



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO SOBRE LA SUSTITUCIÓN DE
REFRIGERANTE COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN DEL SERVICIO E
INSTALACIÓN EN LAS UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO**

Yessica Melissa Castellón Bautista

Asesorado por el Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

Guatemala, julio de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO SOBRE LA SUSTITUCIÓN DE
REFRIGERANTE COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN DEL SERVICIO E
INSTALACIÓN EN LAS UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

YESSICA MELISSA CASTELLÓN BAUTISTA
ASESORADO POR EL ING. HUGO HUMBERTO RIVERA PÉREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor García Tobar
EXAMINADOR	Ing. Oswin Antonio Melgar Hernández
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO SOBRE LA SUSTITUCIÓN DE REFRIGERANTE COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN DEL SERVICIO E INSTALACIÓN EN LAS UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 12 de marzo de 2018.

Yessica Melissa Castellón Bautista

Guatemala, junio 2020

Ingeniero Industrial
César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Urquizú Rodas

El motivo de la presente es para hacerle de su conocimiento que como su asesor he revisado el trabajo de graduación de la carrera de Ingeniería Industrial titulado **“ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO SOBRE LA SUSTITUCIÓN DE REFRIGERANTE COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN DEL SERVICIO E INSTALACIÓN EN LAS UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO”**. Elaborado por la estudiante Yessica Melissa Castellón Bautista con numero de carné 2158 43312 0101 y registró académico 201213174, luego de la revisión correspondiente considero que cumple con los objetivos y apruebo su publicación.

Atentamente,

Ingeniero Hugo Humberto Rivera Pérez
Ingeniero Mecánico Industrial
colegiado No. 7161



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.026.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO SOBRE LA SITUACIÓN DE REFRIGERANTE COMO ESTRÁTEGIA DE INNOVACIÓN DEL SERVICIO E INSTALACIÓN EN LAS UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO**, presentado por la estudiante universitaria **Yessica Melissa Castellón Bautista**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Edgar Darío Álvarez Cotí
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 3424

MSc. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2021.

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.058.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS COSTO BENEFICIO SOBRE LA SUSTITUCIÓN DE REFRIGERANTE COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN DEL SERVICIO E INSTALACIÓN EN LAS UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO**, presentado por la estudiante universitaria **Yessica Melissa Castellón Bautista**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial


Guatemala, julio de 2021.

/mgp

DTG. 275.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO SOBRE LA SUSTITUCIÓN DE REFRIGERANTE COMO ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN DEL SERVICIO E INSTALACIÓN EN LAS UNIDADES DE AIRE ACONDICIONADO**, presentado por la estudiante universitaria: **Yessica Melissa Castellón Bautista**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, julio 2021

AACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser la fuente de sabiduría y guía de mis pasos en todo momento, darme la fuerza y perseverancia para cumplir mis objetivos.
- Mis padres** Susely Bautista y Joaquín Soto. Su amor será siempre mi inspiración, su fuerza, sabiduría para educarme y por ser mi ejemplo.
- Mis hermanos** Kevin y Ana Bautista, por su cariño y ánimo en los momentos difíciles.
- Mis abuelos** Que a pesar de la distancia estaban siempre pendiente de brindarme apoyo emocional.
- Mis tíos y primos** Por sus palabras de aliento y mostrarme su cariño.
- Mi amiga** Cindy Elizabeth Carranza Ramírez, por ser una persona importante, dándome fuerzas para no rendirme, junto con su familia.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por contribuir con mi formación académica.

Facultad de Ingeniería

Por la excelente formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XV
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS	XXIII
INTRODUCCIÓN.....	XXV
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS).....	1
1.1.1. Historia.....	1
1.1.2. Ubicación	2
1.1.3. Misión	3
1.1.4. Visión.....	3
1.1.5. Valores éticos	3
1.2. Tipo de organización	4
1.2.1. Organigrama del IGSS.....	7
1.2.2. Descripción de puestos.....	7
1.3. Tipos de servicios	14
1.3.1. Administrativo	14
1.3.2. Hospitalario.....	17
1.4. Análisis costo-beneficio	18
1.4.1. Definición	19
1.4.2. Características y beneficios	19
1.4.3. Tipos de análisis	19
1.5. Refrigerantes	22

1.5.1.	Tipos de refrigerantes.....	22
1.5.2.	Propiedades	25
1.5.3.	Características de los refrigerantes	35
1.5.4.	Tendencia actual de los refrigerantes	37
1.6.	Sección de Mantenimiento	38
1.6.1.	Ubicación.....	38
1.6.2.	Organigrama mantenimiento	39
1.6.3.	Organización	40
1.6.4.	Distribución.....	43
1.6.5.	Descripción de puestos	44
1.7.	Mantenimiento.....	46
1.7.1.	Definición.....	46
1.7.2.	Tipos de mantenimiento	46
1.7.2.1.	Mantenimiento preventivo.....	47
1.7.2.2.	Mantenimiento correctivo.....	47
2.	SITUACIÓN ACTUAL	49
2.1.	Unidades de aire acondicionado	49
2.1.1.	Áreas en las que se encuentran los aires acondicionados	49
2.1.2.	Sala de operaciones.....	50
2.1.3.	Descripción del aire acondicionado	50
2.1.4.	Funciones en el área	51
2.1.5.	Descripción del mantenimiento.....	51
2.1.5.1.	Área de Labor y Partos	52
2.1.5.1.1.	Descripción del aire acondicionado.....	52
2.1.5.1.2.	Funciones de las partes	53

	2.1.5.1.3.	Tipo de mantenimiento y descripción	53
2.1.5.2.		Clínica de Enfermedad Común	54
	2.1.5.2.1.	Características del aire acondicionado	54
	2.1.5.2.2.	Funciones primarias	54
	2.1.5.2.3.	Descripción del mantenimiento.....	55
2.1.5.3.		Área de Rayos X	56
	2.1.5.3.1.	Descripción del aire acondicionado y características	56
	2.1.5.3.2.	Funciones principales....	56
	2.1.5.3.3.	Periodo de mantenimiento y descripción	57
2.1.5.4.		Clínica de Maternidad	57
	2.1.5.4.1.	Descripción y características del aire acondicionado	57
	2.1.5.4.2.	Funciones de la unidad de aire acondicionado	58
	2.1.5.4.3.	Descripción del mantenimiento.....	59
2.1.5.5.		Jefatura de Enfermería.....	59
	2.1.5.5.1.	Diseños del aire acondicionado	59

	2.1.5.5.2.	Funciones principales ...	59
	2.1.5.5.3.	Descripción del mantenimiento	60
2.1.5.6.		Área de Consulta Externa.....	60
	2.1.5.6.1.	Elementos del aire acondicionado y descripción	61
	2.1.5.6.2.	Funciones y estructura interna	61
	2.1.5.6.3.	Tipo de mantenimiento	62
2.1.5.7.		Área de Laboratorio Clínico	62
	2.1.5.7.1.	Diseño y descripción del aire acondicionado ..	62
	2.1.5.7.2.	Funciones y características principales	62
	2.1.5.7.3.	Descripción del mantenimiento	63
2.1.5.8.		Sección de Farmacia	63
	2.1.5.8.1.	Descripción y características del aire acondicionado.....	63
	2.1.5.8.2.	Aplicación y sus funciones	64
	2.1.5.8.3.	Tipo de mantenimiento	64
2.1.6.		Cantidad de aire acondicionado en la institución	65
2.1.7.		Formato de la orden de mantenimiento	67

2.2.	Diseños de las unidades en servicio	68
2.2.1.	Funcionamiento de las partes	68
2.2.1.1.	Condensador.....	68
2.2.1.2.	Evaporador	70
2.2.1.3.	Bomba de condensado	72
2.2.1.4.	Instalación.....	72
2.2.1.5.	Funcionamiento.....	75
2.2.1.6.	Riesgos al medio ambiente	75
2.2.1.7.	Reglamentación	77
2.3.	Descripción del personal.....	77
2.3.1.	Personal administrativo.....	78
2.3.2.	Personal operativo	78
2.3.3.	Distribución de las instalaciones	79
2.4.	Costos del refrigerante R-22.....	80
2.4.1.	Montaje de equipo nuevo.....	81
2.4.2.	Mantenimiento de equipo.....	96
3.	PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO SOBRE LA SUSTITUCIÓN DEL REFRIGERANTE	97
3.1.	Departamento de Compras.....	97
3.1.1.	Cotización	97
3.1.1.1.	Descripción de la cotización	97
3.1.1.2.	Análisis de la cotización	102
3.1.1.3.	Selección y contratación	103
3.2.	Departamento de Mantenimiento.....	105
3.2.1.	Planeación de la sustitución.....	105
3.2.2.	Innovación de las unidades.....	106
3.2.3.	Aplicación	107

3.3.	Planeación de procesos de la innovación de las unidades de aire acondicionado	107
3.3.1.	Condensador industrial.....	107
3.3.2.	Evaporador.....	108
3.3.3.	Bomba de condensado.....	108
3.3.4.	Instalación de equipo.....	109
3.3.5.	Funcionamiento adecuado	109
3.3.6.	Riesgos al medio ambiente	110
3.3.7.	Reglamentación legal	112
3.4.	Costos de innovación al R-410A	113
3.4.1.	Costos directos.....	113
3.4.1.1.	Mano de obra	113
3.4.1.2.	Equipo	113
3.4.1.3.	Materia prima.....	113
3.5.	Mantenimiento de equipo	114
3.5.1.	Preventivo	114
3.5.2.	Correctivo	114
3.5.3.	Tabla de temperaturas adecuadas	114
3.6.	Legislación y tratados.....	116
3.6.1.	Aplicación de tratados en Guatemala	116
3.6.2.	Leyes ambientales reguladoras en Guatemala	117
3.6.2.1.	Decreto número 68-86	117
3.6.2.2.	Decreto número 34-89	119
3.6.2.3.	Decreto número 110-97	121
3.6.3.	Ministerio de Ambiente Recursos Naturales (MARN)	122
3.7.	Recuperación de la inversión	123
3.7.1.	Valor presente neto	123
3.7.2.	Cálculo de C/B	123

	3.7.2.1.	Escenario realista.....	124
4.		IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	125
4.1.		Distribución de la sustitución	125
	4.1.1.	Priorización de áreas del IGSS	125
	4.1.2.	Órdenes de sustitución	125
4.2.		Equipo utilizado para la aplicación	126
	4.2.1.	Recuperadora de refrigerante	127
	4.2.2.	Manómetros de presión	127
	4.2.3.	Termómetros	128
4.3.		Plan de acción a ejecutar.....	128
	4.3.1.	Cuadro de costo-beneficio	129
	4.3.2.	Implementación del plan	131
4.4.		Costos de energía	132
	4.4.1.	Cálculo de consumo energético iniciales.....	132
	4.4.2.	Cálculo de consumo energético finales.....	132
	4.4.3.	Aceptación de la propuesta.....	133
		4.4.3.1. Instalación de dispositivos.....	133
		4.4.3.2. Pruebas de funcionamiento.....	134
4.5.		Reubicación de desechos.....	134
	4.5.1.	Manejo del R-22.....	135
4.6.		Manejo de materiales	137
	4.6.1.	Manejo del R-410A	138
	4.6.2.	Resultados.....	139
4.7.		Valores de rendimiento	139
	4.7.1.	Valores de rendimiento de R-22.....	139
	4.7.2.	Valores de rendimiento de R-410A	140

5.	SEGUIMIENTO O MEJORA	141
5.1.	Resultados obtenidos	141
5.1.1.	Interpretación	141
5.1.2.	Aplicación	141
5.2.	Ventajas y beneficios de la sustitución	142
5.3.	Metodología y prácticas utilizadas	142
5.3.1.	Recuperación	142
5.3.2.	Reciclado.....	143
5.3.3.	Reproceso	143
5.4.	Acciones correctivas	143
5.5.	Estadísticas.....	144
5.5.1.	Gráficas.....	144
5.6.	Modelo de informes de mantenimiento.....	146
5.6.1.	Modelo de mantenimiento preventivo	149
5.6.2.	Modelo de mantenimiento correctivo	149
5.6.3.	Cronograma de actividades.....	149
5.6.3.1.	Limpieza de filtros.....	150
5.6.3.2.	Desinfección del evaporador.....	150
5.6.3.3.	Limpieza de la batería de la unidad exterior	151
5.6.3.4.	Comprobación de carga de gas refrigerante	151
5.7.	Auditorías.....	151
5.7.1.	Internas	152
5.7.2.	Externas	152
	CONCLUSIONES	155
	RECOMENDACIONES	157
	BIBLIOGRAFÍA	159

ANEXO.....163

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social.....	2
2.	Organigrama	7
3.	Organigrama de la sección de Mantenimiento	40
4.	Aire acondicionado Split.....	52
5.	Simbología de aires acondicionados	65
6.	Distribución de aires acondicionados	66
7.	Formato de orden de mantenimiento.....	67
8.	Capa de ozono.....	76
9.	Presentación R-22	81
10.	Ilustración con taladro	82
11.	Cableado exterior	83
12.	Recubrimiento exterior	84
13.	Recubrimiento del cable.....	84
14.	Base para la unidad condensadora	85
15.	Tubos	87
16.	Protecciones	87
17.	Recubrir uniones	88
18.	Instalación eléctrica.....	89
19.	Manómetros	91
20.	Verificación de fugas	92
21.	Canaletas.....	95
22.	Cotización	98
23.	Tabla de temperatura	115

24.	Formato 032	120
25.	Informe de solicitud de cambio	126
26.	Termómetro	128
27.	Posibles escenarios alternos a la propuesta	130
28.	Procedimiento de sustitución	133
29.	Hoja de seguridad.....	136
30.	Refrigerantes (presión contra temperatura)	144
31.	Tipos de refrigerantes	145
32.	Ciclo de R410A.....	145
33.	Diagrama de instalación	146
34.	Diagrama de informes mantenimientos.....	147
35.	Formato mantenimiento	148
36.	Cronograma.....	150

TABLAS

I.	Comparación de tipo de análisis de costos	21
II.	Tipos de refrigerantes	22
III.	Presión de operación	26
IV.	Temperatura a presión atmosférica	27
V.	Volumen específico a -15 °C.....	28
VI.	Densidad de refrigerantes.....	30
VII.	Efectos de los refrigerantes líquidos sobre los elastómeros.....	32
VIII.	Efectos de los refrigerantes sobre los plásticos	33
IX.	Pesos moleculares y olores de algunos refrigerantes	33
X.	Espacios en los que se encuentran los aires acondicionados.....	49
XI.	Medidas comunes.....	58
XII.	Costo-beneficio.....	129
XIII.	Plan de implementación.....	131

XIV.	Rendimiento R-22	139
XV.	Rendimiento presión contra temperatura	140

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
BTU	<i>British Thermal Unit</i>
CO₂	Dióxido de carbono
°F	Grados Fahrenheit
kg	Kilogramos
km	Kilómetro
kPa	Kilo Pascales (presión)
l	Litro
m	Metro
m³	Metros cúbicos
mm	Milímetro
mm²	Milímetros cuadrados
Pa	Pascales (presión)
%	Porcentaje
V	Voltios

GLOSARIO

Atmósfera	Capa de gas de un cuerpo celeste. Los gases son atraídos por la gravedad del cuerpo; se mantienen en él si la gravedad es suficiente y no es barrida completamente por el viento solar. La atmósfera primaria está formada de hidrógeno.
Beneficio económico	Ganancia en mercancía económica, se obtiene luego de realizar alguna actividad, servicio o inversión; el beneficio se puede medir según los ingresos obtenidos o el porcentaje de ganancia final de la actividad económica que genera mayor riqueza.
Calentamiento global	Aumento progresivo de las temperaturas de los océanos, mares y de la atmósfera que rodea la tierra.
Cambio climático	Variación del clima en el planeta Tierra, generado por la acción del ser humano, producido por el efecto invernadero que provoca el calentamiento global.
Capa de ozono	Conforma la atmósfera terrestre, la cual se divide en capas sucesivas, desde la troposfera hasta la exosfera. Donde el ozono se encuentra localizado en la estratosfera que se desarrolla entre los 10 a los 50 de kilómetros de altura.

Costo	En economía, es el valor monetario de los consumos de factores que supone el ejercicio de una actividad económica destinada a la producción
Derechohabiente	Persona que deriva su derecho de otra.
Ecología	Ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con su hábitat.
Estabilidad térmica	Estado en el que las temperaturas de todos los puntos del espécimen no difieren en más de 3 °C, o en lo que requiera la especificación particular de su temperatura final.
Farmacología	Ciencia que estudia los fármacos, analiza y profundiza el estudio de las sustancias que producen efectos en los seres vivientes en el alivio de síntomas o curar enfermedades, por medio de su aplicación, ya sea oral, inyectable, cutánea, rectal, oftálmica o sublingual.
Gas refrigerante	Cualquier cuerpo o sustancia que actúa como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia.
Hidrocarburo	Sustancia o compuesto de origen químico, es el resultante de la combinación o mezcla del carbono con el hidrógeno.

IGSS	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, institución dedicada a brindar servicios de salud y seguridad social a la población que posee un trabajo y esté afiliada.
INTECAP	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad.
IRTRA	Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala dedicada a proveer esparcimiento y recreación con excelencia en el servicio.
Maternidad	Estado o circunstancia de la mujer que ha sido madre.
Medio ambiente	Entorno natural no creado por el humano, en el cual conviven los animales, plantas y minerales; interactuando entre ellos.
Odontología	Ciencia que forma parte de la medicina, estudia el diagnóstico, análisis, prevención y el tratamiento del sistema estomatognático, incluido el diente, encía, mandíbula y el tejido periodontal.
Ortopedia	Rama de la cirugía que se refiere a desórdenes del aparato locomotor, de sus partes musculares, óseas o articulares y sus lesiones agudas, crónicas, traumáticas, y recurrentes.

Patrono	Persona que emplea trabajadores y obreros de su propiedad o negocio.
Pensión	Cantidad de dinero que se paga periódicamente durante el periodo de jubilación.
Prestaciones	Corresponde al plural de la palabra prestación: es aquel servicio que una autoridad o en su defecto un contratante ofrece o le exige a otro.
Protocolo de Montreal	Del Convenio de Viena (1987) para la protección de la capa de ozono, diseñado para protegerla, reduciendo la producción y el consumo de sustancias químicas que contienen cloro y bromo.
Radiología	Especialidad médica que tiene por objeto lograr captar y atrapar imágenes del interior del cuerpo humano o animal, a fin de emplearlas para los diagnósticos, evaluación y tratamiento de las distintas enfermedades.

RESUMEN

En el presente trabajo se exponen temas acerca de la sustitución de refrigerante, ecología y ahorro energético; tomando como punto de partida la sustitución del gas refrigerante R-22 empleado en una gran variedad de equipos, con resultados favorables, tanto para el medio ambiente como el económico.

Por medio de refrigerantes ecológicos, conocidos como hidrocarburos (HC), se logra la sustitución exitosa de los gases refrigerantes hidroclorofluorocarbonos (HCFC) en equipos de climatización de expansión directa. Logrando desplazar completamente la implementación de HCFC, que contribuyen al calentamiento global, y desde 1990 han sido restringidas en producción y reducidas en utilización por el Protocolo de Montreal.

Se describen los resultados obtenidos tras la implementación de refrigerantes naturales en equipos estándar, que originalmente funcionan con R-22 como fluido refrigerante; entre sus beneficios resalta el ahorro en consumo de energía eléctrica, ya que el refrigerante R410A posee similares características refrigerantes que el HCFC; pero a causa de que su estructura molecular es natural, cuenta con mejor estabilidad térmica, haciéndolo que posea insuperables propiedades físicas y químicas que hacen al sistema funcionar con mayor eficiencia y con presiones de trabajo mucho menores; obteniendo como consecuencia un menor consumo energético y riesgo al operar. Con esta actualización ambiental en equipos de climatización, se logra un avance en la lucha contra la eliminación de sustancias que agotan la capa de ozono, y que contribuyen al cambio climático, ya que los refrigerantes

naturales poseen mucho menor tiempo de vida en la atmósfera y un índice de potencial de agotamiento de ozono mínimo.

OBJETIVOS

General

Desarrollar un análisis costo-beneficio sobre la sustitución de refrigerante como estrategia de innovación del servicio e instalación en las unidades de aire acondicionado.

Específicos

1. Recopilar toda la información necesaria con respecto al estudio de la sustitución adecuada del refrigerante para tomar la mejor decisión, y así mejorar la calidad en el funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado.
2. Realizar el análisis costo-beneficio para cuantificar los beneficios que se obtendrán, aproximadamente, en un año a favor del IGSS.
3. Aplicar las mejoras en las diversas áreas, utilizando un método de monitoreo para asegurar que esté operando correctamente.
4. Desarrollar el mantenimiento aplicable en un aire acondicionado para su continuo funcionamiento como sistema.
5. Analizar el tiempo en la planificación, realizando un marco organizacional por medio de las distintas herramientas.

6. Reducir los contaminantes en el refrigerante usado, haciendo la sustitución por uno óptimo.
7. Ser capaz de efectuar el procedimiento de la sustitución e instalación de refrigerante en las unidades de aire acondicionado, cumpliendo con los protocolos de instalación, operación y funcionamiento.

INTRODUCCIÓN

En el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), ubicado en la zona 6 de del departamento de Guatemala, se observó el funcionamiento y servicio de las unidades de aire acondicionado; identificando problemas de los gases contaminantes que se emiten al exterior.

Esta situación genera un impacto ambiental. Su regulación está a cargo del área de Mantenimiento del Instituto. El IGSS se ha caracterizado por buscar operaciones sostenibles en ambientes y con rendimiento económico; por ello este estudio costo-beneficio es necesario para contribuir con la sostenibilidad a largo plazo. Asimismo, se podrá comparar el rendimiento de una nueva forma de trabajo con un refrigerante con menos impacto ambiental y mayor rendimiento.

Innovando el Área de Mantenimiento y proponer una nueva forma de operar que contribuya, tanto a los usuarios como al rendimiento económico de la institución. Las solicitudes de instituciones proecológicas son cada vez más exigentes, debido al impacto que este tipo de equipos de aire acondicionado expulsa a la capa de ozono, provocando daños irreversibles al medio ambiente.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)

A continuación, la historia y acontecimientos de la institución que brinda servicios médicos a los trabajadores afiliados y a sus familias.

1.1.1. Historia

Después de una dictadura de catorce años del general Jorge Ubico, los guatemaltecos se unieron para derrocar el gobierno interino del general Ponce Vaides, quien había tomado el poder conocido como la Revolución de 1944; se estableció un gobierno democrático, bajo la presidencia del Dr. Juan José Arévalo Bermejo. "El Estado reconoce y garantiza el derecho de la seguridad social para beneficio de los habitantes de la nación guatemalteca"¹.

El Gobierno de Guatemala de aquella época gestionó la venida al país de dos técnicos en materia de seguridad social: el Lic. Óscar Barahona Streber (costarricense) y Walter Dittel (chileno), quienes hicieron un estudio de las condiciones económicas, geográficas, étnicas y culturales de Guatemala. El resultado lo publicaron en un libro titulado *Bases de la seguridad social en Guatemala*. Al promulgarse la Constitución Política de la República de aquel entonces, el pueblo de Guatemala encontró, entre las garantías sociales en el artículo 63, el siguiente texto: Se establece el seguro social obligatorio.

¹ Constitución Política de la República de Guatemala, 1985. *Historia del IGSS*. p. 223.

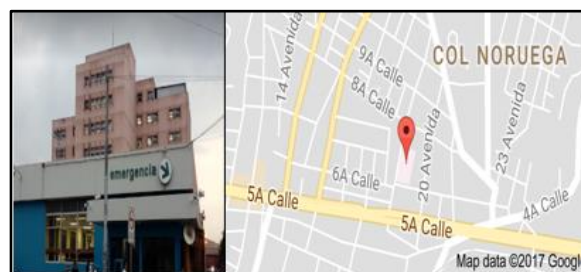
En el cap. 1º, art. 1º: indica que se crea una institución autónoma, de derecho público con personería jurídica propia y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones, cuya finalidad es aplicar en beneficio del pueblo de Guatemala, un régimen nacional, unitario y obligatorio de seguridad social, de conformidad con el sistema de protección mínima.

Esto significa que debe cubrir todo el territorio de la república, ser único para evitar la duplicación de esfuerzos y de cargas tributarias para los patronos y trabajadores de acuerdo con la ley, estar inscritos como contribuyentes, no evadir esta obligación, pues ello significaría incurrir en la falta de previsión social.

1.1.2. Ubicación

El edificio en estudio está ubicado en la zona 6 capitalina y colinda al norte con la colonia Noruega de la misma zona, al sur con la 5ta. calle de la misma zona.

Figura 1. **Ubicación del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social**



Fuente: Google Maps. *Ubicación del IGSS*. <https://www.google.com/maps/place/Hospital+General+Dr.+Juan+Jos%C3%A9+Ar%C3%A9valo+Bermejo+IGSS+ZONA+6/@14.651419,-90.496558,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8589a27bc5b0c0eb:0x55b59ae8d06099de!8m2!3d14.651419!4d-90.4943693>. Consulta: 18 de junio de 2018.

1.1.3. Misión

“Proteger a nuestra población asegurada, contra la pérdida o deterioro de la salud y del sustento económico, debido a las contingencias establecidas en la ley; administrando los recursos en forma adecuada y transparente”².

1.1.4. Visión

“Ser la institución moderna de Seguro Social, caracterizada por su permanente crecimiento y desarrollo, que cubre a la población que por mandato legal le corresponde, así como por su solidez financiera, excelente calidad de sus prestaciones con eficiencia y transparencia de su gestión”³.

1.1.5. Valores éticos

- Trabajo en equipo: el instituto debe asegurar que sus funcionarios tengan un sentido de pertenencia y responsabilidad compartida en su trabajo y en los logros institucionales, de cooperación en el desarrollo de los proyectos y en (vestir la camiseta) del IGSS con orgullo y conciencia de la labor conjunta, tiene presente que: “todo es mayor que la suma de sus partes”⁴.
- Vocación de servicio: al igual que en la propuesta anterior, cabe señalar que el trabajo realizado por cada miembro del IGSS, sin importar posición o jerarquía, es una labor de política social destinada a la protección de quien lo necesita y por ley lo merece.

² IGSS. *Planificación estratégica institucional*. p. 22.

³ *Ibíd.* p. 23.

⁴ *Ibíd.*

1.2. Tipo de organización

Los programas esenciales del IGSS los define el seguro que administra, su éxito depende de su capacidad para estabilizar el nivel de vida de las personas calificadas.

El programa de Enfermedad y Maternidad está normado por el Acuerdo 410 de Junta Directiva, en el que se establece que es función inherente a la seguridad social brindar protección a los habitantes del país contra los distintos riesgos que amenazan la salud, bienestar y capacidad productiva de los individuos y la colectividad de la que forman parte.

El programa de Enfermedad Común brinda asistencia quirúrgica especializada, hospitalización, odontología, asistencia médica, exámenes de laboratorio y radiológicos complementarios, trabajo social, cirugía plástica y equipo protésico. Proporciona subsidios en efectivo, incluidos subsidios por discapacidad temporal y gastos funerarios en caso de fallecimiento. Las esposas o parejas de los miembros (no está incluido el departamento de Guatemala) y los niños menores de 7 años, también tienen derecho a los servicios médicos.

El programa de Maternidad brinda asistencia quirúrgica especializada, hospitalización, pruebas radiológicas y de laboratorio, asistencia con medicamentos, servicios sociales y asistencia a la lactancia. Además, existen subsidios en efectivo y gastos funerarios por incapacidad temporal. La esposa o pareja del miembro también tiene derecho a recibir atención médica por este riesgo.

El programa de Accidentes se encuentra normado en el Acuerdo 1002 de Junta Directiva, reglamento sobre protección relativa en accidentes por el cual se otorga a sus afiliados y a los familiares que dependan de ellos, protección en caso de accidente, en la extensión y calidad que dichos beneficios sean compatibles con la capacidad financiera del IGSS.

Brinda asistencia quirúrgica especializada, hospitalización, odontología, asistencia con medicamentos, exámenes de laboratorio y exámenes complementarios de radiología, rehabilitación, trabajo social, ortopedia y equipo protésico, y además, en el caso de incapacidad temporal persistente, subsidia dinero en proporción a los ingresos. Compensación por gastos físicos y funerarios de los miembros en caso de fallecimiento.

