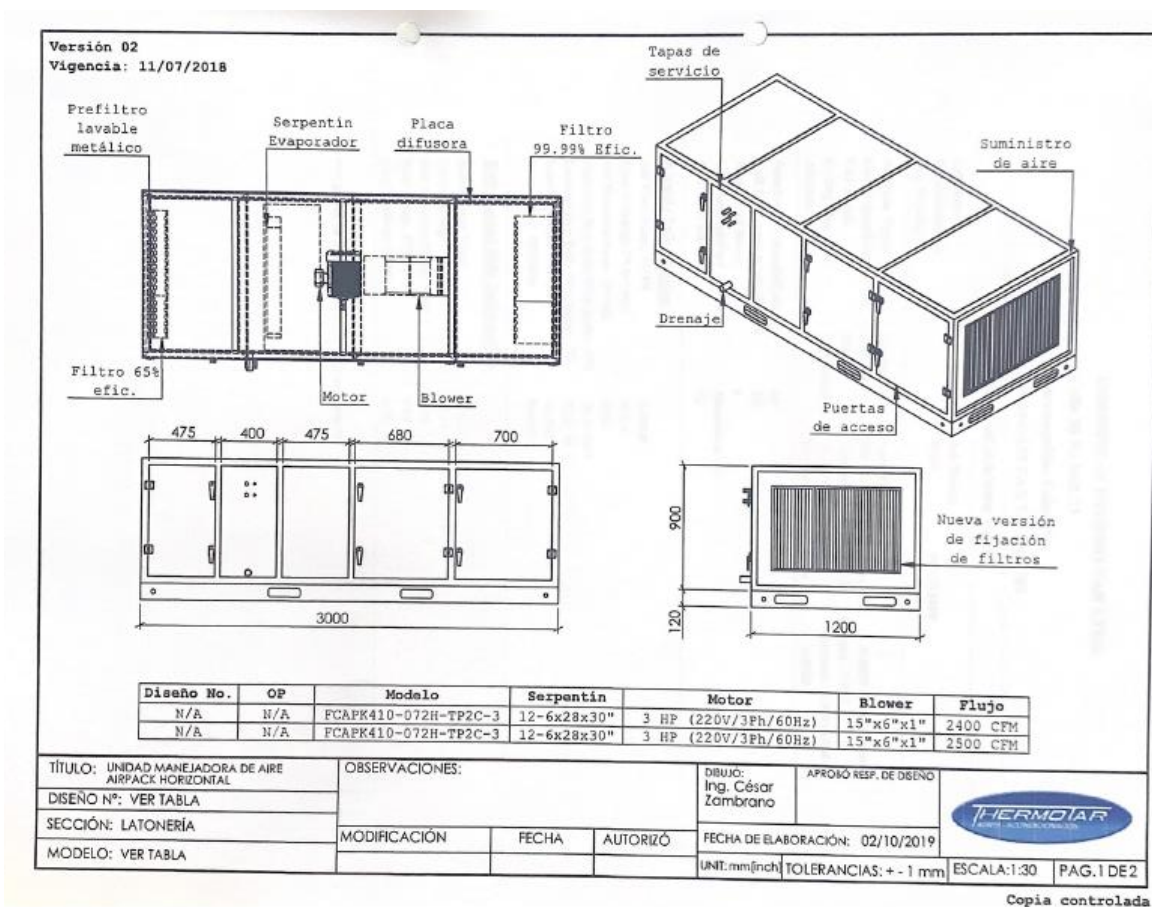
Descarga de aire horizontal.

Resistencia de calentamiento de 6KW

Características eléctricas y físicas del equipo			
Modelo unidad		FCAPK410-072H-TP2C-3	
Capacidad de enfriamiento		BTU/h	72000
Capacidad de enfriamiento		TR	6.0
Fuente de alimentación		(V/Ph/Hz)	(208-230/3/60)
Color		Arena	
Dimensiones	Altura	mm	1020
	Ancho	mm	900
	Largo	mm	3250
Peso neto	Unidad	kg	375
Unidad Ventilador	Ventilador	Tipo	Centrífugo con alábes curvados hacia adelante
	No. de ventiladores	Cantidad	1
	Dimensiones [D-L]	in	15-6
	Caudal de aire	CFM	2500
	Potencia del motor	HP	2.0
	Corriente	A	5.6/5.2
	Velocidad de giro (Eje - motor)	rpm	1765
	Velocidad de giro (Eje - ventilador)	rpm	1765
Transmisión mecánica	Tipo	Por poleas	
Intercambiador de calor	Tipo	Tubos de cobre con aletas de aluminio	
	Area	ft²	3.88
	Forma, configuración o ubicación	Vertical	
	No. de filas	Cantidad	8
Filtros de aire	Aletas por pulgada	10	
	Filtro 99.97% efíc.	in	24x 24 x 12
	Caída de presión	in. wg	1.4
	No. de filtros con efíc. 99.97%	Cantidad	1
	Filtro 65% efíc.	in	24 x 24 x 4
	Caída de presión	in. wg	0.28
	No. de filtros con efíc. 65%	Cantidad	1
	Filtro 35% efíc.	in	24 x 24 x 2
Caída de presión	in. wg	0.18	
No. de filtros con efíc. 35%	Cantidad	1	

**Figura 6.** Especificaciones técnicas de UMA

Así mismo, se presenta el diseño del UMA:



**Figura 7.** Unidad Manejadora de Aire

Para el desarrollar este proyecto, se utilizó el programa AutoCAD de diseño asistido por computador, también el cálculo de carga térmica y la selección de equipos se hizo uso de una hoja de cálculo. Además, se apoyará con las bases teóricas del Manual de Ventilación Refrigeración y Aire Acondicionado del Ingeniero Jorge Eduardo Granados Granados, Docente del Plan de estudios de ingeniería Mecánica. Además, se contó con el apoyo de la planta docente del departamento de diseño de ingeniería mecánica.

## 2.4 Bases conceptuales

**Diseño:** es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema particular. Si el plan resulta en la creación de algo físicamente real, entonces el producto debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse. (Budynas & Nisbett, 2012)

También es arte de proyectar el aspecto, la función y la producción de un objeto funcional por medio de signos gráficos, sea que se trate de un objeto bidimensional o tridimensional. (Ziros, 2019)

**Aire:** es un elemento esencial para el desarrollo de la vida en la Tierra, sin él no podrían existir las plantas, los animales, ni los seres humanos. El aire es una mezcla de gases que forman la atmósfera, es por ello que se encuentra en todas partes. Sus componentes principales son el nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, neón, helio, entre otros. (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2018)

**Refrigeración:** proceso por el que se reduce la temperatura de un espacio determinado y se mantiene esta temperatura baja con el fin, por ejemplo, de enfriar alimentos, conservar determinadas sustancias o conseguir un ambiente agradable. Basándose en un mismo mecanismo: un fluido, generalmente agua o aire, se enfría por evaporación de otro fluido, llamado refrigerante. El circuito refrigerante, que comprende el compresor, el evaporador, el condensador y el dispositivo de expansión, es una parte integral de ambos sistemas.

No obstante, existen diferencias sustanciales entre los sistemas de refrigeración y de aire acondicionado, por ejemplo, en lo que respecta a los componentes, los métodos de diseño, las estructuras comerciales o industriales en las que se instalan y su funcionamiento, que explican la existencia de dos sectores distintos del mercado. Específicamente se utiliza para el

almacenamiento temporal de productos perecederos, a temperaturas de  $-60^{\circ}\text{C}$ . Siendo así una de las aplicaciones más importantes en la industria alimentaria, ya que ralentiza el crecimiento de bacterias en los alimentos, preserva las propiedades organolépticas y prolonga la vida útil. (Carel, 2019)

**Mantenimiento:** es el procedimiento por el cual se trata un bien determinado de manera que el paso del tiempo, el uso o el cambio de circunstancias externas no lo afecten. Hay muchos campos en los que se puede aplicar el término, ya sea para bienes físicos o virtuales.

El objetivo de mantenimiento más importante es garantizar que la instalación pueda producir un cierto número mínimo de horas al año. Es un error pensar que el objetivo de mantenimiento es lograr la mayor disponibilidad posible (100%) ya que esto puede llegar a ser muy caro, no rentable. (Loiz, 2016)

**Energía:** es una propiedad inherente a los objetos y sustancias y se manifiesta en las transformaciones que ocurren en la naturaleza. Se manifiesta en los cambios físicos, por ejemplo, al elevar un objeto, transportarlo, deformarlo o calentarlo, y está presente también en los cambios químicos, como al quemar un trozo de madera o en la descomposición de agua mediante la corriente eléctrica. (Loiz, 2016)

## **2.5 Marco legal**

Para realizar el proyecto: Diseño de un sistema de aire acondicionado para la sala quirúrgica ginecobstetra del ese hospital Emiro quintero cañizares de Ocaña, se establece las siguientes normas:

ASHRAE estándar55, define el confort como aquella situación en la cual al menos el 80% de las personas manifiestan una condición térmica aceptable. En algunos casos, por ejemplo, en

aplicaciones industriales, se requiere de ventilación para control de condiciones ambientales como la humedad y la temperatura.

ASHRAE estándar 62; si el diseño tiene que ver con infiltración en residencias, guías apropiadas de consulta son las normas ASHRAE, estándares 119 y 136.

ASHRAE Estándar 170 – 2021, Habla sobre las recomendaciones de ventilación de y aire acondicionado en ambientes hospitalarios.



