



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

**REDISEÑO DEL ÁREA DE ALMACENAJE Y DISEÑO DE ANCLAJES Y  
ESTRUCTURAS PARA LA INSTALACIÓN DE ANTENAS MÓVILES DE  
RADIOCOMUNICACIONES, ASÍ COMO LA REESTRUCTURACIÓN EN EL  
MANEJO, CONTROL Y REGISTRO DEL EQUIPO DE COMUNICACIONES EN  
LA SECRETARÍA DE ASUNTOS ADMINISTRATIVOS Y SEGURIDAD DE LA  
PRESIDENCIA**

Juan Carlos Muy Guerra

Asesorado por la ingeniera Sigrid Calderón de León

Guatemala, noviembre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REDISEÑO DEL ÁREA DE ALMACENAJE Y DISEÑO DE ANCLAJES Y  
ESTRUCTURAS PARA LA INSTALACIÓN DE ANTENAS MÓVILES DE  
RADIOCOMUNICACIONES, ASÍ COMO LA REESTRUCTURACIÓN EN EL  
MANEJO, CONTROL Y REGISTRO DEL EQUIPO DE COMUNICACIONES  
EN LA SECRETARÍA DE ASUNTOS ADMINISTRATIVOS Y SEGURIDAD DE  
LA PRESIDENCIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JUAN CARLOS MUY GUERRA**

ASESORADO POR LA INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE LEÓN  
AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADOR	Ing. Roberto Guzmán Ortíz
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**REDISEÑO DEL ÁREA DE ALMACENAJE Y DISEÑO DE ANCLAJES  
Y ESTRUCTURAS PARA LA INSTALACIÓN DE ANTENAS MÓVILES  
DE RADIOCOMUNICACIONES, ASÍ COMO LA REESTRUCTURACIÓN  
EN EL MANEJO, CONTROL Y REGISTRO DEL EQUIPO DE  
COMUNICACIONES EN LA SECRETARÍA DE ASUNTOS  
ADMINISTRATIVOS Y SEGURIDAD DE LA PRESIDENCIA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en enero de 2010

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Juan Carlos Muy Guerra'.

**Juan Carlos Muy Guerra**





Guatemala, 18 de octubre de 2010.  
Ref.EPS.DOC.1044.10.10.

Ingeniera  
Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Inga. Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Juan Carlos Muy Guerra**, Carné No. **9521708** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“REDISEÑO DEL ÁREA DE ALMACENAJE Y DISEÑO DE ANCLAJES Y ESTRUCTURAS PARA LA INSTALACIÓN DE ANTENAS MÓVILES DE RADIOCOMUNICACIONES ASÍ COMO LA REESTRUCTURACIÓN EN EL MANEJO, CONTROL Y REGISTRO DEL EQUIPO DE COMUNICACIONES EN LA SECRETARIA DE ASUNTOS ADMINISTRATIVOS Y SEGURIDAD DE LA PRESIDENCIA”**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León  
**Asesora-Supervisora de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



SACdL/ra



Guatemala, 18 de octubre de 2010.  
REF.EPS.D.660.10.2010

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

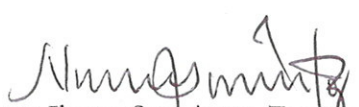
Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“REDISEÑO DEL ÁREA DE ALMACENAJE Y DISEÑO DE ANCLAJES Y ESTRUCTURAS PARA LA INSTALACIÓN DE ANTENAS MÓVILES DE RADIOCOMUNICACIONES ASÍ COMO LA REESTRUCTURACIÓN EN EL MANEJO, CONTROL Y REGISTRO DEL EQUIPO DE COMUNICACIONES EN LA SECRETARIA DE ASUNTOS ADMINISTRATIVOS Y SEGURIDAD DE LA PRESIDENCIA”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Juan Carlos Muy Guerra** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigríd Alitza Calderón de León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora - Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
“Id y Enseñad a Todos”

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **REDISEÑO DEL ÁREA DE ALMACENAJE Y DISEÑO DE ANCLAJES Y ESTRUCTURAS PARA LA INSTALACIÓN DE ANTENAS MÓVILES DE RADIOCOMUNICACIONES ASÍ COMO LA REESTRUCTURACIÓN EN EL MANEJO, CONTROL Y REGISTRO DEL EQUIPO DE COMUNICACIONES EN LA SECRETARÍA DE ASUNTOS ADMINISTRATIVOS Y SEGURIDAD DE LA PRESIDENCIA**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Muy Guerra**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2010.

/mgp





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 **REDISEÑO DEL ÁREA DE ALMACENAJE Y DISEÑO DE ANCLAJES Y ESTRUCTURAS PARA LA INSTALACIÓN DE ANTENAS MÓVILES DE RADIOCOMUNICACIONES, ASÍ COMO LA REESTRUCTURACIÓN EN EL MANEJO, CONTROL Y REGISTRO DEL EQUIPO DE COMUNICACIONES EN LA SECRETARÍA DE ASUNTOS ADMINISTRATIVOS Y SEGURIDAD DE LA PRESIDENCIA**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Muy Guerra**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
**DIRECTOR**  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, noviembre de 2010.

/mgp



El Decano 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: **REDISEÑO DEL ÁREA DE ALMACENAJE Y DISEÑO DE ANCLAJES Y ESTRUCTURAS PARA LA INSTALACIÓN DE ANTENAS MÓVILES DE RADIOCOMUNICACIONES, ASÍ COMO LA REESTRUCTURACIÓN EN EL MANEJO, CONTROL Y REGISTRO DEL EQUIPO DE COMUNICACIONES EN LA SECRETARÍA DE ASUNTOS ADMINISTRATIVOS Y SEGURIDAD DE LA PRESIDENCIA**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Muy Guerra**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 25 de noviembre de 2010.

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

DIOS	Por ser mi guía eterna, refugio, padre y protección.
MIS PADRES	Que con amor, humildad, sacrificio y apoyo me exhortan a seguir siempre adelante y comprobar que no hay nada imposible. José Pablo Muy López Lesbia Virginia Guerra de Muy
ESPOSA	Por ser mi complemento, mi compañera, mi luz, y mi motor, sin ti esto no hubiera sido posible Alejandra Marie Pineda de Muy
MIS HERMANOS	Por ser mis mejores amigos José Abraham Muy Guerra José Pablo Muy Guerra
MIS FAMILIARES	Con cariño

## **AGRADECIMIENTOS A:**

Mi asesora ingeniera Sigrid Alitza Calderón de León

Secretario de SAAS ingeniero Ricardo Augusto Marroquín Rosada

Subdirector de Comunicaciones e Informática Ing. Omar de la Cruz García

Bodega de radio comunicaciones de SAAS

Ingeniero Edwin Giovanni Tobar Guzmán

Unidad de EPS

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Facultad de Ingeniería

Universidad de San Carlos de Guatemala

Guatemala

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>XI</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>XIII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XXI</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>XXIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XXV</b>
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL DE LA INSTITUCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes de la institución	1
1.2. Misión	1
1.3. Visión	2
1.4. Estructura organizacional de la Dirección de Comunicaciones e Informática	2
1.5. Funciones del Departamento de Comunicaciones	4
1.6. Responsabilidades del personal del almacén de equipo de comunicaciones.	4
1.6.1. Jefe del Departamento de Comunicaciones	4
1.6.2. Técnico en electrónica y encargado del almacén	5
1.6.3. Técnico programador de frecuencias	5
<b>2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL</b>	<b>7</b>
2.1. Diagnóstico de la situación actual	7
2.1.1. Identificación del equipo de comunicaciones	9
2.1.2. Evaluación de la documentación interna utilizada	12



2.1.3.	Evaluación física del almacén de radiocomunicaciones	13
2.1.3.1.	Evaluación de la distribución del área del almacén	13
2.1.3.2.	Evaluación de mobiliario	15
2.1.3.3.	Evaluación de la iluminación	17
2.1.3.4.	Evaluación de la estación de mantenimiento y reparaciones	18
2.1.4.	Evaluación de procesos	20
2.1.4.1.	Evaluación del proceso de entrega de equipo de radiocomunicaciones	21
2.1.4.1.1	Diagrama de operaciones actual del proceso de entrega de equipo	22
2.1.4.2.	Evaluación del proceso de devolución de equipo de radiocomunicaciones	24
2.1.4.2.1.	Diagrama de operaciones actual del proceso de devolución de equipo	25
2.1.5.	Diagramas bimanuales	27
2.1.5.1.	Diagrama bimanual actual del proceso de entrega de equipo	27
2.1.5.2.	Diagrama bimanual actual del proceso de devolución de equipo	29
2.2.	Mejora de procesos	30
2.2.1.	Propuesta de documentación interna	31
2.2.2.	Propuesta de distribución del almacén de radiocomunicaciones	31
2.2.3.	Propuesta del mobiliario	32
2.2.4.	Propuesta del sistema de iluminación	34
2.2.5.	Estación de reparaciones o mantenimiento	36
2.2.6.	Automatización de procesos	39

2.2.6.1. Tipo de etiqueta	40
2.2.6.2. Tipo de impresora	42
2.2.6.3. Tipo de lector	43
2.2.7. Proceso propuesto de entrega de equipo	44
2.2.7.1. Diagrama de operaciones propuesto del proceso de entrega de equipo	45
2.2.8. Proceso propuesto de devolución de equipo de radiocomunicaciones	46
2.2.8.1. Diagrama de operaciones propuesto del proceso de devolución de equipo	46
2.2.9. Diagramas bimanuales mejorados	47
2.2.9.1. Diagrama bimanual propuesto del proceso de entrega de equipo	48
2.2.9.2. Diagrama bimanual propuesto del proceso de devolución de equipo	49
<b>3. FASE DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>51</b>
3.1. Situación actual de los radio transmisiones	51
3.2. Clasificación de equipo	53
3.2.1. Equipos fijos o bases	54
3.2.2. Equipos móviles	55
3.2.3. Equipos portátiles	56
3.2.4. Accesorios para equipos portátiles	57
3.3. Diseño de estructura	58
3.3.1. Definición de parámetros base para el diseño de la estructura	58
3.3.2. Medición de antena	59
3.3.3. Diseño de los afianzadores de los soportes	60
3.3.4. Diseño de los soportes y columna	61