También tiene derecho a atención médica la esposa o compañera del afiliado (a excepción del departamento de Guatemala), así como los niños menores de siete años de edad. Para calificar mejor los derechos y beneficios del programa de enfermedad, maternidad y accidentes, también es necesario estudiar lo normado por el Acuerdo 468, Reglamento de Prestaciones en Dinero, así como por el Acuerdo 466, Reglamento de Asistencia Médica.

El programa de Invalidez, Vejez y Supervivencia (IVS) se encuentra normado por el Acuerdo 1124 de Junta Directiva, en el que indica que el régimen de seguridad social protege en caso de invalidez y vejez, ampara las necesidades creadas por el fallecimiento, ya que uno de sus fines principales es el de compensar mediante el otorgamiento de prestaciones en dinero, el daño económico resultante de la cesación temporal o definitiva de la actividad laboral.

La pensión de invalidez se emite por invalidez del asegurado de acuerdo con el reglamento del Departamento de Medicina Legal y Evaluación de

Incapacidades del Instituto, debe contar con treinta y seis cuotas aportadas durante los últimos seis años a la ocurrencia del riesgo.

La pensión por vejez se emite porque los trabajadores no pueden seguir laborando debido al desgaste biológico que provoca el proceso de envejecimiento, cuando cumplen con los requisitos legales requisitos de ley, que en la actualidad son de sesenta años de edad y haber pagado doscientos cuarenta cuotas al programa.

Las pensiones de huérfanos y viudas se pagan a la esposa, pareja e hijos menores del asegurado o pensionado al momento de su fallecimiento, además de contar con treinta y seis cuotas aportadas durante los últimos seis años a la ocurrencia del riesgo.

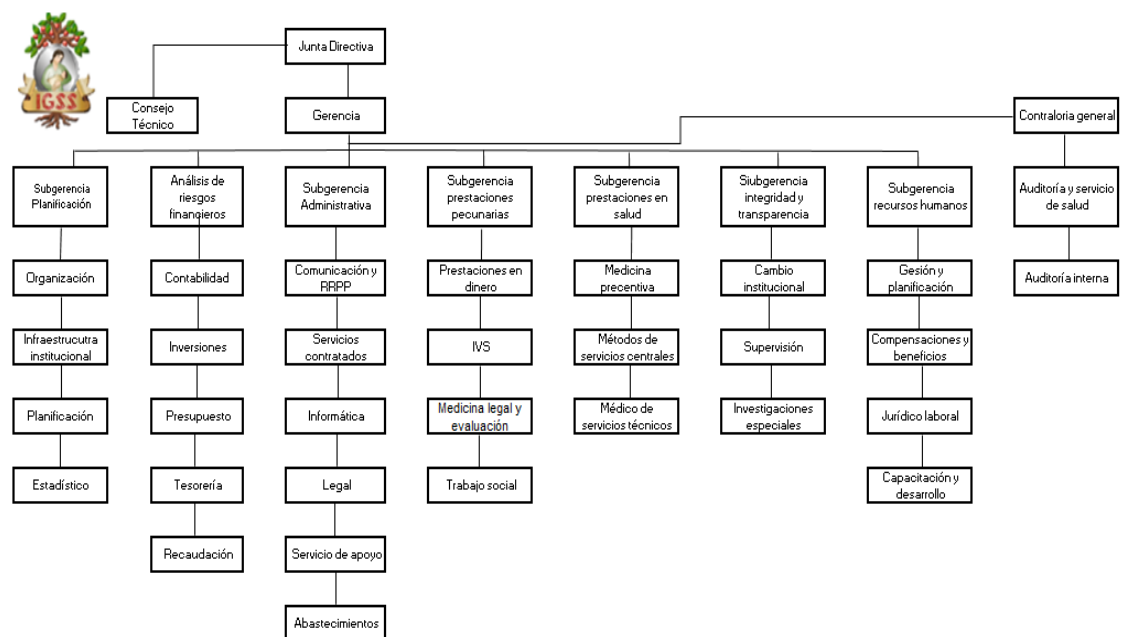
El Programa Especial para la Cobertura de las Trabajadoras de Casa Particular (Precapi) se encuentra normado en el Acuerdo 1235 de Junta Directiva y cobró vigencia el diez de septiembre de 2009. El objetivo es brindar protección relativa a los riesgos de accidentes, maternidad y control de niño sano (para los hijos menores de cinco años) a las trabajadoras de casa particular que se dediquen en forma habitual y continua a labores de aseo, asistencia y demás; propias de un hogar o de otro sitio de residencia o habitación particular que no importen lucro o negocio para el empleador.

El programa cubre, en una primera etapa, a las trabajadoras de casa particular que laboran en el departamento de Guatemala, brindando servicio en las unidades médicas del Instituto que se encuentran en ese departamento.

1.2.1. Organigrama del IGSS

A continuación, en la figura 2 se describe la forma como se encuentra la jerarquía de puestos.

Figura 2. Organigrama



Fuente: IGSS. *Organigrama estructural*. https://www.igssgt.org/wp-content/uploads/ley_acceso_info/pdf/pdf2019/1/org_grl_IGSS_2019.pdf. Consulta: 4 de junio de 2019.

1.2.2. Descripción de puestos

A continuación, se describen las funciones de los puestos de la institución.

- Junta Directiva
 - Dirigir las actividades generales de la institución.
 - Dictar reglamentos que requiera el funcionamiento de la institución.
 - Aprobar el informe de las operaciones realizadas.
 - Aprobar el presupuesto general de ingresos y egresos de la institución.
 - Estudiar balances, estados e informes relativos a la marcha de la entidad presentados por Gerencia.

- Gerencia
 - Administrar el funcionamiento del IGSS de acuerdo a las disposiciones e instrucciones que dicte la Junta Directiva.
 - Dirigir y vigilar el desarrollo global del IGSS, según lo dispone la Ley Orgánica, leyes nacionales y las específicas de orden técnico de seguridad social y acatar estrictamente su principio heurístico.
 - Coordinar armoniosamente las actividades del IGSS directamente o mediante instrucciones dadas a través de subgerencias, jefaturas y con las de otras instituciones públicas o privadas, que tengan relación con el régimen de seguridad social.

- Consejo Técnico
 - Representar por designación de la Junta Directiva o asesorar a las autoridades superiores en reuniones de carácter nacional e internacional.

- Dictaminar, realizar estudios y orientar a la Junta Directiva y a la Gerencia en los asuntos que requieran un conocimiento científico especializado.
- Comunicarse con la Gerencia por escrito y comunicar a la Junta Directiva cualquier defecto o irregularidad que encuentren o descubran en el funcionamiento y aplicación de los programas a cargo del IGSS, acompañado con propuestas de solución.
- Subgerencia Financiera
 - Elaborar recomendaciones para la formulación de planes de inversión, según se describe en el capítulo VI de la Ley Orgánica del Instituto.
 - Orientar y supervisar el manejo de los recursos financieros a través de la generación efectiva de ingresos, la inversión transparente y rentable, la racionalización de gastos y el pago oportuno de las obligaciones monetarias, siendo responsable el Instituto de Investigación.
 - Diseñar, proponer y ejecutar estrategias, planes y proyectos, enfocándose en asegurar la calidad y transparencia de todas las operaciones financieras, enfocándose en la descentralización de tecnología, negocios y funciones.
 - Coordinar e introducir oportunamente los ingresos y gastos del proyecto de presupuesto general del Instituto, y asegurar su correcta ejecución.

- Dirección de Análisis de Riesgos Financieros
 - De acuerdo con el diseño de herramientas de gestión y el marco de principios rectores autorizados en el plan anual de inversiones, asesorar al departamento de Subgerencia Financiera en el análisis, medición y gestión de riesgos financieros.
 - Evaluar el riesgo, liquidez y desempeño crediticio de las entidades financieras privadas y gubernamentales en las que invierte; Subgerencia del Mercado y Operaciones Financieras, y evaluar los aspectos cualitativos que afectan la evaluación de riesgos.
 - Recomendar medidas de controlar y minimizar los riesgos de liquidez, de crédito, de mercado y operacional de las inversiones, para comparar y evaluar la tendencia de los riesgos del último trimestre.

- Departamento de Presupuesto
 - Preparar anualmente, en coordinación con las diferentes dependencias el proceso para elaborar el proyecto de presupuesto general de ingresos y egresos conforme la planificación y los programas que administra el Instituto.
 - Desarrollar las fases de discusión, aprobación, ejecución, control, evaluación y fiscalización que conlleva el proyecto de presupuesto general de ingresos y egresos del Instituto.
 - Aprobar la programación de ejecución financiera y física del presupuesto de cada unidad ejecutora.

- Departamento de Contabilidad
 - Contabilizar los bienes muebles e inmuebles del Instituto.
 - Operatividad la ejecución del presupuesto de ingresos y egresos década ejercicio fiscal, en las fases de registro, control y evaluación simultánea de las operaciones financieras, bajo el sistema integrado de contabilidad, adoptado por el Instituto.
 - Coordinar la descentralización de operaciones, mediante codificación de documentos de origen alimentado en el sistema contable y fijar los plazos para la rendición de informes.

- Departamento de Tesorería
 - Pagar los gastos debidamente autorizados al presupuesto total de gastos del Instituto; pensiones, sueldos, salarios y otros pagos reglamentarios.
 - Informar el detalle de los ingresos y egresos a la Subgerencia Financiera y al Departamento de Contabilidad.
 - Custodiar y responsabilizarse por las recaudaciones diarias y de los fondos asignados para gastos.

- Departamento de Recaudación
 - Revisar periódicamente la cuenta corriente patronal y planillas de seguridad social en forma mensual para establecer la mora patronal.
 - Emitir documentos de cobro y llevar el seguimiento de recuperación de la mora patronal.

- Administrar el uso de formularios de: certificados de trabajo, planillas de seguridad social. recibos de pago por cuotas patronales e ingresos diversos.
 - Elaborar e informar a los patronos la programación de pagos de cuotas patronales y laborales.
 - Elaborar proyectos de resolución de impugnación, devolución de cuotas y recursos de revocatoria.
- División de Registro de Patronos y Trabajadores
 - Ejecutar inscripciones patronales y de trabajadores, unificando la información relativa a cada patrono.
 - Actualizar constantemente los registros y controles de información de patronos y trabajadores.
 - Clasificar, conservar, custodiar y archivar los documentos de inscripción de patronos y trabajadores.
- División de Cobro Administrativo
 - Planear, organizar, dirigir y evaluar el proceso de recuperación de mora patronal, de acuerdo a la normativa vigente.
 - Diseñar, proponer, implementar y ejecutar las políticas, estrategias, planes y programas aprobados por la administración para recuperar la mora patronal y laboral.
 - Realizar análisis del comportamiento de pagos del sector patronal, comprendiendo el adecuado, oportuno y eficiente pago de sus obligaciones ante el Instituto.

- Departamento de Inversiones
 - Atender y cumplir las políticas de inversión y administración de los recursos disponibles y la reserva técnica, conforme lo normado en la Ley Orgánica del Instituto y las disposiciones vigentes dictadas por la Junta Directiva y la Gerencia.
 - Estudiar y analizar nuevas opciones de inversión para los recursos institucionales y conocer las mejores condiciones en que pueden colocarse los fondos disponibles para inversión (transitorios y de respaldo a reserva técnica), en cuanto a seguridad, rentabilidad y liquidez.
 - Presentar informes semanales y mensuales sobre el monto de los fondos de inversión a la Subgerencia Financiera, Gerencia y Junta Directiva, por entidad y las condiciones generales acordadas en la operación.

- Subgerencia de Prestaciones en Salud
 - Planificar, dirigir, evaluar y supervisar las funciones asignadas a los departamentos, Médico de Servicios Centrales, Técnico de Servicios de Salud y Medicina Preventiva.
 - De acuerdo con las disposiciones del sistema de seguridad social, orientar y supervisar la prestación de servicios médicos efectivos, oportunos y transparentes a afiliados y beneficiarios.
 - Coordinar con el subgerente de Planificación y Desarrollo para diseñar, proponer e implementar estrategias, programas y proyectos, los cuales deben estar orientados a la calidad del servicio institucional de salud, con énfasis en la prevención y la descentralización tecnológica, empresarial y funciona.

- Departamento de Servicios Centrales
 - Dirigir y orientar las actividades técnico-administrativas que desarrollan los hospitales consultorios y unidades asistenciales situadas en el área metropolitana y sus municipios.
 - Coordinar y supervisar las funciones que tiene asignadas la clínica de personal de oficinas centrales.
 - Proporcionar las prestaciones médico-hospitalarias por enfermedad a los afiliados y a los beneficiarios con derecho, según lo establecido en el reglamento de asistencia médica del Instituto.

1.3. Tipos de servicios

El IGSS presta diferentes servicios de medicina temprana, además de medicina integral.

1.3.1. Administrativo

Para cumplir sus funciones y brindar prestación de calidad en los programas, el IGSS se encuentra estructurado administrativamente de la siguiente manera:

- Junta Directiva: ejercer la máxima autoridad del Instituto, formular normas para la correcta implementación de la Ley Orgánica, aprobar el presupuesto general de ingresos y egresos de la Institución, comprender y evaluar los informes presentados por la Dirección sobre el funcionamiento.

- Gerencia: ejecuta la autoridad como órgano ejecutivo de la institución, coordina las actividades del Instituto relacionadas con otras instituciones públicas o privadas y las actividades relacionadas con el sistema de seguridad social, delega funciones a los subgerentes y asegurar la adecuada gestión y transparencia de la institución.
- Consejo Técnico: representa al Instituto por designación de Junta Directiva o de la Gerencia en reuniones de carácter nacional e internacional, asesora a miembros de la Junta Directiva y de la Gerencia, realiza estudios y análisis de planteamientos propuestos por la Gerencia.
- Contraloría General: dirige y coordina la gestión administrativa, la planificación financiera, los recursos humanos, los servicios de salud, el dinero y la integridad y transparencia relacionadas con las inspecciones de procesos y las actividades de control interno de la institución, y son implementadas por todas las instituciones afiliadas que integran el Instituto.
- Subgerencia de Planificación y Desarrollo: planifica, dirige y supervisa la ejecución de funciones y actividades asignadas. Coordina y evalúa la formulación de planes estratégicos, operativos y la aplicación de indicadores de gestión. Diseña y propone estrategias, planes y proyectos que orientan la gestión de la organización hacia la dirección de descentralización de la administración, operaciones y funciones. Las normas son beneficiosas para el seguimiento de las acciones cooperativas nacionales e internacionales del Instituto.

- Subgerencia Administrativa: coordina y promueve la implementación de los servicios de apoyo administrativo para la gestión de los anexos del Instituto. Prioriza las acciones a ejecutar en el marco de los servicios de calidad, transparencia e integridad, optimiza la sinergia de sus departamentos de trabajo, evalúa la gestión y sienta las bases para la mejora continua.
- Subgerencia de Prestaciones Pecuniarias: tiene el compromiso de brindar servicios de manera directa a sucursales, pensionados y beneficiarios, y es responsable de dirigir y supervisar la entrega oportuna y transparente de los beneficios en efectivo, lo cual ha sido contemplado en los diferentes reglamentos del régimen de seguridad social.
- Subgerencia Financiera: orienta y supervisa la gestión de los recursos financieros a través de la adquisición efectiva de ingresos, la inversión transparente y rentable, la racionalización de gastos y el pago oportuno de las obligaciones monetarias, para asegurar la estabilidad y el equilibrio de las condiciones financieras.
- Subgerencia de Prestaciones en Salud: orienta y supervisa las adjudicaciones de servicios de salud efectivas, oportunas y transparentes a afiliados y beneficiarios, y también diseñar, proponer e implementar estrategias, planes y proyectos, que deben estar orientados a la calidad de los servicios institucionales de salud.
- Subgerencia de Integridad y Transparencia Administrativa: monitorear y llevar a cabo procesos transparentes para evitar la corrupción o comportamientos que dañen los activos y la imagen del Instituto; mejorar la transparencia de las operaciones institucionales al monitorear e

investigar quejas, reclamos y reportes; y promover principios y valores. Asegurar la integridad de los recursos humanos.

- Subgerencia de Recursos Humanos: orientar y supervisar la gestión de recursos humanos para asegurar la prestación de servicios eficaz y oportuna a miembros, beneficiarios, pensionados y jubilados. El objetivo final es velar por los lineamientos e intereses marcados por las instituciones guatemaltecas.

1.3.2. Hospitalario

De acuerdo con los estudios y cálculos efectuados de demanda de servicios, los inmuebles arrendados requirieron de diversas mejoras, así también en las unidades propias del Instituto se hicieron modificaciones y ampliaciones de ambientes y número de camas que correspondían a las necesidades. A la presente fecha un equipo de trabajo hace los estudios necesarios para la adquisición de terrenos y el desarrollo de un proyecto regional de infraestructura integral específico.

- Trabajador: de conformidad con el artículo tres del Decreto 17-73 del Congreso de la República, Código de Trabajo, el trabajador es toda persona individual que presta a un patrono sus servicios materiales, intelectuales o de ambos géneros, en virtud de un contrato o relación de trabajo.
- Afiliado: de conformidad al artículo tres del Acuerdo 1,124 de Junta Directiva del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, reglamento sobre protección relativa a invalidez, vejez y sobrevivencia, afiliado es la persona individual que mediante un contrato o relación de trabajo presta

sus servicios materiales, intelectuales o de ambos géneros a un patrono formalmente inscrito en el régimen de seguridad social.

- **Beneficiario:** de conformidad al artículo tres del Acuerdo 1,124 de Junta Directiva del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, reglamento sobre protección relativa a invalidez, vejez y sobrevivencia, beneficiario es la persona a quien se extiende el derecho en el goce de los beneficios del régimen de seguridad social, por razones de parentesco o de dependencia económica del asegurado.
- **Asegurado:** de conformidad al artículo 3 del Acuerdo 1,124 de Junta Directiva del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, reglamento sobre protección relativa a invalidez, vejez y sobrevivencia, asegurado es la persona que tenga derecho a la protección relativa a invalidez, vejez o sobrevivencia, de conformidad con las normas contenidas en este reglamento.
- **Pensionado:** de conformidad al artículo 3 del Acuerdo 1,124 de Junta Directiva del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, reglamento sobre protección relativa a invalidez, vejez y sobrevivencia, pensionado es el afiliado o beneficiario que adquiere esta calidad mediante resolución firme.

1.4. Análisis costo-beneficio

Se desarrollará la definición y términos importantes del análisis costo-beneficio.

1.4.1. Definición

El costo-beneficio es una especie de lógica o razonamiento y su principio es obtener los mejores y más altos resultados con el menor esfuerzo, para mejorar la eficiencia técnica y la motivación humana. Suponiendo que todos los hechos y comportamientos pueden evaluarse bajo esta lógica, aquellas cosas cuyos beneficios superan los costos tienen éxito, de lo contrario fallarán.

1.4.2. Características y beneficios

Lista de pasos que comprenden un análisis genérico de costo-beneficio.

- Lista las alternativas de proyectos/programas.
- Listar a las partes.
- Seleccionar la medida y mida todos los elementos de costo/beneficio.
- Predecir el resultado del costo y los beneficios durante el período pertinente.
- Convertir todos los costos y beneficios en una moneda común.
- Aplicar la tasa de descuento.
- Calcular el valor presente neto de las opciones del proyecto.
- Realizar análisis de sensibilidad.

1.4.3. Tipos de análisis

Los cuatro métodos utilizados para el análisis económico son:

- Análisis de la minimización de costos: implica determinar la cantidad necesaria para proporcionar servicios que no están relacionados con los resultados del paciente. Este tipo de análisis es el más común en la

literatura sobre anestesiología. Su propósito es encontrar la forma más barata de obtener resultados.

- Análisis costo-beneficio: compara los costos relacionados y las consecuencias o resultados en términos monetarios. Asimismo, define el valor monetario de los ingresos derivados de la inversión.
- Análisis de costo-efectividad: expresa el costo de la intervención en unidades de éxito o efectividad (por ejemplo: costo por paciente, sin complicaciones postoperatorias).
- Análisis de costo-utilidad: son similares a los análisis de costo efectividad, pero las medidas de efectividad incluyen la preferencia y satisfacción del paciente con la calidad de vida, y los resultados se expresan en términos de calidad de vida (QALY).

Tabla I. **Comparación de tipo de análisis de costos**

Tipo de análisis	Definición	Criterio de selección	Variables
Minimización de costos	Comparar precios de compra	Económico	Precio de compra
COSTO-BENEFICIO	Comprar al costo con las consecuencias en términos monetarios	Ofrece los mayores beneficios al mejor precio posible	Costos directos: precio de compra. Precio de administración. Precio del desperdicio. Costos indirectos: Tempos de retraso en sala de cirugía. Tiempo de retraso en sala de recuperación. Tratamiento efectos secundarios. Hospitalizaciones no previstas. Costos intangibles: Precio de la incapacidad. Precio de la invalidez. Precio de una muerte.
COSTO-EFECTIVIDAD	Costo por unidad de resultado	Obtiene la respuesta más favorable y su costo se ajusta a la disponibilidad de recursos	
COSTO-UTILIDAD	Costo por la satisfacción de las necesidades de los usuarios	Satisface exigencia con la calidad que se está dispuesto a pagar	Precio que el usuario está dispuesto a pagar por la satisfacción de sus necesidades.

Fuente: elaboración propia.

1.5. Refrigerantes

Son los fluidos de cualquier sistema de refrigeración mecánica. Todo lo que cambie de líquido a vapor o viceversa puede usarse como refrigerante, dependiendo del rango de presión y temperatura en el que se cambien, será comercialmente útil.

1.5.1. Tipos de refrigerantes

Los primeros refrigerantes que reunían algunas de estas características eran los únicos refrigerantes disponibles cuando apareció la primera máquina mecánica de producción en frío (1867) fueron el amoníaco (NH₃), el dióxido de carbono (CO₂) y el dióxido de azufre (SO₂). Sin embargo, estos refrigerantes presentan serios problemas de toxicidad, explosión y corrosión en las instalaciones, por lo que su uso se limita al industrial.

A excepción del amoníaco, todos estos refrigerantes han sido discontinuados y reemplazados por otros denominados freones, que están en el mercado desde 1928 y no tienen las desventajas de los primeros.

Tabla II. Tipos de refrigerante

Refrigerante ASHRAE	Marca	Potencial de agotamiento de ozono *	Potencial de calentamiento global, horizonte a 100 años **	Años de vida en la atmósfera ***
CFCs				
R-11		1 000	4 600	45 0
R-12		0 820	10 600	100,0
R-13		1 000	14 000	640 0
R-113		0 900	6 000	85 0
R-114		0 850	9 800	300 0
R-115		0 400	7 200	1 700 0

Continuación de tabla II.

HCFCs				
R-22		0 034	1 700	11 9
R-123		0 012	120	1 4
R-124		0 026	620	6 1
R-141b		0 086	700	9 3
R-142b		0 043	2 400	19 0
HFCs				
R-23		0	12 000	260 0
R-32		0	550	5 0
R-125		0	3 400	29 0
R-134 a		0	1 300	13 8
R-143 a		0	4 300	52 0
R-152 a		0	120	1 4
ZEOTROPOS				
R-401 A	MP39	0 027	1 100	
R-401 B	MP66	0 028	1 200	
R-402 A	HP81	0 013	2 700	
R-402 B	HP80	0 020	2 300	
R-403 A	RP69S	0 026	3 000	
R-403 B	RP69L	0 019	4 300	
ZEOTROPOS				
R-404 A		0	3 800	
R-407 A		0	2 000	
R-407 B		0	2 700	
R-407 C		0	1 700	
R-407 D		0	1 500	
R-408 A	FX10	0 016	3 000	
R-409 A		0 039	1 500	
R-409 B		0 033	1 500	
R-410 A	AZ20	0	2 000	
R-413 a	RP49	0	1 900	
R-414 b		0 031	1 300	
AEÓTROPOS				
R-500		0 605	7 900	
R-502		0 221	4 500	
R-503		0 599	13 000	
R-507 A		0	3 900	
R-508 A		0	12 000	
R-508 B		0	12 000	

Fuente: elaboración propia.

- Características de los refrigerantes, comúnmente utilizados
 - Refrigerante 12 (CFC-12): utilizado en refrigeradores domésticos, comerciales y acondicionadores de aire automotrices, debido a su excelente estabilidad y buena capacidad calorífica, sus características refrigerantes lo convierten en uno de los favoritos de los técnicos.
 - Refrigerante 11 (CFC-11): refrigerante líquido a temperatura ambiente, utilizado, principalmente, en equipos de aire acondicionado centrífugo, empleado como agente de limpieza para sistemas de refrigeración.
 - Refrigerante 22 (HCFC-22): se utiliza en la mayoría de los equipos de aire acondicionado en unidades de refrigeración comercial de temperatura media y baja.
 - Refrigerante 502 (CFC-502): se emplea en el sistema en cascada de equipos de laboratorio y refrigeración criogénica.
 - Refrigerante 401A (HCFC-401A): conocido como MP39, ha sido sustituido por R-12 en diversas aplicaciones y utilizado como sustituto alternativo en ciertos mercados de la región. Su limitación radica en su alta temperatura de emisión. Debido a las condiciones climáticas, si no se hace ningún ajuste en el condensador del sistema a reparar, la temperatura se convertirá en un problema.

- Refrigerante 401B (HCFC-401B): solo se utiliza como sustituto del R-12 a bajas temperaturas en algunos países/regiones. Es un buen refrigerante, pero su limitación es que algunos sistemas funcionan en condiciones de baja temperatura.
- Refrigerante 402A (HCFC-402A): también conocido como refrigerante HP80, se ha convertido en un sustituto del R-502 a bajas temperaturas. El uso de este producto está limitado por varios factores. La razón principal es que no se encuentra en el campo de la refrigeración. No muy conocido en países latinoamericanos.
- Refrigerante 402B (HCFC-402B): también llamado HP81 se utiliza, principalmente, en máquinas de hielo de pequeña capacidad. Este refrigerante de alta eficiencia reemplaza al R-502 en esta aplicación.
- Refrigerante R-406A (HCFC-406A): se utiliza para reemplazar al R-12 en refrigeradores domésticos, comerciales y sistemas de refrigeración de gran capacidad en algunos países/regiones.

1.5.2. Propiedades

Actualmente, ninguna sustancia puede considerarse un refrigerante ideal, pero la sustancia debe tener una serie de características:

- Propiedades termodinámicas

- Presión: en el sistema de refrigeración es muy importante. Primero, funcionar a presión positiva, es decir, la presión tanto en el condensador como en el evaporador debe ser superior a la presión atmosférica. Si la presión en el evaporador es negativa, trabajando en vacío, existe el riesgo de que entre aire en el sistema por fugas. Por tanto, la presión de evaporación del refrigerante debe ser lo más baja posible, pero ligeramente superior a la presión atmosférica.

Tabla III. **Presión de operación**

Número de refrigerante	Evaporador kPa	Condensador kPa
R-12	183	754
R-22	296	1 192
R-30	8	69
R-123	16	110
R-134 A	164	767
R-170	1 627	4 660
R-500	214	880
R-502	348	1 319
R-517	236	1 167
R-718	0 8	4 5

Fuente: elaboración propia.

- Temperatura: tres tipos de temperatura son importantes para el refrigerante y tomarlos en cuenta al elegir: ebullición, crítica y congelación. La temperatura de ebullición del refrigerante suele denominarse presión atmosférica normal de 101,3 kPa. Se puede decir que el punto de ebullición de cualquier líquido es la temperatura a la que su presión de vapor es igual a la presión atmosférica. El punto de ebullición del refrigerante debe ser bajo,

de modo que la temperatura del refrigerante en el evaporador puede ser baja incluso cuando se opera bajo presión positiva.

Tabla IV. **Temperatura a presión atmosférica**

Refrigerante	Temperaturas C		
	Ebullición	Crítica	Congelación
R-12	-29,8	112	-158
R-22	-40,7	96	-160
R-30	40,6	216,1	-97
R-123	27,9	-	-107
R-134 A	-26,5	101,1	-103
R-170	-88,6	32,3	-172
R-500	-45,4	82,2	-
R-502	-46,7	71	-
R-517	-33,3	132,9	-78
R-718	100	374,5	0

Fuente: elaboración propia.