### **3. Metodología**

#### **3.1 Tipo de investigación**

Pasantía de acuerdo a las modalidades de proyecto de grado planteadas en el estatuto estudiantil (acuerdo 065) de la universidad Francisco de Paula Santander.

#### **3.2 Método de investigación**

En el presente proyecto se abordó los siguientes tipos de investigación:

El primero es un tipo de investigación exploratoria, la cual según Yael Semerena (2018), define “La investigación exploratoria es la que se realiza para conocer el contexto sobre un tema que es objeto de estudio. Su objetivo es encontrar todas las pruebas relacionadas con el fenómeno del que no se tiene ningún conocimiento y aumentar la posibilidad de realizar una investigación completa” Por lo cual, a través de éste, se intenta generar un conocimiento profundo sobre un sistema de ventilación y aires acondicionados para las oficinas.

La segunda es un tipo de investigación aplicada la cual según la Biblioteca Duoc UC (2018) se define como “La Investigación Aplicada es resolver un determinado problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación y, por ende, para el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico.” Así mismo con la información encontrada se requiere determinar un diseño.

La última es de tipo diseño metodológico, hace alusión al enfoque cuantitativo, puesto que según Sampieri (2014) este es secuencia y probatorio, mantienen un orden riguroso, aunque se pueden redefinir algunas fases de la investigación. Además, se pueden determinar variables y se traza un plan para probarlas (diseño), en este enfoque se refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación.

### **3.3 Actividades y metodologías.**

Calcular las cargas térmicas, transferencia de calor existente y las cargas totales de enfriamiento en la sala quirúrgica ginecobstetra del E.S.E hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña.

En términos generales el modo de desarrollar este objetivo es por medio de un balance térmico elaborado en detalle donde se calculen a cabalidad las salidas y entradas de calor en un espacio a acondicionar en este caso la sala quirúrgica ginecobstetra, las condiciones internas de la sala a tener en cuenta son las temperaturas de bulbo húmedo y seco.

Las fuentes de calor que se tuvieron en cuenta fueron la radiación solar, que siempre se traduce como un flujo de calor entrante. La transferencia de calor entre el interior y el exterior, que en la temporada de verano representa una entrada de calor y en la temporada de lluvias está por definir si se puede considerar como una salida de calor. La iluminación artificial es un consumo de energía eléctrica por parte de las luminarias, pero no toda la energía se emplea en la iluminación sino que una cantidad es desperdiciada generando calor, los equipos, procesos o maquinaria que forman parte de la actividad desarrollada en el lugar acondicionado generan un excedente de calor, lo que representa una entrada de calor al sitio a acondicionar, por último la ocupación del personal y del paciente hace que la temperatura del recinto a acondicionar aumente pues el cuerpo humano genera calor que es intercambiado con el ambiente.

Así pues, se calcularon los calores para los actores nombrados anteriormente se puede encontrar el calor total que entra al sitio a acondicionar.

Se determinó la temperatura del aire acondicionado de suministro para acondicionar la sala quirúrgica ginecobstetra del E.S.E hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña.

Para lograr este objetivo fue necesario realizar un estudio psicométrico del del aire, realizar su carta psicométrica y por medio de ella establecer las propiedades termodinámicas del aire húmedo (el aire en la mayoría de los casos contiene cierta cantidad de agua en forma de vapor), una vez establecidas las condiciones térmicas y ambientales del aire se realizará el cálculo de una línea de acondicionamiento y el uso del factor de calor sensible para establecer la línea de acondicionamiento.

Se hizo la selección el equipamiento del sistema de aire acondicionado que cumpla los requerimientos térmicos para lograr el acondicionamiento del aire.

Para lograr este objetivo se tuvo en cuenta las desventajas y beneficios entre los diferentes sistemas de aire acondicionado, como es una propuesta de diseño el criterio de clasificación será la forma de instalación de los diferentes sistemas de aire acondicionado.

Una parte importante que no se pudo obviar a la hora de la selección de equipo es el recorrido que hará el aire acondicionado desde la ubicación de los equipos hasta la sala donde se quiere acondicionar el entorno.

Calcular el presupuesto requerido para la implementación del sistema de aire acondicionado de la sala quirúrgica ginecobotetra del E.S.E hospital Emiro Quintero Cañizares de Ocaña.

Este objetivo fue la conclusión de la correcta realización de los objetivos anteriores, una vez que se tenga un balance térmico adecuado y pertinente, una selección de los equipos adecuados para cumplir con los requerimientos de confort, un sistema de difusores y rejillas para garantizar las condiciones higiénicas y de salud solicitadas por los organismos de control del hospital el paso

final fue generar una cotización aterrizada de los equipos, la cual será entregada al hospital para su consideración.

## 4. Desarrollo del proyecto

### 4.1 Identificación y estudio de los diferentes sistemas de ventilación y aire acondicionado.

**4.1.1 Sistema de ventilación.** Los sistemas de ventilación tienen como objetivo generar movimiento del aire, introducido y expulsado en un lugar, puede ser por la acción de un ventilador o simplemente aire. Siendo la mejor solución a la hora de garantizar la renovación de aire necesaria en cada momento, así como el máximo confort y ahorro energético. (S&P, 2016)

Los sistemas de ventilación se clasifican de la siguiente manera:

Según el medio en que se distribuye el aire.

En el capítulo 2.1.2 del presente trabajo se conocieron los diferentes tipos según el medio, los cuales son: natural, infiltrada o mecánica.

Por la fuente de contaminación del aire (general o exhaustiva localizada).

Según los equipos utilizados (impulsión, extracción o mixto).

**4.1.2 Sistemas de aire acondicionado.** Este sistema de refrigeración del aire que se utiliza para refrescar los ambientes cuando las temperaturas del ambiente son muy altas y calurosas. El aire acondicionado, si bien hace referencia al aire en sí, es un aparato que se instala en espacios cerrados con el objetivo de proveer de aire fresco que se renueva permanentemente. (Martín, 2016)

Además, se debe considerar el medio con el que se condensa el equipo, cuando estamos dando frío al habitáculo que queremos climatizar, es decir:

Aire – Aire: Intercambio en la instalación con aire entre ambas unidades.

Aire – Agua: Intercambio en la instalación con aire en unidad exterior y con agua en la unidad interior.

Agua – Agua: Intercambio en la instalación con agua entre ambas unidades.

Agua – Aire: Intercambio en la instalación con agua en unidad exterior y con aire en la unidad interior.

Entonces, los equipos de climatización son equipos que gestionan de forma integral el aire para mejorar la calidad del aire interior y los tres más utilizados actualmente en la industria son:

**4.1.2.1 Aire Acondicionado Split.** Según (Sergio García, 2020) esta clase de sistema es una unidad que se halla dentro del área a preparar, esa unidad necesita para su manejo de otra en el exterior la cual, generalmente, se instala en la parte exterior a fin de sustraer el calor y su parte externa es el condensador donde se da una sección del periodo de refrigeración, mientras tanto que, la unidad interior es un evaporador el cual lo compone (ventilador, motor y tarjeta electrónica). Ambas secciones permanecen asociadas con un grupo de tubos que transportan el refrigerante entre ellas.



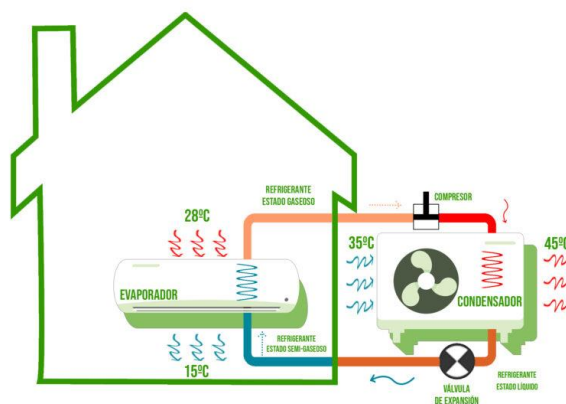
**Figura 8.** Unidad exterior de aire acondicionado Split.

El compresor de la unidad exterior es el encargado de comprimir el gas. Este al comprimirse y cambiar al estado líquido, por lo tanto, aumenta su temperatura es controlado por un termostato interior que detecta el aire caliente y lo activa para que circule el gas refrigerante, aumentando así la presión y la temperatura del refrigerante que posteriormente es movido hacia el condensador.

En el condensador, un sistema de refrigeración se deshace del calor del gas de alta presión y esto causa que el gas cambie de estado, pasando a líquido. Luego este líquido pasa por el elemento de expansión donde baja súbitamente la presión y temperatura entregando al evaporador liquido sub-enfriado.

El ventilador del evaporador o válvula de expansión se acumula el aire caliente y lo transfiere a través de una cámara la cual contiene el refrigerante líquido enfriado. El sistema de ventilación sirve para inyectar este aire refrigerado hacia el área a acondicionar, lo que tiene como resultado la disminución de la temperatura.

En la siguiente figura se puede visualizar el funcionamiento del ciclo en el sistema de aire acondicionado Split, explicado anteriormente.