3.3.5.	Diseño de pieza pivotante de fijación	62
3.3.6.	Diseño de mástiles y unión	64
3.3.7.	Modelo completo de la estructura	67
3.4.	Análisis financiero	68
3.4.1.	Parámetros para el cálculo de los costos	68
3.4.1.1.	Valores actuales	68
3.4.1.2.	Costos asociados a la implementación y funcionamiento del proyecto	72
3.4.2.	CAUE del proyecto	78
<b>4.</b>	<b>FASE DE DOCENCIA</b>	<b>81</b>
4.1.	Procedimientos de entrega y devolución	81
4.1.1	Flujograma del proceso de entrega	82
4.1.2	Flujograma del proceso de devolución	84
4.2.	Procedimiento de historial y registro	86
4.2.1.	Flujograma del procedimiento de historial y registro	86
4.3.	Procedimiento de recuperación de equipo de radiocomunicaciones	88
4.3.1.	Flujograma del procedimiento de recuperación de equipo	88
4.4.	Capacitación en transmisiones seguras	90
4.4.1.	Competencia específica	90
4.4.2.	Problema por resolver	90
4.4.3.	Metodología	90
4.4.4.	Material didáctico	91
4.4.5.	Plan de estudio	91
4.4.5.1.	Parte teórica	91
4.4.5.2.	Parte práctica	93
4.4.6.	Evaluación	93

4.4.7. Observaciones	93
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>95</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>97</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO I</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO II</b>	<b>105</b>
<b>ANEXO III</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO IV</b>	<b>109</b>



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1 Organigrama	3
2 Diagrama causa y efecto	8
3 Equipo fijo de radiocomunicaciones	10
4 Equipo móvil de radiocomunicaciones	11
5 Equipo portátil de radiocomunicaciones	11
6 Distribución actual del almacén de radiocomunicaciones	14
7 Mobiliario de almacenaje inadecuado	16
8 Estante para carga de baterías	16
9 Caja para almacenar baterías	16
10 Plano de iluminación actual	18
11 Conexiones eléctricas en estación de mantenimiento actual	19
12 Distribución actual del almacén de radiocomunicaciones	19
13 Diagrama actual de flujo del proceso de entrega de equipo	23
14 Diagrama actual de flujo del proceso de devolución de equipo	26
14A Diagrama actual de flujo del proceso de devolución de equipo	27
15 Diagrama bimanual actual del proceso de entrega de equipo	28
16 Diagrama bimanual actual del proceso de devolución de equipo	29
17 Metodología de la reingeniería	30
18 Propuesta de la distribución del almacén	32
19 Propuesta de caja para almacenamiento de radios	33
19A Propuesta de cada para almacenamiento de radios	33
20 Estante móvil	34
21 Propuesta del sistema de iluminación	35

22	Estación de mantenimiento idónea	37
23	Medidas del plano de trabajo según talla	38
24	Cintas térmica para códigos de barras	41
25	Medición de radios	42
26	Impresora térmica para etiquetas	43
27	Lectores láser	44
28	Diagrama de flujo propuesto del proceso de entrega	45
29	Diagrama de flujo propuesto del proceso de devolución	47
30	Diagrama bimanual propuesto del proceso de entrega	48
31	Diagrama bimanual propuesto del proceso de devolución	49
32	Repetidora/transmisora móvil	52
33	Radio tierra aire y cargador múltiple de baterías	54
34	Equipos de radiocomunicaciones fijos emplazados en un Rack	55
35	Radios móviles	56
36	Radios portátiles	56
37	Accesorios para radios portátiles	57
38	Audífonos para radios portátiles	57
39	Afianzadores de los soportes	60
40	Columna de la estructura con soporte plegados	61
41	Ejes de soportes vistos en planta	62
42	Pieza pivotante de sujeción	63
43	Pieza pivotante de sujeción en perfil y vista trasera	63
44	Mástiles	64
45	Placas tipo "S"	65
46	Extremos para unión entre los mástiles	65
47	Extremos para unión entre los mástiles vista en planta	66
48	Pieza intermedia para las uniones entre mástiles	66
49	Mástiles unidos vista en corte	66
50	Estructura completa	67

## TABLAS

I	Clasificación de gastos de telefonía actuales	69
II	Resumen general de gastos mensuales actuales	71
III	Descripción de gastos de inversión	72
IV	Resumen general de gastos mensuales al implementar el proyecto	77
V	Gastos iniciales para la implementación del proyecto	77





## LISTA DE SÍMBOLOS

$A_{\text{horro}_{\text{cel}}}$	Ahorro derivado de la disminución de telefonía celular.
$A_{\text{horro}_{\text{op}}}$	Ahorro por la disminución de los costos de operación.
$A_t$	Valor en unidades monetarias por tiempo ahorrado.
$A_{\text{tg}}$	Ahorro total general, sumatoria de todos los ahorros.
km	Kilómetro, unidad de medida equivalente a mil metros.
m	Metro, unidad de medida de longitud en el sistema métrico.
$m^2$	Metro cuadrado, unidad de medida para el área de una superficie.
Mhz	Megahertz, unidad de medida para la frecuencia de las ondas.
$T_{\text{ahorro}}$	Tiempo ahorrado, derivado de la disminución de tiempos por aumento de eficiencia en el proceso.
$T_{\text{total}}$	Tiempo total



## GLOSARIO

<b>Accesorio</b>	Parte de una máquina o de otro objeto, que no es indispensable para su funcionamiento, pero que lo complementa o capacita para otras funciones
<b>Activos</b>	Conjunto de bienes tangibles o intangibles, que posee una empresa con alta probabilidad de generar un beneficio económico.
<b>Adhesivo</b>	Sustancia que puede mantener unidos a dos o más cuerpos por contacto superficial.
<b>Alcance máximo</b>	Distancia final hasta donde viaja por el espacio la onda de radio que parte de la antena transmisora.
<b>Analógica</b>	Tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético, que es representable por una función matemática y que puede ser identificada e interpretada por un computador.
<b>Apilar</b>	Poner o acomodar objetos sobre otros formando una pila o montón.
<b>Asignar</b>	Dar un número, un nombre, un valor, un color, etc. a algo o a alguien, generalmente para identificarlo o distinguirlo.

<b>Cobertura</b>	En comunicaciones representa al área geográfica que cubre una estación específica.
<b>Comisión</b>	Actividad o tarea a ejecutarse fuera del área urbana o ciudad.
<b>Comunicaciones</b>	Conjunto de instrumentos o formas, por el cual se traslada cualquier tipo de información.
<b>Contemplado</b>	Tomado en cuenta
<b>Deficiencia</b>	Carencia de alguna cualidad propia de algo, defecto, imperfección
<b>Diagrama</b>	Representación gráfica, en la que se muestran las relaciones entre las diferentes partes de un conjunto o sistema, o los cambios de un determinado fenómeno.
<b>Diagrama causa y efecto</b>	Representación gráfica capaz de ofrecer una visión sencilla y concentrada del análisis de las causas que contribuyen a una situación compleja. También llamado “Diagrama de Ishikawa” o “Diagrama de Espina de Pescado”.
<b>Digital</b>	Señal con un valor definido, que puede ser almacenada y utilizada por un computador.
<b>Dimensiones</b>	Medidas de un objeto que definen su forma y tamaño.

<b>Efecto dominó</b>	Aquel que afecta en cadena a una serie de elementos, provocando en cada uno de ellos la misma reacción.
<b>Electromagnéticas</b>	Es la forma de la onda de propagación de la radiación a través del espacio, generada por un radio, las que no necesitan un medio para propagarse.
<b>Empírico</b>	Es todo lo que se basa en la experiencia sin teoría ni razonamiento
<b>Ergonómico</b>	Objeto adecuado con la necesidad, habilidad, limitación y desde la perspectiva de la persona que lo utiliza con la finalidad de comodidad, eficiencia y productividad.
<b>Espectro rojo</b>	Región del espectro electromagnético que el ojo humano es capaz de percibir. A la radiación electromagnética en este rango de longitudes de onda se le llama luz visible o simplemente luz.
<b>Estanterías</b>	Mueble con peldaños horizontales que sirve para almacenar.
<b>Etiquetas</b>	Es un elemento que se adhiere a otro elemento para identificarlo o describirlo.

<b>Evaluar</b>	Comparar las características de algo con la de un patrón idóneo del mismo género, para definir las ventajas y desventajas
<b>Fluorescente</b>	Propiedad de una sustancia para emitir luz cuando es expuesta a radiaciones del tipo ultravioleta.
<b>Frecuencia</b>	Número de repeticiones de cualquier fenómeno o suceso periódico en la unidad de tiempo.
<b>Fuente de alimentación</b>	Dispositivo que alimenta de energía los circuitos de un aparato electrónico, al que se conecta.
<b>Fuente lumínica</b>	Son los cuerpos que emiten luz por sí mismos. Se distinguen las fuentes incandescentes que además de luz emiten calor de las fuentes luminiscentes que no lo emiten.
<b>Haz de luz</b>	Rayo de luz.
<b>Idóneo</b>	Adecuado, conveniente, buena disposición o aptitud para algo.
<b>Incandescente</b>	En iluminación se dice de un dispositivo que produce luz mediante el calentamiento de un filamento metálico.
<b>Incorporación</b>	Acto de agregar para formar un todo.
<b>Ineficiente</b>	Incapacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.