Al diseñar evaporadores y compresores, la elección de la presión es la causa de muchas controversias. Para que el compresor funcione de manera eficiente (no necesariamente para que funcione todo el sistema), es deseable tener la presión más alta posible en el evaporador. Para el diseñador de evaporadores, lo ideal es hacerlos operar a la menor presión posible, para maximizar el uso de la unidad con el menor tamaño y costo. Por lo tanto, para ambos, la presión suficiente para que el refrigerante hierva es un punto de compromiso. Si el evaporador es grande, la temperatura será más alta de lo normal; de lo contrario, la temperatura aumentará. Si el evaporador es pequeño, la temperatura será más baja de lo normal.

La temperatura del evaporador debe ser menor que la temperatura requerida en el espacio refrigerado, porque se requiere una diferencia de temperatura para que exista el flujo de calor. Generalmente, cuando el sistema está funcionando, la temperatura de ebullición del refrigerante líquido dentro del

evaporador es aproximadamente 6 °C más baja que la temperatura del evaporador. En el ciclo de parada, el refrigerante y el evaporador igualarán sus temperaturas. Otra temperatura a considerar al elegir un refrigerante es la crítica, especialmente para el diseño de condensadores, porque si la presión es alta, no condensa vapor a una temperatura superior a la temperatura crítica.

- Volumen: al comparar la densidad de un gas, se expresa en un volumen específico y en fase gaseosa no supera los metros cúbicos (m³) o los litros (l) ocupados por un kilogramo de refrigerante en condiciones normales. Es decir, a una temperatura de 20 °C y una presión atmosférica de 101,3 kPa. En el sistema de refrigeración, agregar calor al refrigerante aumentará su temperatura y volumen específico, pero su presión permanece constante; porque en el evaporador, línea de succión y condensador, la temperatura de saturación es la que controla la presión del vapor sobrecalentado. Pero, si la temperatura del refrigerante disminuye, su volumen específico disminuye.

Tabla V. **Volumen específico a -15 °C**

Refrigerante	Temperaturas C	
	Líquido vF	Líquido vG
R-12	0,6925	91,1
R-22	0,7496	77,6
R-30	0,7491	3115,1
R-123	0,64	856,3
R-134 A	0,7376	120
R-170	2,3098	33
R-500	0,7254	50
R-502	0,9704	51
R-517	1,4982	508,8
R-718	1	152,6

Fuente: elaboración propia.

- Entalpía: es el atributo que representa la energía térmica o la cantidad total de calor en el fluido. Su unidad es kcal/kg. Para la mayoría de los refrigerantes, su entalpía se considera cero a una temperatura de saturación de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Luego, a partir de ese momento, la cantidad de calor agregada o eliminada del refrigerante se considera su entalpía total.
- Entalpía de evaporación (hfg): esta es la cantidad de calor necesaria para que un kilogramo de líquido se convierta en un kilogramo de vapor a temperatura constante. Este valor también se denomina calor latente de evaporación. En los sistemas de refrigeración, este cambio de estado de líquido a vapor se produce en el evaporador. El cambio de calor o entalpía puede considerarse simplemente como el trabajo teórico que puede completar el refrigerante.
- Entalpía del vapor saturado (hg): esta es la cantidad de calor necesaria para que un kilogramo de líquido se convierta en un kilogramo de vapor a temperatura constante. Este valor también se denomina calor latente de evaporación. En los sistemas de refrigeración, este cambio de estado de líquido a vapor se produce en el evaporador. El cambio de calor o entalpía puede considerarse simplemente como el trabajo teórico que puede completar el refrigerante.
- Densidad: la de un fluido se puede definir como el peso por unidad de volumen. La unidad que representa esta característica suele ser kg/m^3 o kg/l . Los líquidos tienen diferentes valores de peso por metro cúbico o litro, lo que se denomina densidad.

La mayoría de los refrigerantes líquidos tienen una densidad más alta que el agua (gravedad específica superior a 1,0). La densidad de cada refrigerante varía con la temperatura. Generalmente, dado que los líquidos se expanden cuando se calientan, la densidad a altas temperaturas es menor que la densidad a bajas temperaturas.

Tabla VI. **Densidad de refrigerantes**

Refrigerante	Densidad a 30 °C	
	Líquido 1/vF	Vapor 1/vG
R-12	1,2922	42,539
R-22	1,1738	50,654
R-30	1,3371	0,3337
R-123	1,4545	6,92
R-134 A	1,1854	37,769
R-170	0,2755	0,9313
R-500	1,1383	42,154
R-502	1,1926	76,217
R-517	0,5952	9,034
R-718	0,9995	0,03

Fuente: elaboración propia.

- Propiedades físicas y químicas
 - Efecto sobre otros materiales: los materiales utilizados para reparar el equipo de refrigeración, generalmente no tienen un significado directo para el técnico de mantenimiento, porque la elección de estos materiales está determinada por el fabricante del equipo.

- Compatibilidad con metales: seleccionar refrigerantes que no tengan ningún efecto sobre los metales. Ciertos refrigerantes tienen efectos corrosivos sobre ciertos metales o experimentan reacciones químicas bajo ciertas condiciones, formando productos indeseables o contaminantes. En condiciones normales de funcionamiento, los refrigerantes halogenados se pueden usar satisfactoriamente con la mayoría de los metales que se utilizan habitualmente en los sistemas de refrigeración, tales como: acero, hierro fundido, bronce, cobre, estaño, plomo y aluminio. Sin embargo, en condiciones de funcionamiento severas, como ambientes húmedos y de alta temperatura, su desempeño se verá afectado y reacciona con los metales.

Compatibilidad con elastómeros. Los efectos de los refrigerantes sobre los elastómeros y gomas utilizados (anillos, juntas, sellos, empaques) son muy diferentes. Esto se debe a que, además del polímero base, el elastómero, también contiene plastificantes y otros productos.

En la tabla VII se muestran los efectos producidos en algunos elastómeros. Para medir este efecto, la muestra de material se sumerge en un refrigerante a temperatura ambiente hasta que se alcanza el equilibrio o deformación máxima. Al determinar la compatibilidad de los refrigerantes con elastómeros o plásticos, también son importantes otros efectos (como la eliminación y el hinchamiento o encogimiento permanente), pero el hinchamiento lineal es un muy buen indicador. En algunos casos, la presencia de aceite lubricante cambiará el efecto del refrigerante puro.

Tabla VII. **Efectos de los refrigerantes líquidos sobre los elastómeros**

Refrigerante	% de deformación lineal a temperatura ambiente					
	Neopreno W	Buna N	Buna S	Hypalon 48	Hule natural	Viton A
R-12	1	2	3	1	6	12
R-22	0	26	4	3	6	16
R-30	37	52	26	--	34	--
R-134 A	0,7	0	1,1	0	1,3	13
R-502	0	7	3	2	4	10

Fuente: elaboración propia.

- Compatibilidad con plásticos: la mayoría de los plásticos no se ven afectados por los refrigerantes halogenados, por lo que pueden utilizarse satisfactoriamente en la mayoría de las aplicaciones. El poliestireno es una excepción porque ciertos refrigerantes (como R-11 y R-22) disuelven el poliestireno. Lo mismo ocurre con el R-12, pero en menor medida. Generalmente, a medida que aumenta el contenido de flúor en las moléculas de refrigerante, el impacto en los plásticos disminuirá. Antes de usar cualquier material plástico con refrigerantes, se recomienda realizar pruebas de compatibilidad para aplicaciones específicas. La resistencia de los plásticos a los refrigerantes se puede variar, cambiando la estructura del polímero, los adhesivos, los plastificantes, la temperatura y el proceso de moldeo, entre otros.

Tabla VIII. **Efectos de los refrigerantes sobre los plásticos**

Refrigerante	% de deformación lineal a temperatura ambiente						
	Nylon	Acetato de celulosa	Nitrato de celulosa	Teflón	Polietileno	Poliestireno	Cloruro de polivinilo
R-12	0	0	0	0	1	-0,1	0
R-22	1	--	--	1	2	--	--
R-30	0	D	D	0	5	D	2

Fuente: elaboración propia.

- Tendencia a fugarse: todos los refrigerantes tienen tendencia a fugas. Una vez que se produce, el refrigerante seleccionado debe ser fácil de detectar. En la actualidad, esto ya no es un defecto de ningún refrigerante, porque se han desarrollado varios métodos para detectar cualquier fuga de refrigerante.

Tabla IX. **Pesos moleculares y olores de algunos refrigerantes**

Refrigerante	Temperaturas °C		
	Olor	Peso molecular	P.H.
R-12	Ligeramente etéreo	120,93	10,99
R-22	Ligeramente etéreo	86,48	9,30
R-30	Etéreo dulce	85	9,22
R-123	Ligeramente etéreo	152,95	12,37
R-134 a	Ligeramente etéreo	102,03	10,10
R-170	Etéreo dulce	30,05	5,48
R-500	Ligeramente etéreo	99,31	9,96
R-502	Ligeramente etéreo	111,63	10,56
R-517	Picante	17,03	4,12
R-718	Ninguno	18,02	4,24

Fuente: elaboración propia.

- Detección de fugas: es un problema continuo, principalmente para los refrigerantes que no tienen un olor evidente (como los refrigerantes halogenados), pero ahora se han mejorado los

métodos para facilitar su detección. Durante muchos años el personal de mantenimiento ha utilizado equipos de detección de fugas al dar servicio a los sistemas de refrigeración. La presencia de un detector de fugas no solo puede identificar fugas en puntos específicos, sino también monitorear continuamente toda la sala de computadoras. Hay muchas razones para detectar fugas, tales como: conservación de refrigerantes, protección de equipos valiosos, reducción de emisiones a la atmósfera y protección de los empleados. El método de prueba de fugas difiere, según el refrigerante utilizado. Sin embargo, todos los métodos tienen un procedimiento común: aplicar presión al sistema con nitrógeno o dióxido de carbono.

Algunos equipos de uso común son: solución de burbujas (jabón), lámparas de halogenuros, detectores electrónicos, tintes fluorescentes y tintes refrigerantes. Cada método tiene sus ventajas. Antes de instalarlos se deben considerar varios estándares de instrumentos, incluida la sensibilidad, el límite de detección y la selectividad. Con la selectividad como estándar, los detectores de fugas se pueden dividir en una de las siguientes tres categorías:

- No selectivos
- Selectivos de halógeno
- Específicos compuestos

Generalmente, cuanto más específico es el detector, más complejo y caro es. Detector no selectivo: puede detectar cualquier tipo de fuga o vapor que exista, independientemente de su composición química. Estos detectores son fáciles de usar, muy duraderos, económicos y casi siempre portátiles.

Los detectores específicos compuestos son los más complejos y caros. Por lo general, estas unidades pueden detectar la presencia de un solo compuesto sin la interferencia de otros compuestos.

1.5.3. Características de los refrigerantes

El refrigerante es un fluido que puede transferir calor de un lado al otro, lo suficiente como para generar transferencia de calor. Los refrigerantes son fluidos de trabajo en sistemas de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor. Estos productos absorben el calor de áreas como el espacio de acondicionamiento de una habitación, y generalmente se descargan en otra área al aire libre a través de un evaporador y un condensador, respectivamente.

A lo largo de la historia de la refrigeración se han utilizado varios tipos de refrigerantes, algunos de los cuales son tóxicos; otros, inflamables; otros tienen características ambientales limitadas. La conclusión es que hasta ahora no existe un refrigerante ideal.

Para decidir qué tipo de refrigerante se debe utilizar en las instalaciones de refrigeración o aire acondicionado, es importante considerar cuatro factores básicos:

- Ambientales
- Económicos
- Seguridad
- Desempeño

Cada uno de estos puntos puede influir, si las instalaciones de refrigeración y aire acondicionado pueden ser viables de ser operadas por largo tiempo.

A continuación se encuentran los potenciales de agotamiento a la capa de ozono y potenciales de calentamiento global de diferentes sustancias utilizadas en refrigeración y aire acondicionado.

- Factores ambientales: como el potencial de agotamiento de la capa de ozono y el potencial de calentamiento global tienen una influencia decisiva, si el equipo de refrigeración opera con regularidad y no habrá problemas para continuar funcionando en el futuro. La situación más grave en la actualidad es, por ejemplo, el uso de equipos antiguos operados con R-12, el refrigerante está estrictamente controlado en los países de la región, si no se realiza el recambio de refrigerante adecuado será difícil continuar para operar.
- Factores económicos: el costo de instalación es suficiente para la inversión o representa una gran cantidad de los costos originales. Los refrigerantes se pueden administrar adecuadamente sin una inversión sustancial en procesamiento, almacenamiento y eliminación, o grandes cantidades de dinero gastadas en la operación del sistema.
- Factores de seguridad: el refrigerante utilizado es seguro de operar, tóxico o inflamable. Si tiene alguna de estas propiedades, hay que leer todos los manuales de seguridad para manipular refrigerantes de manera segura, ya que ciertos refrigerantes no

están permitidos en diversas aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado.

- Factores de desempeño: el refrigerante utilizado ha completado su trabajo o técnicamente no puede completar el trabajo de su ubicación de instalación.

El análisis de estos factores es muy importante a la hora de decidir instalar una nueva máquina o para brindar el mejor consejo al propietario del sistema en los próximos años, porque incluso sin estas sustancias no se pueden usar, el ajuste de muchas sustancias aún puede causar que el equipo deje de operar. El refrigerante R-22 ha sido reemplazado por R410A y el sustituto cumple con ciertas características:

- No dañan la capa de ozono
- Tienen bajo efecto invernadero
- No son tóxicos ni inflamables
- Son estables en condiciones normales de presión y temperatura
- Son eficientes energéticamente

1.5.4. Tendencia actual de los refrigerantes

- R-410A: refrigerante libre de cloro (sin CFC's ni HCFC's), por lo que no causará ningún daño a la capa de ozono y su uso no está restringido por ningún proceso de reciclaje. Tiene una alta eficiencia energética y es una mezcla única, por lo que ayuda a ahorrar costos de mantenimiento futuros. No tóxico ni inflamable, reciclable.

- R-407C: refrigerante sin cloro (sin CFC's ni HCFC's), por lo que no causará ningún daño a la capa de ozono y su uso no está restringido por ningún proceso de reciclaje. Tiene propiedades termodinámicas muy similares al R22. A diferencia del R-410A es una mezcla de tres gases R-32, R-125 y R134A.
- R-134A: refrigerante sin cloro (sin CFC's ni HCFC's), por lo que no causará ningún daño a la capa de ozono y su uso no está restringido por ningún proceso de reciclaje. Es ampliamente utilizado en otras industrias: acondicionadores de aire automotrices, refrigeradores, propulsores de aerosoles farmacéuticos.

1.6. Sección de Mantenimiento

El mantenimiento logra extender la vida útil de los equipos, además de garantizar la continuidad del servicio requerido.

1.6.1. Ubicación

La sección de Mantenimiento del Hospital Juan José Arévalo Bermejo se encuentra dentro del edificio en varias locaciones:

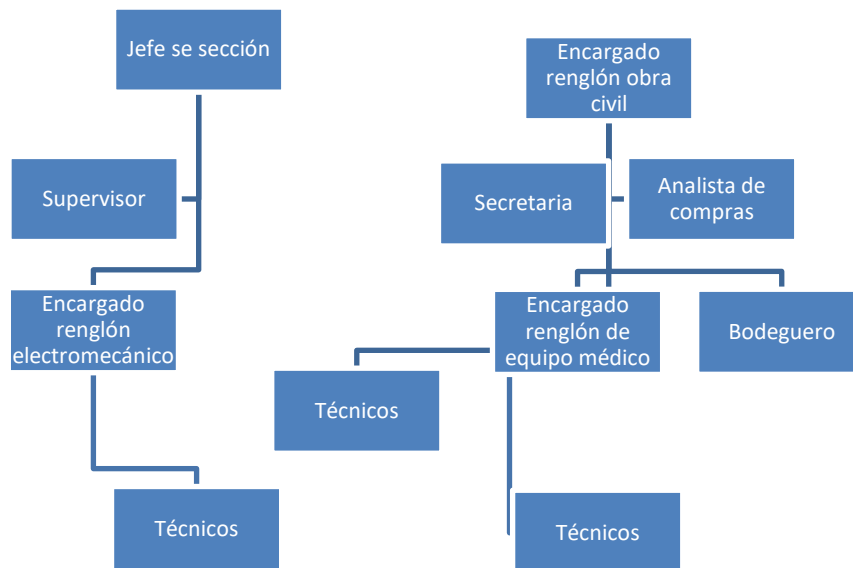
- Oficina Administrativa: se encuentra junto a las oficinas de servicios contratados, despacho de administrador y director ejecutivo, en esta oficina se encuentra el despacho del jefe de sección, secretaria y analista de la sección.

- Oficina de Asistencia: ubicada en el área de calderas, segundo nivel, en esta oficina se encuentran los puestos de trabajo del encargado de cada renglón de trabajo.
- Talleres: ubicados en área norte de sótano, junto al servicio de la morgue, en esta área se realiza la aplicación de pintura, elaboración de pequeños muebles de madera, reparaciones varias de equipos, mobiliario, además se encuentra el área de vestidores de técnicos.
- Bodega: se ubica en el nivel M del edificio, contiene materiales y repuestos para las diferentes especialidades técnicas. Es el espacio en donde se ejecuta la recepción, almacenamiento y movimientos de materiales, materias primas y productos semielaborados, hasta el punto de consumo por un cliente externo o interno. La bodega es un espacio destinado, bajo ciertas condiciones, al almacenamiento de distintos bienes.

1.6.2. Organigrama mantenimiento

En la figura 3 se describe, según el organigrama, la distribución de cargos en la sección de Mantenimiento.

Figura 3. Organigrama de la sección de Mantenimiento



Fuente: elaboración propia.

1.6.3. Organización

La sección de Mantenimiento depende de la administración del IGSS, de la Dirección Ejecutiva y de la Dirección Financiera; la sección, además de recibir instrucciones por escrito de los despachos antes mencionados, recibe y atiende solicitudes para diversas tareas competentes a la sección, tal como servicios de reparaciones de equipos, instalaciones, sistemas, remodelaciones, entre otras. Estas se atienden con el formato de solicitud de trabajo.

Dentro de las asignaciones de trabajo se realiza el siguiente resumen del trámite de la solicitud de trabajo.

- Surge la necesidad de reparación, remodelación, instalación de equipo nuevo, entre otros.
- Se realiza la solicitud de trabajo con el formato autorizado para el efecto.
- Debidamente llenado el formato, firmado, sellado.

Se entrega a la sección de Inventarios si es reparación de un equipo inventariado para realizar una certificación de inventario, luego de anexar estas certificaciones, se entrega a la Subadministración para su autorización, si la necesidad no es sobre un bien o equipo, esta solicitud de trabajo se entrega directamente a la Subadministración, luego de ser autorizado por la autoridad; se entrega a la sección de Mantenimiento para su distribución, según la especialidad que podrá atender la solicitud de trabajo.

La secretaria de la sección la recibe, le asigna un número correlativo y el año, por ejemplo, 0001/2017; una vez registrada y asignado su número es entregado al despacho del jefe de Mantenimiento, quien la analiza y decide a qué renglón de trabajo asignar, por ejemplo: si es reparación de equipo de aire acondicionado, al renglón electromecánico; si es por relación de escritorio se asigna al renglón de obra civil; si es por reparación de un dopler fetal, al renglón de equipo médico. Luego de ser asignada al renglón correspondiente, se retorna a la secretaría quien la registra en un libro de control para entrega de solicitudes de trabajo.

Los encargados de cada renglón de trabajo, diariamente se hacen presentes para las entregas de las solicitudes de trabajo asignados. Cada encargado las analiza y se le asigna al técnico idóneo para atender dicho requerimiento.

El técnico se presenta al servicio que generó dicha solicitud y evalúa el requerimiento, si se encuentra en las posibilidades de repararse, porque hay en existencia, repuesta o material, esta debe ser atendida y luego finiquitado el proceso con firma y sello como satisfecha del servicio prestado.

En el caso de no realizar lo solicitado, el técnico hace listado de lo requerido para atender dicha solicitud, se debe regresar al encargado del renglón de trabajo para que realice la forma de requerimiento llamado Siaf-1, el cual es firmado por el encargado y se entrega al jefe de la sección para su autorización; luego se entrega al servicio de almacén para su registro, se entrega a la sección de Compras para la publicación de lo requerido en el portal de Guatecompras, donde se indica con número de evento y fechas de visita para evaluar lo requerido.

Realizada la visita se hace el acto de cotización electrónica, entregada por una o varias empresas en una fecha límite, después de este límite de tiempo se entrega a la sección de Compras los documentos de cada evento a una terna calificadora, para su análisis y adjudicación.

Ya adjudicado se realiza el documento llamado orden de compra, el cual se entrega al representante de la empresa ganadora, quien tiene un límite de tiempo fijado en la oferta económica para hacer efectivo el requerimiento.

Una vez realizado el requerimiento y supervisado por el encargado del renglón de trabajo, se prepara el finiquito por medio del formato llamado conformidad de gerencia, el cual es firmado por la persona que requirió el servicio, el encargado del renglón de trabajo y el jefe de Mantenimiento.

Este formato se entrega junto la factura y el reporte de trabajo al analista de Compras de la sección quien hace la recepción de los documentos y le hace entrega al representante de la empresa adjudicada el respectivo recibo.

El analista hace entrega, en el menor tiempo posible, los documentos al servicio de almacén quien hace el respectivo registro y luego lo entrega a la Dirección Financiera para el respectivo pago de los servicios recibidos.

1.6.4. Distribución

El personal de la sección de Mantenimiento se distribuye de la siguiente manera:

- Jefe de Mantenimiento
- Supervisor de Mantenimiento
- Encargado renglón electromecánico
- Encargado renglón obra civil
- Encargado equipo médico
- Secretaria
- Analista de compras
- Bodeguero técnico de renglón electromecánico
- Mecánicos de calderas, electricistas
- Técnicos de renglón obra civil
- Herreros, carpintero, pintor, plomero, albañil
- Técnicos de equipo
- Electrónicos

1.6.5. Descripción de puestos

- Jefe de Mantenimiento: responsable del presupuesto, tanto de su adjudicación como su ejecución, del personal de la sección de Mantenimiento; tiene comunicación directa con las autoridades del hospital, responsable del actuar u omisión de los encargados de los distintos renglones, responsable de la ejecución de las órdenes de compra.
- Supervisor de Mantenimiento: supervisa al personal de esta sección, representante de la sección ante otros servicios.
- Encargado renglón electromecánico: responsable de las solicitudes de trabajo asignadas, de distribuirlas y recibirlas del personal a su cargo, responsable del abastecimiento de bunker, gas propano, diésel a los depósitos del hospital, responsable del personal asignado, responsable de abastecimiento de materiales y repuestos básicos para ejecución de solicitudes de trabajo.
- Encargado renglón obra civil: responsable de las solicitudes de trabajo asignadas, de distribuirlas y recibirlas del personal a su cargo, responsable del abastecimiento de agua potable al hospital, además del personal asignado, su función es proveer de materiales y repuestos básicos para ejecución de solicitudes de trabajo.
- Encargado equipo médico: responsable de las solicitudes de trabajo asignadas, de distribuirlas y recibirlas del personal a su cargo, asimismo del abastecimiento de oxígeno líquido y embotellado, de aire médico y otros gases embotellados, encargado del personal asignado, así como

de abastecer los materiales y repuestos básicos para ejecución de solicitudes de trabajo.

- Secretaria: recibe correspondencia para la sección, toma dictado del jefe de la sección para comunicarlos a otros servicios, recibe solicitudes de trabajo.
- Analista de Compras: recibe documentación de procesos de compra finiquitados.
- Bodeguero: responsable de materiales y repuestos almacenados en la bodega, así como la distribución a los técnicos de la sección.
- Técnicos de renglón electromecánico: responsables de la ejecución de las solicitudes de trabajo, en las áreas de electricidad, refrigeración, generación de vapor, telecomunicaciones, entretenimiento, televisión cable, video vigilancia, elevadores, equipo de lavandería, equipo de cocina, equipo de fotocopiadoras, sistemas de energía e iluminación del edificio, generación de aire industrial, equipos de acceso vehicular, equipo de amplificación de sonido.
- Técnicos de renglón obra civil: herreros, carpintero, pintor, plomero, albañil, responsables de ejecución de solicitudes de trabajo, en las áreas de plomería, herrería, carpintería, obra gris, pintura.
- Técnicos de equipo: responsables de ejecución de trabajo de equipos de diagnóstico médico, soporte artificial de vida, (incubadoras, ventiladores respiratorios). Prácticamente todo incidente sobre los equipos

comentados, tienen la responsabilidad de brindar soporte adecuado y oportuno para satisfacer la necesidad.

1.7. Mantenimiento

Responsable de garantizar el buen funcionamiento de los equipos, maquinarias y dispositivos asignados a este departamento.

1.7.1. Definición

Conservación de una cosa en buen estado, por lo que, los sistemas de refrigeración deben inspeccionarse para minimizar pérdidas. La frecuencia de las inspecciones y mantenimiento necesarios depende de la intensidad de luz o uso del sistema de la carga del refrigerante y del carácter del sistema. Toda fuga detectada debe ser subsanada inmediatamente para eliminarlas; la sección correspondiente al sistema debe aislarse y el refrigerante que contiene esta última debe transferirse dentro del sistema o bien a un recipiente del servicio para refrigerante.

El mantenimiento incluye una verificación de la debida función y del reglaje correcto de los controles y dispositivos de seguridad. Las tareas completas de mantenimiento por aplicaciones.

1.7.2. Tipos de mantenimiento

Por su ejecución se dividen en preventivos y correctivos, la mayoría de las organizaciones han trabajado sistemas preventivos porque sus costos son menores, pero siempre surgen imprevistos que se pueden minimizar los cuales son correctivos.

1.7.2.1. Mantenimiento preventivo

En las operaciones de mantenimiento, este tiene como objetivo proteger equipos o instalaciones mediante inspecciones y reparaciones para asegurar su normal funcionamiento y confiabilidad del equipo en condiciones de trabajo, en lugar del mantenimiento correctivo de reparación o puesta en funcionamiento del equipo que está fuera de servicio o dañado.

El objetivo principal es evitar o mitigar las consecuencias de las fallas de los equipos y tratar de prevenirlas antes de que ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo pueden incluir medidas como la sustitución de piezas vulnerables y la sustitución de aceite y lubricantes de motor. Este debe evitar que ocurran fallas en el equipo.

1.7.2.2. Mantenimiento correctivo

Se refiere a la corrección de defectos observados en equipos o instalaciones, es la forma básica de mantenimiento, que incluye localizar fallas o defectos y corregirlos o repararlos.

El mantenimiento realizado después de una falla o mal funcionamiento del equipo no se puede planificar a tiempo debido a su naturaleza, por lo que el costo de las reparaciones y repuestos no está incluido en el presupuesto, ya que, si es necesario, esto puede significar que algunos equipos deben ser reemplazados.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Unidades de aire acondicionado

El funcionamiento del sistema de aire acondicionado se basa en un ciclo de refrigeración. Este no genera aire frío, pero absorbe el calor del aire de la habitación a calentar.

2.1.1. Áreas en las que se encuentran los aires acondicionados

A continuación, en la tabla X se describe la distribución de los bienes.

Tabla X. **Espacios en los que se encuentran los aires acondicionados**

Descripción de bienes	Cantidad
Equipo de aire acondicionado tipo ventana	
Mantenimiento	1
Informática	2
Equipo de aire acondicionado tipo mini-Split de 12,000 BTU	
Administración	14
Departamento de Gineco-Obstetricia	11
Consulta Externa	24
Mantenimiento	2
Departamento de Cirugía	6
Laboratorio Clínico	1
Nutrición	1
Informática	1
Farmacia	1
Patología	2
Departamento de Radiología	1
Departamento de Pediatría	1
Urgencias de Ginecología	3
Banco de sangre	1

Continuación de la tabla X.