**Figura 9.** Sistema del ciclo de funcionamiento SPLIT.

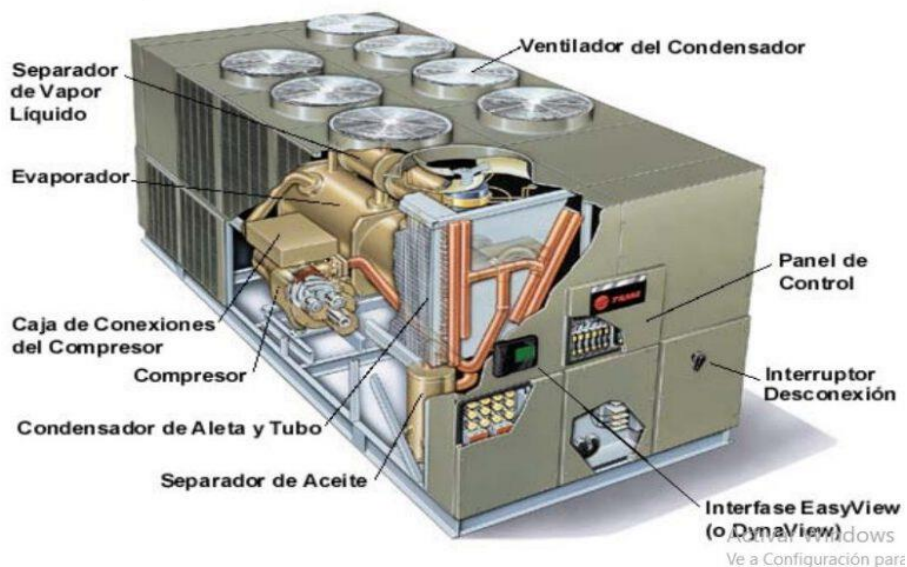
Fuente: (AVEMAN, 2021)

**4.1.2.2 Aire Acondicionado Tipo Chiller.** Según (Revista Cero Grados, Jul 21 - 2017,) Este tipo de sistema de aire acondicionado que se encarga de enfriar agua y esta a su vez pasa por una unidad manejadora que realiza la entrega del aire frio al área a acondicionar. Este equipo puede enfriar el agua hasta 6°C y es más eficiente que la torre de enfriamiento.

Las unidades enfriadoras de líquido o generadoras de agua helada Chiller son la solución ideal para cubrir las necesidades de Aire Acondicionado en edificios comerciales, hospitales, universidades, hoteles, instalaciones gubernamentales, etc., ya que el costo de la energía para generar refrigeración usando otros sistemas de aire acondicionado en los mismos serian bastante altos.

El Chiller se coloca en el exterior del edificio. En el interior del edificio se colocará las unidades termo-ventiladas denominadas FAN-COIL que son similares a las unidades interiores de un sistema de expansión directa.

En la figura 10 a continuación se observa las partes de un sistema tipo chiller.



**Figura 10.** Unidad de aire acondicionado Chiller.

Fuente: (CONFOREMPRESARIAL, 2020)



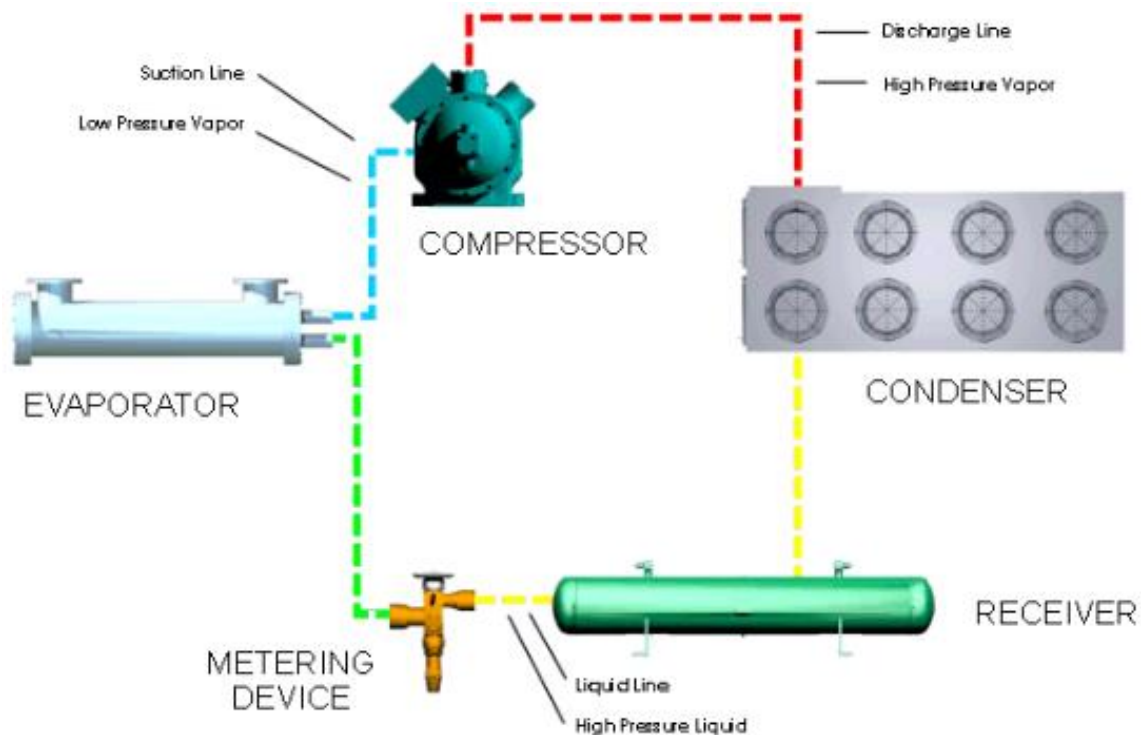
Sus componentes principales son:

El compresor es el corazón del sistema, es el encargado de hacer circular al refrigerante. El compresor succiona el refrigerante sobrecalentado a baja presión y temperatura, y lo comprime aumentando la presión y la temperatura. A través de las líneas de descarga de gas caliente fluye el refrigerante a alta presión y temperatura hacia la entrada del condensador.

El evaporador es un intercambiador de calor, cuya función es proporcionar una superficie para transferir calor del líquido por enfriar al refrigerante en condiciones de saturación. Mediante la línea de succión fluye el refrigerante como vapor a baja presión. Es aquí donde el calor del agua es transferido al refrigerante.

El condensador. Su función es proporcionar una superficie de transferencia de calor, a través de la cual pasa el calor del refrigerante caliente al medio condensante.

La válvula termostática de expansión tiene como finalidad controlar el suministro apropiado de líquido refrigerante al evaporador, así como reducir la presión del refrigerante de manera que vaporice a la temperatura deseada.

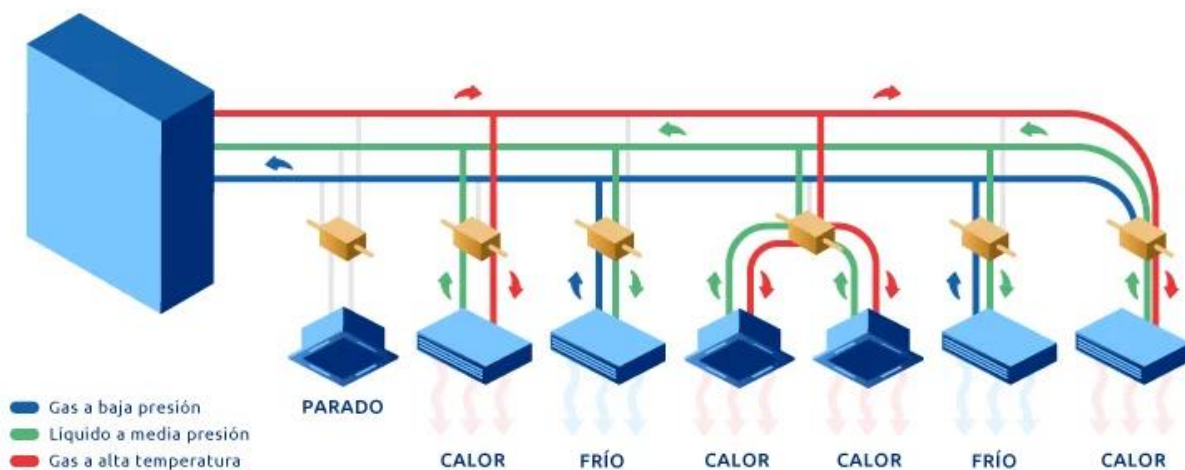


**Figura 11.** Sistema del ciclo de funcionamiento CHILLER.

Fuente: (Mora, 2021)

**4.1.2.3 Aire Acondicionado Tipo VRF** .Según (Clima Desing, 2015-2022) un sistema VRF (Volumen de Refrigerante Variable) es un sofisticado sistema de bomba de calor. En el nivel más básico, un sistema VRF (bomba de calor o recuperador de calor) es una bomba de calor. Cuenta con una sola unidad exterior conectada a varios tipos de unidades interiores a través de una sola red de tuberías de refrigerantes.

VRF es un sistema de aire acondicionado de expansión directa. En él, el aire del ambiente cambia el calor directamente con el refrigerante, gracias a la acción de un componente que llamamos evaporadora. Los equipos de aire acondicionado VRF, en resumen, son diferentes y altamente eco eficientes, principalmente porque con un único compresor ellos “abastecen” un número mayor de ambientes, en comparación a los equipos convencionales.



**Figura 12.** Unidad de aire acondicionado VRF.

Fuente: (Gonzales, 2021)

Hay dos componentes fundamentales en un sistema VRF: un compresor de velocidad variable, controlado por un sistema inverter, conmutado digitalmente y la válvula de expansión electrónica, o EXV, electrónicas para controlar el flujo de refrigerante a fin de variar la capacidad. El inverter es un componente electrónico que varía la velocidad del compresor. Al variar la velocidad, el caudal másico del refrigerante aumenta o disminuye para que coincida con la carga interna requerida. Esto permite que el sistema VRF produzca solo la capacidad necesaria requerida en un momento determinado. La mayoría de fabricantes de VRF están utilizando los compresores controlados por un sistema inverter en la unidad exterior.