<b>Infrarrojo</b>	Adyacente al color rojo del espectro visible.
<b>Interruptor</b>	Dispositivo para cambiar el curso de un circuito.
<b>Interruptor three way</b>	Interruptor que puede ser accionado de dos diferentes puntos.
<b>Láser</b>	Luz por emisión de radiación con el tamaño, la forma y la pureza controlados.
<b>Lector láser</b>	Dispositivo que utiliza un rayo láser para así poder descifrar, abrir, reconocer (o lo que se ocupe), lo que ha sido elaborado o montado en su dispositivo
<b>Lumen</b>	Unidad de medida de la potencia luminosa percibida.
<b>Mantenimiento</b>	Acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo, a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.
<b>Montaje</b>	Colocación o ajuste de las piezas de un aparato, máquina o instalación en el lugar que les corresponde.
<b>Obsoleto</b>	Anticuado, desusado, caduco o inadecuado a las circunstancias actuales.
<b>Ondas espaciales</b>	También conocido con el nombre de propagación por línea visual, y es el tipo de propagación de la onda de radio la cual está compuesta habitualmente por dos rayos: uno directo entre la antena transmisora



y la receptora y otro reflejado en tierra que partiendo simultáneamente de la antena trasmisora, se refleja en la tierra y llega a la antena receptora con cierto retraso.

**Ondas terrestres**

Son aquellas que se mantienen adyacentes a las superficie de la tierra siguiendo su curvatura.

**Óptico**

Todo lo referente a la luz, estudio de la reflexión, la refracción, las interferencias, la difracción, la formación de imágenes y la interacción de la luz con la materia.

**Polyester**

Es una categoría de polímeros, generalmente se refiere a los poliésteres sintéticos (plásticos), provenientes de fracciones pesadas del petróleo.

**Potencia de transmisión**

Alcance en distancia de la propagación de las ondas.

**Prematuro**

Que ocurre o se desarrolla antes de tiempo.

**Préstamo**

Es la acción y efecto de prestar, verbo que hace referencia a entregar algo, bajo la condición de devolución.

**Propagación**

Conjunto de fenómenos físicos que conducen a las ondas del transmisor al receptor.

**Rack**

Bastidor destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones.

<b>Radiocomunicaciones</b>	Es un sistema de telecomunicación que se realiza a través de ondas de radio.
<b>Reflexión</b>	Fenómeno por el cual un rayo de luz que incide sobre una superficie es reflejado.
<b>Reparaciones</b>	Componer, arregla algo.
<b>Repetidora fija</b>	Dispositivo electrónico inamovible que recibe una señal débil o de bajo nivel y la retransmite a una potencia o nivel más alto, de tal modo que se puedan cubrir distancias más largas sin degradación o con una degradación tolerable.
<b>Repetidora móvil</b>	Es un dispositivo electrónico que puede ser llevado de un lugar a otro que recibe una señal débil o de bajo nivel y la retransmite a una potencia o nivel más alto, de tal modo que se puedan cubrir distancias más largas sin degradación o con una degradación tolerable.
<b>Sede</b>	Lugar donde tiene su domicilio una entidad o donde se erige la base de una organización.
<b>Tachar</b>	Trazar una o más rayas o borrones encima de lo escrito para indicar que se suprime o que no vale.
<b>Térmico</b>	Relativo a la energía térmica o por calor, la cual es profundizada en la rama de la física denominada Termodinámica.

<b>Vida útil</b>	Duración estimada que un objeto puede tener cumpliendo correctamente con la función para la cual ha sido creado. Normalmente se calcula en horas de duración.
<b>Viga</b>	Elemento constructivo lineal que trabaja principalmente a flexión.
<b>Vista en planta</b>	Es la representación sin perspectiva de un cuerpo sobre un plano horizontal se obtiene mediante una proyección paralela, perpendicular al plano proyectante horizontal.

## RESUMEN

En este trabajo de graduación se muestra la implementación de un sistema de código de barras en el almacén de radiocomunicaciones, para implementar un sistema de control en el historial y el registro de las asignaciones y uso de los equipos de radio, y sus respectivos accesorios, ya que en la actualidad no se cuenta con un sistema similar y todas las operaciones se realizan a mano, teniendo procesos tardados y con errores humanos en las anotaciones.

En los procesos frecuentemente se simplifican u obvian tareas, debido a lo tardado del proceso, el cual convierte el funcionamiento del almacén en inexacto y poco confiable. Si se desea obtener información de alguno de los equipos, se debe buscar manualmente, en las hojas de registro en las que se anotaron los datos, fechas y otras referencias hasta encontrar la que se está buscando, este proceso regularmente tarda horas en poder realizarse; con la implementación del sistema de código de barras, toda la información se encontrará en una base de datos, la cual puede ser consultada de forma inmediata. Estos y muchos otros factores son los beneficios de la implementación del sistema.

Por otro lado con la implementación de una repetidora móvil, todos los equipos de radio aumentarían su rango de cobertura de tres kilómetros a treinta kilómetros aproximadamente, lo que representa un aumento significativo en la autonomía de los equipos, mejorando así las tareas de protección a las que la institución se dedica, asegurando las comunicaciones en cualquier lugar de la república sin depender de la telefonía fija, celular, o satelital.



# OBJETIVOS

## GENERAL

Diseñar los anclajes y la estructura idónea para el montaje e instalación de antenas móviles de repetición, así como un rediseño en el área de almacenaje de los equipos de comunicación.

## ESPECÍFICOS

1. Implementar el uso de un sistema de código de barras en el almacén de radiocomunicaciones.
2. Realizar una evaluación de los procesos actuales.
3. Identificar las debilidades de los procesos y las operaciones inadecuadas.
4. Diseñar un mobiliario idóneo para el almacenaje de los equipos portátiles de radiocomunicaciones.
5. Realizar una redistribución del área del almacén de radiocomunicaciones, orientado a las necesidades actuales.



## INTRODUCCIÓN

Las instituciones del estado son tan eficaces y eficientes, como son sus procesos, es por eso que en algunas se ha tomado conciencia y se plantean cómo mejorar los procesos, y evitar algunos males habituales como: bajo rendimiento de los procesos, barreras departamentales, subprocesos inútiles; debido a la falta de visión global del proceso y el objetivo. Así se puede seguir mencionando debilidades que tanto en la iniciativa pública como en la privada, inciden en aspectos negativos de su rendimiento.

En este trabajo de graduación se detallan los aspectos tomados en cuenta, para una reestructuración en el almacén de radiocomunicaciones utilizando herramientas tecnológicas disponibles en la actualidad, adecuación del mobiliario de almacenaje orientándolo al equipo que allí se deposita y definiendo nuevos procesos, derivados del nuevo sistema.

Las comunicaciones representan un punto sensible en lo que a seguridad se refiere, por tanto como parte del proyecto se diseña una estructura móvil para la colocación de las antenas repetidoras en cualquier tipo de terreno, sea este tierra, asfalto o áreas boscosas, los radios aumentarían su cobertura de 3 km a 30 km aproximadamente.

La implementación del proyecto conlleva la automatización del almacén de radiocomunicaciones, a modo de tener la capacidad de realizar consultas en el sistema y obtener de forma inmediata cualquier información de cualquier equipo.





# 1. INFORMACIÓN DE LA INSTITUCIÓN

## 1.1 Antecedentes de la Institución

La institución fue creada el 14 de enero del año 2000, como respuesta a los Acuerdos de Paz, la Secretaría de Asuntos Administrativos y Seguridad de la Presidencia de Guatemala, es una entidad permanente, con organización jerárquica y profesional, con especialidad y naturaleza civil, bajo cuya responsabilidad está la seguridad, acciones de prevención y todo el apoyo administrativo y logístico necesario del Presidente y Vicepresidente de la República.

Nace a la vida jurídica el 28 de octubre del año 2003, mediante publicación del Decreto 50-2003 del Congreso de la República “**Ley de la Secretaría de Asuntos Administrativos y de Seguridad de la Presidencia de la República**”.

## 1.2 Misión

Garantizar permanentemente la seguridad, integridad física y la vida del Presidente y Vicepresidente de la República, y la de sus respectivas familias; brindándoles apoyo administrativo y logístico en actividades oficiales y personales dentro del territorio nacional y en el extranjero; así como protección a los Ex-presidentes y Ex-vicepresidentes de la República y dignatarios extranjeros que visitan el país. *Fuente [www.saas.gob.gt](http://www.saas.gob.gt)*