Descripción de bienes	Cantidad
Equipo de aire acondicionado tipo mini-Split de 36 000 btu	
Departamento de Gineco-Obstetricia	6
Patología	1
Sistema de aire acondicionado tipo miniSplit de 60 000 btu	
Administración	8
Consulta Externa	1
Farmacia	4
Trabajo Social	1
Banco de sangre	2
Sistema de aire acondicionado tipo Split de 60 000 btu	
Administración	5
Farmacia	4
Departamento de Cirugía	5
Departamento de Radiología	4
Laboratorio Clínico	2
Departamento de Pediatría	1
Urgencias de Adultos	2

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Sala de operaciones

Sala o habitación que se halla en sanatorios, hospitales o centros de atención médica, acondicionada para la práctica de operaciones quirúrgicas para aquellos pacientes que así lo demanden.

2.1.3. Descripción del aire acondicionado

Equipo de aire acondicionado, bienes 374443, 374444, 374445, 374446, 374447 de sala de operaciones, cinco equipos tipo Split, capacidad de 60,000 BTU.

2.1.4. Funciones en el área

En el hospital, según el número de operaciones quirúrgicas que se realizan diariamente, por especialidad y complejidad requiere un ambiente séptico, por lo que el sistema de aire acondicionado debe tener las características técnicas adecuadas para mantener una presión positiva y una humedad relativa del 55 %, y realizar una filtración de aire de alta eficiencia. La ingesta ya no circula al 100 %. De esta forma se ha comprobado que se puede evitar la contaminación biológica en el quirófano.

El aire acondicionado es conocido por proporcionar un ambiente confortable, pero en el campo hospitalario, el aire acondicionado debe ser consistente con la tecnología avanzada y las necesidades médicas, esto es el resultado de una reevaluación continua de los métodos quirúrgicos.

2.1.5. Descripción del mantenimiento

Periódicamente, lavado de filtro para aire, lavado de serpentín de evaporador y condensador, revisión de ductos flexibles por posibles fugas de aire.

Aire acondicionado Split: son los equipos más instalados en la actualidad. A diferencia de los acondicionadores de aire compactos, tienen muchas ventajas. La unidad exterior (condensador) está ubicada fuera del ambiente de calefacción donde se encuentra el compresor, por lo que son muy silenciosos.

Son relativamente económicos, de bajo consumo, estéticamente agradables y de fácil mantenimiento. Pueden ser frío o frío-calor por bomba.

Figura 4. **Aire acondicionado Split**



Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

2.1.5.1. Área de labor y partos

Esta área es la de mayor demanda en el Instituto y debe cumplir las normas sanitarias, cabe resaltar que es una de las áreas con mayor tecnología a nivel país. Tanto que las instituciones privadas no cuentan con el equipo que posee el Instituto en esta área.

2.1.5.1.1. Descripción del aire acondicionado

Consta de tres equipos tipo mini-Split, capacidad de 30 000 BTU. El dispositivo toma aire del interior del espacio de acuerdo con la operación de enfriamiento básica y luego inyecta el aire enfriado en él. Quitando el calor de cara al exterior.

2.1.5.1.2. Funciones de las partes

Es el ambiente donde el personal médico y paramédico asiste a la embarazada en el proceso de parto. Para evitar la contaminación bacteriana y evitar que las mujeres embarazadas y los bebés se infecten, el sitio mantiene estrictas regulaciones de esterilidad y desinfección, luz fuerte, aire acondicionado de alto flujo y baja temperatura regulada.

Esta sala cuenta con una mesa ginecológica para cambiar la posición de la paciente, un faro fijo en el techo y un equipo de anestesia con monitor cardíaco y pulmonar.

2.1.5.1.3. Tipo de mantenimiento y descripción

Periódicamente, lavado de filtro para aire, lavado de serpentín de evaporador y condensador, limpieza de consola.

- Especificaciones técnicas: mantenimiento cuatrimestral con dos visitas obligadas en un periodo no mayor de dos meses; realizando inspección y limpieza general, lubricación, calibración, revisión de presiones, reparaciones menores necesarias para el correcto funcionamiento del equipo, así como de los diferentes sistemas del equipo, del drenaje, mano de obra en instalación de repuestos cuando sean adquiridos. Mantenimiento de los parámetros de temperatura, humedad, examinar el sistema eléctrico, recarga de gas, si fuera necesario, entre otros.
- Aire acondicionado multi-Split: varias unidades tipo Split con la particularidad que los compresores están dentro de una sola unidad

exterior (condensadora) y climatizan los ambientes por medio de dos y hasta cinco unidades interiores (evaporadoras), dependiendo de la necesidad.

2.1.5.2. Clínica de Enfermedad Común

Cuenta con dos equipos tipo mini-Split, capacidad de 12 000 BTU, garantizando cubrir el área establecida.

2.1.5.2.1. Características del aire acondicionado

Dispositivos de descarga directa, también llamados descentralizados. Se diferencian de los compresores compactos en que la unidad compuesta por el compresor y el condensador está ubicada en el exterior, mientras que la unidad del evaporador está en el interior. Se comunican entre sí a través de líneas de refrigerante y conexiones eléctricas. Existen diferentes tipos de unidades evaporadoras, la principal diferencia radica en el método de instalación.

2.1.5.2.2. Funciones primarias

Las fallas del sistema de aire acondicionado y la baja eficiencia de filtración de aire harán que las fuentes de contaminación o la humedad relativa disminuyan, reducirá los parámetros por debajo del rango permitido y correr el riesgo de descarga eléctrica.

Cuando se cumplen los requisitos técnicos, el número de partículas portadoras de patógenos en el área común de la enfermedad es muy pequeño, pero sigue siendo la causa del 4 % de las infecciones en heridas limpias, que

todavía es difícil reducir. Los microorganismos en el aire, como bacterias, virus y esporas de hongos, plantean desafíos para los ingenieros y el personal de mantenimiento del hospital.

2.1.5.2.3. Descripción del mantenimiento

Lavado de filtro para aire, también de serpentín de evaporador y condensador, limpieza de consola.

- Especificaciones técnicas: mantenimiento cuatrimestral con dos visitas obligadas en un periodo no mayor de dos meses realizando revisión y limpieza general, lubricación, calibración, revisión de presiones, reparaciones menores necesarias para el correcto funcionamiento del equipo, revisión de los diferentes sistemas del equipo, inspección del drenaje, mano de obra en instalación de repuestos cuando sean adquiridos. Mantenimiento de los parámetros de temperatura, humedad, recarga de gas, si fuera necesario, entre otras necesidades.
- Especificaciones especiales: atención de llamadas de emergencia en un término no mayor de veinticuatro horas, presentación de reporte del servicio indicando lo realizado y lo sugerido para el servicio óptimo del equipo.

2.1.5.3. Área de Rayos X

Es una de las que más demanda tiene por los accidentes y urgencias que se presentan.

2.1.5.3.1. Descripción del aire acondicionado y características

- Sistema de aire acondicionado Split serie No. AHD 081005066, bien con número 374407 de rayos X.
- Sistema de aire acondicionado marca Miller tipo Split, bien con número 340343 de rayos X.
- Cuatro equipos tipo Split, capacidad de 60 000 BTU.

2.1.5.3.2. Funciones principales

Se exige un nivel de ventilación determinado por caudal de aire exterior dependiendo del área. En el caso del hospital y en rayos X existe una mayor exigencia, requiriendo un caudal mínimo de 20 dm³/s por persona.

Los ingenieros deben incluir un cierto nivel de propiedades mecánicas en sus proyectos para soportar estos flujos y tener una alta resistencia a la presión del aire y una buena estanqueidad. Las tuberías tienen altas propiedades físicas y soportan altos niveles de cargas mecánicas. La tubería puede soportar una presión de aire de hasta 800 Pa y tiene un sello de nivel C.

La estructura de las instalaciones debe seguir determinados patrones:

- Altura mínima de la sala de 3,4 m
- La distancia entre columnas será de entre seis y nueve m
- La resistencia del suelo será de 1 500 Kg/m²
- Canaletas de 0,2 x 0,2 m en el suelo para las conducciones eléctricas

Desde el punto de vista de la protección radiológica, todas las instalaciones deben estar perfectamente blindadas contra las radiaciones ionizantes.

2.1.5.3.3. Periodo de mantenimiento y descripción

Periódicamente, lavado de filtro para aire, así como del serpentín de evaporador y condensador, revisión de ductos flexible por posibles fugas.

2.1.5.4. Clínica de Maternidad

Esta clínica cuenta con el 40 % de las instalaciones físicas debido a la cantidad de demanda actual y es el área con la mayor cantidad de internos asignada para mejorar la atención a las beneficiarias.

2.1.5.4.1. Descripción y características del aire acondicionado

Consta de dos equipos tipo mini-Split, capacidad de 12 000 BTU, su precio es accesible en comparación con otros equipos de aire acondicionado.

Los rangos de capacidad de los equipos Split oscilan entre 7 000 y 24 000 BTU. A continuación, se describen las capacidades y medidas más comunes

- Bajo costo de instalación
- Fácil mantenimiento
- No requiere instalación eléctrica especializada

Tabla XI. **Medidas comunes**

Unidad	Largo	Ancho	Alto
Condensadora	0,7 a 0,85 m	0,2 a 0,35 m	0,53 a 0,7 m
Evaporadora	0,75 a 1,2 m	0,25 a 0,35 m	0,15 a 0,21 m

Fuente: elaboración propia.

2.1.5.4.2. Funciones de la unidad de aire acondicionado

Los rangos adecuados de temperatura del aire acondicionado son los siguientes:

- Invierno: 22 °C (con una variación de dos grados, aproximadamente)
- Verano: 24 °C (con una variación de dos grados)

En general, no es aconsejable que la temperatura interior esté por debajo de los 20 °C ni que tampoco supere los 27 °C. Si se decide usar aire acondicionado en las noches de verano, no se recomienda que la temperatura ambiental esté por debajo de los 25 °C, puesto que podrían aparecer los efectos irritativos del aire frío en las mucosas respiratorias.

- Humedad relativa: entre 40 y 60 %, concentración de CO₂ (dióxido de carbono): menos de 1, 000 ppm (partes por millón). El CO₂ no es nocivo en sí mismo, pero es una muestra de la calidad de la ventilación de los edificios.

2.1.5.4.3. Descripción del mantenimiento

Periódicamente, lavado de filtro para aire, así como del serpentín de evaporador y condensador, limpieza de consola.

2.1.5.5. Jefatura de Enfermería

Esta se caracteriza por un alto liderazgo dentro de las instalaciones debido a la cantidad de enfermeros que trabajan en el Instituto.

2.1.5.5.1. Diseños del aire acondicionado

Cuenta con dos equipos tipo mini-Split, capacidad de 12 000 BTU, siempre que estén orientadas al exterior, ubicarlo en una ventana o pared. El orificio debe ajustarse de acuerdo al tamaño del equipo y su entrada y salida de aire deben tener suficiente espacio para evitar obstrucciones.

2.1.5.5.2. Funciones principales

Cuando se trata de la salud del paciente y de los profesionales que allí trabajan, así como de la recuperación satisfactoria del paciente, la calidad del aire en el hospital se vuelve crítica. Por eso se colocan los tipos de sistemas

adecuados de aire acondicionado en el área, esto incluye los conceptos básicos para el diseño, construcción, remodelación, habilitación, operación y mantenimiento del sistema en los espacios críticos.

Además de controlar la temperatura, el acondicionador de aire en el hospital debe tener niveles de filtración suficientes y la dirección de flujo correcta entre áreas para caracterizarlo. En otras palabras, el aire de la zona que requiere un alto grado de higiene fluye hacia la zona normal y el aire de la zona infectada no se mueve hacia la zona limpia.

2.1.5.5.3. Descripción del mantenimiento

El aire acondicionado requiere de mantenimiento sencillo, este consiste en limpiar periódicamente el filtro de aire, como también la parte externa de manera superficial.

2.1.5.6. Área de Consulta Externa

Cuenta con un equipo tipo mini-Split, capacidad de 36 000 BTU Para obtener una mayor eficiencia, el equipo debe estar dispuesto desde una perspectiva estratégica para evitar que la luz solar incida sobre el equipo, de lo contrario lo dañará. Suelen estar protegidos por medidas defensivas para evitar el robo de la unidad, de acuerdo al control de bienes, sustrajeron piezas de dos equipos, dejando inhabilitados los mismos, aumentando los costos operativos e invertir en la compra de estos.

2.1.5.6.1. Elementos del aire acondicionado y descripción

La pared en la que se instale el equipo debe ser resistente para soportarlo y evitar el aumento de ruido y vibración. El dispositivo se colocará en el exterior de la pared con un soporte de hierro.

2.1.5.6.2. Funciones y estructura interna

El lugar con más propagación de virus, infecciones y bacterias es un hospital. Por ello, es importante prestar especial atención al manejo y calidad del aire que circula dentro de cada espacio.

Si hay algo más importante para la salud que respirar aire limpio en cualquier momento y en cualquier lugar, es garantizar la alta calidad del aire que circula en el frágil espacio interno como un hospital, ya que utilizan una variedad de productos químicos en los laboratorios y procedimientos médicos, algunos de los cuales afectan la calidad del aire interior, tales como:

- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de nitrógeno (NO₂)
- Material particulado (PM) y dióxido de azufre (SO₂)

Las manifestaciones más comunes son: tos, estornudos, ojos llorosos, fatiga, mareos, dolor de cabeza, congestión del tracto respiratorio superior, entre otros. Si los síntomas se resuelven poco después de salir de una habitación o edificio en particular, estos pueden ser causados por contaminantes del aire interior.

2.1.5.6.3. Tipo de mantenimiento

Periódicamente, lavado de filtro para aire, como también del serpentín de evaporador y condensador, revisión de ductos flexibles por posibles fugas.

2.1.5.7. Área de Laboratorio Clínico

Esta es una arteria importante para el IGSS, de él dependen la interpretación de resultados pre y postoperatorios.

2.1.5.7.1. Diseño y descripción del aire acondicionado

Este equipo es de aire acondicionado tipo ventana marca Primiuncool, modelo KC-32/YAA, serie CIC5118957, registro 334740(839/06-I) del laboratorio clínico. Se tienen dos equipos tipo Split, capacidad de 60 000 BTU.

2.1.5.7.2. Funciones y características principales

Ausencia de luz natural en un 95 %, utilizando lámparas de neón y aire acondicionado para su ventilación.

Para el correcto funcionamiento y conservación de los equipos es importante que la temperatura del laboratorio no supere los 25 °C y es necesario un sistema de aire acondicionado que mantenga el ambiente en las proximidades de esa temperatura, especialmente para que los trabajadores puedan realizar de manera eficiente su trabajo.

Las áreas blancas (también llamadas áreas limpias) son como quirófanos, UCI (Unidad de Cuidados Intensivos), laboratorios clínicos. En áreas generales requieren operaciones asépticas especiales o sin partículas que puedan contaminar la operación en absoluto.

2.1.5.7.3. Descripción del mantenimiento

Periódicamente, lavado de filtro para aire, también del serpentín de evaporador y condensador, revisión de ductos flexibles por posibles fugas de aire.

2.1.5.8. Sección de Farmacia

Área de suma importancia de climatización debido a que hay medicamentos que dependen de la calidad de aire por su caducidad o calidad.

2.1.5.8.1. Descripción y características del aire acondicionado

- Aire acondicionado tipo mini-Split marca Miller modelo NHX5-012KNW1, serie C100207480407908130739, registro 185/11 de farmacia.
- Equipo de aire acondicionado tipo mini-Split BTU/HR, marca Miller, modelo SEE Below, serie JSA060510255, registro 352738 (843/06-I) de Farmacia.
- Equipo de aire acondicionado tipo mini-Split, marca Miller modelo See Below, serie JSA060401102, registro 332158 de Farmacia.
- Aire acondicionado tipo min-Split Elite II, marca Miller, modelo NFX7-036SVW2-C serie EGU5011672, bre 184/11-I, registro de Farmacia.

Cuenta con cinco equipos tipo Split, capacidad de 60 000 BTU.

2.1.5.8.2. Aplicación y sus funciones

La cantidad de medicamentos que se manejan en esta área requiere de aire acondicionado, ya que es parte fundamental de las buenas prácticas de manufactura actual en la industria farmacéutica.

El sistema de tratamiento de aire para el área se diseña para cubrir la protección del producto, del personal y del medioambiente.

En invierno y verano, las condiciones ambientales de las instalaciones a instalar afectarán al diseño del sistema de aire. La contaminación del aire en la zona, la altura de la ciudad, la existencia de otras industrias, entre otros. Son los parámetros a considerar para el diseño efectivo del sistema de aire tratado.

2.1.5.8.3. Tipo de mantenimiento

Periódicamente, lavado de filtro para aire, así también del serpentín de evaporador y condensador, limpieza de consola.
















- Especificaciones técnicas: mantenimiento cuatrimestral con dos visitas obligadas en un periodo no mayor de dos meses, realizando revisión y limpieza general, lubricación, calibración, inspección de presiones, reparaciones menores necesarias para el correcto funcionamiento del equipo, supervisión de los diferentes sistemas del equipo, drenaje, mano de obra en instalación de repuestos, cuando sean adquiridos. Mantenimiento de los parámetros de temperatura, humedad, recarga de gas, si fuera necesario, entre otros.

2.1.6. Cantidad de aire acondicionado en la institución

La cantidad se calcula en un escenario crítico, es decir, que las instalaciones estén en un 120 % de su capacidad para contar con un 20 % de seguridad que garantice el normal desarrollo de las actividades en el área.

Figura 5. **Simbología de aires acondicionados**

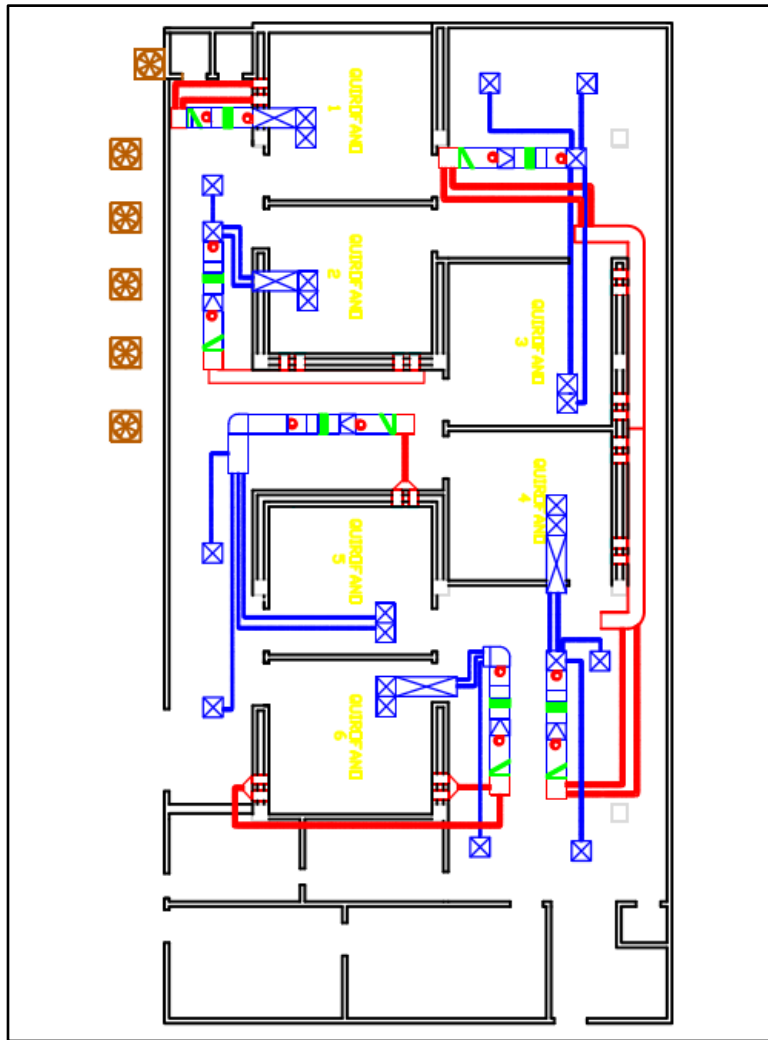
SIMBOLOGIA AIRE ACONDICIONADO

	DAMPER
	EXTRACTOR VISTA EN PLANTA
	EXTRACTOR VISTA EN ELEVACION
	DIFUSOR DE 4 VIAS MEDIDAS INDICADAS
	DIFUSOR DE 3 VIAS MEDIDAS INDICADAS
	REJILLA DE RETORNO MEDIDAS INDICADAS
	DIRECCION DE AIRE
	REJILLA DE SUMIESTRO/RETORNO/EXTRACCION VISTA EN ELEVACION
	EXTRACTOR EN LINEA ENTRECIELO
	TERMOSTATO DE PARED
	CAJA TERMICA
	DUCTO DE SUMINSITRO DE A.A. SUBE O BAJA
	DUCTO DE RETORNO DE A.A. SUBE O BAJA
	TUBERIA DE DRENAJE AGUA CONDENSADA
	TUBERIA DE COBRE
UMA	UNIDAD MANEJADORA
DIF-4V	DIFUSOR DE 4 VIAS
RR	REJILLA DE RETORNO
F2RP	MODELO UMA
HRA	MODELO EQ. CONDENSADOR
DEB	MODELO EQ. PAQUETE
CFM	CUBIC FEET PER MINUTE PIES CUADRADOS POR MINUTO

Fuente: elaboración propia, archivos del área de Mantenimiento del IGSS.

Esta simbología ayuda a la interpretación de los diagramas y mejora el orden en la conexión de equipos. rinda visibilidad de una manera sencilla para interpretar la cantidad de equipos y de recursos inmersos en el edificio. Este diagrama será el foco de estudio para entender el impacto de la rentabilidad en conjunto con el análisis de costo-beneficio, propuesto para esta investigación.

Figura 6. **Distribución de aires acondicionados**



Fuente: elaboración propia, archivos del área de Mantenimiento del IGSS.

2.1.7. Formato de la orden de mantenimiento

En la figura 7 se muestra el instrumento para la solicitud de bienes.

Figura 7. Formato de orden de mantenimiento

CLINICA HOSPITAL ZONA 6		IGSS	
SECCIÓN DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO			
SOLICITUD DE TRABAJO			
SOLICITUD DE TRABAJO No.:		FECHA:	
DEPTO. O SERVICIO:			
SERVICIO QUE SOLICITA:			
FIRMA DEL SOLICITANTE:			
NOMBRE DEL SOLICITANTE:			
CARGO:			
MAYOR INFORMACION LA PUEDE PROPORCIONAR:			
PARA USO DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO:			
ORDEN DE TRABAJO No.:		REGLON DE TRABAJO:	
RECIBIDO DE CONFORMIDAD:			
FECHA		FIRMA:	(SELLO)
NOMBRE:			
CARGO:			
REG.657			

Fuente: elaboración propia, archivos del área de Mantenimiento del IGSS.

2.2. Diseños de las unidades en servicio

Las unidades de servicio cuentan con el diseño de parámetros estándar.

2.2.1. Funcionamiento de las partes

A continuación, una breve descripción del funcionamiento de las partes de un aire acondicionado.

2.2.1.1. Condensador

El condensador del circuito frigorífico es un intercambiador de calor situado a la salida del compresor, que recibe gas comprimido a alta temperatura.

El vapor de refrigerante caliente ingresa al condensador desde el compresor. Aquí, el vapor refrigerante de alta temperatura y alta presión se enfría con aire. Cuando el aire pasa a través del serpentín con aletas, el ventilador del condensador sopla el aire sobre el serpentín de condensación con aletas.

A medida que el refrigerante se enfría, el estado del refrigerante cambia de vapor caliente a líquido caliente a alta presión y pasa a través de la válvula de expansión. El compresor, la bobina del condensador y el ventilador del condensador están ubicados en la caja ruidosa en el patio trasero, generalmente llamada unidad de condensación.

La condensación del vapor puede ocurrir de varias maneras: extrayendo calor, aumentando la presión y manteniendo constante la temperatura, y combinando los dos métodos.

El vapor saturado se refiere a un estado en el que cualquier enfriamiento posterior en esta condición hará que parte del vapor se condense. Cuando el vapor se enfría, las moléculas no pueden mantener suficiente energía y velocidad para superar la atracción mutua y mantener el estado de las moléculas de vapor. Algunas moléculas restauran la estructura molecular líquida bajo la acción de la fuerza de atracción. Si se extrae el calor, más moléculas se licuarán hasta que todas se vuelvan líquidas.

Si se utiliza una tubería de 10 mm de diámetro en lugar de una tubería de 10 mm de diámetro, se colocarán más tuberías en el mismo espacio. Pero esta operación no es tan simple, porque al reducir el tamaño del paso, la caída de presión aumentará y la producción de gas disminuirá. La sección transversal de un tubo de 10 mm es de 78,54 milímetros cuadrados. La sección transversal del tubo de 5 mm es de 19,63 mm². Por tanto, para tener simplemente la misma sección transversal, es necesario colocar 4 de cada 5 tubos por cada 10 sin considerar la caída de presión. Para obtener una mejor condensación, se han construido tubos de aluminio extruido y reticulado.

De esta forma, todo el gas queda más cerca de la pared del tubo, aumentando así la conductividad térmica y mejorando la condensación con una menor longitud. El condensador de flujo paralelo, también ha mejorado el sistema. El condensador de flujo paralelo utiliza tubos de aluminio extruidos y reticulados, pero los tubos y las paredes son más delgados. Para evitar pérdidas de presión, el haz de tubos se instala entre los colectores. Flujo de gas muy aumentado.

2.2.1.2. Evaporador

Es uno de los componentes básicos de la unidad de refrigeración, porque realiza con éxito la instalación y le aporta el confort deseado. El evaporador es un intercambiador de calor en el que el gas se transfiere de la fase líquida a la gaseosa. Como se mencionó en otro capítulo, para hacer que el gas en fase líquida cambie de estado, necesita absorber mucho calor, que es el objetivo básico.

- Serpentin de tubos: este tipo de evaporador consta de varios serpentines de tubos de cobre o aluminio en forma de serpiente, se instalan entre las aletas en forma de placa del evaporador. Cuando se completa el ensamblaje de los tubos en las aletas, se expanden mecánicamente para asegurar que los tubos se presionen sobre las carcasas de los labios de las aletas para que se logre un contacto perfecto entre los tubos y las aletas y las aletas permanezcan en la fabricación a su distancia exacta. Además de los orificios de los labios, las placas de las aletas también se tuercen y presionan ligeramente para garantizar que el aire que pasa entre las placas de las aletas choque continuamente, para generar mejor calor.
- Serpentin de tubo plano foliculado: este tipo de evaporador es eficaz y económico. Debido al grosor de sus paredes y orificios, el tubo extruido es muy pesado.
- Evaporador de placas: evaporador de flujo paralelo, formado por un sistema de aspiración junto con tubos de entrada y salida soldados a la placa fina estirada del horno. Este no es el caso de los tubos de conexión entre las placas, están formados por las propias placas.

- Válvula de expansión: su funcionamiento es como se indica a continuación: el gas licuado del condensador llega a la válvula, por lo que tiene una conexión para la entrada y otra conexión para la salida. Cuando este gas se enfría, su presión baja y deja de empujar el diafragma. Se encuentra en el eje de la tapa. La bola cierra el paso del gas al evaporador durante unos segundos, mientras que la temperatura del gas en la salida se mantiene muy alto bajo. Durante este tiempo de cierre, el aire del habitáculo continúa pasando por el evaporador y libera su temperatura al gas, que continúa expandiéndose, aumentando así la temperatura. El aumento de temperatura es capturado por el sensor que calienta su propio gas y aumenta su presión. La temperatura es empujada por la membrana junto con el eje, cerrando la bola hace que la válvula se abra y el gas ingrese al evaporador, donde el gas se expande y el proceso se repite. Circulación, a medida que el gas se enfría, el sensor se enfría nuevamente, reduciendo así la presión, generando fuerza de resorte, haciendo que la válvula se cierre.
- Válvulas de expansión mono bloque: se utilizan sin válvula de bola externa, porque realizan la compensación necesaria internamente, y un tubo capilar llevado por unos tubos capilares, solo se usa para llenar la parte superior de la membrana con gas.
- Válvulas de expansión de tubo: en algunas instalaciones utilizan las llamadas válvulas de tubería, porque están ubicadas en la tubería de entrada del evaporador y debido a que están equipadas con tuberías calibradas, según sea necesario, siempre se pasa la misma cantidad de gas licuado.