La válvula de expansión electrónica, EXV, se abre y cierra en incrementos que permiten que fluya la cantidad precisa de refrigerante a través de la bobina evaporadora. Cada unidad interior tiene una EXV. La EXV tiene una frecuencia de pulso variable que modula el flujo de refrigerante en la unidad interior. Permite el paso a la unidad interior de la cantidad requerida de refrigerante para satisfacer la demanda de la zona.

Los demás tipos de aire acondicionados se pueden visualizar en la tabla 3 del capítulo 2.2.2. según su capacidad y uso.

#### **4.2 Cálculo de la carga térmica para la determinación del sistema adecuado a implementar.**

Para calcular la carga térmica del diseño adecuado del sistema de ventilación y aire acondicionado, mejorando el ambiente laboral se puede seguir el siguiente procedimiento:

Analizar la edificación, las condiciones psicométricas del lugar y definir el área de cada zona a ventilar y luego definir el sistema de ventilación a usar.

Se debe determinar las cargas térmicas sensibles: son aquellas que van a originar una variación en la temperatura del aire.

Se debe determinar las cargas térmicas latentes: las que van a originar una variación en la humedad absoluta del ambiente, contenido de agua en el aire.

Entonces, antes de iniciar con el diseño del sistema de aire acondicionado para la sala quirúrgica ginecobstetra del ese hospital Emiro quintero cañizares de Ocaña.es necesario un estudio detallado del espacio a ser acondicionado.

En las cargas externas la información es:

Orientación y destino del local: Ocaña se encuentra Se sitúa en la zona nordeste del departamento, Su altitud máxima es de 1202 m s. n. m. y la mínima de 761 m y sus coordenadas son 8°14'46"N 73°21'19"O

Dimensiones: Instalaciones el hospital se divide en bloques o edificios nombrados de la siguiente manera, Bloque A en el piso 1 se encuentra servicios de maternidad pediátrica, en el segundo piso se ubica cirugía quirúrgicas y UCI, en el tercer piso se encuentra calidad y banco de sangre. Bloque B está conformado en el primer y segundo piso lo que se denomina consulta externa y en el tercer piso medicina interna. En el bloque C se encuentra la sección de urgencias en el

primer piso, en el segundo piso se ubica UCI y hospitalización respiratoria Por último el bloque D se conforma en el primer piso por el auditorio y el segundo piso se ubica el área de mantenimiento.

Condiciones climáticas: Según datos de (weatherspark, 2022) en Ocaña, los veranos son cortos, calurosos y bochornosos; los inviernos son cortos, cómodos, opresivos y mojados y está nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 16 °C a 26 °C y rara vez baja a menos de 15 °C o sube a más de 28 °C. La duración del día en Ocaña no varía considerablemente durante el año, solamente varía 36 minutos de las 12 horas en todo el año. En 2022, el día más corto es el 21 de diciembre, con 11 horas y 39 minutos de luz natural; el día más largo es el 21 de junio, con 12 horas y 36 minutos de luz natural, la salida del sol más temprana es a las 5:33 a. m. el 28 de mayo, y la salida del sol más tardía es 40 minutos más tarde a las 6:13 a. m. el 29 de enero. La puesta del sol más temprana es a las 5:30 p. m. el 13 de noviembre, y la puesta del sol más tardía es 46 minutos más tarde a las 6:16 p. m. el 14 de julio.

Las elementos electrónicos y eléctricos que componen la sala de cirugía se describen a continuación: Lámpara ciclítica con un consumo de 200 W, incubadora abierta con un consumo de 500 W, monitores de signos vitales que tienen un consumo total de 30 W, un electrobisturí de 100 W.

La capacidad de personas que operan en el quirófano es de 5 personas.

**4.2.1 Temperatura promedio máxima y mínima en Ocaña.** Como se puede observar en la figura 13 a continuación con datos suministrados por (weatherspark, 2022) se tiene una temperatura máxima de 26°C en el mes de agosto y una mínima de 16°C durante los meses de enero y febrero.

Promedio	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sept.	oct.	nov.	dic.
Máxima	24 °C	24 °C	24 °C	24 °C	24 °C	25 °C	25 °C	26 °C	25 °C	24 °C	23 °C	23 °C
Temp.	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	21 °C	20 °C	20 °C	20 °C
Mínima	16 °C	16 °C	17 °C	17 °C	17 °C	18 °C	18 °C	18 °C	17 °C	17 °C	17 °C	17 °C

**Figura 13.** Temperaturas máximas y mínimas promedio en Ocaña durante el año.

Fuente: (weatherspark, 2022).

**4.2.2 Condiciones de diseño.** En la tabla 4 se muestran las condiciones de diseño para el cálculo de la carga térmica de la sala quirúrgica ginecobstetra.

**Tabla 4.** Condiciones de diseño.

CONDICIONES DE DISEÑO SALA QUIRURGICA DE GINECOBSTETRA	
Temperatura exterior °F. HR %	78,8./ 85% HR
Temperatura Interior °F. HR %	68/ 50%
DIFERENCIAL DE TEMPERATURA °F	10,8
DIMENSIONES DE LA SALA (m)	7,68 X 6,23x3
TECHO	Tipo placa en bloque hueco en concreto 0,30 m de espesor
MUROS	Ladrillo 12,5 cm de espesor
VENTANAS.	N/A
POTENCIA DE EQUIPOS ELECTRICOS W	630
LUCES W	200

**4.2.3 Parámetros psicométricos.** Usando la calculadora on line que facilita herramientas de ingeniería.com, como se muestra en el siguiente enlace:

(<https://www.herramientasingeneria.com/onlinecalc/spa/psicrometricos/psicrometricos.html>)

Se hizo el cálculo de los parámetros psicométricos para el diseño, dichos parámetros se muestran a continuación en las siguientes figuras.

### Introducir temperatura y altitud:

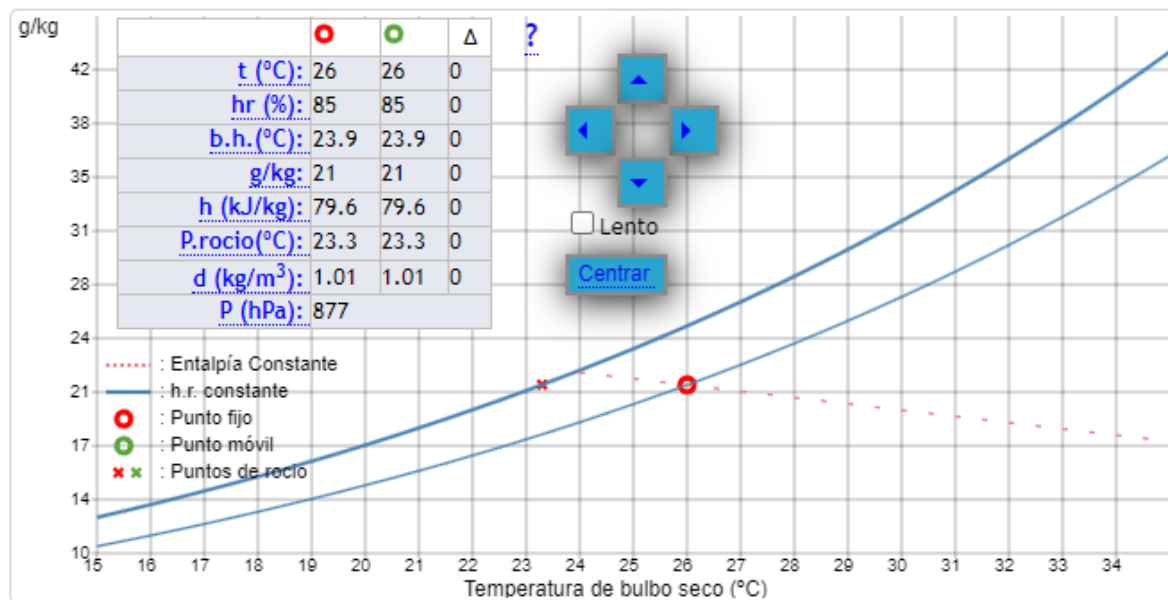
Temperatura:  °C  
 Altitud:  m

### Introducir el parámetro conocido:

- Temperatura Bulbo Húmedo  
 Humedad Relativa

Valor:

### Diagrama psicrométrico interactivo:



**Figura 14.** Condiciones psicrométricas del lugar de diseño (Condiciones externas).

**Presiones**Presión barométrica:  hPaPresión de vapor:  hPaPresión de vapor saturación:  hPa**Temperaturas**Temperatura de bulbo seco:  °CTemperatura de bulbo húmedo:  °CPunto de rocío:  °C**Humedad**Humedad relativa:  %g de agua/kg aire seco:  g/kgHumedad Específica: Humedad Absoluta:  g/m<sup>3</sup>**Otros**Densidad:  kg/m<sup>3</sup>Entalpía específica:  kJ/kg**Figura 15.** Resultados de las condiciones psicométricas (Condiciones externas).