### **1.3 Visión**

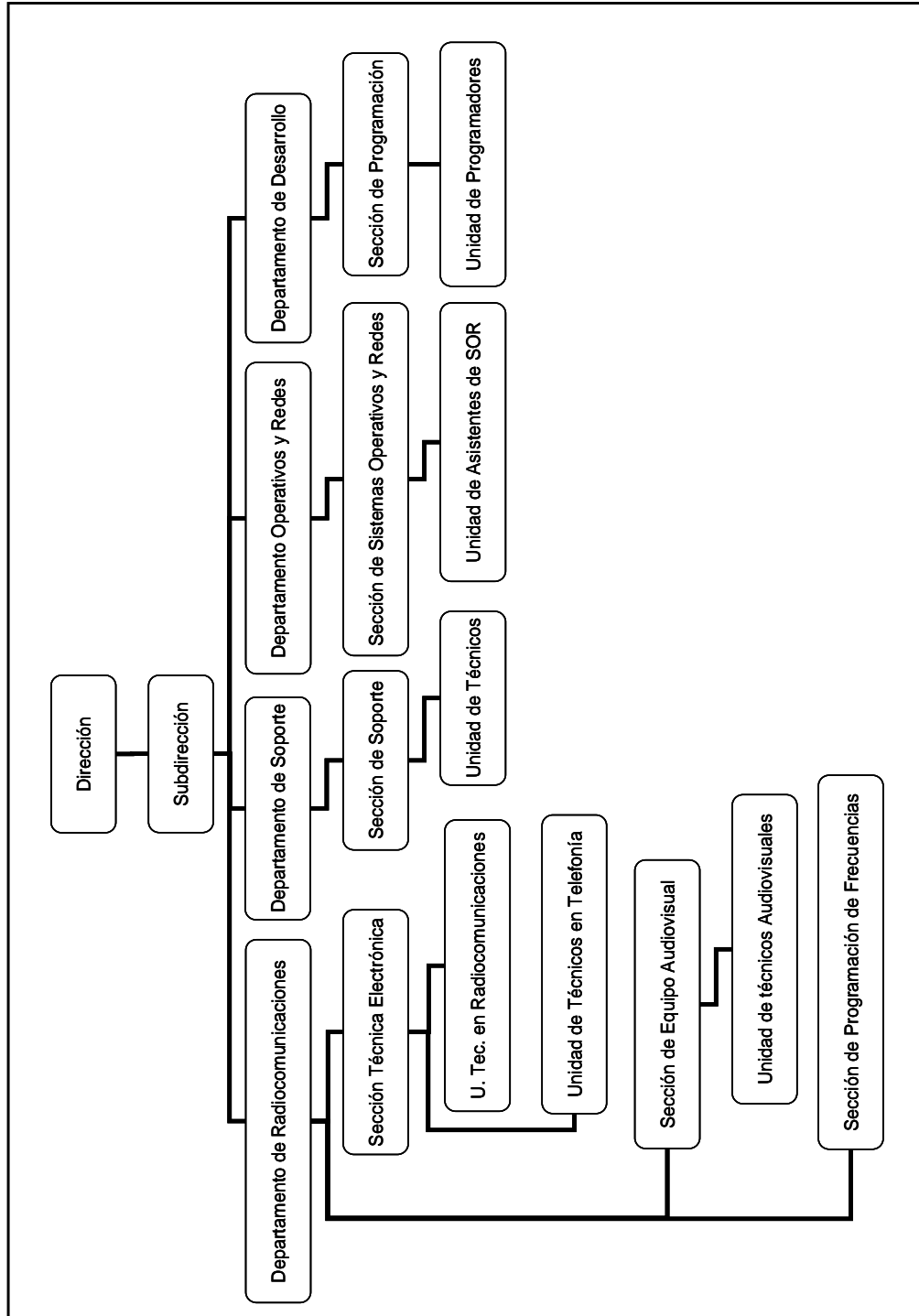
Institución de seguridad de naturaleza civil, jerarquizada, disciplinada y profesional, reconocida nacional e internacionalmente por sus altos valores morales, efectividad, transparencia y respeto a los Derechos Humanos. *Fuente [www.saas.gob.gt](http://www.saas.gob.gt)*

### **1.4 Estructura Organizacional de la Dirección de Comunicaciones e Informática**

Se dice que con buen personal, cualquier organización funciona. Se ha dicho, incluso, que es conveniente mantener cierto grado de imprecisión en la organización, pues de esta manera el personal se ve obligado a colaborar para poder realizar sus tareas. Con todo, es obvio que aún personas capaces que deseen cooperar entre sí, trabajarán mucho mas efectivamente si todos conocen el papel que deben cumplir y la forma en que sus funciones se relacionan unas con otras. Este es un principio general, válido en cualquier institución.

La Dirección de Comunicaciones e Informática posee una estructura organizacional de tipo lineal y está organizada por: dirección, subdirección, departamentos, secciones y unidades específicas.

Figura 1. Organigrama de la Dirección de Comunicaciones e Informática.



Fuente: SAAS

## **1.5 Funciones del Departamento de Comunicaciones**

El departamento de comunicaciones es el encargado de velar por el correcto funcionamiento de las comunicaciones en toda actividad presidencial, vicepresidencial o de la institución, así como de proveer el equipo de comunicaciones correspondiente y adecuado según los siguientes aspectos.

- **El área de las actividades:** estas pueden ser en ciudad, en poblados principales, sitios aislados y en el extranjero. Dicha información es útil para determinar el tipo de equipo más adecuado.
- **La zona geográfica:** necesaria para identificar el punto de repetición más cercano para establecer la distancia de cobertura y la posibilidad de comunicación constante con la sede en la ciudad capital.
- **La topografía del terreno:** para definir el tipo de frecuencia a utilizar.

## **1.6 Responsabilidades del personal del almacén de equipo de comunicaciones**

En el almacén del equipo de radiocomunicaciones, intervienen tres miembros de la institución, cada uno con funciones específicas.

### **1.6.1 Jefe del Departamento de Radiocomunicaciones**

Esta persona lleva el control técnico y administrativo de todas las actividades que se desarrollan en el departamento.

Asesora en aspectos de comunicaciones vía radio o teléfono a las demás direcciones y al despacho superior.

Su horario de labores esta establecido de 8 horas diarias, de lunes a viernes, a excepción de los días en los que tenga turno asignado, éste lo realiza con un director de las demás direcciones, su frecuencia es aproximadamente una vez al mes, sus funciones se desarrollan en todas las áreas de la Casa Presidencial y fuera de ella si fuese necesario.

### **1.6.2 Técnico en electrónica y encargado del almacén de radiocomunicaciones**

Encargado del control, del equipo de radiocomunicaciones, audio, accesorios y repuestos, estableciendo controles de entrega y devolución del mismo. Reporta al personal técnico las fallas y daños ocasionados al equipo para su reparación. Encargado de servicios técnicos en electrónica en la institución.

Responsable del mantenimiento de la red de radiocomunicaciones, en los diferentes puntos de repetición.

Reparar e instalar equipo de comunicaciones portátiles, fijos, de tipo base y vehiculares, así como apoyar en comisiones fuera de la ciudad capital al radio operador designado.

Su horario de labores esta establecido con turnos de 48x48 (48 horas de trabajo por 48 horas de descanso), por lo que esta área esta habilitada las 24 horas del día.

### **1.6.3 Técnico programador de frecuencias**

Responsable de la programación del equipo de radiocomunicaciones, elaboración de las claves de transmisión, monitoreo de las diferentes frecuencias instaladas en los puntos de repetición.

## **2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL**

Esta fase fue estructurada en dos partes, separando la parte de diagnósticos de la parte de propuestas y mejoras, teniendo entonces, que primero se encuentran todos los diagnósticos elaborados en cada una de las áreas evaluadas, y hasta la segunda parte (desde inciso 2.2) se detallan las propuestas y mejoras para cada una de las áreas evaluadas en la primera parte, manteniendo el mismo orden en que se realizaron los diagnósticos.

### **2.1 Diagnóstico de la situación actual**

Al iniciar con el análisis primario sobre la situación actual, se identificaron varias actividades y procesos inadecuados, así como la causa que los provoca y la complicación que esto genera.

Para su representación gráfica se utilizó el diagrama causa y efecto, tomando los ejes principales de las deficiencias, carencias y actividades empíricas en el almacén de radiocomunicaciones que contribuyen a un funcionamiento ineficiente.

Toda la información fue obtenida mediante charlas, primeramente con el personal encargado del almacén, los que manifestaron los principales inconvenientes generados por un funcionamiento ya obsoleto del área que se ha venido acentuando año tras año, otro aporte lo brindó el personal al que se le despacha el equipo de radiocomunicaciones y finalmente se obtuvo las observaciones y puntos de vista de las autoridades, para graficar un escenario



completo de la situación actual, en el funcionamiento del almacén de radiocomunicaciones.

Figura 2. Diagrama causa y efecto del almacén de radiocomunicaciones



Analizando la información que se presenta en el diagrama, se logra identificar puntualmente 3 aspectos, que inciden negativamente tanto en el funcionamiento del almacén como en la autonomía de las comunicaciones.

- El primero se refiere a la ausencia de repetidoras lo que deriva en un escaso alcance de las transmisiones, creando un riesgo en la confidencialidad de la información por la utilización de otros medios de comunicación e imposibilitando una comunicación directa e inmediata con la sede de la institución, esto en una institución de seguridad representa una gran vulnerabilidad.
- El segundo se refiere a una casi inexistente documentación del historial de registro, del estado del inventario y de la asignación de

los equipos, por la utilización de un método y formatos obsoletos e inadecuados para el control de inventario, a esto se debe que resulte casi imposible conocer la cantidad y el destino de cada uno de los equipos.

- El tercero refleja que se tiene un inadecuado mobiliario para el almacenamiento, despacho, mantenimiento y reparación de los equipos lo que repercute en un aumento de la fatiga del trabajador, lesiones, aumento del tiempo de reparación.

Aunando cada uno de estos factores nos resulta un funcionamiento ineficiente del área de bodega.

### **2.1.1 Identificación del equipo de comunicaciones**

Es importante que antes de identificar los equipos de comunicaciones, conocer sus características y conceptos importantes. Se inicia definiendo como concepto de radiocomunicaciones a los sistemas de comunicación mediante ondas electromagnéticas de diferentes longitudes que se propagan por el espacio.

Las ondas electromagnéticas se clasifican en tres grupos:

1. Directas
2. Terrestres
3. Espaciales o reflejadas

El equipo de comunicaciones que la institución posee, trabaja con las ondas terrestres, que son aquellas que viajan a través de la superficie, curva de la

tierra y su alcance; será determinado dependiendo de la fuerza con la cual es transmitida la misma.

Los equipos de radiocomunicaciones según su instalación se clasifican en:

- a. De tipo fijo o base
- b. De tipo móvil

**a. Tipo fijo o base:** son aquellos que después de ser instalados no pueden ni deben ser movidos de ese lugar, motivado al peso del equipo o a la incomodidad al ser transportados.

Figura 3. **Equipo fijo de radiocomunicaciones**



**b. Tipo móvil:** son equipos diseñados para ser transportados de un lugar a otro sin que se les exponga, a sufrir mayor daño por su movilización, estos son instalados y fijados en vehículos, aviones o barcos, requieren de una fuente de alimentación eléctrica de corriente directa ya que no poseen baterías.

Figura 4. **Equipos de radiocomunicación móviles**



Dentro de los equipos móviles se tiene una subdivisión que corresponde a los equipos portátiles; que son todos aquellos equipos pequeños diseñados para ser transportados por una persona de un lugar a otro, con la diferencia que poseen baterías con gran capacidad para reservar la carga.

Figura 5. **Equipos de radiocomunicación portátiles**



## **2.1.2 Evaluación de la documentación interna utilizada**

Toda documentación utilizada en la institución, y formatos de registro, debe ser validada por el responsable de la unidad en donde esta documentación es utilizada. En el almacén de equipo de comunicaciones en la actualidad existen tres formatos; uno para la asignación de equipo en calidad de préstamo para comisiones, otro para la asignación de tipo permanente en la tarjeta de responsabilidad y el último para la asignación temporal de equipo. Ver anexo I.