2.2.1.3. Bomba de condensado

Dispositivo que realiza recolección de agua condensada y luego la expulsa por medio de una manguera hacia donde se disponga.

2.2.1.4. Instalación

Los materiales y herramientas para instalar aire acondicionado son los siguientes.

- Tubo de cobre de $\frac{1}{2}$ " para la tubería de gas. (Los metros que separan las dos unidades + 1m).
- Tubo de cobre de $\frac{1}{4}$ " para la tubería de líquido. (Los metros que separan las dos unidades + 1m), ambos se venden en rollos de 15 m.
- Tubo aislante armaflex, para $\frac{1}{2}$ " y $\frac{1}{4}$ " para aislar las tuberías de gas y líquido.
- Cinta aislante o cinta armaflex, para los acabados de las válvulas, aislándolas y unir los armaflex.
- Dos roscas por tubo de $\frac{1}{2}$ ", a veces vienen colocadas en el equipo y se pueden reutilizar.
- Dos roscas para tubo de $\frac{1}{4}$ ", igual que en el caso anterior.
- Canaleta para aire acondicionado con tapa: se vende por separado la canaleta y la tapa en tiras de 2 m.

- Dos ménsulas en L para colgar la unidad condensadora (exterior), según necesidades del lugar a utilizar.
- Cuatro silentblocks para evitar traspaso de vibraciones de la unidad condensadora a la pared.
- Tacos o tarugos de 5 o 6 mm y tornillos, unos 20 para colgar la unidad interior y para las canaletas.
- Siete tornillos con taco o tacos metálicos de expansión (8 a 10 mm) para colgar las ménsulas.
- Tubo de desagüe para la unidad interior y exterior.
- Conexión T para unir los tubos de desagüe.

Las herramientas básicas para lograr una buena instalación se describen a continuación.

- Taladro con percutor para pared, cuanto de mayor tamaño y mejor calidad.
- Brocas de pared de diferentes medidas y longitudes, 5, 6,10,12 mm.
- Broca de corona para iniciar el agujero desde el interior de la habitación (no rompe el yeso).

- Broca de corona para muro, para continuar el agujero, es cara y no es necesaria, si no se tiene se pueden hacer con brocas de 10 mm varios agujeros y acabar con escarpara y martillo.
- Escarpara para picar la pared.
- Martillo o maceta de albañil (mazo grueso).
- Alicates de corte para electricidad o tijeras.
- Nivel y metro.
- Destornillador de punta de estrella grande y pequeño.
- Destornillador de punta plana pequeño para regletas.
- Varias llaves inglesas de medidas 12,13,17,22,24.

A continuación, se describen las herramientas específicas de frío.

- Muelle curva tubos para ½" o curvador.
- Corta tubos pequeños, si se tiene grande, puede servir.
- Abocardado para tubos de frío, los de fontanería, por lo general no sirven, ya que las medidas de tubos usadas en frío son americanas, no compatibles con las de fontanería.
- Bomba de vacío.

- Manómetros adecuados al gas a utilizar, aunque solo para hacer vacío, sirven los de R22.

2.2.1.5. Funcionamiento

En la actualidad, los acondicionadores de aire se adaptan a cada requisito, por lo que se pueden obtener los mejores resultados en términos de consumo de aire acondicionado y refrigerante, y consumo energético operativo.

En el caso de soluciones de gran espacio, los sistemas que funcionan por métodos de expansión directa se utilizan, principalmente, para unidades de envasado y sistemas tradicionales de agua fría.

La elección de cualquiera de ellas para ajustar la temperatura de un espacio específico está directamente relacionada con diversas variables, entre las que se encuentran las condiciones generales de altitud, temperatura y humedad ambiental de la ubicación geográfica del lugar; las necesidades específicas del espacio e incluso, en lo que respecta a la tienda, según las características del producto.

2.2.1.6. Riesgos al medio ambiente

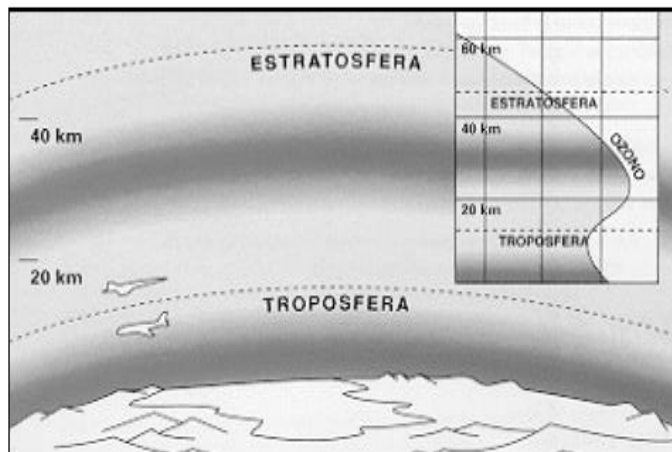
Las pérdidas resultan ser el principal factor de querrela en la distribución de gas natural. Desde el punto de vista de la contaminación ambiental, los volúmenes globales perdidos en distribución no son relevantes. Por el contrario, las pérdidas a nivel individual pueden alcanzar concentraciones susceptibles de causar accidentes. El sistema de odorización utilizado para marcar el gas permite que todos los habitantes de una ciudad se comporten como inspectores de pérdida.

El nivel de pérdida aceptable, que está entre el 2 y el 4 % del volumen transportado, se halla en el entorno de error de medición, que es el 2,5 %. La realidad práctica es que, en el caso del gas, las pérdidas globales del orden del 6 % alcanzan a producir un notable perjuicio económico.

El punto débil del control de pérdidas se encuentra en los venteos de las plantas reguladoras de diseño antiguo, La solución del problema ha sido encarada con la sustitución paulatina de las plantas reguladoras existentes, por otras de tecnología actualizada.

La resolución del venteo es lo suficientemente marcada como para lograr la amortiguación de la inversión con el ahorro del producto recuperado. La tecnología permite instalar ductos cada vez más confiables y estables en el tiempo (plásticos), por lo que las pérdidas tienden a disminuir paulatinamente.

Figura 8. **Capa de ozono**



Fuente: Revista AC/R Latinoamérica. *Capa de ozono*. Consulta: septiembre de 2000.

2.2.1.7. Reglamentación

- Criterios de seguridad: el reglamento de seguridad de plantas e instalaciones refrigeradas divide los fluidos en tres categorías y recomienda el uso de aquellos que sean menos tóxicos y menos inflamables. Estas categorías son:
- Refrigerantes de alta seguridad: se incluyen todos los refrigerantes halogenados más utilizados.
- Refrigerantes de media seguridad: es el amoniaco y otros residuos en desuso como el dióxido de azufre (SO₂) y el cloruro de amonio (CH₃Cl).
- Refrigerantes de baja seguridad: son los hidrocarburos gaseosos como el propano, butano y etileno no utilizados habitualmente.

Se señala que frente a la conmoción mundial que ha provocado la disminución del ozono, se han suscrito acuerdos internacionales como: el de Viena para la protección de la capa de ozono, adoptado en Viena en marzo de 1985 y ratificado por Chile en 1989; y el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono, suscrito en Canadá en 1987, ratificado por Chile en 1990.

2.3. Descripción del personal

A continuación, se describen los cargos y datos del personal del año 2018.

2.3.1. Personal administrativo

- Jefe de sección: César Alberto Chávez García
- Supervisor de sección: Ramón Arnoldo Jácome Pinato
- Encargado de obra civil: Omar Santiago Salas
- Encargado equipo electromecánico: Mario Alberto Rivera Zamora
- Encargado equipo médico: Eder Alexander Chur de la Cruz
- Secretaria: Cleydi Villatoro
- Analista de Compras: Jazmín Alexa Guzmán Ache
- Bodeguero: Víctor Alfonzo

2.3.2. Personal operativo

- Personal renglón electromecánico: campo de trabajo; electricidad, mecánica industrial, telefonía, fotocopiadoras, equipo de lavandería, cocina, elevadores, equipo de vigilancia, equipos de aire acondicionado, planta eléctrica, generación de vapor.
- Técnico: Víctor Gutiérrez, Edwin Alegría, Edwin Higueros, Rosendo Rodas, Joaquín Soto, Maynor Cardona, Edson Hernández.
- Personal renglón obra civil: campos de trabajo; muebles de metal, obra friz, herrería.
- Técnicos: Fredy García, Armando Gustavo Prera, Jorge Fernández, Amner Pérez, José Cardona, German Cruz, Santos Rucar.
- Personal equipo médico: campo de trabajo; equipo de diagnóstico, de monitoreo, instalaciones de gases médicos.

2.3.3. Distribución de las instalaciones

Las instalaciones cuentan con 9 niveles y están distribuidos de la siguiente manera:

- Sótano: emergencia de Adultos, de Pediatría, de Maternidad, sala de operaciones, labor y partos, recuperación postanestesia, radiología, cocina, lavandería, morgue, central de equipos, almacén, taller de mantenimiento, observación de adultos.
- Nivel 1: Laboratorio Clínico, Farmacia, clínicas de especialidades (Pediatría, Accidentes, Maternidad, Psicología, Odontología, Electrocardiograma, Electroencefalograma).
- Nivel mezanine: Biblioteca, bodega de mantenimiento, Informática, Escuela de Salud, parqueo.
- Nivel 2: intensivo de Adultos y de Pediatría, Neonatología, clínica de personal, banco de sangre, clínica Electrocardiograma para internos; ala norte, área administrativa.
- Nivel 3: encamamiento de complicaciones prenatales y de pediatría, clínica de ultrasonidos.
- Nivel 4: encamamiento de postparto y de ginecología, clínica de colposcopia.
- Nivel 5: encamamiento medicina de hombres y medicina de mujeres, bodega y despacho de única dosis.

- Nivel 6: encamamiento de cirugía de hombres, encamamiento de medicina de mujeres, oficinas de supervisora de enfermería.
- Nivel 7: residencia de médicos, bodega de almacén.
- Nivel 8: cuartos de elevadores.

2.4. Costos del refrigerante R-22

En el IGSS, el precio de compra es Q 700,00 aproximadamente y es un tanque de 13,6 kilogramos, se deberá tomar en cuenta ciertas características para elegir un buen producto, este refrigerante está en un punto donde su venta es obsoleta, por lo que es importante conocer partes de ese gas.

El difluoroclorometano está relacionado con los HCFC. Su potencial de agotamiento de la capa de ozono es bajo ($DOP = 0,05$) y el potencial de calentamiento global $GWP = 1\ 700$ no es muy alto; es decir, las características ecológicas del R-22 son mejores que las del R-12 o R-502. Es un gas claro con un leve olor a cloroformo, es más tóxico que el R-12, no es explosivo ni se quema en una atmósfera de oxígeno.

Comparado con el R-12 y el R-22 tiene baja solubilidad en aceite, pero penetra fácilmente en los poros y es inerte a los metales. La industria de la refrigeración produce aceite de alta calidad para R-22.

Figura 9. Presentación R-22



Fuente: R-22. Gas refrigerante. www.climatemp.es. Consulta: 23 de abril de 2020.

2.4.1. Montaje de equipo nuevo

Se retira el soporte de chapa galvanizada donde va anclada la unidad interior (evaporador), el equipo se asegura mediante enganches, se coloca en la pared, se centra con los laterales y se separa del techo unos 30 a 35 cm.

Los agujeros para los tornillos utilizados para fijar el soporte a la pared han sido perforados. Hay doce agujeros. Muchos tornillos están equipados con pasadores. Dado que la profundidad de cada tornillo es de solo unos 3-4 cm, deben instalarse uniformemente. Pueden colocarse 10 o 12 tornillos. Para mayor comodidad, puede utilizarse el tornillo de impacto adjunto con marca

HILTI o WÜRTH y golpearlo con un martillo. Es muy cómodo y rápido de colocar. Si no, puede ser también, tapón tipo Fisher (ranura de plástico) y tornillo roscado (más económico).

Antes de colocar el soporte en la pared, se realizó una marca en el centro para el agujero para los tubos, hay que tener cuidado de no marcarlo en la pared muy abajo, ya que de lo contrario tapaná el equipo el agujero realizado.

Figura 10. **Ilustración con taladro**

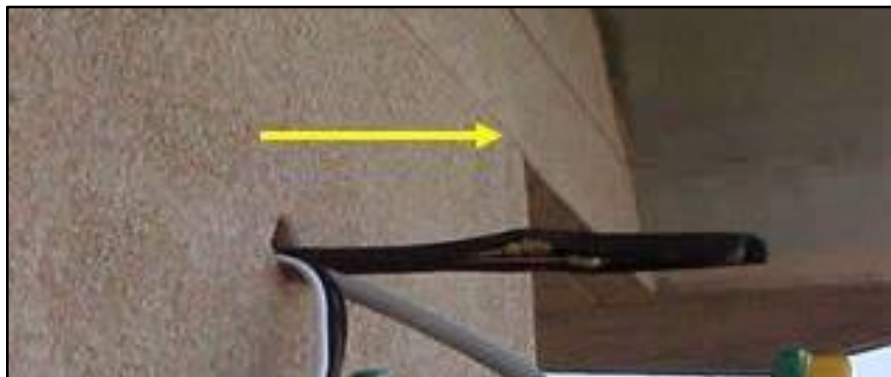


Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

Taladrar el agujero para los tubos, de unos 6,5 a 7,5 cm de diámetro, para evitar desconchar el yeso, iniciando así el agujero con una broca corona de madera, con la que se penetra hasta el ladrillo, con ayuda de un aspirador para contener el polvo. Una vez retirada la primera capa de yeso, con martillo y escarpara, se emplea una broca de unos 30 cm, barrenando el centro del agujero hasta traspasar la pared. Luego se deben realizar varios agujeros con broca de 10 mm, picando la pared con maceta y escarpara, hasta realizar todo el agujero.

El soporte debe colocarse atornillando a la pared y usando un nivel para comprobar si el soporte es plano, este se puede ajustar hacia arriba y hacia abajo unos pocos milímetros. Doblando los tubos de la unidad interior, como se muestra en la foto de la figura 11, no se debe apretar con fuerza los tubos de cobre, en este caso tienen que estar en un ángulo de 90° con respecto al equipo. La tubería de 3/8 de pulgada, que es más susceptible a romperse, está protegida por resortes en el área de flexión.

Figura 11. **Cableado exterior**



Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

Se pasan los cables desde la parte exterior hacia el interior, debiendo pasar el cable de 5 hilos para control y el cable de 2 hilos del termostato. Se trasladan los cables hasta su ubicación, enganchando el conector del cable del termostato y se encinta para que no se suelte; trasladando el cable de 5 hilos para tomar la medida exacta. Encintando el desagüe y los tubos de cobre en la punta para que pasen sin problema y sin engancharse por el agujero. Se necesita de ayuda para que pueda ir estirando el cable sobrante y guiando los tubos hacia fuera, pasando los mismos; estos cables blanco de alimentación y enganchar el evaporador en su soporte.

Figura 12. **Recubrimiento exterior**



Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

La distancia de una máquina del equipo a la otra no puede exceder de 5,4 m (medida que ya viene marcada por el cable de 5 hilos del kit de instalación). Se deberá ir realizando agujeros y picando con martillo y escarpará.

Figura 13. **Recubrimiento del cable**



Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

Una vez realizado el agujero en el voladizo de la anchura adecuada, que permita pasar las dos tuberías con el armaflex y los dos cables de 5 y 2 hilos; se prepara la canaleta que subirá las tuberías hacia el tejado, taladro el agujero pasa tubos. Colocar la canaleta en la pared con tres tacos o tarugos con tornillo como mínimo. Colocando las dos tuberías hacia arriba, sin forzar la cobertura del tubo y poner el tubo de desagüe en sentido descendente, siempre.

Rastrear la posición del soporte que cuelga la unidad condensadora. En este caso, debe estar separado del suelo unos centímetros. Si está en el techo, también debe estar separado del suelo unos centímetros para mejorar la ventilación y para encontrar el condensador. La distancia del segundo soporte debe medir la distancia central del orificio para los pies de la unidad condensadora. Basta con fijar cada soporte a la pared con 3 tornillos, seguir perforando en un ángulo de unos 30 °, esto mejora el agarre.

Figura 14. **Base para la unidad condensadora**



Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

Se desmonta el espárrago de los tornillos de expansión y se coloca a través del agujero de la ménsula, colocando la misma y se golpea con el martillo uno a uno los tornillos hasta que se introduzcan y quede la ménsula pegada a la pared. Se aprietan los 6 tornillos para anclar las ménsulas a la pared, sin pasarse al apretar.

Antes de colocar sobre las ménsulas la unidad condensadora, se realiza la prueba de soporte de peso, se coloca la persona encima de ellas o colgarse de ellas si están colocadas a más de 1,5 m del suelo, solo se hace si el peso es menor de unos 95 kilos, la unidad condensadora pesa unos 40 kg, por lo que las ménsulas deben aguantar sin ceder ni desclavarse de la pared.

Con un ayudante se deberá colocar la unidad condensadora sobre las ménsulas, elevando los laterales para colocar los cuatro *silentblocks* y así fijarlos.

- Tuberías y abocardado de aire acondicionado: la segunda parte de la presentación introduce la instalación específica de aire acondicionado y detalla el montaje de las tuberías, cómo usar la antorcha, el proceso de vacío del circuito, la liberación de gas y la depuración. Se continúa utilizando tubos de cobre para el trabajo. Poco a poco se va alargando el rodillo de cobre para que quede lo más recto posible, se envuelve la punta con cinta adhesiva para evitar que entre polvo o humedad y se introduce desde el agujero, hasta unos 15 cm más alto que el piso interior y la rosca en el piso de abajo.

Figura 15. **Tubos**



Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

Figura 16. **Protecciones**



Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

Una vez determinada la forma del tubo, para mayor comodidad, se saca del agujero (porque su tamaño es superior a 2 m) para trabajar cómodamente, por lo que poco a poco se coloca el tubo armaflex en no forzado, ya que se perfora fácilmente.

La longitud de la pieza armaflex es de 2 m, por lo que la esta debe conectarse con la cinta aislante para evitar la humedad. Colocar una zanja de drenaje para proteger la cubierta de la tubería.

Figura 17. **Recubrir uniones**



Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

Colocadas las canaletas y los tubos a punto de abocardar, se le realiza al tubo una curva suave para que quede perfectamente encarado con la válvula; luego se procede a cortar el tubo con unos cortatubos pequeño, ya que suele ser de mayor precisión, se deja un pequeño margen de 1,5 a 2 cm de más al cortar.

Se continúa realizando refuerzo de sonido, la foto de la figura 18 muestra refuerzo de sonido multimedia profesional, la boca de la campana debe girarse para que tome la forma del tubo de la lámpara para comprender el tamaño exacto de la boca de la campana. Un método simple es usar un tapón de cobre que se ha roscado en el dispositivo para que coincida con el tamaño. Contar y medir hasta alcanzar el ancho adecuado. La fotografía anterior muestra el mal funcionamiento, sin poner la línea.

La solución a este problema es utilizar la incisión diseñada por el cortatubo en el rodillo para cortar una pequeña sección de tubería, cuanto más pequeña mejor, por esta razón, la boca de campana cortada solo puede cortar alrededor de 0,4 a 0,6 cm, así que si se deja algo de margen, el tubo no será un problema.

Figura 18. **Instalación eléctrica**



Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

Antes de apretar se deberá comprobar, sin forzar la tubería, que el abocardado asienta perfectamente en la válvula. Sujetando la tubería con una mano para no deformar el abocardado y con la otra apretando la rosca, para fijarla con una llave inglesa, debiendo apretarla fuertemente sin llegar a romper o agrietar el abocardado. Realizando el otro abocardado y colocando la segunda tubería. conectando la manguera de 5 hilos de la unidad exterior y el cable de 2 hilos del termostato. Continuar con el trabajo de las roscas de la unidad interior, ya que en este caso la canaleta empleada es ancha y se tiene espacio realizando unas curvas, para tener tubo de reserva.

Se retira la rosca del enchufe de la unidad interior. En la mayoría de los casos, el dispositivo está equipado con gas presurizado, que se perderá al quitar la rosca. La razón es que la humedad no ingresará al circuito, por lo que la tubería no se oxidará internamente. Se asegura de que no haya pérdida.

El hilo de soldadura de la unidad interior es pequeño y fácil de doblar, por lo que se puede sujetar con una llave de presión.

- Vaciado de circuito de aire acondicionado: después de sellar herméticamente, conectar el manómetro y la bomba para crear un vacío en el circuito. Esto se hará en la tubería de ½ pulgada, la unidad interior y la tubería de ¼ pulgada, aunque la unidad condensadora esté conectada a su válvula. El gas interno todavía está en un estado sellado. La manguera azul está conectada a la válvula de mantenimiento, el otro extremo está conectado al manómetro del lado azul, la manguera amarilla está conectada al centro del manómetro y el otro extremo está conectado al puerto de succión de la bomba. En el grupo de manómetros, girar la manija roja hacia la derecha para cerrarla y girar la manija azul hacia la izquierda para abrirla por completo. Al poner en

marcha la bomba durante 30 a 40 minutos en los primeros 7 minutos, el circuito estará al vacío máximo.

- Cerrar el manómetro, girándola a tope a la derecha.
- Se detiene o se para la bomba de vacío.
- Hay que esperar por un espacio de veinte minutos a una hora, para determinar si el circuito es hermético, no entra aire en el mismo, por lo tanto, la aguja se mantiene a -30 , no subiendo hacia 0.

Figura 19. **Manómetros**



Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

Si el circuito no está sellado, entrará aire, por lo que la aguja del manómetro se elevará a 0, (presión ambiental).

Dependiendo del tamaño de la fuga, la subida de la aguja se realizará con mayor o menor prontitud, de ahí el motivo de esperar una hora o como mínimo, 20 minutos, es más preciso dejarlo varias horas en vacío.

Si existen fugas en el circuito, habrá que revisar una a una todas las roscas, por si ha quedado alguna floja. Se podrá rehacer el abocardado que sea considerado sospechoso o se tenga duda, después de eso se podrá hacer vacío y esperar nuevamente el resultado, puede ser que no se acierte en encontrar la fuga hasta el cuarto abocardado. En este momento ya se tiene el circuito a punto para soltar el gas.

Figura 20. **Verificación de fugas**



Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

- Puesta en marcha del aire acondicionado: la tercera y última parte, trata de la puesta en marcha, con la liberación del gas y remate de últimos detalles, con la comprobación del equipo. Se continúa el trabajo con la

liberación del gas. Una vez comprobado que no se presentan fugas, se desconecta la manguera amarilla de la bomba de vacío. Sacando el tapón de la cabeza ajustable de las dos válvulas.

Usar la llave allen 5 para girar en sentido antihorario. La válvula de baja presión conectada al manómetro es de pocos milímetros. La presión en ella cambiará de vacío (-30) a presión ambiente o más alta. Cerrar la válvula y girar la válvula en el sentido de las agujas del reloj nuevamente y se desenrosca la manguera del puerto de acceso de baja presión cuando ya haya una cierta presión en el circuito, para evitar fugas de aire en el circuito, cuando se retire la manguera o permitir que el aceite pueda pasar por la manguera en el circuito. La operación perderá algo de gas, por lo que debe realizarse lo antes posible.

Con la manguera desconectada se abre lentamente la válvula de baja presión, en sentido antihorario, utilizando la llave allen del 5, con esto se escuchará el paso del gas hacia el circuito, debiendo abrir a tope la rosca de la válvula, una vez llegados a la máxima apertura, se hace un movimiento hacia atrás $\frac{1}{2}$ vuelta de rosca, para evitar que la soleta de la rosca se pueda quedar agarrotada con el tiempo.

Se realiza la misma operación con la válvula de alta presión (válvula pequeña. Colocando los tapones de las válvulas.

El gas ya está en el circuito, conectar 5 cables de control para equipos de interior. Sacar el cable de alimentación principal (sin corriente) de la caja de conexiones o toma de corriente, hacer entrar en el orificio de la pared a través del canal y utilizar la correa de cable de 3 núcleos para conectarlo con el cable blanco del equipo interior, (cable azul neutro, cable de fase marrón y cable de tierra amarillo/verde).

Se conecta la manguera de drenaje de agua de la unidad interior (tubo gris de unos 30 cm) al tubo de drenaje exterior, llevándolo a una tubería de desagüe o a una zona donde pueda verter el agua sin problemas, en este caso, al estar instalada la unidad condensadora no precisará drenaje, ya que en invierno el agua que genera es mínima.

Cuando todo esté listo, se levanta el imán térmico del cable de alimentación del aire acondicionado y luego presionar el botón (encendido) en el control remoto. Cuando se enciende el dispositivo, se conectará al ventilador del evaporador (unidad interior) y toma de tres a cinco minutos encender el compresor del condensador y el ventilador de la unidad.

Pasados unos minutos se deberá notar el aire frío expulsado por la unidad interior, para determinar el salto térmico producido por el equipo, colocando un termómetro en la salida o impulsión de aire, si es de doble medida el termómetro, se tendrá la temperatura de impulsión y la de la habitación, por ejemplo, 22° de entrada y 5° de impulsión.

1.1.1. Reparación de equipo

Lo primero que se debe tener en cuenta es que la tubería de drenaje de la unidad interior siempre está en la parte inferior derecha o inferior izquierda. A menos que se use una bomba, siempre debe estar hacia abajo y no arriba, en todo caso, que se use una bomba. Por lo tanto, es imposible instalar la canaleta en el techo para pasar la tubería.

Figura 21. **Canaletas**



Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

Lo segundo a tomar en cuenta es que si se instala una bomba de calor (invierno verano) ¿a dónde se va a llevar el desagüe de la máquina exterior?

En tercer lugar, ¿dónde será instalada la máquina exterior? Debe cumplir dos requisitos.

Durante el proceso de puesta en marcha, para la seguridad del operador, el puerto de conexión y la válvula de servicio deben ser fácilmente accesibles. No exceder el tamaño máximo de tubería recomendado por el fabricante, de lo contrario se impondrá gas.

Otro aspecto a tener en cuenta, ¿dónde se tomará la corriente de 220V para alimentar al equipo?

Una vez considerado todos los puntos en detalle y determinado por dónde se pasarán las tuberías, cables y cuál es la distancia entre una máquina y otra, se comenzará.

Así como las inspecciones periódicas son esenciales para prolongar la vida del cuerpo humano, el mantenimiento regular es esencial para mantener la seguridad y confiabilidad del equipo, también ayudan a eliminar los riesgos laborales.

La falta de mantenimiento o uno inadecuado puede provocar situaciones peligrosas, accidentes y problemas en el equipo.

2.4.2. Mantenimiento de equipo

Cuando el equipo presenta fallas se destaca a un grupo de trabajadores para repararlo y así continuar con sus operaciones.

3. PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO SOBRE LA SUSTITUCIÓN DEL REFRIGERANTE

3.1. Departamento de Compras

Es la sección de la institución responsable de todas las actividades para la adquisición de las materias primas, piezas de repuesto, servicios, entre otros. Según sean requeridas por el IGSS.

3.1.1. Cotización

Es la acción o efecto de cotizar algo. Aquel documento o información que el Departamento de Compras usa en una negociación. Es un documento informativo que no genera registro contable. Se utiliza en el IGSS como herramienta informativa documentada.

3.1.1.1. Descripción de la cotización

El Departamento de Compras utiliza este documento informativo para iniciar negociaciones. Su importancia se le da a nivel gerencial, pues la cotización puede generar un informe que compare la cotización con el producto facturado.

Si bien se determina como un documento contable, no significa que sea un ingreso, es decir, no es un registro contable, pues al solicitar una cotización tiene derecho a decidir aceptarlo, modificarlo o rechazarlo; es decir, no tiene pago obligatorio.

Figura 22. Cotización

	Instituto Guatemalteco de Seguridad Social Hospital General "Doctor Juan José Arévalo Bermejo" Sección de Compras	
	NOG. 10256997	
EVENTO No. <u>330/2019</u>		FECHA <u>24/04/2019</u>
SIAF 01 <u>19260</u>	REFERENCIA <u>6131</u>	
Reparación de equipo de aire acondicionado mini Split de 18,000 Modelo KF-51G marca Primiumcool		
Fecha de Recepción de Ofertas	Del 24 al 26 de abril de 2019	
Horario de Recepción	Hasta las 10:00 horas del 26 de abril de 2019	
Lugar	PORTAL DE GUATECOMPRAS	
CONSTANCIA DE VISITA		
Visita Técnica	Jueves 25 de abril de 2019 de 10:00 a 10:30 horas en la jefatura de Sección de Mantenimiento, con el Encargado de Renglón Electromecánico Debe presentar solicitud de compra de bienes y/o servicios forma a-01 SIAF impresa Dicho documentos NO se proporcionará en la Sección de Compras	

Fuente: elaboración propia, Departamento de Compras del IGSS.