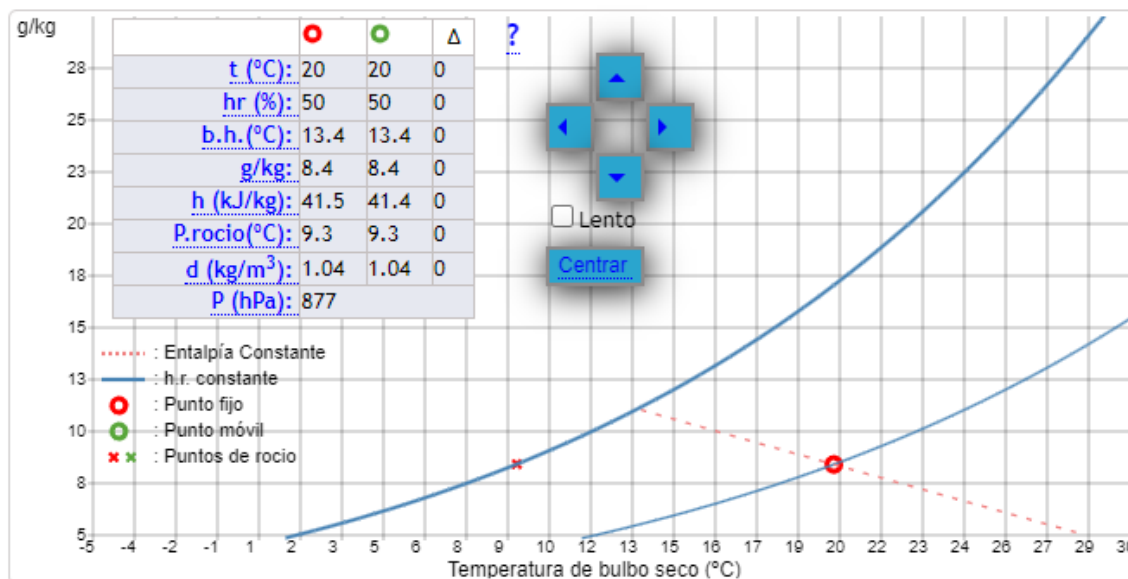
**Introducir temperatura y altitud:**

Temperatura:  °C  
 Altitud:  m

**Introducir el parámetro conocido:**

- Temperatura Bulbo Húmedo  
 Humedad Relativa

Valor:

**Diagrama psicrométrico interactivo:**

**Figura 16.** Condiciones psicrométricas del lugar de diseño (Condiciones internas).

**Presiones**Presión barométrica:  hPaPresión de vapor:  hPaPresión de vapor saturación:  hPa**Temperaturas**Temperatura de bulbo seco:  °CTemperatura de bulbo húmedo:  °CPunto de rocío:  °C**Humedad**Humedad relativa:  %g de agua/kg aire seco:  g/kgHumedad Específica: Humedad Absoluta:  g/m<sup>3</sup>**Otros**Densidad:  kg/m<sup>3</sup>Entalpía específica:  kJ/kg**Figura 17.** Resultados de las condiciones psicométricas (Condiciones internas).

**4.2.4 Conducción a través de techos muros y ventanas.** Como se observa en la figura 18 se ha hecho uso de una hoja de cálculo para realizar el cálculo de las variables que se necesitan para conocer las cargas térmicas, en este caso la conducción a través de muros, techos y ventanas, las tablas referenciadas se encuentran en (Granados, 2011)

*Conducción a través de techos, muros y ventanas.*

$$q = U \times A \times CLDT \left( \frac{Btu}{h} \right)$$

A (Pie cuadrado)	515,01865
U (Btu/(h·ft <sup>2</sup> ·oF)	0,389
CLDT	10,8

LM	2
K	1
Tr (°F)	78,8

To (°F)	68
f	1
ΔT	10,8

*Para techos .*

$$CLTD_c = [(CLTD + LM)k + (78 - Tr) + (To - 85)]f$$

CLTD (Tabla 27)	14
-----------------	----

CLTD c	-1,8	Q	-360,616058
--------	------	---	-------------

*Para muros .*

$$CLTD_c = [(CLTD + LM)k + (78 - Tr) + (To - 85)]f$$

CLTD	8
Tipo de Muro	B

Tabla 29

CLTD c	-7,8	Q	-1562,66959
--------	------	---	-------------

*Para ventanas .*

$$CLTD_c = CLTD + (78 - Tr) + (To - 85)$$

CLTD (tabla 30)	0
-----------------	---

CLTD c	0	Q	0
--------	---	---	---

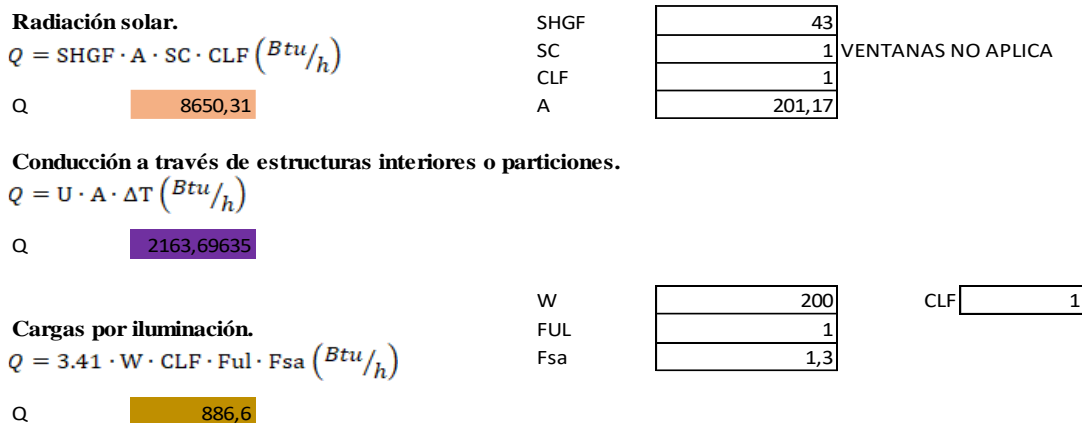
VENTANAS NO APLICA

Q Total	-1923,285645
---------	--------------

Techos, Muros y Ventanas

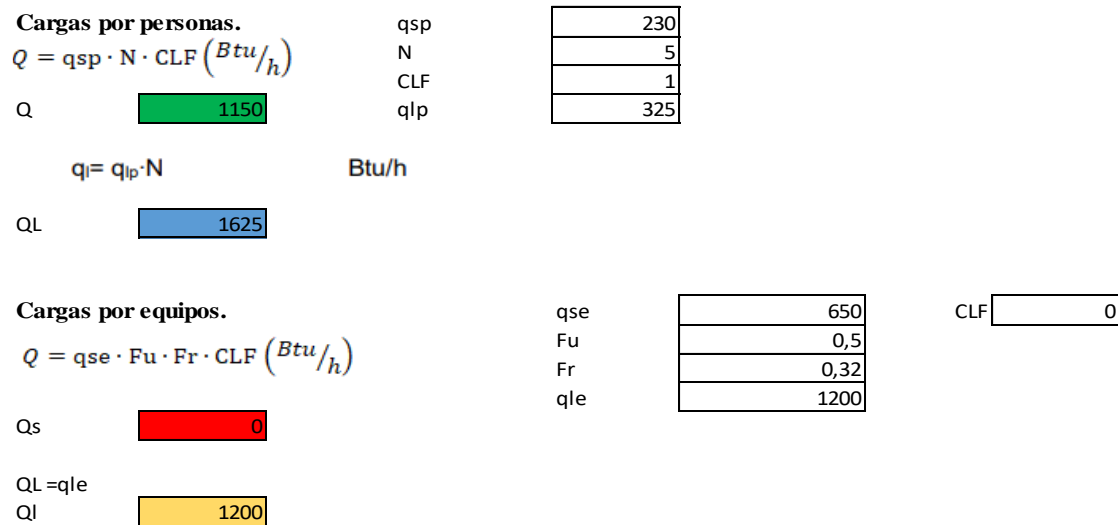
**Figura 18.** Calculo de cargas térmicas por conducción en techo muros y ventanas.

**4.2.5 Radiación solar, particiones y cargad por iluminación.** De forma ídem a como se calculó en el ítem anterior se usó una hoja de cálculo para realizar las cargas descritas en la figura 19 se muestra el proceso que se realizó.



**Figura 19.** Resumen de cargas térmicas por radiación solar, particiones e iluminación.

#### 4.2.6 Cargas por personas y por equipos.



**Figura 20.** Resumen de cargas por personas y cargas por equipos.

#### 4.2.7 Calor latente y sensible.

**CALOR SENSIBLE**

$$Q_s = 1.1 \cdot \text{CFM} \cdot \Delta T \left( \frac{\text{Btu}}{\text{h}} \right)$$

Q 1188

**CALOR LATENTE**

$$q_{\text{total}} = 4.5 \cdot \text{CFM} \cdot \Delta h \quad \text{Btu/h} \quad (64) \quad \Delta h \quad \boxed{7,278} \text{ BTU/Lb}$$

Q 3275,1

**Q TOTAL** 4463,10 BTU/h

FACTOR DE SEGURIDAD 10%

CFM/Persona	20
CFM TOTAL	100

**Figura 21.** Calor sensible y latente.

**4.2.8 Resumen de cargas.** La carga térmica total que tendrá la sala de cirugía se muestra a continuación en la figura 22

Resumen total de cargas externas, radiación, iluminación	9777,32	BTU/ h
Resumen de cargas Calor latente	6100,10	BTU/ h
Resumen de Cargas Calor sensible	2338	BTU/ h
RESUMEN TOTAL.	18215,42	BTU/ h
CFM Qs	196,8013468	
CFM QL	0,186829416	

**Figura 22.** Resumen de cargas para el quirófano de ginecobstetra

### 4.3 Calculo y selección del equipo.

Para elegir el equipo adecuado, este deberá ser capaz de satisfacer la carga máxima instantánea y capaz de trabajar bajo posibles condiciones pesadas. Entre los fabricantes existen diversos equipos capaces de satisfacer dichas condiciones y tienen las siguientes clasificaciones.