La principal deficiencia en los formatos actuales es que todos están diseñados para ser llenados completamente a mano, algunos de los datos que son requeridos en los formatos son: fecha, hora, tipo de equipo, cantidad de equipo, número de serie (aproximadamente de 8 dígitos), tipo de frecuencia, nombre de la persona que lo solicita, etc.

Estos formatos se desarrollaron con el afán de utilizar un registro, lo más completo posible y con la mayor cantidad de datos, el cual concluyó en uno que resulta trabajoso y poco práctico, de esto se deriva un proceso extremadamente lento, inexacto y poco confiable, ya que en la transcripción de la información, frecuentemente se han cometido errores.

En la actualidad no existe un formato que registre la devolución del equipo que ha sido entregado al almacén luego de ser utilizado, es por ello que al momento que alguien devuelve un equipo, simplemente se tacha en la hoja de registro el renglón correspondiente, al nombre de la persona que esta devolviendo el equipo, indicando el tachón en la hoja que el equipo ya ingresó al inventario del almacén, esta es otra de las grandes debilidades del funcionamiento actual.

Las debilidades, anteriormente expuestas, se ven minimizadas considerablemente con la implementación de un formato único, tipo plantilla que permita su utilización tanto para registrar la entrega como la devolución de equipo, aplicable a varias frecuencias. Ver anexo II

### **2.1.3 Evaluación física del almacén de radiocomunicaciones**

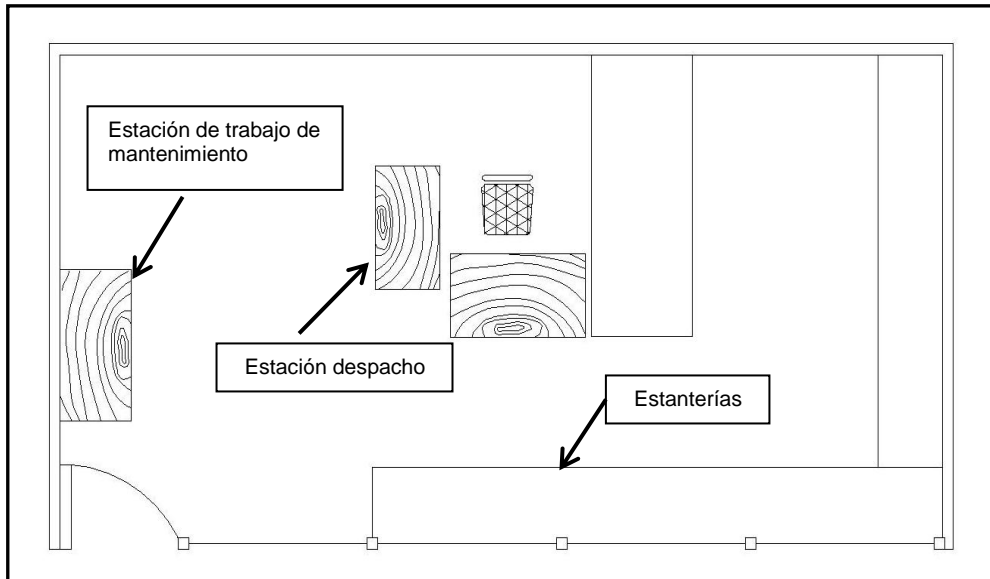
La fase de evaluación del proyecto se inició observando las características físicas que constituyen el almacén y que originan complicaciones en las operaciones y procesos que allí se realizan, identificando primero la distribución interna del lugar, la clase de iluminación del área, el tipo de mobiliario utilizado para almacenar los radios portátiles y por último el mueble de la estación de mantenimiento y reparaciones.

#### **2.1.3.1 Evaluación de la distribución del área del almacén**

El almacén del equipo de comunicaciones cuenta con un área de 35 m<sup>2</sup> de los cuales 27 m<sup>2</sup> están asignados al área de almacenaje y 4 m<sup>2</sup> para área de entrega y devolución de equipo que a su vez, se utiliza para atención al personal, por último para el área de mantenimiento y reparación únicamente se tiene un área de 4 m<sup>2</sup>.

La distribución actual no posee una orientación lógica, refleja desorden y falta de control, ya que el mobiliario fue simplemente acomodado en el lugar sin tener como base las funciones y actividades que allí se realizan.

Figura 6. **Distribución actual del almacén de radiocomunicaciones**



El mueble para trabajos de mantenimiento y/o reparaciones se encuentra en una mala posición, ubicado al ingreso del almacén, tomando en cuenta, que en el mismo permanecen sin supervisión herramientas y equipo en reparación, lo que representa un riesgo de pérdida o extravío, ya que la puerta de ingreso permanece siempre abierta. Esta estación debería estar ubicada más al centro del almacén

El área de despacho se encuentra situada al centro en una incorrecta ubicación, debido a que cuando se procede a entregar o devolver equipo, las personas se aglomeran alrededor de los escritorios creando desorden dentro del almacén y exponiendo al despachador a cometer errores en el registro.

Los estantes en donde se almacenan los equipos se encuentran colocados frente a los ventanales, presentando una mala ubicación, el gran tamaño de los

mismos obstruye y bloquea el ingreso de luz natural, lo que oscurece el ambiente e incrementa el gasto por la utilización de luz artificial.

### **2.1.3.2 Evaluación del mobiliario**

Se evaluaron dos clases de mobiliario, el primero se refiere al tipo de mobiliario en donde permanece almacenado el equipo de radiocomunicaciones y el segundo es el mobiliario en el que se realizan las reparaciones y mantenimiento del equipo.

El mobiliario para almacenar el equipo de radiocomunicaciones posee varias deficiencias, ya que no fue fabricado para tal fin, entre algunas de ellas podemos mencionar las siguientes:

- Son simplemente estanterías metálicas y una librería de madera que se utilizan para almacenar el equipo, las dimensiones de la librería son muy pequeñas y no corresponden a las dimensiones de los radios, por lo que las antenas sufren daños y torceduras.
- No se encuentran rotuladas para la pronta identificación del equipo.
- El equipo permanece suelto sin ningún tipo de sujeción y protección, corriendo el riesgo que se caiga y se dañe.



Figura 7. Inadecuado mobiliario para almacenaje

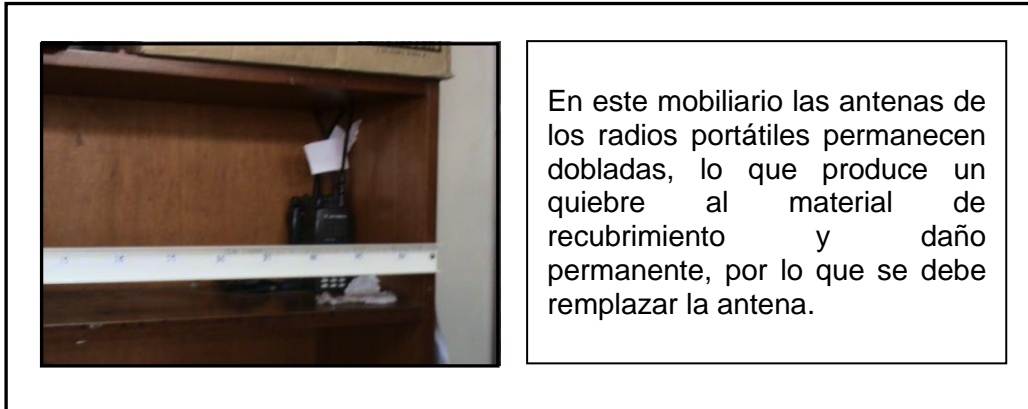
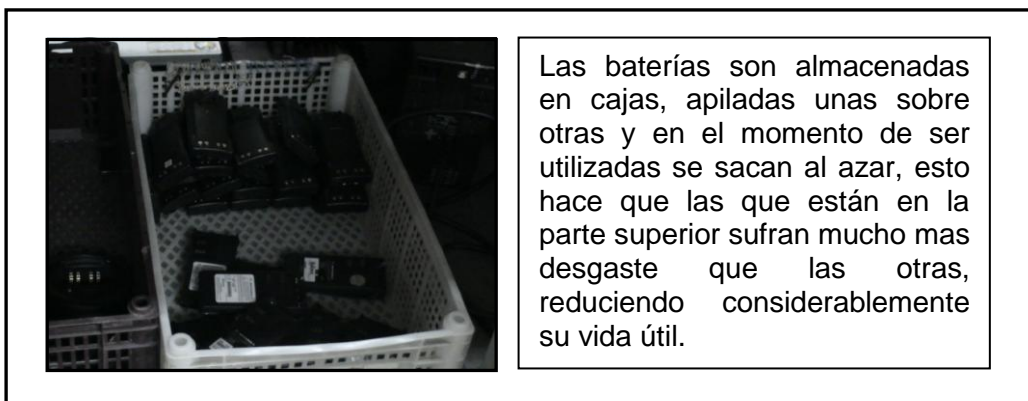


Figura 8. Estante para carga de baterías



Figura 9. Caja de almacenamiento de baterías



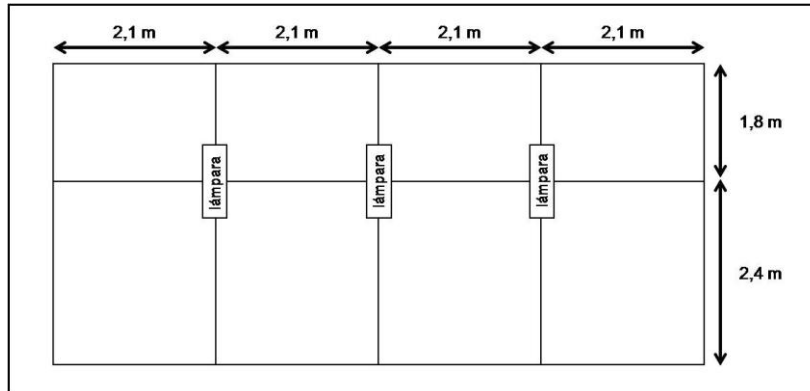
Estos son factores que contribuyen a que el equipo de radiocomunicaciones, no se encuentre ordenado, clasificado e identificado, lo que representa una deficiencia en los controles internos del almacén.