- Condiciones de la negociación
 - Sostenimiento de oferta no menor de 30 días.
 - La oferta debe contener descritas todas las especificaciones generales, técnicas y disposiciones especiales para poder ser tomada en cuenta, o en su defecto indicar que se apegara a las especificaciones y disposiciones descritas en FORMA A-01 SIAF, que respalda las presentes bases.
 - Adjuntar constancia de registro general de adquisiciones del Estado (RGAE).
 - Adjuntar archivo que contenga oferta en hoja membretada, firmada y sellada por persona autorizada por la entidad.
 - Debe contar con RTU actualizado.
 - Lugar de entrega de insumos: Hospital Dr. Juan José Arévalo Bermejo, zona 6, bodega de almacén.
 - Si en disposiciones especiales se requiere representación de marca, debe adjuntar documentación que ampare dicha situación.
 - Adjuntar ficha técnica de los repuestos a instalar o suministrar cuando la misma sea requerida en disposiciones especiales.
 - Si al momento de requerir el producto al proveedor adjudicado incumple con la entrega se le dará, según orden de adjudicación,

al segundo o tercer oferente seleccionado o el oferente que cuente con existencia para entrega inmediata.

- Las ofertas se toman en cuenta, toda vez no tenga historial de constantes anulaciones de órdenes de compra sin justificación documentada y avalada, ya sea por la sección de Mantenimiento o de los diferentes servicios.
- La oferta debe contener la siguiente información
 - Número de evento, número de operación Guatecompras (NOG) y número de forma A-01 SIAF (pedido).
 - Identificación de la entidad: razón o denominación social.
 - Nombre comercial, dirección, teléfonos, correo electrónico.
 - El oferente que participe debe poseer giro comercial de acuerdo a lo requerido.
 - Descripción de lo ofertado y las características según solicitud en forma A-01 SIAF.
 - Tiempo de entrega.
 - Régimen de inscripción del impuesto sobre la renta (ISR).
 - Precio unitario y total en quetzales y con IVA de cada producto, cuando se haga referencia a la compra de varios insumos.

- Indicar la marca de cada insumo cuando es compra de insumos.
- Precio unitario y total en quetzales y con IVA de cada servicio, cuando se haga referencia a la contratación de servicios.
- Indicar la marca de los diferentes insumos, cuando sea necesario en los casos de contratación de servicios.
- Si el proveedor es pequeño contribuyente deberá ofertar sin IVA y hacer la aclaración que está afecto a régimen de pequeño contribuyente.
- Número de identificación tributaria (NIT) del proveedor.
- Información general para el oferente
 - Forma de pago: dentro de treinta (30) días hábiles siguientes a la fecha de presentación de la factura y otra documentación que sea requerida. El pago se hará por medio del acreditamiento en la cuenta bancaria.
 - Base legal: este proceso se rige por el artículo 43 del Decreto 57-92 del Congreso de la República, Ley de Contrataciones del Estado, reglamento de dicha ley y la normativa interna del Instituto, razón por la que el oferente se sujeta al cumplimiento de las obligaciones que estas le imponen.

3.1.1.2. Análisis de la cotización

Previo a la calificación de las ofertas, la junta de cotización o licitación debe analizar y evaluar las mismas; quienes pueden sin responsabilidad de su parte, rechazarlas por las causas siguientes: a) Si no incluye los requisitos fundamentales definidos como tales en los documentos de cotización. b) Licitación. c) Si los presentan y estos no cuentan con las formalidades requeridas.

Si la oferta no incluye algún documento no fundamental o si lo presenta y este no cuenta con las formalidades requeridas, la junta de cotización o licitación podrá fijar un plazo y solicitar por medio de publicación en el portal del Sistema de Información de Contrataciones y Adquisiciones del Estado un oficio dirigido al proveedor a quien se le está solicitando que presente o complete documentación.

Además, hacer una nueva compra, seguramente conseguirán optimizar ese proceso dentro de su área o empresa:

- Nunca aceptar el primer precio: después de recibir una primera cotización, negociar con la empresa, pedir descuentos y ver cuál es el mejor precio ofrecido. Si las condiciones de pago (la vista, en efectivo) influyen en el precio. Si el precio no está de acuerdo con lo deseado y no es posible comprar este proveedor, se buscan otras empresas.
- Siempre hacer al menos tres cotizaciones: este es el estándar mínimo de búsqueda que debería aplicarse en cualquier empresa. Si se acepta la compra siempre del primer proveedor probablemente se estará

perdiendo dinero y oportunidades de conocer a proveedores mejores y/o más baratos.

3.1.1.3. Selección y contratación

Determinar de manera oportuna, efectiva y precisa los requisitos y especificaciones de los productos adquiridos.

- La evaluación del costo del producto comprado, tomando en cuenta su desempeño, precio y entrega.
- Las necesidades y criterios de la organización para verificar los productos comprados.
- Los procesos ligados a un proveedor especial.
- La administración de los contratos, para las disposiciones, tanto, con los proveedores como para los aliados de negocios.
- Sustitución de la garantía para productos comprados no conformes, requisitos logísticos.
- Identificación y trazabilidad del producto.
- Documentación, incluyendo los registros.
- Control del producto comprado que se desvía de los requisitos.
- Acceso a las instalaciones de los proveedores.

- Historial de la entrega, instalación y aplicación del producto.
- Desarrollo del proveedor.
- Identificación y mitigación de los riesgos asociados con el producto comprado.
- Precios, costos.

En los parámetros de negociación es importante conocer que existen algunas formas de controlar la gestión de proveedores estableciendo procesos efectivos y eficientes para identificar posibles fuentes de materiales comprados, desarrollar proveedores o socios comerciales existentes y evaluar su capacidad de suministro. Productos necesarios para garantizar la eficacia y eficiencia de todos los procesos de adquisición.

Evaluar la experiencia relevante, el desempeño del proveedor en relación con la competencia y la calidad, precio, entrega y respuesta a los problemas de los productos comprados, así como las capacidades logísticas, incluidas las instalaciones y los recursos.

Conversión de monedas. Los presupuestos y licitaciones deben cumplir con la cantidad requerida por la organización para evaluar y seleccionar de la calidad, la rentabilidad del proveedor y los artículos a comprar.

Estas transacciones se pueden intercambiar, según los tipos de cambio actuales de estos países/regiones (teniendo en cuenta las fluctuaciones diarias del mercado). Cuando se compran bienes en el extranjero, se usa la capacidad de comprar otras monedas para determinar la cantidad que puede comprar.

El tipo de cambio es la relación entre el valor de la moneda de un país y el de otro, es decir, el precio de la moneda nacional que se paga en moneda extranjera. La fijación de los tipos de cambio está supervisada por el banco central y este está supervisado por el sistema monetario internacional (es decir, las instituciones financieras utilizadas en todo el mundo).

3.2. Departamento de Mantenimiento

Esta área es vital para que los equipos de aire acondicionado duren, según especificaciones del fabricante, se lleva control de sus garantías y especificaciones de instalación. Todo esto para reducir los costos de operación.

3.2.1. Planeación de la sustitución

Al hacer la revisión se puede comprobar si el rendimiento del equipo es óptimo o tal vez se puede dar cuenta que ya no trabaja como cuando se compró, la obsolescencia técnica, también forma parte del ciclo de vida de estos equipos y es por esto que debe plantearse la renovación del aire acondicionado.

Si esto es así, se busca el equipo que reúna las mejores innovaciones y características tecnológicas que se han desarrollado para ofrecer un mayor control y eficiencia energética.

Tecnología inverter: a diferencia de un sistema de climatización tradicional permite enfriar la habitación más rápidamente y de una forma lineal, evitando los ciclos de encendido y apagado de los sistemas convencionales que se traducen en un gasto y consumo energético mayor. Esta tecnología permite un ahorro energético desde un 25 hasta un 50 %, dependiendo de su uso.

3.2.2. Innovación de las unidades

Al involucrar la técnica en la innovación hay que considerar un conjunto de saberes, puede ser aplicada en varios ámbitos, por lo general, nace en la imaginación y después se la pone en práctica, se suele transmitir entre persona que después se va mejorando con el tiempo y la práctica en donde cada persona le imprime su sello personal.

La técnica constituye una cualidad exclusiva del hombre, las técnicas más prioritarias se dirigen a la satisfacción de alguna necesidad evitando las dificultades y hay una técnica para cada forma de actividad. Las técnicas forman parte esencial de cada cultura, solo el ser humano es el responsable por los males ocasionados, posiblemente por una mala utilidad. La tecnología no puede quedar de lado en el proceso innovador del acondicionador de aire ecológico a desarrollar, considerando que con el pasar de los años la tecnología ha ido teniendo su evolución, también conocida como revolución tecnológica.

En el diseño y construcción del equipo innovador, en este caso acondicionador de aire ecológico, la técnica es aplicada en todo el proceso, porque es en la que más se enfoca el desarrollo del equipo de climatización. Es en cierta forma difícil de establecer la diferencia entre la tecnología y la técnica, pero sí se puede establecer que la tecnología es un saber más racional y la técnica está basada en la experiencia; en la ejecución del proyecto se considerará la parte técnica en mayor escala comparada con la parte tecnológica. Para este plan en la innovación de las unidades es ese mejoramiento en el refrigerante para colaborar con el medio ambiente.

3.2.3. Aplicación

El mejoramiento o actualización de las unidades de aire acondicionado será en el servicio de radiología del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, unidad Hospital Juan José Arévalo Bermejo, el cual posee 3 unidades con capacidad de 60 000 BTU para climatizar 5 equipos de radiología, juntamente con los pacientes que acuden diariamente para realizar tomas de placas de rayos X, tal actualización es necesario para mantener los equipos en funcionamiento, tanto los de enfriamiento como los de radiología, además de la dificultad de obtener gas R22, válvulas y caer en lo obsoleto de la aplicación del gas en desuso por motivo ambientales.

3.3. Planeación de procesos de la innovación de las unidades de aire acondicionado

A continuación, se describen los pasos para la planeación de la innovación.

3.3.1. Condensador industrial

El condensador termodinámico es utilizado en la industria de la refrigeración, el aire acondicionado o en la industria naval; la condensación se produce utilizando aire mediante un ventilador o con un circuito de agua, después de ser vaporizado el refrigerante en el compresor, regresa con una presión elevada, ahí es donde se produce el intercambio de temperatura, llegados a este punto en el condensador tiene que pasar el refrigerante de vapor por un líquido saturado para que se mantenga en este estado. Para el mejor funcionamiento del condensador, estar en área grande, tener caída de presión mínima, es decir no muy alejado del evaporador, de esta forma el calor

refrigerante que absorbió del evaporador se desecha al medio ambiente. Algunos tipos de condensadores más comunes son:

- Enfriado por aire
- Enfriado por agua
- Con tubo concéntrico
- Con carcasa y tubos
- Enfriado por agua de torre

3.3.2. Evaporador

Es la unidad enfriadora a cargo de absorber el calor y de convertir el líquido en gas, El evaporador funciona empleando el aire caliente que se encuentra a su alrededor, para transformarlo en aire frío que luego se desprende por las rejillas del aire acondicionado del ambiente. Para producir el aire frío, el refrigerante sale del condensador y, gracias a las bajas temperaturas del evaporador, este líquido consigue expandirse y tornarse frío. En simultáneo dentro del aire acondicionado con un ventilador sopla aire mucho más caliente mediante las bobinas de tubo cargadas con gas frío, lo que genera condensación.

3.3.3. Bomba de condensado

La bomba de condensado es uno de los accesorios cada vez más habituales en los equipos de climatización, se encarga de elevar y empujar el agua de condensación de los equipos de climatización, ya que es imposible drenar de forma natural por gravedad o relacionados con las condiciones de instalación o conveniencia Por el bien de ello, se prefiere no elegir la típica botella que instala la bomba realizada esta tarea por una persona.

Se trata esta de una pieza clave en lo que respecta al agua de condensación, que se genera en el equipo.

3.3.4. Instalación de equipo

Para su instalación se necesita de una abertura, a través de él, el aire caliente se escapará al exterior por una manguera.

Generalmente, viene con un kit que permite ajustar el tubo. Es recomendable que los tubos de acondicionador no queden sueltos, ya que la falta de fijación puede hacer que se caigan, se golpeen o no tenga la correcta salida al exterior.

La altura mínima en la que se puede colocar el tubo es de 40 centímetros y la máxima es de 130 centímetros. Es necesaria una tubería que sea dirigida a un patio o directamente a la tubería de aguas lluvias. Instalación y distancias mínimas del sistema de acondicionador de aire tipo Split.

La unidad evaporadora se colocará en un espacio amplio para facilitar la instalación, si la unidad evaporadora se instala entre el techo y el falso techo, el equipo debe tener una estructura lo suficientemente fuerte para fijarlo en el piso.

3.3.5. Funcionamiento adecuado

Para mantener el equipo en buenas condiciones, es esencial un buen funcionamiento del aire acondicionado. El filtro debe mantenerse limpio en todo momento, y también puede adoptar otros hábitos beneficiosos. Por ejemplo, minimiza el calor en la zona ventilando por la noche o por la mañana 10 minutos

son suficientes). Esto ayuda a enfriar el medio ambiente. El resto del día se puede mantener lo más oscuro posible para evitar que suba la temperatura.

Otro problema básico es el hecho de que se cierra y se abre continuamente, lo que no se debe hacer. Cada arranque del equipo provocará un mayor desgaste de la unidad exterior y consumirá más energía.

Por último, si la temperatura exterior se eleva por encima del nivel normal, no se debe bajar la temperatura del aire acondicionado. Su valor debe mantenerse siempre a 24 °C.

3.3.6. Riesgos al medio ambiente

Los seres humanos en la evolución social a través del tiempo vivieron sin equipos de aire acondicionado, hay que tomar en cuenta que hubo vida antes de los aparatos de aire acondicionado y puede haber vida sin ellos, por increíble que parezca. En beneficio de un supuesto confort se pierde la costumbre del cuerpo a experimentar los cambios de temperatura propios de las estaciones y se pretende vivir en una permanente primavera.

Existen alternativas (individuales y baratas) al aire acondicionado. Es tan fácil ponerlo en marcha que seguro que habrán olvidado gestos tan sencillos como: darse una ducha; ventilarse con un abanico o ventilador; refugiarse en la parte de la casa que recibe menos insolación; abrir ventanas y a la par, cerrar contraventanas, desplegar toldos, persianas y cortinas; abstenerse de hacer ejercicio físico en las horas fuertes de calor; beber mucho líquido e ingerir menos grasas.

Edificios que puedan conservar el calor en invierno y mantenerse frescos en verano. Que se logre transformar los rayos de sol en energía verde. Es decir, en vez de utilizar el aire acondicionado se podría utilizar las construcciones bioclimáticas.

El hidrofluorocarbono (HFC) representa una porción pequeña del total de los gases emitidos por el efecto invernadero. Si los equipos de aire acondicionado funcionaran bien, no liberarán HFC en la atmósfera. Parte de este gas se libera durante el proceso de manufactura de los aires acondicionados y las heladeras; o si estos tienen una pérdida; o cuando se desechan de la unidad, lo que posiblemente cause que se escapen algunas moléculas, sobre todo si es desechado de una manera inapropiada.

La compra del equipo en sí es el primer aspecto a considerar. Hay que revisar su etiqueta energética, porque sus letras pueden variar de A a G. La letra A es la de mayor eficiencia energética y menores emisiones de CO₂.

La temperatura no debe ser inferior a 22 grados. De esta forma puede obtener tres beneficios. En primer lugar, esto supondrá un ahorro de casi el 50 por ciento y se reducirán las emisiones de dióxido de carbono y evita enfermedades respiratorias o resfriados.

- Los filtros en el interior del aire acondicionado deben filtrarse con regularidad. De este modo se podrá conseguir un funcionamiento eficiente.
- Finalmente, el equipo debe estar apagado cada vez que salga del edificio. El aire acondicionado produce inmediatamente un efecto de

enfriamiento, por lo que, si se desenchufa durante mucho tiempo, no se notará la diferencia.

3.3.7. Reglamentación legal

Society of Heating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) se estableció en 1894 como una asociación de tecnología de la construcción con más de 50 000 miembros en todo el mundo. La asociación y sus miembros están preocupados por los sistemas de construcción, la eficiencia energética, la calidad del aire interior y la sostenibilidad en la industria. A través de la investigación continua, la preparación de estándares, la publicación y la educación, ASHRAE ha dado forma al entorno construido de hoy y de mañana.

Como resultado de la fusión de la Society of Heating and Air-Conditioning Engineers (ASHAE) establecida en 1894 y la American Society of Refrigeration Engineers (ASRE) establecida en 1894, ASHRAE fue concebida en 1959 como la American Society of Heating, Refrigeration and Ingenieros de Aire Acondicionado. 1904.

ASHRAE proporciona membresía para cualquier persona relacionada con los sistemas de construcción, especialmente HVAC & R; eficiencia energética; calidad del aire interior; sostenibilidad en la industria de la construcción. La membresía de ASHRAE permite utilizar las últimas tecnologías y brinda muchas oportunidades para participar en el desarrollo de dichas tecnologías.

3.4. Costos de innovación al R-410A

Es importante conocer este costo para tener en cuenta el valor, la ventaja competitiva y el crecimiento; aunque a veces los resultados no son los esperados; a continuación, se detallan brevemente esos costos.

3.4.1. Costos directos

En economía se llama coste directo al conjunto de las erogaciones en las que incurre cualquier empresa, sin importar el giro, que están directamente relacionados a la obtención del producto, servicio o en torno al cual gira el desempeño de la empresa. En este caso son los costos que van directamente ligados a los aires acondicionados para su operación.

3.4.1.1. Mano de obra

- Para técnico de refrigeración: Q 1 000,00
- Para ayudante de técnico de refrigeración: Q 300,00

3.4.1.2. Equipo

- Válvula de expansión 7,5 TR R-410^a: Q 700,00
- Juego de manómetros de presión: Q 950,00
- Depósitos de recuperación: Q 8 000,00

3.4.1.3. Materia prima

- Gas 141 para limpieza de sistema de refrigeración: Q 350,00
- Aceite para motor compresor de aire acondicionado 5 w 30 v: Q 250,00

- Varilla de acero plata: Q 45,00
- Tres latas gas 410A 800 gramos: Q 3 250,00

3.5. Mantenimiento de equipo

El factor tiempo es uno de los más importantes cuando se habla del mantenimiento del aire acondicionado. Con lo que también lleva el factor económico y por eso existen dos tipos de mantenimiento que sirven para tener en buenas condiciones del equipo.

3.5.1. Preventivo

- Servicio mensual por tres equipos: Q 750,00

3.5.2. Correctivo

- Estimación en tres años: Q 75,00 filtro de aire por unidad.
- Estimación en diez años: Q 9 500,00 sustitución de motor compresor con gas refrigerante, varillas, limpieza de sistema, sustitución de motor ventilador.

3.5.3. Tabla de temperaturas adecuadas

La presión de R410A es significativamente más alta que R22. Esto no significa que el R410A o el equipo que contiene R410A no sea seguro, pero sí que necesita herramientas y equipo que no fueron diseñados para esta presión más alta. Asegurarse de utilizar válvulas de expansión, filtros y otros componentes específicos para R410A.

Figura 23. Tabla de temperatura

°F	°C	134a R-134a		MP39 R-401A		MP66 R-401B		409A R-409A		22 R-22		124 R-124		Performax LT® R-407F	
		Burbuja	Rocio	Burbuja	Rocio	Burbuja	Rocio	Burbuja	Rocio	Burbuja	Rocio	Burbuja	Rocio	Burbuja	Rocio
-40	-40.0	14.8	8.1	13.2	6.5	11.8	5.7	13.6	0.6	22.1	4.9	0.5			
-35	-37.2	12.5	5.1	10.7	3.3	9.1	2.4	11.1	2.6	20.9	7.5	1.9			
-30	-34.4	9.8	1.7	7.9	0.2	6.1	0.6	8.4	4.9	19.4	10.4	4.2			
-25	-31.7	6.9	1.0	4.8	2.1	2.8	2.6	5.4	7.4	17.8	13.6	6.8			
-20	-28.9	3.7	3.0	1.4	4.3	0.5	4.7	2.0	10.2	16.0	17.1	9.7			
-15	-26.1	0.1	5.2	1.2	6.6	2.5	7.1	0.8	13.2	14.0	20.9	12.9			
-10	-23.3	1.9	7.7	3.3	9.2	4.7	9.6	2.8	16.5	11.8	25.1	16.4			
-5	-20.6	4.1	10.3	5.5	12.0	7.1	12.4	5.0	20.1	9.3	29.6	20.2			
0	-17.8	6.5	13.2	8.0	15.1	9.7	15.5	7.5	24.0	6.6	34.5	24.4			
5	-15.0	9.1	16.3	10.7	18.4	12.6	18.7	10.1	28.3	3.6	39.8	28.9			
10	-12.2	11.9	19.7	13.7	22.0	15.8	22.3	13.0	32.8	0.3	45.6	33.9			
15	-9.4	15.0	23.4	16.9	25.9	19.2	26.1	16.1	37.8	1.6	51.8	39.3			
20	-6.7	18.4	27.4	20.4	30.1	23.0	30.3	19.5	43.1	3.6	58.5	45.1			
25	-3.9	22.1	31.7	24.2	34.6	27.0	34.7	23.2	48.8	5.7	65.6	51.4			
30	-1.1	26.1	36.4	28.3	39.5	31.4	39.5	27.1	55.0	8.0	73.3	58.2			
35	1.7	30.4	41.3	32.8	44.8	36.1	44.6	31.4	61.5	10.5	81.5	65.5			
40	4.4	35.0	46.6	37.6	50.4	41.1	50.1	36.1	68.6	13.2	90.3	73.4			
45	7.2	40.1	52.4	42.7	56.4	46.6	56.0	41.0	76.1	16.1	99.7	81.8			
50	10.0	45.4	58.5	48.2	62.8	52.4	62.2	46.3	84.1	19.3	109.7	90.8			
55	12.8	51.2	65.0	54.1	69.6	58.7	68.9	52.0	92.6	22.7	120.4	100.5			

Fuente: Friolandia Service. *Temperaturas adecuadas*. www.friolandiaservice. Consulta: 6 de junio de 2020.

3.6. Legislación y tratados

Correspondiente al país de Guatemala.

3.6.1. Aplicación de tratados en Guatemala

La protección del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales, como patrimonio de toda la sociedad guatemalteca es un objetivo estratégico nacional del Estado. La preocupación por dar solución a los problemas ambientales, teniendo en cuenta los intereses de las futuras generaciones, así como el alto grado de prioridad que se ha dado a la conservación del medio ambiente y el ser humano, como centro del desarrollo sostenible, se evidencia en las diversas acciones legislativas e institucionales emprendidas.

En la actual crisis económica mundial, Guatemala ha identificado el ahorro y uso eficiente de la energía y la promoción del uso de fuentes renovables como temas centrales de la política nacional.

El país signatario de los principales acuerdos multilaterales ambientales participa en el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM/GEF) y en el Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal (FMPM). Así también, en convenios internacionales ambientales, principalmente sobre diversidad biológica, la convención marco de Naciones Unidas sobre el cambio climático, así como otros convenios internacionales ratificados por Guatemala, como el Protocolo de Montreal (sobre sustancias que agotan la capa de ozono).

La respuesta internacional al agotamiento de la capa de ozono se produjo, principalmente, en el Convenio de Viena de 1985, para la protección de la capa

de ozono y el Protocolo de Montreal sobre sustancias que agotan la capa de ozono.

Con vistas a orientar la colaboración al desarrollo a través del sistema de las Naciones Unidas, las áreas de cooperación previstas para el periodo 2010-2014 elaboran el marco de asistencia de las Naciones Unidas para el desarrollo de Guatemala (UNDAF, por sus siglas en inglés).

Como efectos directos del UNDAF, para el 2014 se ha fortalecido la gestión ambiental con la participación organizada de la población, existe un mayor aprovechamiento de la energía renovable, con énfasis en las poblaciones más vulnerables a los riesgos climáticos de Guatemala.

Comúnmente utilizados en refrigeración y aires acondicionados, los HFC son los gases de efecto invernadero de más rápido crecimiento del mundo, con un aumento de sus emisiones hasta en un 10 % cada año.

3.6.2. Leyes ambientales reguladoras en Guatemala

Guatemala, con el objetivo de colaborar con el medio ambiente, y cumpliendo con los tratados en los que se encuentra incluida, ha presentado leyes y decretos que promueven la protección y mejoramiento de su medio y sus recursos naturales.

3.6.2.1. Decreto número 68-86

Este decreto ayuda a comprender la protección y mejoramiento del medio ambiente y los recursos naturales y culturales es fundamental para el logro de un desarrollo social y económico del país de manera sostenida.

Guatemala aceptó la declaratoria de principios de las resoluciones de la histórica conferencia de las Naciones Unidas celebrada en Estocolmo, Suecia, en 1974, y en tal virtud, debe integrarse a los programas mundiales para la protección y mejoramiento del medio ambiente y la calidad de vida en lo que a su parte territorial corresponde.

- Artículo 5: la descarga y emisión de contaminantes que afecten a los sistemas y elementos indicados en el artículo 10 de esta ley, deben sujetarse a las normas ajustables a la misma y sus reglamentos.
- Artículo 6: el suelo, subsuelo y límites de aguas nacionales no podrán servir de reservorio de desperdicios contaminantes del medio ambiente o radiactivos. Aquellos materiales y productos contaminantes que esté prohibida su utilización en su país de origen no podrán ser introducidos en el territorio nacional. Reformado por el artículo 1 del decreto del Congreso número 75-91 el 23-11-1991.
- Artículo 7: para prevenir la contaminación atmosférica y mantener la calidad del aire, el Gobierno, por medio de la presente ley, emitirá los reglamentos correspondientes y dictará las disposiciones que sean necesarias para:
 - Promover el empleo de métodos adecuados para reducir las emisiones contaminantes.
 - Promover en el ámbito nacional e internacional las acciones necesarias para proteger la calidad de la atmósfera.


- Regular las sustancias contaminantes que provoquen alteraciones inconvenientes de la atmósfera.
- Regular la existencia de lugares que provoquen emanaciones.
- Regular la contaminación producida por el consumo de los diferentes energéticos; f) Establecer estaciones o redes de muestreo para detectar y localizar las fuentes de contaminación atmosférica.
- Investigar y controlar cualquier otra causa o fuente de contaminación atmosférica.

3.6.2.2. Decreto número 34-89

El Gobierno de Guatemala es parte del Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono de fecha 22 de marzo 1985, en sus artículos prevé la adaptación de protocolos que permitan a las partes tomar medidas apropiadas para proteger el medio ambiente y, por ende, la salud humana de actividades que modifiquen o puedan modificar la capa de ozono, para hacer más efectiva las disposiciones del Convenio de Viena.

- Se acepta y aprueba el Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono, suscrito en Montreal el 16 de septiembre de 1987.
- El presente decreto entrará en vigencia el día siguiente de su publicación en el diario oficial.

Figura 24. Formato 032



GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA
MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

FORMATO **DVGA-GA-032**

Formulario 5-5
SOLICITUD No. _____
Control Interno del MARN

SOLICITUD DE LICENCIA DE IMPORTACION DE EQUIPOS DE REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO

DECRETO 34-89 Y DECRETO 17-2,001; QUE APRUEBA EL PROTOCOLO DE MONTREAL Y SUS ENMIENDAS, ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016.