**4.3.1 Sistemas centralizados.** Son aquellos equipos que comprenden los siguientes:

Todo aire.

Todo agua.

Mixtos a dos tubos.

Mixtos a cuatro tubos.

Volumen aire variante.

Volumen refrigerante variable.

**4.3.2 Sistemas unitarios y semi-centralizados.** Comprende los siguientes tipos de equipos.

Unidades de ventanas, muro y transportables.

Unidades autónomas de condensación de agua y de aire.

Unidades tipo consolas de condensación de agua y de aire.

Unidades tipo remotas de condensación por aire Slip- System.

Unidades autónomas de cubierta tipo roof-top, de condensación por aire.

**4.3.3 Análisis y selección en los sistemas de aire acondicionado.** Estos son algunos criterios que debe tener en cuenta al acondicionar cualquier entorno: temperatura, humedad, regeneración del aire, filtración, niveles de ruido interior y exterior, presión, capacidad, redundancia, espacio utilizable, integración en el edificio, coste inicial, rentabilidad, fiabilidad, flexibilidad y ciclo de vida. análisis .

Al evaluar estos criterios de manera diferente según sus características e incluso tareas, se debe considerar que cada criterio está relacionado con los demás. Algunos de los criterios que dependen de las funciones predeterminadas son: costo inicial versus costo operativo, la frecuencia del mantenimiento requerido y si el espacio utilizado para realizar el mantenimiento debe ser accesible. Estime la frecuencia de las fallas, el impacto de las fallas y el tiempo requerido para reparar las fallas.

El sistema de aire acondicionado más simple es, sin duda, el acondicionador de ventana. La mayoría de estos sistemas de aire son adecuados para edificios ya construidos y, por lo general, solo una parte de ellos está equipada con aire acondicionado. Los tipos de edificios así regulados

corresponden a oficinas, pequeños comercios y algunos apartamentos. El dispositivo ofrece la importante ventaja del paquete desmontable, que es muy interesante.

Desde el punto de vista de instalación y funcionamiento, la falla de uno de los dispositivos afecta solo a una parte del edificio, a diferencia de las instalaciones centrales.

**4.3.3.1 Acondicionadores Mini Split.** Es el sistema de aire acondicionado mas popular actualmente, este tipo de equipo esta conformado por una unidad interior que se divide en dos partes: evaporador, ventilador, filtro de aire y controlador, mientras que la unidad exterior consta de un compresor y un condensador y se enfría con aire ambiente. El sistema de expansión, normalmente capilar, se encuentra en la pequeña caja de alimentación de la unidad exterior. Los dos la unidad interior y la unidad exterior están conectadas mediante un tubo de cobre por el que circula el refrigerante durante la instalación.

Dentro de esta categoría de unidades mini Split, en unidades interiores, existen las variantes:

Mural, para su montaje en pared.

Consola, para su montaje en el suelo.

Techo, para fijar en el techo.

Cassette, para empotrar en el cielorraso.

Con conductos, para instalaciones ocultas son rejillas.

Por el tema de economía y manejo se ha seleccionado la unidad de cassette, para empotrar en cielorraso, debido a que la carga calculada no supera los 24000 Btu/h y estas unidades suministran el flujo de aire necesario para la sala.



**4.3.3.2 Características del equipo.** El equipo seleccionado debe de ser capaz de superar la carga térmica total calculada la cual dio un resultado de 18.215,42 Btu/h.

Agregando un factor de sobrecarga del 10% a la carga total, se tiene que la carga térmica será: 20.0037 Btu/h.

Seleccionó un equipo comercial que se encuentran por lo 24.000 Btu.

El equipo seleccionado tiene las siguientes características enumeradas a continuación:

<b>Información de producto</b>	
• Tipo de Producto	• Ceiling Cassette
• Nivel de ruido unidad interna (H/M/L)	• 40 / 38 / 36
• Tipo de refrigerante	• R410A
<b>Especificaciones Generales</b>	
• Fuente de Alimentación	• 220v / Ø1 / 50 / 60Hz
• Capacidad de Enfrimiento	• 23,900 Btu/h (7.0 kW)
• Potencia de entrada	• 1.92 kW

**Figura 23.** Características general y de producto de la unidad seleccionada.

<b>Unidad Interna</b>	
• Corriente de operación	• 8.3 A
• Flujo de Aire (H/M/L)	• 23.0 / 21.0 / 19.0 m3/min
• Cuerpo Dimensiones (W x H x D)	• 840 x 246 x 840 mm
• Panel Dimensiones(W x H x D)	• 950 x 25 x 950
• Peso Neto	• 22.0 kg

**Figura 24.** Características de la unidad interna

<b>Unidad Externa</b>	
• Tipo de compresor	• Twin Rotary
• Nivel de Sonido (H)	• 48 dBA
• Dimensiones (W x H x D)	• 870 x 655 x 320 mm
• Peso Neto	• 44.0
• Conexión de tuberías (Líquido)	• Ø 9.52 mm
• Conexión de Tuberías (gas)	• Ø 15.88 mm

**Figura 25.** Características de la unidad externa.

Aplicación	
• Hogares	• Si
• Almacenes	• Si
• Restaurantes	• Si
• Oficinas	• Si
• Hospitales	• Si
• Hoteles	• Si

**Figura 26.** Usos recomendados por el fabricante.



**Figura 27.** Aire acondicionado tipo cassette LG AT-Q24GNLE3.

Fuente: (MULTIAIRES, 2022)

**4.3.3.3 Características clínicas del equipo.** Los factores más importantes en un sistema de aire acondicionado hospitalario son: la temperatura, el nivel de humedad, el movimiento del aire, la limpieza y la ventilación. Para áreas críticas con alto riesgo de infección, los parámetros y sus especificaciones son las siguientes:

Temperatura: Según la norma que se siga, la temperatura recomendada está entre 22°C y 26°C (UNE-100713:2005) o entre 20°C y 24°C (ASHRAE).

Humedad: Según la norma a seguir, se recomienda mantener una humedad entre el 45% al 55% (UNE-100713:2005) o del 30% al 60% (ASHRAE).

Este equipo puede utilizar dos tipos de filtros: HEPA y ULPA. El primero tiene una baja resistencia al aire, por lo que forma un pequeño tamiz que atrapa las partículas más pequeñas y, gracias a sus poros altamente absorbentes, estas partículas no pueden reintegrarse al aire; es un filtro de alta eficiencia para partículas grandes (0,3). El filtro ULPA, por otro lado, bloquea casi por completo las partículas de polvo, polen, moho, hongos, bacterias u otras partículas en el aire y no serán reabsorbidas en el aire, es un filtro de alta eficiencia para partículas pequeñas (0,12). En quirófanos, unidades de cuidados intensivos y salas centrales de esterilización, el grado de filtración debe ser absoluto o máximo para permitir la sobrepresión y así evitar la reentrada de aire contaminado, por lo que se recomiendan filtros HEPA.

**4.3.4 Costos del equipo.** Los costos del equipo se cotizaron directamente con el proveedor de servicios de aire acondicionado MULTIAIRES. Donde incluyen los siguientes ítems.

**Tabla 5.** Costos estimados de la unidad de aire acondicionado.

Ítem	Precio/ unidad (C.O.P)	Precio Total.
Unidad de aire acondicionado tipo cassette LG AT- Q24GNLE3	4'615.213.00	4'615.213.00
Transporte	340.700	340.700
Servicio de instalación.*	2'500.000	2'500.000
Total.		7'455.913

Fuente: Cotizado por MultiAires.

\*Mediante negociación el proveedor estimo el costo de instalación donde incluirán accesorios, tubería y demás elementos del kit de instalación.

**4.3.5 Recomendaciones de instalación.** La instalación deberá ser realizada por profesionales. No realice la instalación sin la supervisión de profesionales, pues una instalación incorrecta puede causar fugas de agua, descargas eléctricas o incendios.

Instale la unidad de acuerdo con el manual. La instalación incorrecta puede causar fugas de agua, descargas eléctricas o accidentes de incendio.

Se deben de usar los accesorios y piezas especificados. Si no se hace, pueden producirse fugas de agua, descargas eléctricas, accidentes de incendio o caída de la unidad.

La unidad debe colocarse en un lugar lo suficientemente resistente para sostenerla. De no ser así, la unidad podrá caer y causar lesiones.

Todos los trabajos eléctricos deberán ser realizados por personas experimentadas según el código local, los reglamentos y el presente Manual.

Usar el cable exclusivo para la unidad. Una instalación incorrecta o un cable eléctrico de tamaño inferior puede causar una descarga eléctrica o un accidente de incendio.

Todos los cables y el circuito deberán ser seguros. Use el cable exclusivo firmemente conectado. Asegúrese de que la fuerza externa no afecte al bloque de bornes ni al cable eléctrico. El contacto o la instalación deficiente pueden causar un accidente de incendio.

Arregle el cable correctamente cuando se conecte a la fuente de alimentación interna y externa. Fije la tapa de los bornes firmemente, para evitar sobrecalentamiento, descargas eléctricas o incluso accidentes de incendio.

En caso de que se produjera una fuga de refrigerante durante la instalación de la unidad, mantenga una buena ventilación en la habitación.