### **2.1.3.3 Evaluación de la iluminación**

Al realizar la evaluación al sistema de iluminación actual, se pudo constatar que el lugar no fue construido con el fin que ahora desempeña y muchas de las deficiencias en iluminación giran entorno a ese factor, mismas que se describen a continuación:

- El tipo de luminarias no son aptas para el tipo de tareas que se realizan en el área, ya que no poseen la potencia suficiente y generan una menor cantidad de lúmenes que la requerida.
- Las ventanas se encuentran bloqueadas por mobiliario mal ubicado, impidiendo el ingreso de luz natural durante el día.
- La ubicación de las lámparas no corresponde a la distribución del mobiliario, éstas se encuentran colocadas cada 2,1 metros quedando algunas sobre las altas estanterías y no sobre los pasillos, lo que ocasiona que bloqueen la luz de las lámparas a los corredores y puntos de interés dentro del almacén.

Figura 10. **Plano de iluminación actual**



Las luminarias son de tipo fluorescente de 40 Watt, con bulbo T12 de base XPT con un flujo luminoso de 2 600 lúmenes. Dicha potencia es innecesaria para las tareas que se realizan en el área, ya que solamente generan 258 lux de los 750 lux recomendados, según tabla de categorías y valores de iluminancia para actividades en interiores.

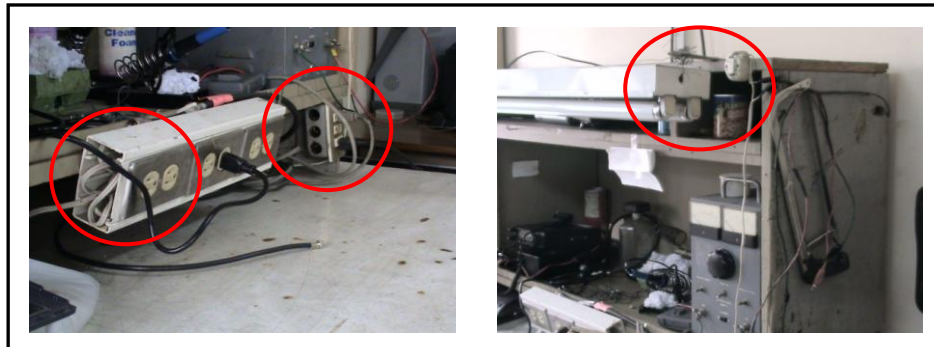
#### **2.1.3.4 Evaluación de la estación de mantenimiento y reparaciones**

Para realizar las tareas de mantenimiento o reparación de los equipos, en el almacén se cuenta con un escritorio, el cual fue improvisadamente modificado de una forma indebida, ya que manifiesta una gran cantidad de condiciones inseguras, manteniendo al usuario bajo un riesgo permanentemente, tomando en cuenta que en la estación se utilizan cuchillas, electricidad y cautines a elevadas temperaturas.

Entre los factores más relevantes se pueden mencionar; que las conexiones eléctricas se encuentran al descubierto, al igual que los cables, la lámpara y lupa no están fijados correctamente y se encuentran flojas, el mueble en sí no

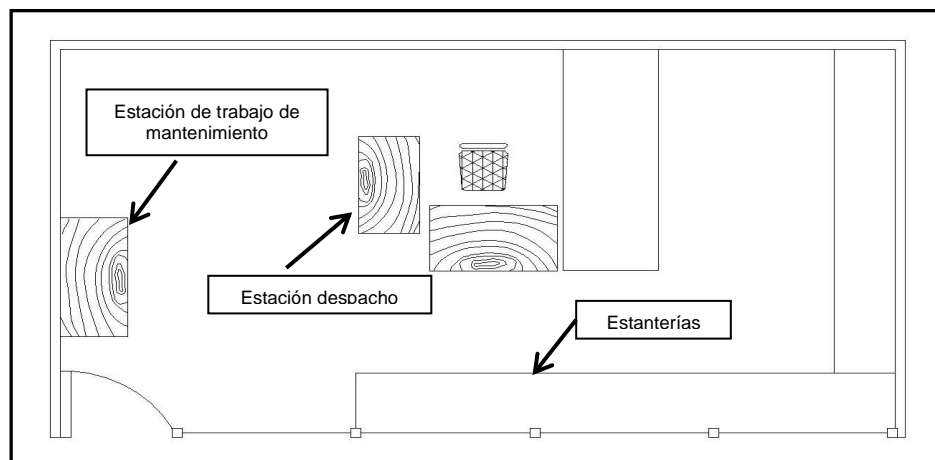
es ergonómico para las funciones que desempeña, lo que genera lesiones en el empleado, no posee ningún tipo de aislamiento eléctrico ni térmico.

Figura 11. **Conexiones eléctricas de la estación de mantenimiento actual**



Por último y no menos importante, se recalca que el mobiliario se encuentra mal distribuido, encontrándose al ingreso del almacén la estación de mantenimiento, ya que es el primer mobiliario con el que cualquier persona se encuentra al pasar la puerta de ingreso, a esta estación sólo debería tener acceso el técnico y no cualquier empleado o visitante.

Figura 12. **Distribución actual del almacén de radiocomunicaciones**



#### **2.1.4 Evaluación de procesos**

En el almacén de comunicaciones se utilizan dos fólderres para llevar el control de ingreso y devolución de equipo, uno para el equipo con frecuencia de 400 Mhz y otro para el equipo con frecuencia de 800 Mhz, en ambos también se anotan los accesorios con los que se entrega y devuelve cada equipo al finalizar la comisión a la cual fueron asignados.

Cada equipo y sus respectivos accesorios que se entregan, son asignados a una sola persona, la que en el momento de recibir el equipo, es la responsable por el cuidado, la protección y el buen uso del mismo, debiendo devolverlo en el mismo estado como fue recibido.

Los procesos utilizados actualmente en el almacén de radiocomunicaciones son totalmente obsoletos, tomando en cuenta las herramientas tecnológicas disponibles en la actualidad, para realizar ese tipo de procesos, todos los formatos de registro, para entrega y devolución de equipo son llenados a mano, esto hace que el proceso sea bastante lento, trabajoso y poco eficiente.

Las hojas en donde se anotan los registros son desechadas cada cierto tiempo, lo que imposibilita llevar un historial de asignación, utilización y desgaste del equipo, los cuales no existen a la fecha.

Las hojas son llenadas con ningún tipo de norma, es decir; que pueden llevar tachones, errores, no importa el tipo de letra (molde o carta), mayúsculas o minúsculas, el color de lapicero y muchas otras informalidades.

Debido a que las hojas no se archivan, éstas no se encuentran numeradas, son simplemente fotocopias, en su mayoría de mala calidad, todo esto

contribuye a que el funcionamiento en el almacén de radiocomunicaciones sea empírico y obsoleto.

#### **2.1.4.1 Evaluación del proceso de entrega de equipo de radiocomunicaciones**

En toda comisión de seguridad de la institución, se utiliza equipo de radiocomunicaciones, y en aproximadamente el 70% de las comisiones, el número de equipos es aproximadamente de 20 unidades de tipo portátil; en las frecuencias de 400 Mhz u 800 Mhz, esto significa que se debe entregar equipo y accesorios a 20 personas diferentes, una tras otra, por cada comisión que este programada.

El proceso de entrega consta de varias operaciones, que lo vuelven demasiado lento, entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

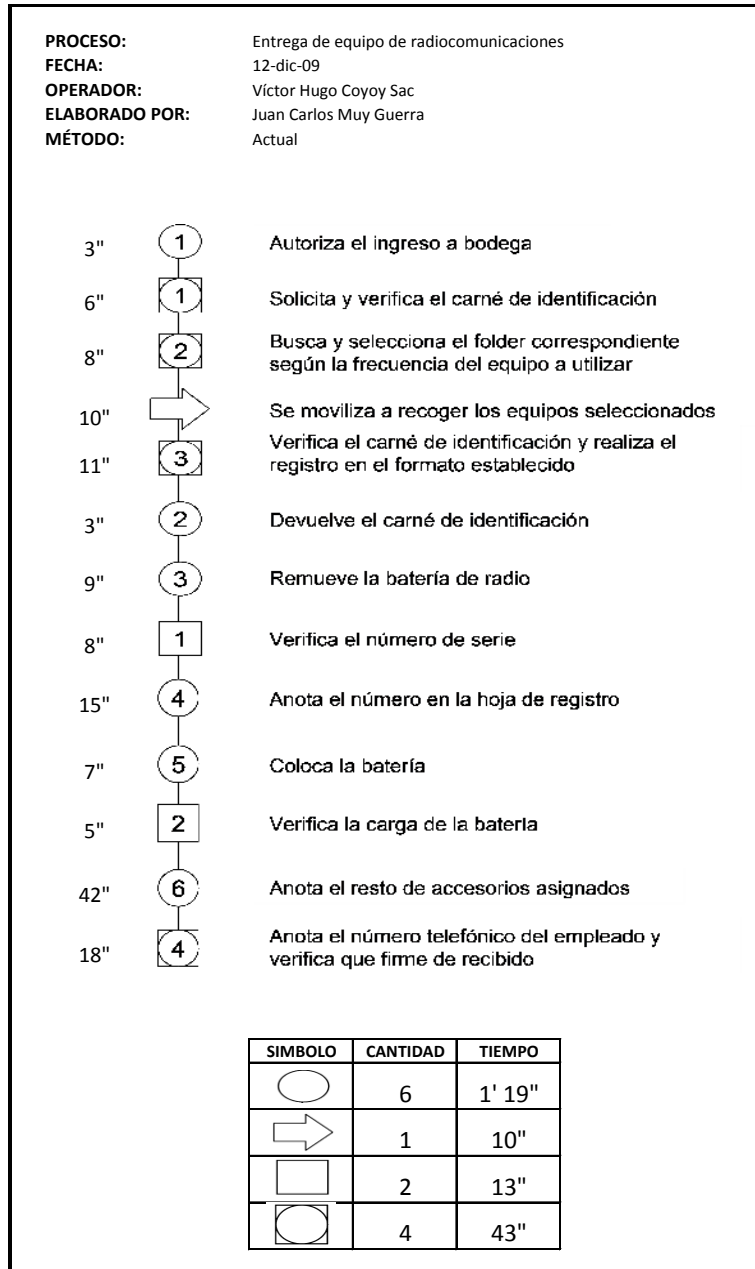
- Como no se lleva un control de inventario inmediato, el encargado del almacén primero debe verificar la cantidad de equipos de cada frecuencia, para poder determinar cual se utilizará, esto se evita llevando un adecuado control de inventario.
- Para seleccionar el folder respectivo a la frecuencia a utilizar, debe buscar en la gaveta en donde se almacenan todos los folders de registro de equipo y seleccionarlo.
- El equipo permanece almacenado en estantes que se encuentran a 3 metros aproximadamente del área de despacho por lo que en el proceso de entrega debe movilizarse a recoger cada equipo uno por uno, esto se debe a que la estación de despacho se encuentra mal ubicada.