Nombre de la persona individual o jurídica		NIT			
Dirección Legal			No. de Licencia de Importador		
Teléfono	Fax	Nombre Representante Legal			
Producto (s) a importar	Uso del Producto				
PRODUCTOS A IMPORTAR					
NUMERO TOTAL DE UNIDADES	TIPO DE EQUIPO	MARCA	MODELO	PARTIDA ARANCELARIA	TIPO DE REFRIGERANTE

Valor CIF (Q)		Factura No.	
Casa Exportadora:			Año de Fabricación
Pais de Origen	Nuevo Usado		
Pais de Procedencia	Fecha de arribo al pais		
		Aduana de Ingreso	
Fecha de solicitud Guatemala,		de	de 2,018

f. _____
Representante Legal de la Empresa

Sello de la Empresa

Documentos legales a adjuntar a la solicitud

- 1) Fotocopia de Factura Comercial (PROFORMA)
- 2) Fotocopia de certificado de embarque (Bill of Lading, Air Waybill carta de porte)
- 3) Constancia firmada y sellada del refrigerante que contiene el equipo (por el fabricante o empresa importadora)

Nota: Horario de ingreso de solicitudes de 8:00 a 12:00 horas.

7 Avenida 03-67 zona 13 - PBX: 2423-0500

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Formulario*.
<https://images.app.goo.gl/n44hfKKwqYhUaqBi9>. Consulta: 6 de junio de 2020.

3.6.2.3. Decreto número 110-97

Que Guatemala es signataria del Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono, Decreto 39-97, asimismo, del Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono, Decreto 34-89, ambos del Congreso de la República de Guatemala.

Que la capa de ozono se encuentra en franco deterioro, el cual si no se detiene traerá consecuencias lamentables para la población en general.

Que los clorofluorocarbonos son sustancias utilizadas en equipos de enfriamiento y refrigeración doméstica reindustrial, así como propelentes de productos medicinales y los alcanos halogenados en productos contra incendios; ocasionando contaminación al ambiente, destrucción y adelgazamiento de la capa de ozono de la atmósfera.

- Artículo 4º. Capacitación: las industrias dedicadas al trabajo con refrigerantes y congelantes deberán organizar cursos de entrenamiento relacionados con el manejo y disposición de los gases clorofluorocarbonos que se utilizan en esas industrias. Estos cursos estarán dirigidos al personal vinculado con el manejo de estas sustancias.
- Artículo 5º. Recolección de gases: cuando por cualquier circunstancia o desperfecto mecánico deba cambiarse gases, este será extraído y recolectado en envases adecuados y con válvulas de seguridad que no permitan la dispersión a través de la atmósfera y se aprovechará para sustituirse por un gas que no sea dañino para el ambiente y la atmósfera.

- Artículo 6°. Aduana: la Dirección General de Aduanas será la encargada de controlar el no ingreso al territorio nacional de clorofluorocarbonos en cualquiera de sus presentaciones.
- Artículo 8°. Sanciones: las industrias o empresas que no cumplan con lo establecido en la presente ley, serán sancionadas con multas desde diez mil quetzales (Q10 000,00) y el decomiso de las sustancias contaminantes. Si persisten en el incumplimiento, se les suspenderá la autorización para seguir funcionando.

3.6.3. Ministerio de Ambiente Recursos Naturales (MARN)

Es la entidad del sector público que le corresponde proteger los sistemas naturales que desarrollen y dan sustento a la vida, fomentando una cultura de respeto con la naturaleza, preservando y utilizando racionalmente los recursos naturales.

El MARN cuenta con capacidades para desarrollar de forma participativa, políticas, planes y estrategias nacionales que conduzcan a la adaptación al cambio climático y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, y el cumplimiento del Protocolo de Montreal con la reducción de sustancias que agotan la capa de ozono.

- Refrigerantes clorofluorocarbonos: utilizados en sectores de refrigeración y aire acondicionado, refrigeradores domésticos, comerciales, industriales y para transporte de productos congelados, además es empleado en sistemas de aire acondicionado y bombas de calor.

3.7. Recuperación de la inversión

Recuperar la inversión es una de las grandes preocupaciones en la empresa, sobre todo si se trata de proyectos de medio ambiente que apenas dan sus primeros pasos en el mercado y urge un equilibrio de caja para seguir funcionando. Sin embargo, este proyecto verá reflejado el ahorro energético y la fácil adquisición del nuevo refrigerante.

3.7.1. Valor presente neto

También conocido como valor actualizado neto o valor presente neto, su acrónimo es VAN, es un programa que puede calcular el valor presente de una determinada cantidad de flujos de caja futuros generados por una inversión.

3.7.2. Cálculo de C/B

Esta es una compensación entre costo y beneficio. En la actualidad, toda inversión debe reducir algunos beneficios; en general, este es el costo; se espera obtener algunos beneficios en el futuro.

- $B/C > 1$, indica que los beneficios superan los costes, por consiguiente, el proyecto debe ser considerado.
- $B/C=1$, aquí no hay ganancias, pues los beneficios son iguales a los costes.
- $B/C < 1$, muestra que los costes son mayores que los beneficios, no se debe considerar.

$$B/C = \text{ahorro/gastos} \quad B/C = Q 14 845,00 / Q 12 500,00 = 118$$

La relación beneficio costo es mayor a uno, esto indica que el cambio es rentable para el Instituto y cuenta con una ventaja económica.

3.7.2.1. Escenario realista

Para el escenario de los beneficios esperados se deberán esperar un conjunto de criterios por la institución, donde se beneficiarán al incorporar las actividades propuestas, especialmente al sustituir el gas refrigerante que emplean actualmente, por uno de bajo impacto ambiental.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1. Distribución de la sustitución

La distribución se realizará con base en la bitácora de los equipos que necesiten mantenimiento para optimizar los costos, es decir, inmediato de mantenimiento según calendario de fechas de mantenimiento.

4.1.1. Priorización de áreas del IGSS


Como se indicó anteriormente, se dará prioridad por fecha de mantenimiento para cumplir la meta económica en costos, pero el segundo criterio de decisión, será incluir las salas de Maternidad y Pediatría, que son las de mayor demanda y equipos que aplican al cambio.

4.1.2. Órdenes de sustitución

Actualmente, el IGSS dispone de un control interno para realizar las órdenes de sustitución, este formato ya establecido no se puede alterar, debido a que la Junta Directiva estableció los parámetros que conforman el mismo.

Además, dentro de este formulario se pueden realizar las anotaciones necesarias y fundamentales que permiten a los técnicos y trabajadores del Departamento de Mantenimiento incluir los aspectos necesarios para ejecutar la sustitución de uno o varios equipos que se presentan dañados.

Figura 25. Informe de solicitud de cambio

INFORME DE SOLICITUD DE CAMBIO		
Nombre del proyecto: _____	No. Solicitud: _____	
No. Proyecto: _____	Fecha: _____	
Contratista principal: _____		
Descripción del cambio: _____		

Costos directos del contratista principal		
Costos adicionales		
A Mano de obra	<input type="text"/>	
B Material	<input type="text"/>	
C Equipo	<input type="text"/>	
D Subtotal de costos adicionales		<input type="text" value="0"/>
Costos deducibles (Use paréntesis para indicar cifras negativas)		
E Mano de obra	<input type="text"/>	
F Material	<input type="text"/>	
G Equipo	<input type="text"/>	
H Subtotal de costos deducibles		<input type="text" value="0"/>
I Costo total del contratista		<input type="text" value="0"/>
J Margen de beneficio del contratista general		<input type="text"/>
K Costo total del constructor principal + Margen de beneficio (I + J)		<input type="text" value="0"/>

Fuente: elaboración propia, Departamento de Mantenimiento del IGSS.

4.2. Equipo utilizado para la aplicación

Se dispone de diferentes equipos, además de herramientas esenciales para ejecutar la aplicación de mantenimiento requerida, lo importante para la institución es controlar las fugas posibles del gas en los equipos.

4.2.1. Recuperadora de refrigerante

Los equipos de recuperación pueden retirar el refrigerante en estado vapor o líquido en un tiempo muy corto, según las exigencias del sistema, pero emplean menos tiempo si la recuperación se realiza por líquido; asimismo, funcionan de modo más eficiente si la longitud de las mangueras de conexión es la más corta posible y su diámetro el más ancho posible.

4.2.2. Manómetros de presión

El refrigerante R410A es empleado como fluido para sus nuevas unidades, debido a su elevada capacidad frigorífica, que puede resultar en un 50 % mayor que el R22.

Se puede utilizar refrigerante R22 en aplicaciones de aire acondicionado, donde la baja presión suele estar entre 60 y 70 PSI y la alta presión entre 230 PSI. Recordar que la presión de trabajo de cualquier sistema de refrigeración se verá afectada por la temperatura ambiente. Según la experiencia, cuanto mayor es la temperatura, mayor es la presión de succión del aire acondicionado.

En equipos nuevos que utilizan refrigerante R410A, el rango de baja presión es de 105 a 121 PSI y el rango de alta presión es de 380 PSI. Existe una diferencia significativa en comparación con la presión de trabajo del refrigerante R22. Por tanto, para realizar los servicios técnicos de los acondicionadores de aire equipados con R410A, se debe utilizar un manómetro, diseñado para soportar estas presiones, especialmente mangueras, que deben ser adecuadas para el refrigerante.

Figura 26. **Termómetro**



Fuente: elaboración propia, oficinas administrativas del IGSS.

4.2.3. Termómetros

De este instrumento se colocan dos, uno antes del evaporador, después del sistema de expansión (midiendo la temperatura de saturación) y otro en la tubería de aspiración antes del compresor, la diferencia de temperaturas es constante.

4.3. Plan de acción a ejecutar

Esta metodología es aplicable a las actividades del proyecto que conlleva una sustitución de refrigerantes por otros refrigerantes de menor potencial de calentamiento global. Queda excluida de esta metodología la consideración de emisiones asociadas al consumo eléctrico. Asimismo, contempla actuaciones de sustitución de instalaciones centralizadas de climatización de edificios.

De este modo, la presente metodología incluye los siguientes tipos de proyecto:

- Sustitución o nueva instalación de refrigeración
- Reconversión de instalaciones existentes

La propuesta se enfoca en las áreas de prioridad ya antes mencionadas y siempre en utilizar el menor recurso. También la reutilización de equipos.

4.3.1. Cuadro de costo-beneficio

A continuación, en la tabla XII se describe el análisis semestral 2020.

Tabla XII. **Costo-beneficio**

Costo	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Mano de obra	1 300,00	1 300,00	1 300,00	1 300,00	1 300,00	1 300,00
Equipo	3 895,00	3 895,00	3 895,00	3 895,00	3 895,00	3 895,00
Mantenimiento correctivo	750,00		750,00		750,00	
Mantenimiento preventivo	750,00	750,00	750,00	750,00	750,00	750,00
	6 695,00	5 945,00	5 945,00	5 945,00	6 695,00	5 945,00
Beneficio	14 845,00	13 360,50	12 024,45	10 822,01	9 739,80	8 765,82
	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %

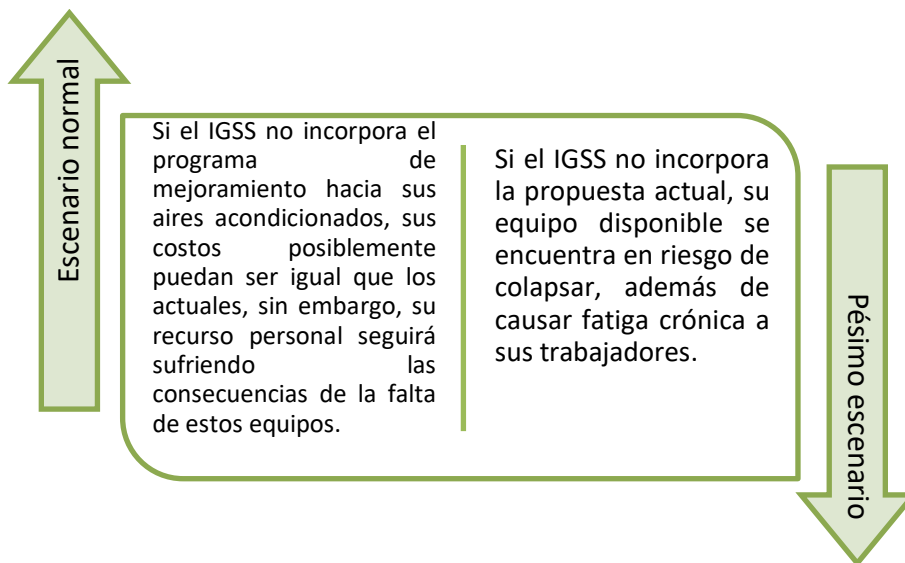
Continuación de la tabla XII.

Costo	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total, año
Mano de obra	1 300,00	1,300,00	1 300,00	1 300,00	1 300,00	1 300,00	15 600,00
Equipo	3 895,00	3,895,00	3 895,00	3 895,00	3 895,00	3 895,00	46 740,00
Mantenimiento correctivo	750,00		750,00		750,00		
Mantenimiento preventivo	750,00	750,00	750,00	750,00	750,00	750,00	9 000,00
	6 695,00	5,945,00	6 695,00	5 945,00	6 95,00	5 945,00	71 340,00
Beneficio	7 889,24	7,100,32	6 390,29	5 751,26	5 176,13	4 658,52	106 523,34
	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10%	20 %

Fuente: elaboración propia.

Como se puede ver en la figura 27 se logra una rentabilidad del 20 % de mejora en la implementación de este nuevo refrigerante, en cuanto a mantenimiento.

Figura 27. Posibles escenarios alternos a la propuesta



Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Implementación del plan

Un plan es un esquema que sirve como hoja de ruta para tener en un único lugar todas las metas, procesos y tareas que debe de realizar una persona o equipo de personas en el alcance de unos objetivos determinados. En este caso, tener claro los cambios de equipos o refrigerantes para obtener el 20 % de mejora en el costo de operación de los equipos. Algunas ventajas de realizar planes y su seguimiento:

- Claridad en la ruta del proyecto o implementación
- Mejora el seguimiento en cada actividad
- Establece un periodo de tiempo con base en las tareas
- Establece una estrategia en común
- Determina responsabilidades por área y por operación
- Brinda los recursos dictaminados para cada fase
- Establece indicadores de desempeño

Tabla XIII. Plan de implementación

Actividad	Justificación	Tiempo	Factibilidad	Cumplimiento
Auditoría	Análisis de actividad en implementación	Semanal	Cultura al cambio	En proceso
Indicadores de desempeño	Rendimiento de la implementación	Diario	Gestión a la vista	Implementado
Desventaja competitiva	Búsqueda de la mejora continua y costo-beneficio	Mensual	Estudio de rentabilidad	Implementado
Acciones correctivas	Establecer el estándar	Diario	Logro de la meta	Implementado
Indicadores de consumo	Gestión del costo	Semanal	Costo fijo	Implementado

Continuación de la tabla XIII.

Beneficio-costo	Impacto en la operación de los aires acondicionados	Mensual	información	Implementado
Mantenimiento de los equipos	Calidad en la implementación	Mensual	Funcionamiento de equipos	En proceso

Fuente: elaboración propia.

4.4. Costos de energía

Uno de los objetivos es disminuir el costo energético en la utilización de este nuevo refrigerante, en esto radica la importancia de la gestión de presente rubro para calificar los objetivos.

4.4.1. Cálculo de consumo energético iniciales

El consumo se establece de la siguiente forma:

Sabiendo que 7,04 kW de consumo con gas R22 genera un valor aproximado en quetzales por kWh, entonces: Q 1,92 es el costo del consumo por hora.

$$7,04 \text{ kwh} * Q 1,92 = Q 13,51 \text{ kwh}$$

4.4.2. Cálculo de consumo energético finales

Sabiendo que 2,5 kW de consumo con gas 410A genera un valor aproximado en quetzales por kWh, Q 1,92, entonces el consumo por hora:

$$2,5 \text{ kWh} * Q 1,92 = Q 4,80 \text{ kWh}$$

4.4.3. Aceptación de la propuesta

$$B/C = \text{ahorro/gastos} \quad B/C = Q 4,80 / Q 13,48 = 0,35 = 35 \% \text{ mejora}$$

Una mejora del 35 % en costo-beneficio directo en consumo eléctrico.

4.4.3.1. Instalación de dispositivos

La instalación por sí sola no es complicada, requiere conocimientos o habilidades en algunas industrias: plomería, electricidad, albañilería, algo de refrigeración y algunas habilidades manuales con herramientas, así como herramientas en frío y una serie de herramientas en cuatro campos específicos.

Figura 28. **Procedimiento de sustitución**



Fuente: elaboración propia, planta telefónica del IGSS.

4.4.3.2. Pruebas de funcionamiento

A continuación, un listado de validación o pruebas de funcionamiento.

- Inspección visual
- Prueba de fugas
- Prueba de medida de caudal
- Prueba de presión estática
- Prueba de velocidad de giro
- Prueba de vibraciones
- Prueba de medidas eléctricas
- Prueba de temperatura

4.5. Reubicación de desechos

Lo adecuado es llevar este tipo de aparatos a puntos de recogida especializados y que posteriormente se lleven a plantas de descontaminación autorizadas. Con la correcta gestión medioambiental de estos equipos, se evita la emisión de los gases refrigerantes a la atmósfera.


- Extraer los elementos peligrosos: la descontaminación de estos residuos se dirige a extraer los elementos peligrosos contenidos en los mismos, entre los que cabe reseñar los condensadores con PCB, los materiales piretardantes bromados, los aceites y los gases contaminantes de los circuitos de refrigeración (fundamentalmente gases fluorados y clorados), que afectan en forma negativa al medio ambiente por su impacto en el calentamiento global y en el agotamiento de la capa de ozono.

- La normativa legal vigente: requieren que los propietarios de equipos sean responsables de tomar las medidas adecuadas para garantizar que los gases fluorados se recuperen al final de su vida útil. Estipula que antes de reciclar, dismantelar o eliminar el equipo, se debe recuperar el gas contenido en el mismo.


4.5.1. Manejo del R-22

A continuación, en la figura 29 se describe la ficha de almacenamiento y manipulación.

Figura 29. Hoja de seguridad



HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD
NCh 2245 Of. 2003



NOMBRE DEL PRODUCTO: GAS REFRIGERANTE R-22

7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

CLASIFICACIÓN ELÉCTRICA:
No peligroso.

Use sólo en áreas bien ventiladas. Las tapas de protección de válvulas deben permanecer en su lugar, a menos que el contenedor esté asegurado con una salida de válvula con cañerías al punto de uso. No arrastre, deslice o ruede cilindros. Use una carretilla adecuada para el movimiento de cilindros. Use un regulador de reducción de presión al conectar un cilindro a cañerías o sistemas de baja presión. No caliente el cilindro por ningún medio para aumentar la velocidad de descarga del producto desde el cilindro.

Proteja los cilindros del daño físico. Almacénelos en un área fría, seca, bien ventilada, de construcción no combustible, lejos de las áreas con gran tráfico y de las salidas de emergencia. No permita que la temperatura donde se encuentren almacenados los cilindros exceda los 52 °C. Los cilindros deberían almacenarse de manera vertical y asegurados firmemente, para impedir que caigan o sean golpeados. Use el sistema de inventario de "primero que entra - primero que sale" para impedir que los cilindros completos sean almacenados por excesivos períodos de tiempo.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN, PROTECCIÓN PERSONAL

LIMITES DE EXPOSICION:

INGREDIENTE	VOLUMEN %	PEL-OSHA	TLV-ACGIH	LD ₅₀ o LC ₅₀ Ruta / especie
Gas Refrigerante R-22 FORMULA: CHCIF2 CAS: 75-45-6	100	No disponible	1000 ppm	No disponible

CONTROLES DE INGENIERIA:
Use extracción local para impedir la acumulación de concentraciones altas que puedan reducir el nivel de oxígeno en el aire a menos de 19.5.

PROTECCION A LOS OJOS/FACIAL:
Gafas o anteojos de seguridad, como sea apropiado para el trabajo.

PROTECCION A LA PIEL:
Guantes protectores hechos de látex o caucho. Guantes protectores hechos de cualquier material adecuado.

Fuente: elaboración propia, archivos de investigación del área de Mantenimiento del IGSS.

4.6. Manejo de materiales

En áreas o espacios donde se requiere un ambiente controlado, un buen diseño y operación de los sistemas de tratamiento de aire es esencial. La temperatura, la presión, la humedad, la limpieza y la calidad del aire y su distribución y velocidad en el ambiente de procesamiento son parámetros que deben controlarse para lograr y mantener las condiciones especificadas.

Las áreas de ambiente controlado pueden tener diferentes usos y tener requisitos muy especiales de ellas: limpias, estériles, de seguridad biológica, antideflagrantes, entre otras. El sistema debe cumplir con la normativa especificada para cada uso sin afectar la demanda y características requeridas para el procesamiento de cada instalación. Controlar la diferencia de presión y su subida, generando sobrepresión o caída de presión en diferentes zonas, puede reducir la introducción o retención de cualquier tipo de contaminantes: microorganismos, partículas de polvo, contaminación cruzada entre productos o cualquier otro contaminante externo, incluidos posibles contaminantes. Producido por el operador.

Por otro lado, el sistema de distribución y extracción de aire debe estar diseñado para limpiar el ambiente tanto como sea posible, minimizando así la retención de partículas en suspensión. Cada vez más, no solo desde el punto de vista económico, sino también desde el punto de vista de la eficiencia energética, el consumo energético de los equipos es también otro factor relevante a tener en cuenta.

Los equipamientos propios de estas instalaciones son:

- Climatizadores: formados por los módulos necesarios para el tratamiento específico.
- Filtración: distribuidos comúnmente en tres o cuatro etapas de filtración ubicadas a lo largo de la instalación.
- Sistemas de producción de fluidos: agua fría, vapor, agua caliente.
- Sistemas de humidificación y deshumidificación: lavadores, humectadores de panel, lanzas de vapor, secadores, entre otros.

4.6.1. Manejo del R-410A

Normas de seguridad para el transporte de cilindros de gas con gas refrigerante. Dado que el R-410A tiene una alta presión de vapor a cualquier temperatura, debe almacenarse y manipularse con cuidado.

Bajo la alta presión del R-410A, el cilindro de gas debe fijarse para evitar que se vuelque, caiga o resbale y dañe el cilindro; si la válvula de refrigerante se rompe, el refrigerante escapará rápidamente, empujando el cilindro y causando lesiones graves.

Las principales reglas de seguridad para el transporte de cilindros con gases refrigerantes son:

- No golpear el cilindro con el suelo, martillo u otras herramientas.
- No usar vapor o un soplete de llama directa para calentar el cilindro.
- No transportar cilindros de gas cargándose desde la válvula.
- No intentar reparar la válvula.

- No bloquear el disco de ruptura.
- No llenar ni rellenar cilindros de gas desechables.
- Al abrir la válvula, proceder lentamente y cerrar después de su uso.
- No utilizar cilindros oxidados o dañados.
- Los cilindros de R-410A no deben almacenarse a temperaturas superiores a 52 °C.

4.6.2. Resultados

A continuación, algunos hallazgos de la implementación y mejora.

4.7. Valores de rendimiento

Medir el rendimiento del refrigerante brindará visibilidad del impacto real en el momento de la operación o bien un estimado.

4.7.1. Valores de rendimiento de R-22

En la tabla XIV se muestra el valor del rendimiento número 22.

Tabla XIV. Rendimiento R-22

Propiedad	R-22	R-407C	R-454C	DR-91	R-410A
PCA (IPCC AR5)	1 760	1 624	146	870	1 924
Clase de inflamabilidad	1	1	2L	1	1
Capacidad frente a R-22	-	+1,7 %	-4,5 %	-11 %	+45 %
COP vs R-22	-	-2 %	-2 %	-1 %	-6 %

Continuación de la tabla XIV.

Deslizamiento, Kelvin	0	7	7	4,2	-0,2
Temp. descarga °C	83	75	69	67	81
Temp. crítica °C	96,1	86	82,5	86	71,3

Fuente: elaboración propia, archivos de investigación del área de Mantenimiento del IGSS.

4.7.2. Valores de rendimiento de R-410A

Los valores de rendimiento del refrigerante R-410A se detallan en la tabla XV.

Tabla XV. Rendimiento presión contra temperatura

TEMP. (°C)	PRESION ABSOLUTA (bar)		DENSIDAD (Kg/m ³)		ENTALPIA (kJ/Kg)		ENTROPIA (kJ/Kg.K)	
	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO
-50	1.124	1.121	1339.59	4.54	136.46	406.37	0.8104	2.0201
-45	1.428	1.424	1323.93	5.67	143.01	409.29	0.8393	2.0066
-40	1.793	1.788	1308.01	7.02	149.62	412.14	0.8679	1.9941
-35	2.228	2.222	1291.79	8.62	156.31	414.92	0.8961	1.9823
-30	2.740	2.732	1275.24	10.48	163.07	417.62	0.9240	1.9712
-25	3.340	3.330	1258.34	12.65	169.91	420.23	0.9517	1.9607
-20	4.036	4.023	1241.03	15.15	176.83	422.74	0.9791	1.9508
-15	4.838	4.821	1223.28	18.04	183.83	425.13	1.0062	1.9413
-10	5.757	5.735	1205.04	21.35	190.92	427.40	1.0331	1.9321
-5	6.802	6.774	1186.27	25.13	198.11	429.52	1.0599	1.9233
0	7.984	7.950	1166.89	29.44	205.41	431.50	1.0864	1.9146
5	9.315	9.274	1146.86	34.34	212.81	433.31	1.1129	1.9061
10	10.805	10.756	1126.10	39.91	220.34	434.94	1.1392	1.8977
15	12.467	12.408	1104.53	46.22	228.00	436.38	1.1655	1.8892
20	14.312	14.241	1182.05	53.38	235.80	437.59	1.1918	1.8807
25	16.351	16.269	1158.55	61.50	243.77	438.56	1.2181	1.8720
30	18.598	18.502	1133.91	70.71	251.91	439.27	1.2445	1.8631
35	21.063	20.954	1107.95	81.18	260.26	439.68	1.2710	1.8538
40	23.760	23.636	980.48	93.12	268.84	439.76	1.2977	1.8442
45	26.701	26.563	951.26	106.79	277.69	439.46	1.3248	1.8339
50	29.899	29.745	919.95	122.55	286.87	438.72	1.3524	1.8229

Fuente: elaboración propia, archivos de investigación del área de Mantenimiento del IGSS.

5. SEGUIMIENTO O MEJORA

5.1. Resultados obtenidos

Los resultados más importantes de la implementación se describen a continuación:

- $B/C = \text{ahorro/gastos}$ $B/C = Q 4,78 / Q 13,48 = 0,35 = 35 \% \text{ mejora}$
- Una mejora del 35 % en costo-beneficio directo en consumo eléctrico
- Reducción en mantenimiento: 20 %

5.1.1. Interpretación

Con los resultados de costo-beneficio, tanto en el plan de mantenimiento y en el de ahorro energético, el proyecto es viable y se recomienda su ejecución para el ahorro y eficiencia en el Departamento de Mantenimiento y para la rentabilidad global del IGSS.

5.1.2. Aplicación

Para la aplicación se llevará a cabo la revisión de estas premisas y conseguir al mejor costo la misma.

- Respetar el calendario según programa de mantenimiento por equipo y evitar costos extras.
- Se llevará una bitácora de control por equipo modificado para validar hallazgos por el cambio de refrigerante.

- Controlar los costos extras para evitar gastos innecesarios.

5.2. Ventajas y beneficios de la sustitución

El refrigerante R-410^a es una mezcla desarrollada como reemplazo definitivo del R-22 para diferentes aplicaciones de equipo original. En instalaciones nuevas, en equipo con la cantidad de carga adecuada y con tuberías de tamaño apropiado, el R-410^a ha demostrado tener un EER (siglas en inglés de clasificación de eficiencia de energía -*energy efficiency rating*) del 5 al 6 % mayor que el R-22.

El R-410^a es un refrigerante ecológico debido a que no contiene cloro, por lo que no afecta la capa de ozono.

5.3. Metodología y prácticas utilizadas

Los refrigerantes naturales HC son inflamables al ser mezclados con él y una fuente de ignición, por lo tanto, se debe tener cuidado en la selección de los elementos y los procesos de servicio y mantenimiento. Deben ser realizados por personas capacitadas en buenos procedimientos de refrigeración que conozcan las recomendaciones del fabricante, requerimientos y posibles peligros del refrigerante. Debido a las leyes que gobiernan la liberación de refrigerantes hacia la atmósfera, se ha tenido como consecuencia el desarrollo de procedimientos para recuperar, reciclar y volver a utilizar los refrigerantes.