Se producirá gas venenoso al mezclarse el refrigerante con incidentes de fuego.

Se debe verificar la unidad al terminar la instalación. Asegúrese de que no existan fugas. El refrigerante inducirá gas venenoso cuando se encuentre con una fuente de calor como calentador, horno, etc.

Corte la fuente de alimentación antes de tocar el bloque de bornes.

La unidad deberá estar conectada a tierra. Sin embargo, la conexión a tierra no podrá conectarse a la tubería de agua, tubería de gas ni línea telefónica.

La conexión a tierra deficiente podría causar descargas eléctricas.

Se debe procurar de instalar un interruptor de fugas para evitar descargas eléctricas.

Disponga el drenaje del agua de acuerdo con el manual de funcionamiento del proveedor del equipo.

Se debe cubrir la tubería con material aislante para protección contra rociadores. La instalación inadecuada del drenaje de agua causará fugas de agua y humedecerá el mobiliario.

Para mantener una buena imagen o reducir el ruido, mantenga la instalación de la unidad interior y exterior al menos a 1 m de distancia de radios o televisores. (Si la onda de radio es relativamente fuerte, 1 m no será suficiente para reducir el ruido).

No instale la unidad en los siguientes lugares:

En presencia de vapor de petróleo o gas de petróleo como en la cocina; de lo contrario las piezas de plástico pueden envejecerse o producir fugas de agua.

En presencia de gas corrosivo. El tubo de cobre y la pieza soldada pueden dañarse debido a la corrosión y producir fugas.

En presencia de fuerte radiación. Esto afectará al sistema de control de la unidad, causando un mal funcionamiento de la unidad.

En presencia de gas inflamable, suciedad y materia volátil (diluyente, gasolina): estas materias podrían causar un accidente de incendio.

**4.3.6 Selección del lugar de instalación.** El lugar de instalación deberá cumplir con lo siguiente:

Un lugar donde se pueda garantizar un flujo de aire adecuado.

No debe haber bloqueo para el flujo de aire.

El drenaje de agua debe ser bueno.

La base de instalación deberá ser lo suficientemente resistente para soportar el peso de la unidad.

No debe instalarse sobre área de inclinación evidente en el techo.

Asegúrese de que haya suficiente espacio para el mantenimiento.

La longitud de la tubería de la unidad interior y exterior se encuentra dentro del límite.  
(Consulte el manual de instalación de la unidad exterior).

La unidad interior y la unidad exterior, el cable de alimentación y el cableado deben estar al menos a 1 m de distancia del televisor o radio.

Altura del techo La unidad interior se puede instalar en un techo de 2,5 a 4.2m de altura.

la ubicación de instalación deberá:

Ser suficiente para soportar el peso de las unidades, con circulación de aire.

Evitar la radiación directa de fuentes de calor u otras fuentes.

Facilitar el drenaje del condensado. Los orificios en la pared también deberán facilitar el drenaje.

Asegurar que el ruido y el aire caliente no molesten a los vecinos.

Estar libre de nieve pesada en invierno.

Permitir que las entradas y salidas de aire estén libres de barreras.

No permitir que la salida de aire se enfrente directamente a un fuerte flujo de aire.

Facilitar la instalación en cuatro esquinas, con 1 m de espacio por encima de la unidad.



Verificar que la instalación resulta práctica para el mantenimiento y la reparación.

Para la instalación de varias unidades, se dispondrá de un espacio suficiente para evitar cortocircuitos.

La unidad de aire acondicionado no deberá montarse sobre una estructura metálica que no sea específica para la misma (por ejemplo, sobre una malla antirrobo). • Cuando la unidad exterior esté instalada en un lado hacia la calle, su altura no podrá ser inferior a 2,5 m.

**4.3.7 Recomendaciones de mantenimiento.** Antes de comenzar con cualquier actividad de mantenimiento se debe desenergizar el equipo cerciorándose que este apagado para evitar accidentes por descargas eléctricas.

Se deben tener todos los elementos de protección personal (E.P.P)

No usar agua tibia ni rociador.

No desmonte el filtro de aire, ya que esto puede causar problemas.

Si el ambiente en donde opera la unidad de aire acondicionado está lleno de polvo, el filtro de aire debe lavarse más veces que nunca (por lo general es dos veces a la semana).

Retire la rejilla de entrada de aire, presione los dos interruptores de empotrado de forma vertical para acercarlo a la rejilla lateral, luego levántelo a unos 45° para bajar la rejilla de entrada de aire.

Limpie la rejilla de entrada de aire. Abra la rejilla de entrada de aire tire de las dos manijas al mismo tiempo y sáquelas lentamente. (al cerrarla, el procedimiento se invierte).

No utilice agua caliente a más de 50 °C para limpiar, para evitar decoloración o deformación. Utilice un cepillo suave, agua y detergente neutro para limpiar, luego deseche el agua.

Cuando hay demasiado polvo utilice el ventilador de ventilación o rocíe directamente el detergente especial para utensilios de cocina en la rejilla de entrada de aire; 10 minutos más tarde, use agua para limpiar.

Después de realizar la limpieza del filtro. Accione la unidad con el modo VENTILADOR/ encendido en un día que no se utilice durante aproximadamente medio día para secar bien el interior de la unidad. Detenga el funcionamiento y apague el interruptor de la fuente de alimentación. Se consume energía eléctrica incluso si el aire acondicionado está en PARO.

## 5. Conclusiones

En el desarrollo del proyecto el autor ha llegado a las siguientes conclusiones:

Se ha podido observar mediante investigación de campo que la infraestructura en general del hospital Emiro Quintero Cañizares del municipio de Ocaña del departamento de Norte de Santander está un poco descuida en materia de mantenimiento tanto a su infraestructura física, equipos biomédicos y sistema de climatización.

Se ha determinado que gracias a la ubicación geográfica y la climatología del lugar la carga térmica calculada es baja en comparación a lugares geográficamente con temperaturas más intensas como Cúcuta, Cartagena, Barranquilla, entre otros.

Dentro de las condiciones del proyecto y los objetivos plasmados solo se centró en calcular la carga térmica y selección del equipo de la sala quirúrgica ginecobstetra del E.S.E hospital Emiro Quintero cañizares de Ocaña, por la simpleza de la sala y el nivel en el que se encuentra actualmente el hospital se determinó que la unidad de cassette fue la más adecuada en precio y facilidad de mantenimiento, además que cumple con todas las necesidades en suministro de aire y condiciones climatización.

Se logro aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y poder aplicarlos en una propuesta de diseño que será eficiente y lograra tener resultados mejores que los que se tienen actualmente en las instalaciones del centro de salud.

Se ha manejado un coeficiente global de transferencia de calor para puertas y ventanas como se observan en los cálculos, debido a que no se presentaron mayor variación y no influyeron en la carga térmica final.

## 6. Recomendaciones

El autor en su experiencia en las pasantías para desarrollar el proyecto propone al Hospital Emiro Quintero Cañizares del municipio de Ocaña, Norte de Santander.

Rediseñar nuevamente el programa de plan de mantenimiento preventivo de las instalaciones del centro de salud, debido a que se observaron fallas en la gestión de mantenimiento y algunos de los equipos presentan fallas constantemente.

Realizar un plan de mantenimiento específicamente al sistema de aire acondicionado del hospital pues la mayoría de sus equipos se encuentran desactualizados en temas de mantenimiento y solo se está realizando mantenimiento correctivos lo que está incrementando costos y paradas en el centro de salud.

Con el nuevo equipo seleccionado se deben de actualizar los protocolos de mantenimiento y realizar una actualización general de todo el sistema de aire acondicionado del lugar.

## 7. Referencias bibliográficas

- AVEMAN. (19 de Agosto de 2021). *AIRE ACONDICIONADO ¿ COMO FUNCIONA?* Obtenido de <https://www.aveman.es/como-funciona-un-aire-acondicionado-split/>
- BBC NEWS. (12 de Agosto de 2020). *BBC NEWS MUNDO*. Obtenido de Cómo ventilar una habitación y usar purificadores de aire para protegerte del coronavirus: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-53754274>
- Bonilla Barrios, J. C. (2015). *PROPUESTA DE SELECCIÓN E INSTALACION DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA LOS QUIROFANOS DEL HOSPITAL POLICLINICO ROMA DEL INSTITUTO SALVADOREÑO DEL SEGURO SOCIAL. CIUDAD UNIVERSITARIA: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR .*
- Budynas & Nisbett. (2012). *DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA DE SHIGLEY*. The McGraw-Hill.
- Calor y Frio . (28 de Enero de 2020). *caloryfrio.com*. Obtenido de Ventilación Forzada En Viviendas ¿Qué Es Y Cómo Funciona? : <https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/ventilacion-y-calidad-aire-interior/ventilacion-forzada-en-viviendas-como-funciona.html#:~:text=Un%20aparato%20que%20permite%20aprovechar,ventilaci%C3%B3n%20mec%C3%A1nico%20de%20doble%20flujo.>
- Carel. (2019). Obtenido de <https://www.carel.mx/what-s-refrigeration->
- Clima Desing. (2015-2022). Obtenido de <https://www.climadesign.com.ar/info/aire-acondicionado-vrf>