- Para llenar la hoja de registro, es necesario retirar la batería de cada equipo, para verificar y anotar el número de serie (como mínimo 8 dígitos), los números son bastante pequeños lo que obliga al despachador a forzar la vista.
- Anota a mano en la hoja de registro, el nombre de la persona responsable, fecha, lugar de la comisión y cada accesorio, esta operación es la que más demora en todo el proceso.
- Finalmente la persona responsable firma por equipo que se le ha entregado.

#### **2.1.4.1.1 Diagrama actual de flujo de proceso de la entrega de equipo**

El encargado del almacén de radiocomunicaciones realiza este procedimiento por cada persona a la que le entrega equipo y por cada comisión se asignan, un poco más de 20 personas, es decir, que este proceso se repite más de 20 veces por cada comisión.

Figura 13. Diagrama actual de flujo de proceso de la entrega de equipo



El proceso de entrega de equipo por persona, es realizado en un tiempo promedio de 2 minutos y 25 segundos.



#### **2.1.4.2 Evaluación del proceso de devolución de equipo de radiocomunicaciones**

Cuando el personal regresa de la comisión, procede a devolver el equipo que le fue asignado, este proceso no es la excepción y también resulta lento y con varios factores inadecuados, de los cuales podemos destacar los siguientes:

- El encargado del almacén primero debe verificar, de que frecuencia es el equipo que se esta devolviendo, ya que el equipo no se encuentra etiquetado.
- Busca y selecciona el folder correspondiente a la frecuencia del equipo a devolver, buscando en la gaveta en donde se almacenan todos los folders de registro de equipo para evitar su extravío.
- Ya que el equipo no se encuentra etiquetado, retira la batería de cada equipo para verificar que el número de serie corresponda al anotado en el formato (como mínimo 8 dígitos).
- Luego con un lapicero de color rojo, simplemente se tacha el renglón correspondiente a la persona que esta devolviendo el equipo, esto significa que ya devolvió el radio y accesorios que le fueron asignados, esta es la operación mas inadecuada ya que no existe un registro de la fecha, hora y estado en que el equipo ingresó al almacén, es un procedimiento totalmente informal.
- Finalmente se moviliza a los estantes a colocar el equipo, esto se repite por cada persona en el proceso de devolución de equipo.

A parte del tiempo en exceso con que se desarrolla el proceso, éste tiene el inconveniente que a la persona que esta devolviendo el equipo, no le queda ninguna constancia de la devolución, simplemente el cerciorarse que tachen su

nombre al momento de la devolución, de la misma forma cualquiera puede venir y simplemente tachar un nombre en la lista, lo que significaría que el equipo ya fue devuelto y se encuentra en bodega, sin que éste realmente haya ingresado físicamente.

Ambos aspectos representan una gran vulnerabilidad al sistema utilizado actualmente.

### 2.1.4.2.1 Diagrama de flujo actual del proceso de devolución de equipo

Figura 14. Diagrama de flujo actual del proceso de devolución de equipo

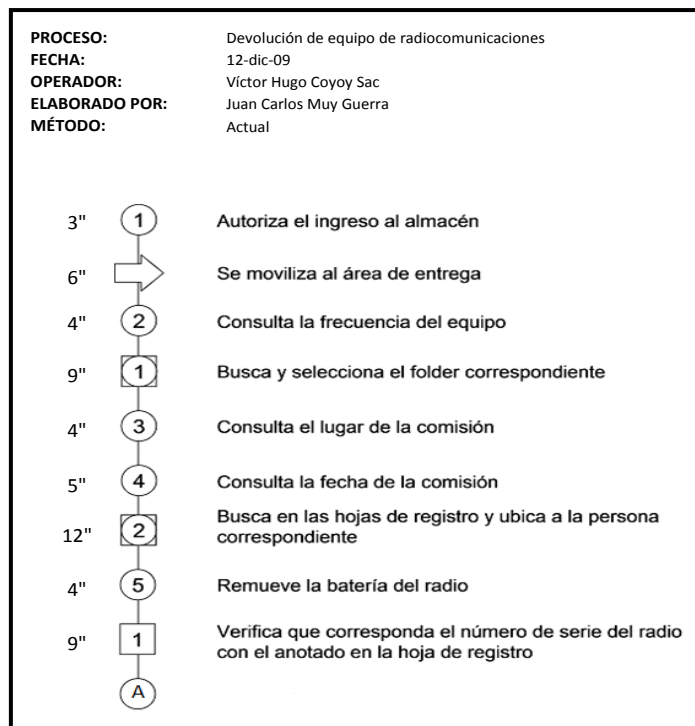
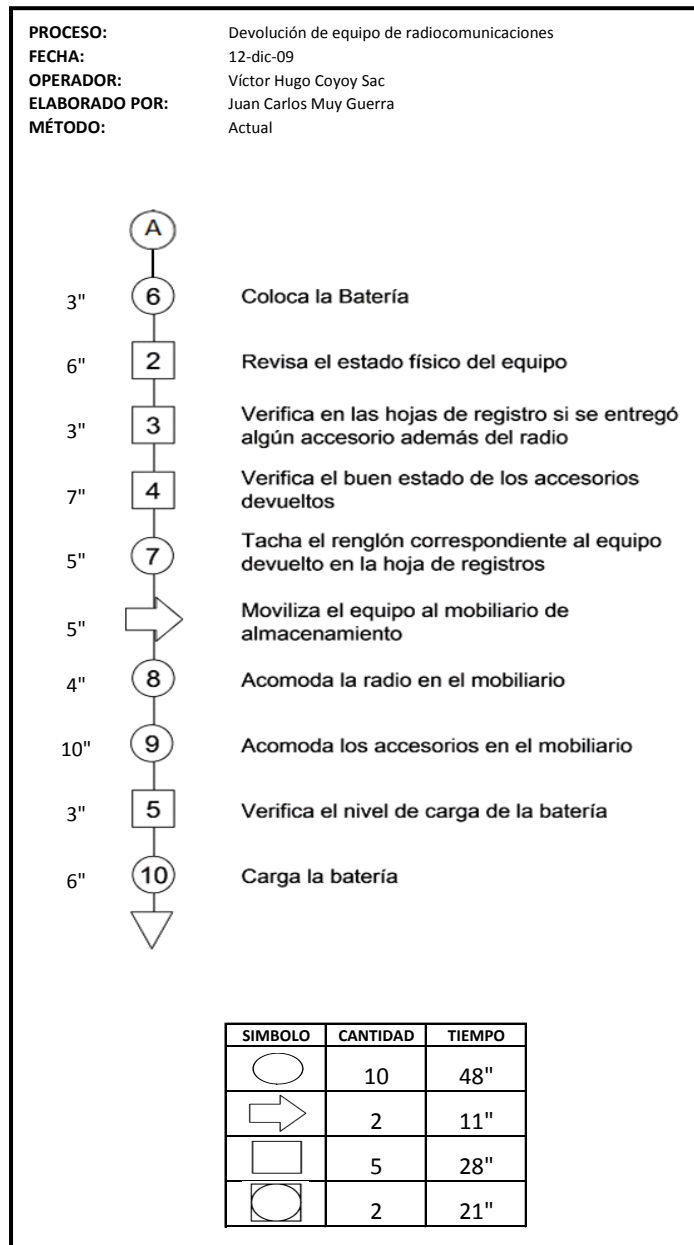


Figura 14A. Diagrama de flujo actual del proceso de devolución, parte II



El proceso de devolución de equipo por persona es realizado en un tiempo promedio de 1 minuto y 48 segundos.

### **2.1.5 Diagramas bimanuales**

Se utilizaron en fase de evaluación, como una herramienta más en el estudio de movimientos de las manos del operador, en donde se muestran todos los movimientos y reposos realizados por cada una de las manos y la relación que existe entre estas, al realizar una tarea manual.

Tanto el proceso de entrega, como el de devolución, se convierten en actividades muy repetitivas, por lo que es importante analizar y mejorar las operaciones en esos procesos; identificando los movimientos ineficientes, tratar de eliminarlos o de reducir su participación en el trabajo y cambiarlos por movimientos eficientes haciendo así, una operación en donde ambas manos estén bien balanceadas en cuanto a movimientos, teniendo como resultado una tarea más suave y relajada, manteniendo el ritmo en el empleado y evitando la temprana fatiga.

Los diagramas bimanuales mostraron de forma gráfica la habilidad en el desarrollo de una operación, revelando las diferentes cargas de trabajo en ambas manos, para analizar el método actual y proyectar un centro de trabajo eficiente.