5.3.1. Recuperación

La industria ha adoptado definiciones específicas para algunas de las prácticas más utilizadas en el campo. La recuperación es remover el

refrigerante de un sistema en cualquier condición que se encuentre, y almacenarlo en un recipiente externo, sin que sea necesario hacerle pruebas o procesarlo de cualquier manera.

5.3.2. Reciclado

Para limpiar el refrigerante y reutilizarlo, el aceite debe separarse y pasar por el equipo una o más veces, como un filtro secador recargable, para reducir la humedad, la acidez y las impurezas. El término, generalmente se aplica a los procedimientos implementados en el lugar de trabajo o en el taller de servicio local.

5.3.3. Reproceso

Mediante métodos que pueden incluir la destilación, el refrigerante se reprocesa, según las especificaciones del nuevo producto. Esto requerirá un análisis químico del refrigerante para determinar si cumple con las especificaciones apropiadas del producto. Muchas empresas han desarrollado el equipo necesario para que los técnicos de mantenimiento eviten la liberación innecesaria de refrigerante a la atmósfera.

5.4. Acciones correctivas

- Inundación: refrigerante líquido que retorna durante el ciclo de funcionamiento eliminando el aceite de las superficies metálicas.
- Relleno: intentar comprimir el líquido. Inundación severa en un compresor y los cilindros producen pérdidas de aceite y de lubricación.

- Pérdida de aceite: cuando el aceite no retorna al cárter del cigüeñal, se produce un desgaste uniforme de todas las superficies de los cojinetes.

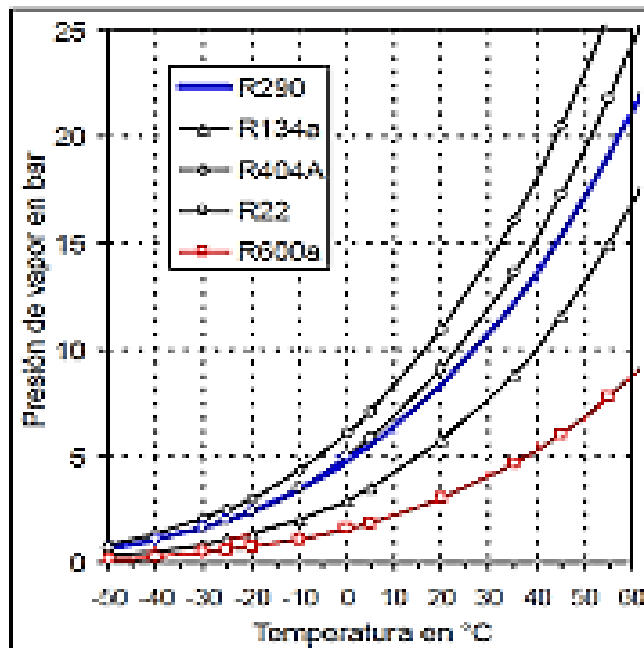
5.5. Estadísticas

A continuación, gráficas de rendimientos de aplicación en refrigerantes para aires acondicionados.

5.5.1. Gráficas

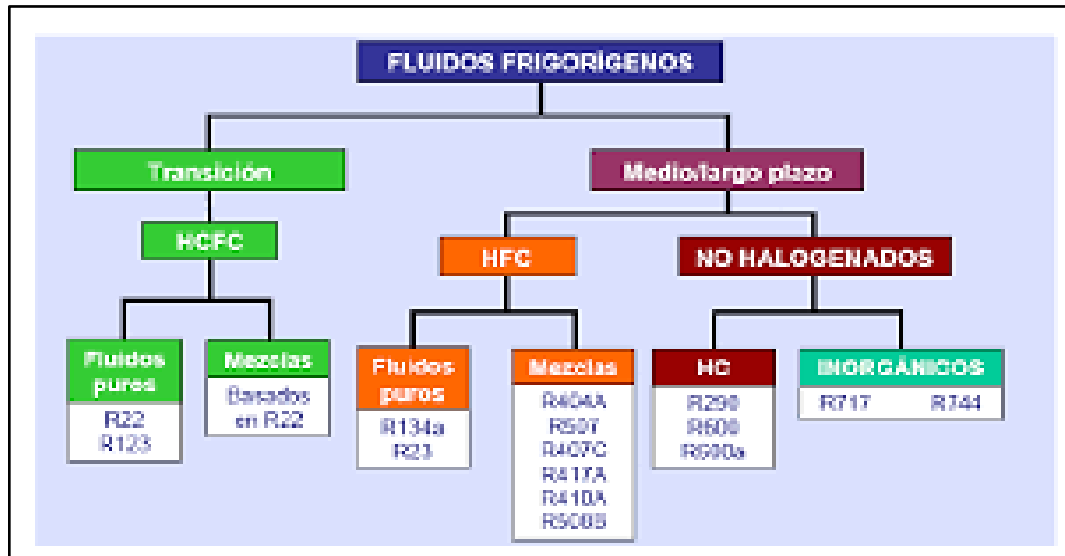
A continuación se muestran las figuras de la 30 a la 33 de los distintos tipos de refrigerantes.

Figura 30. **Refrigerantes (presión contra temperatura)**



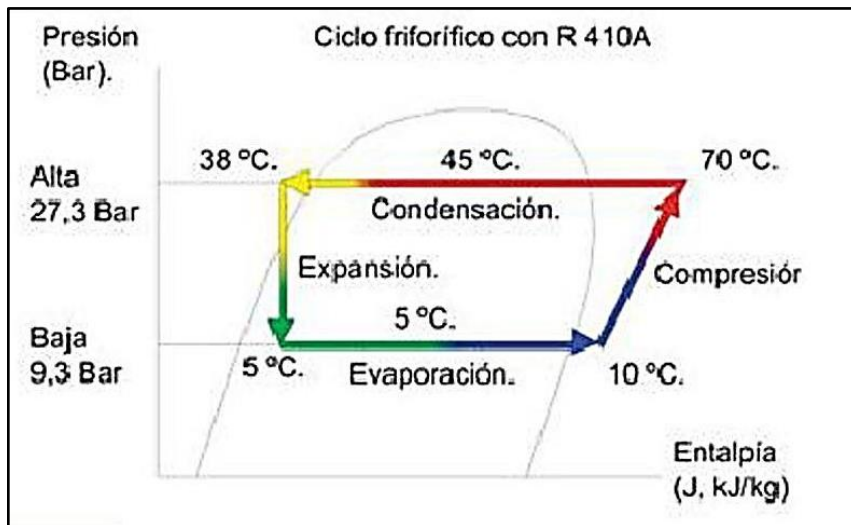
Fuente: elaboración propia, empleando programa Excel.

Figura 31. Tipos de refrigerantes



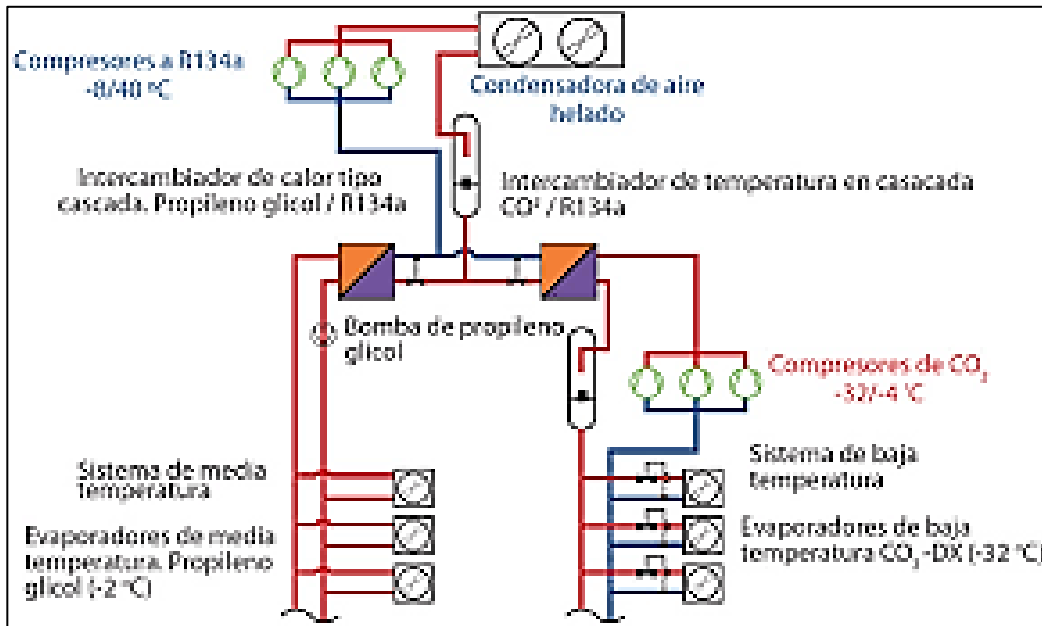
Fuente: elaboración propia, empleando Word.

Figura 32. Ciclo de R410A



Fuente: elaboración propia, empleando Word.

Figura 33. Diagrama de instalación



Fuente: elaboración propia, empleando Word.

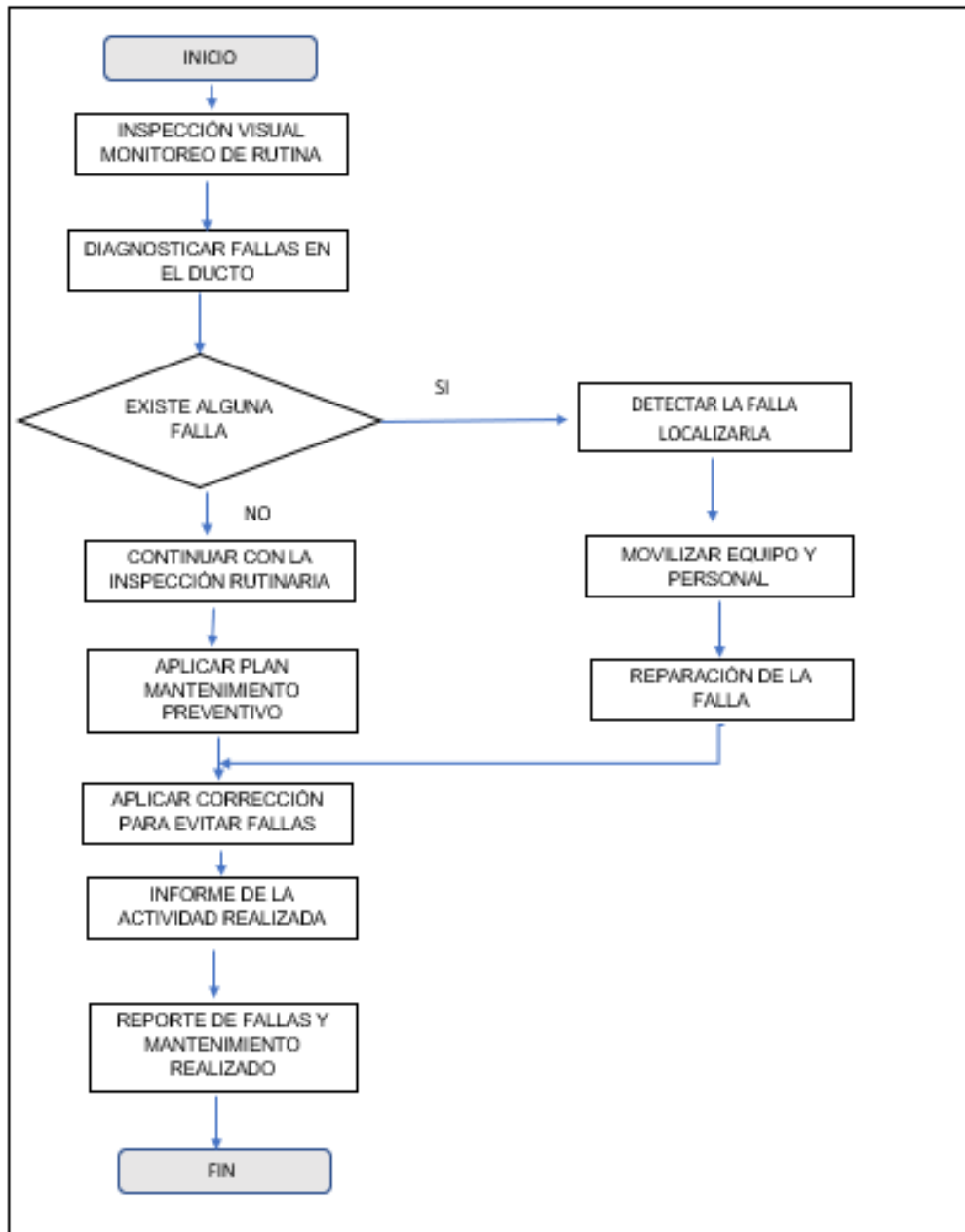
5.6. Modelo de informes de mantenimiento

Para el IGSS se diseña y propone emplear un diagrama de informe de mantenimientos, dentro de este diagrama se tomaron las consideraciones necesarias para la inspección visual, las diferentes rutinas de monitoreo y el modelo sistemático para localizar fallas en los equipos.

Además, se incorpora el formato idóneo para presentar los informes requeridos hacia el Departamento de Mantenimiento, en ese informe se deberán anotar las fallas leves o graves que fueron encontradas, si el equipo amerita reparación o sustitución parcial, cuando un equipo existente presenta daño sobre el 60 % de sus estructura y aprovechamiento de sus funciones


deberá ser reemplazado, ya que el mantenimiento correctivo es mucho más caro.

Figura 34. Diagrama de informes mantenimientos



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2010.

Figura 35. Formato mantenimiento



Nombre: _____ **Fecha:** _____

Puesto: _____ **Reportado por:** _____

Departamento: _____ **Hora de Inicio:** _____

Sitio: _____ **Hora de Fin:** _____

Tipo de Servicio:

Mantenimiento Preventivo Mantenimiento Correctivo

Equipo y Marca	Modelo	No. De Serie	Observaciones

Descripción general del equipo y del trabajo Realizado:

Fuente: elaboración propia, archivo de la sección de Mantenimiento del IGSS.

5.6.1. Modelo de mantenimiento preventivo

Este se realizará con base en el cronograma establecido en la bitácora de cada equipo, este se respetará y cuando aplique el cambio de refrigerante se colocará el propuesto para la mejora, los recursos económicos para este tipo de mantenimiento ya están autorizados por la Junta Directiva, incluyendo el refrigerante propuesto en este proyecto, y así garantizar la mejora en el tema ambiental y económico.

5.6.2. Modelo de mantenimiento correctivo

Este modelo deberá estar autorizado por el jefe de técnicos y Junta Directiva. No sobrepasar el monto presupuestado para el mismo, de lo contrario pone en riesgo el éxito de los cambios realizados.

5.6.3. Cronograma de actividades

La propuesta a considerar son los escenarios ideales para trabajar en conjunto con el Departamento de Mantenimiento, además, de que Junta Directiva apruebe las de la presente tesis; sin embargo, se proyecta que los tiempos efectivos esperados dependen, también de la disponibilidad del equipo, herramientas, proveedores de servicios y la adjudicación económica necesaria para llevar a cabo un trabajo de esta magnitud.

Se reducen los tiempos de espera entre las fases precedentes, ya que no se obtiene un proyecto similar que sirva de ejemplo dentro de la institución, asimismo, el tiempo total será el idóneo para llevar a cabo el desarrollo de la planificación y ejecución.

Figura 36. Cronograma



Fuente: elaboración propia, empleando Word.

5.6.3.1. Limpieza de filtros

Para limpiar los filtros de un aire acondicionado Split, es necesario desmontarlos y enjuagarlos con agua tibia, frotándolos ligeramente con las manos. Se puede utilizar un jabón blando, como el de manos.

Es importante no utilizar productos de limpieza muy fuertes, porque podría estropear el filtro. Evitar también el uso de cepillos duros cuando se está limpiando, para no producir agujeros en él. Finalmente, dejar que se seque en la sombra antes de volver a colocarlo en el aparato.

5.6.3.2. Desinfección del evaporador

Para desinfectar el intercambiador interior se buscará un rociador de agua, colocar lejía dentro (10 % del tamaño del rociador es suficiente), lo demás se

llena de agua. Rociar todo el intercambiador con el brebaje que se ha preparado y ya se podrá tener un aire acondicionado desinfectado.

No hay problema por echar agua, ya que justo debajo del intercambiador está la bandeja de desagüe, sabiendo esto se deben tener cuidados especiales de emplear mal el agua que sale del tubo, ya que mucha gente la utiliza para usos varios.

Con esta propuesta viable, junto con la limpieza de filtros, se evita que el aire acondicionado huelga mal al empezar a ventilar.

5.6.3.3. Limpieza de la batería de la unidad exterior

Una de las piezas donde más se acumula la suciedad, se limpiará con un cepillo, un aspirador o con aire a presión, se eliminará toda la suciedad que llega desde la intemperie. La regularidad con que se haga dependerá de la ubicación del aparato, ya que a veces está bien protegido y sufre menos.

5.6.3.4. Comprobación de carga de gas refrigerante

Además de las posibles fugas, el equipo también perderá gas con el tiempo. Esta revisión requiere de instrumentos técnicos para la medición y manipulación del equipo. Es por eso que esta inspección debe ser parte de la tarea del servicio de mantenimiento profesional.

5.7. Auditorías

Las auditorías son vitales para fortalecer los proyectos e importantes para el cumplimiento de los objetivos y parámetros establecidos.

5.7.1. Internas

Es responsable de evaluar el cumplimiento de las normas de protección internas y externas, los procedimientos establecidos y las medidas de control, y recomendar la implementación de las medidas que se considere que facilitan operaciones seguras y efectivas para lograr una implementación efectiva.

Las funciones y servicios que presta son:

- Brindar asesoramiento y apoyo a personas de diferentes niveles, visitando diferentes áreas de la empresa para el desempeño efectivo de sus funciones.
- Anticipar y solucionar los problemas potenciales futuros.
- Generar manuales y circulares para unificar las reglas y estándares de control de la empresa.
- Seguimiento de sugerencias y medidas para diferentes tareas y procesos.

5.7.2. Externas

El Instituto debe tratar de tener todos los cabos atados y cumplir con la normativa exigida en cada uno de sus procesos internos, para que cuando se realice una auditoría externa, el resultado sea favorable. De todos los tipos de auditoría que se pueda disponer.

- Auditorías de segunda parte: solicitadas por un cliente de la empresa auditada, que le sirva de información previa a la realización de una compra o contratación para corroborar que la empresa cumple con los requisitos legales.
- Auditorías de tercera parte: ejecutadas por una tercera parte independiente de la empresa auditada.

CONCLUSIONES

1. Incorporar el sistema de aire acondicionado con refrigerante R-410A aporta una reducción energética capitalina, mejorando la rentabilidad y sostenibilidad del medio ambiente con un 55 % de daño contra el R-22 que presenta un 97 % de daño.
2. Implementar la utilización del sistema refrigerante R-410A mejora el costo-beneficio en temas energéticos con un 35 % de ahorro o mejora de consumo eléctrico, logrando ser sostenible a nivel de consumo a un 20 % del costo económico del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social en la sede de zona 6.
3. Ahorro o mejora en términos de mantenimiento preventivo y correctivo para los equipos de aire acondicionado del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social con sede en la zona 6.
4. El IGSS no dispone de un programa de mejora continua, generando deficiencia en el control y manejo adecuado de sus equipos de refrigeración.
5. La deficiente programación en el programa de mantenimiento hace que sus costos de operación sean elevados, ya que cuando sus equipos presentan fallas repetitivas, en ese momento se asigna personal para que realice mantenimiento correctivo.

6. El estatus del control y manejo de operaciones interno a nivel administrativo es deficiente, ya que su programación no se basa en la prevención, se espera que ocurra una falla para luego diseñar un cronograma de actividades emergentes.
7. No se está utilizando, actualmente, el refrigerante de tipo R-410A en los equipos de aire acondicionado, esto refleja un impacto negativo al medio ambiente y el entorno por la descarga de partículas contaminadas.
8. El personal de mantenimiento responsable de garantizar el perfecto funcionamiento de los equipos de aire acondicionado, no poseen habilidades y técnicas de manejo de equipo recientes, su preparación ha sido de forma empírica en el transcurso del tiempo.

RECOMENDACIONES

1. Auditar constantemente el indicador de consumo eléctrico para garantizar el ahorro real de la implementación.
2. Implementar los mecanismos y procedimientos para la sustitución de este gas refrigerante nocivo, por el alternativo que es el R-410A, también llamado ecológico.
3. Instruir, capacitar e informar sobre normas y leyes existentes que eviten la contaminación de forma indiscriminada. Por el desconocimiento de leyes de protección del medio ambiente, para el uso y manejo de estos refrigerantes nocivos.
4. Dejar de usar el gas refrigerante R22, porque son de los más peligrosos y perjudiciales para el medio ambiente. Hay que usar un gas refrigerante ecológico, como el R410A para aminorar el impacto negativo al medio ambiente.
5. Conocer las leyes que beneficien al cuidado del medio ambiente. Las empresas deben estar siempre al tanto de cualquier cambio y proporcionar las fuentes de información necesarias para evitar cualquier falta a estas leyes.

6. Ejecutar el mantenimiento preventivo y sustituir el gas actual por el gas R410A, y así disminuir en un 25 % como mínimo su factor económico de gastos de mantenimiento. Con esto se logrará reducir los costos de operación representados por los equipos de aire acondicionado.

7. Crear un manual de procedimientos con sus respectivos pasos a seguir, para que los trabajadores del IGSS puedan emplearlo en el manejo de sus actividades y tengan una buena práctica empresarial responsable con mejoras para el medio ambiente y la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

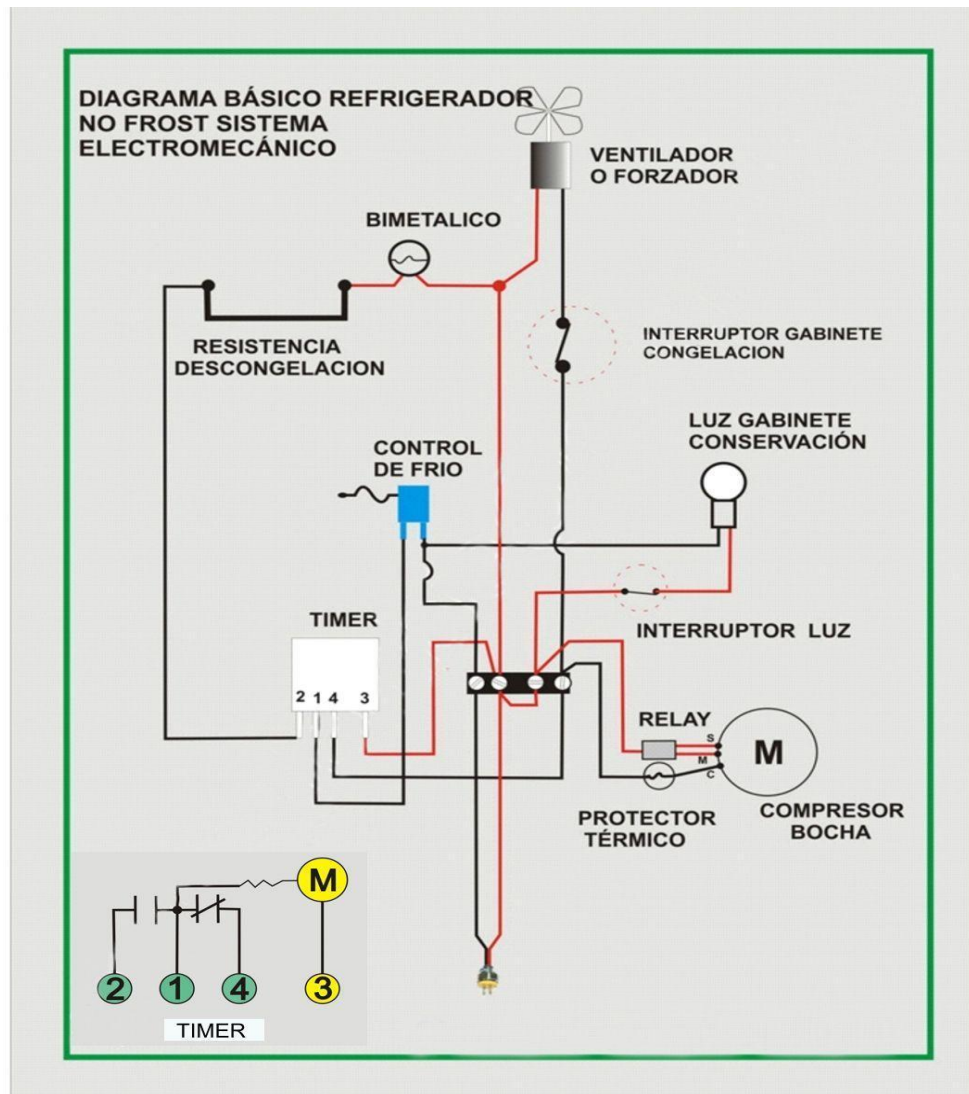
1. AC/R Latinoamérica. *El portal para la climatización y refrigeración*. Revista. Vol. 3. [en línea]. <www.acrlatinoamerica.com>. [Consulta: 5 de septiembre de 2019].
2. ARMAS ECHEVERRÍA, Miguel Ángel. *Sistemas alternativos de refrigeración con bajo impacto en el ambiente*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 171 p.
3. CHADDERTON, David V. *Manual práctico del aire acondicionado. Frío y calor*. Madrid, España: Vicente Ediciones, 2000. 222 p.
4. CLIMATEMP. *Especialistas en climatización. R-22*. [en línea]. <www.climatemp.es>. [Consulta: 23 de abril de 2020].
5. GAMARO URÍAS, Leopoldo. *Diccionario de la construcción R-22*. [en línea]. <[http://www.construnario.com/ebooks/6730/fluidos%20frigor%C3%ADficos/gases%20refrigerantes%20\(hcfc\)s/r22/ficha%20t%C3%A9cnica/publication.pdf.com](http://www.construnario.com/ebooks/6730/fluidos%20frigor%C3%ADficos/gases%20refrigerantes%20(hcfc)s/r22/ficha%20t%C3%A9cnica/publication.pdf.com)>. [Consulta: 10 de julio de 2019].
6. FRIOLANDIA SERVICE. *Sector técnico de la refrigeración y aire acondicionado*. [en línea]. <www.friolandiaservice.com>. [Consulta: 6 de junio de 2020].

7. GUATEMALA. *Constitución política de la república de Guatemala*, 1985.
8. GAS FORT, Dorta Parcensa. *Sistema VRV para el acondicionamiento de aire*. Guatemala: Revista Técnica Industrial N° 246, 2002. 131 p.
9. Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. *Reglamento institucional*. [en línea]. <<https://www.igssgt.org/>>. [Consulta: 5 de junio de 2018].
10. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Acuerdos y resoluciones*. [en línea]. <<https://images.app.goo.gl/n44hfKKwqYhUaqBi9>>. [Consulta: 6 de junio de 2020].
11. SAPAG, Reinaldo. *Preparación y evaluación de proyectos*. Colombia: Escuela Técnica, 1990. 222 p.
12. TORO, Juan Francisco. *Apuntes de la asignatura tecnología frigorífica*. España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros, 2000. 212 p.
13. THRELKELD, James. *Energía termo ambiental*. Estados Unidos: Escuela Técnica Superior de Ingenieros, 1990. 343 p.
14. VARO, James. *Gestión estratégica de la calidad en los servicios*. México: Díaz Santos, 1994. 169 p.
15. WOOLRICH, Hallowell. *Manual de almacenamiento en frío y caliente*. Estados Unidos: Compañía de publicidad, 1999. 143 p.

16. Wordpress. *Boletín informativo*. [en línea]. <<https://racbr.files.wordpress.com/2017/09/boletim-informativo-raccircuito-de-refrigeracao-v18.pdf>>. [Consulta: 4 de septiembre de 2019].

ANEXO

Anexo 1. Circuito refrigerador básico



Fuente: Wordpress. *Informativo*. <https://racbr.files.wordpress.com/2017/09/boletim-informativo-rac-circuito-de-refrigeracao-v18.pdf>. Consulta: 4 de septiembre de 2019.