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.* (17 de Noviembre de 2018). Obtenido de <https://www.gob.mx/conanp/articulos/el-aire-elemento-de-vida-en-la-tierra>
- CONFOREMPRESARIAL. (7 de Abril de 2020). *Chiller enfriado por aire.* Obtenido de <https://www.conforempresarial.com/chiller-enfriado-por-aire/>
- Econergia. (2015). Obtenido de <https://www.econergia.es/ventajas-desventajas-del-aire-acondicionado/>
- Gonzales, O. M. (17 de Septiembre de 2021). *Preciogas.com.* Obtenido de Sistema VRV (VRF) de climatización: <https://preciogas.com/instalaciones/equipamiento/aire-acondicionado/vrv>
- Granados, I. J. (2011). MANUAL DE VENTILACIÓN, REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO. Universidad Francisco de Paula Santander.
- Herrera, M. (2017). *Infiltracion.* Obtenido de [https://www.researchgate.net/figure/Figura-9-Infiltracion-de-aire-Fuente-E-Energetica-Distribucion-y-generacion-de-aire\\_fig8\\_321920950](https://www.researchgate.net/figure/Figura-9-Infiltracion-de-aire-Fuente-E-Energetica-Distribucion-y-generacion-de-aire_fig8_321920950)
- Loiz. (2016). Obtenido de <https://www.ecured.cu/Mantenimiento>
- Martín, A. (2016). *Tipos de sistemas de climatización y ejemplos.* Obtenido de <https://ovacen.com/tipos-sistemas-de-climatizacion-ejemplos/>
- Mora, G. (3 de Junio de 2021). *MUNDOCHILLER.* Obtenido de Chiller Enfriado por Aire: <https://mundochiller.com/chiller-enfriado-por-aire/>
- MULTIAIRES. (12 de Abril de 2022). *Linea Comercial.* Obtenido de LG: <https://multiaires.com/tienda/cassette-inverter-de-24000-btu-220v-1-60/>
- Noriega. (2016). *Dep Quimica-Biologia.* Obtenido de [https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/quimbiotec/FQ\\_Tema5.pdf](https://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/quimbiotec/FQ_Tema5.pdf)

Núñez Acurio, S. J. (2011). *Elaboración de la memoria técnica del diseño de un sistema HVAC (sistema de calefacción, ventilación, y aire acondicionado) para la sala de cuidados intensivos de los hospitales nivel tres*. Latacunga: Universidad de las fuerzas armadas E.S.P.E.

Ramírez Espinoza, L. (2013). *Proyecto de un sistema de acondicionamiento de aire para un quirófano perteneciente a un hospital, localizado en la ciudad de Toluca, estado de México. Toluca, México*. México D.F: Instituto Politecnico Nacional.

Revista Cero Grados. (Jul 21 - 2017,). Obtenido de <https://0grados.com/chillers-aspectos-tecnicos/>

S&P. (2016). *Ventilación mecánica controlada y la eficiencia energética*. Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/ventilacion-mecanica/>

Serbatoí. (2018). Obtenido de <https://www.emilianaserbatoi.com/es-ww/sistemas-de-filtracion.aspx#!/>

Sergio García. (2020). *Aire-Frio*. Obtenido de <https://www.airefrio.com/blog/como-funciona-un-aire-acondicionado/>

SIEMENS. (1982). *Ventiladores axiales. Catalogo tecnico*. Bogotá: SIEMENS.

*Soler Palau*. (2015). Obtenido de <https://www.solerpalau.com/es-es/hojas-tecnicas-ventilacion-ambiental-iii/>

TEC. (2017). Obtenido de <https://www.tec.ac.cr/proyectos/implementacion-proceso-nitruracion-plasma-aceros-aisi-4140-costa-rica>

weatherspark. (2022). *El clima y el tiempo promedio todo el año en Ocaña*. Obtenido de <https://es.weatherspark.com/y/24406/Clima-promedio-en-Oca%C3%B1a-Colombia-durante-todo-el->

a%C3%B1o#:~:text=En%20Oca%C3%B1a%2C%20los%20veranos%20son,m%C3%A1s%20de%2028%20%C2%B0C.

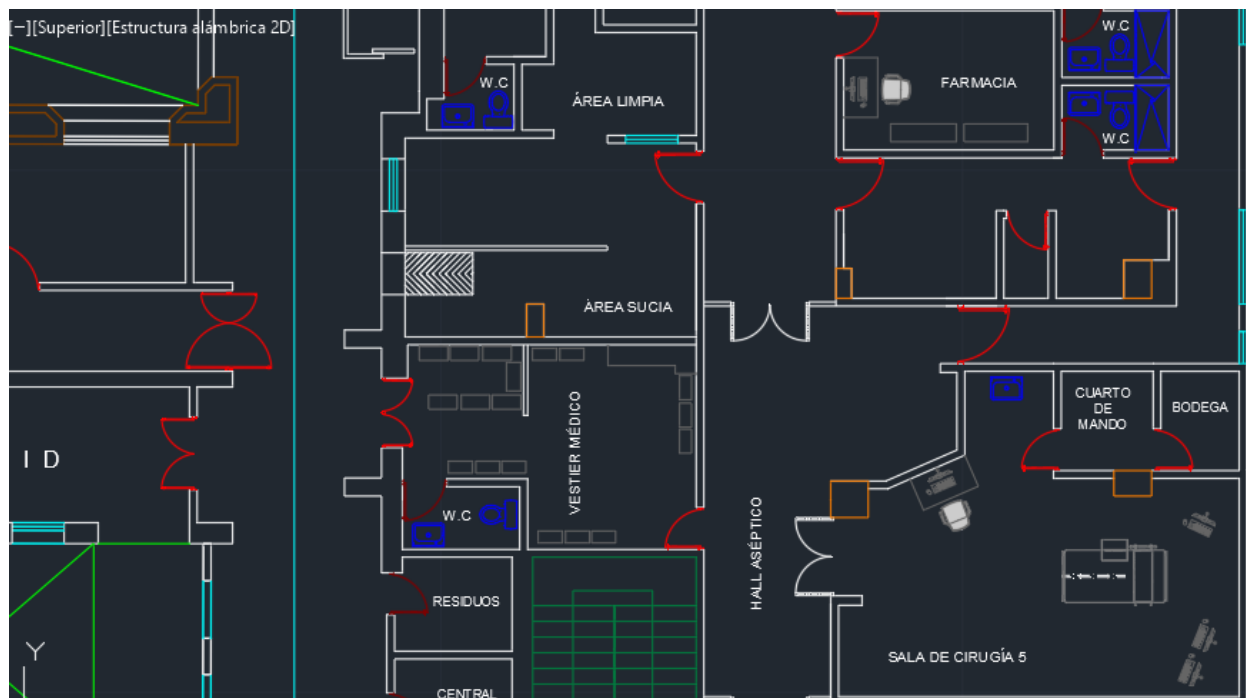
Ziros. (2019). Obtenido de <https://www.significados.com/disenio/>

Zone. (2020). Obtenido de <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/ventilacion-natural/>

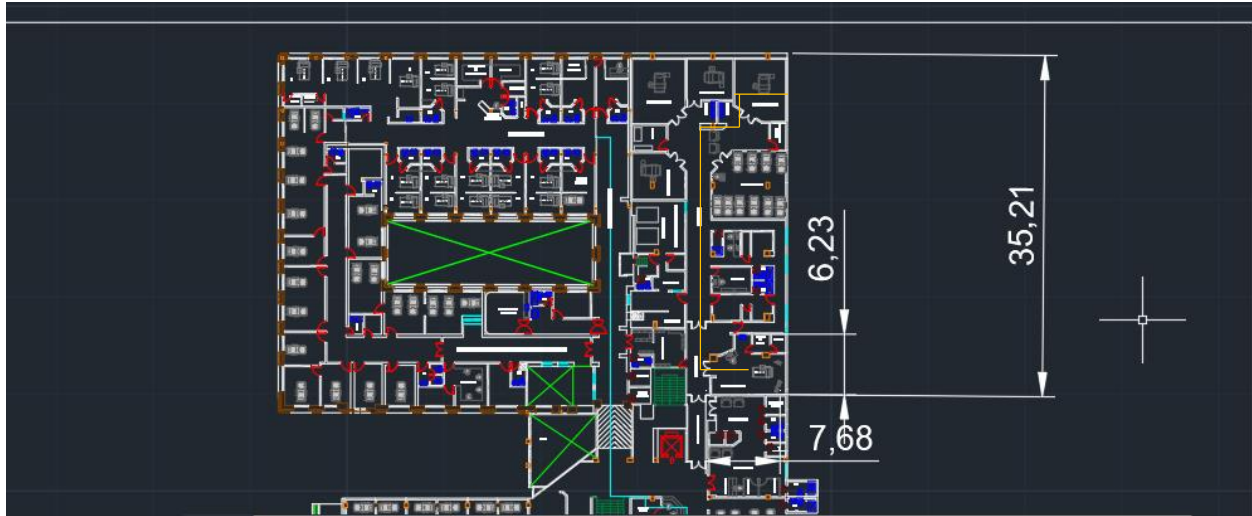
Zone. (2020). *Ventilación*. Obtenido de <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/regular-caudal-ventilacion/>



## **Anexos**

**Anexo 1.** Plano del lugar estudiado.

Nota: El plano completo suministrado se encuentra adjunto en pdf, en la carpeta plano.



Como se observa en la figura la línea amarilla representa la ubicación de la tubería que alimentará al sistema, el cuarto de máquinas donde estará la unidad se encuentra en el nivel superior a este plano. Al igual que línea de oxígeno (Línea celeste), la tubería ira ubicada entre el cielo raso que se encuentra en todo el edificio.

De acuerdo a las dimensiones realizadas en planta se ha determinado un total de 65 m de tubería.

El casete del sistema se ubicará en el centro de la sala como se observa al final de la línea.