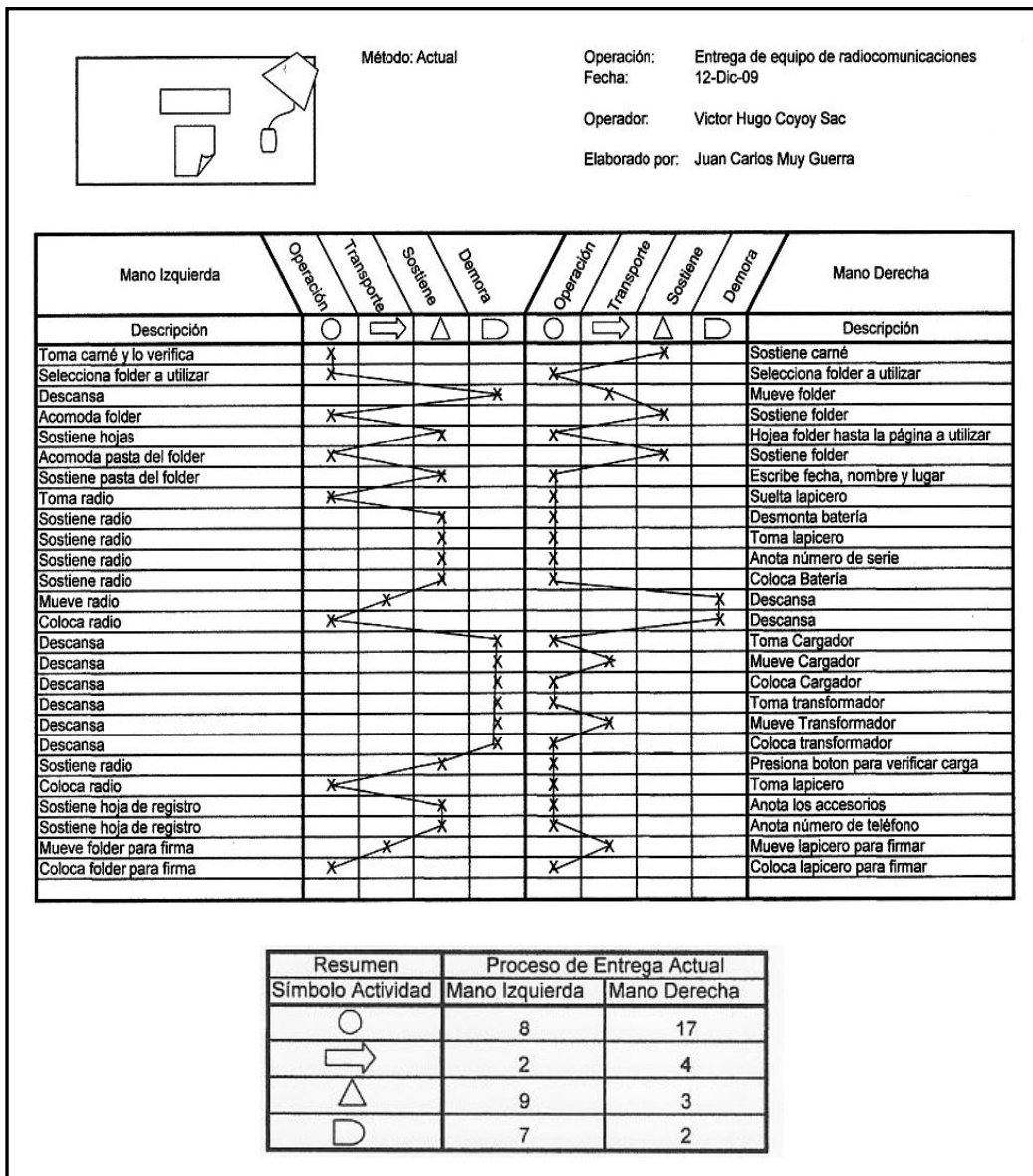
#### **2.1.5.1 Diagrama bimanual actual del proceso de entrega de equipo**

Con la aplicación de los diagramas bimanuales al proceso de entrega y devolución de equipo de radiocomunicaciones, se observó de forma gráfica que las cargas de actividades en ambas manos no están balanceadas, esto se debe a que el proceso es demasiado obsoleto, ya que todas las operaciones se

realizan a mano y la mayoría implica escritura, lo que recarga las operaciones en la mano con la que el operador escribe, mientras que la otra está simplemente sosteniendo o descansando.

A continuación se puede observar el diagrama correspondiente

Figura 15. Diagrama bimanual actual del proceso de entrega de equipo

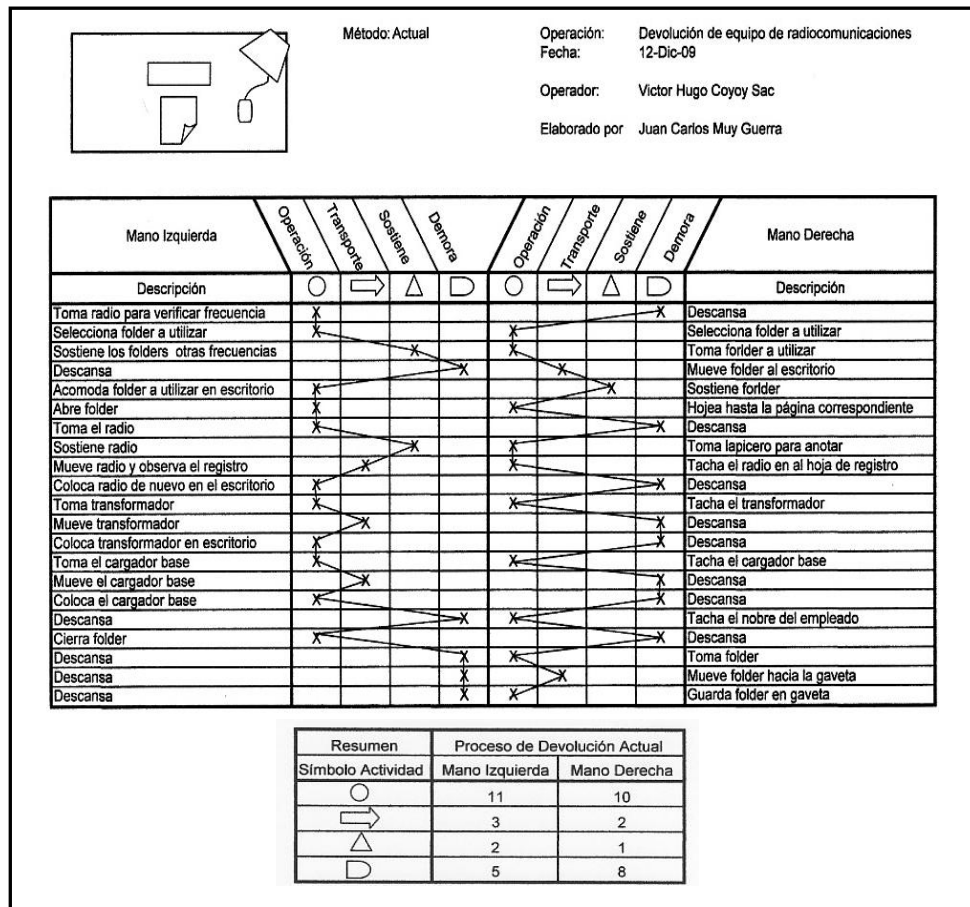


## 2.1.5.2 Diagrama bimanual actual del proceso de devolución de equipo

En el diagrama se observa que las cargas de actividades de ambas manos, están casi balanceadas ya que la mayor parte de operaciones son de inspección visual y no dependen de la escritura a mano.

El mayor inconveniente en el proceso, es lo informal del mismo, ya que simplemente tachando un renglón en la hoja de registros, indica que el equipo ya ingreso a bodega, sin realizar un registro preciso y detallado.

Figura 16. Diagrama bimanual actual del proceso de devolución de equipo

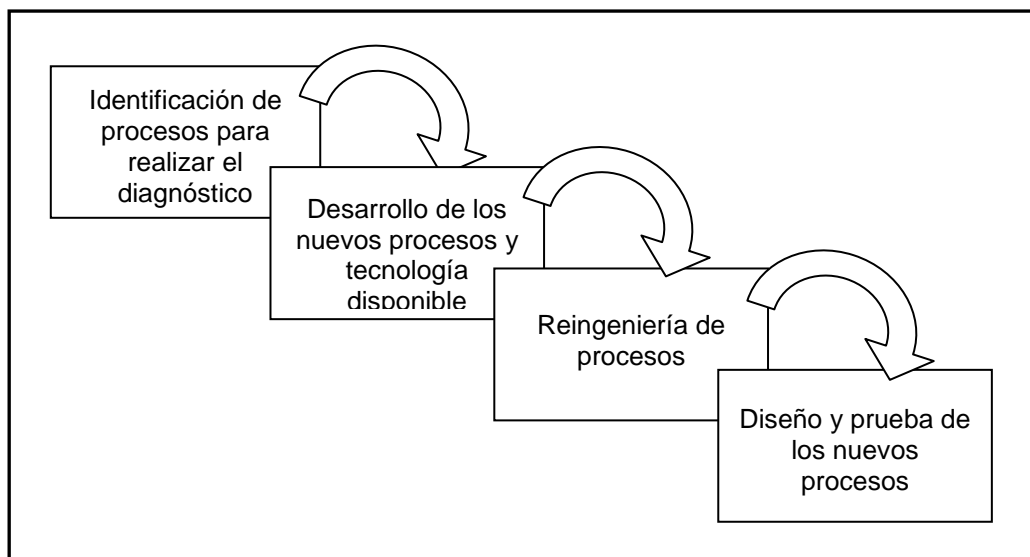


## 2.2 Mejora de procesos y propuestas

Tomando en cuenta el principio que dice; que las organizaciones son tan eficaces y eficientes como lo son sus procesos,

La reingeniería aplicada en el almacén de radiocomunicaciones, se realizará con la siguiente metodología:

Figura 17. Metodología aplicada al proyecto



Dentro del proyecto se tiene contemplado la incorporación de nuevas tecnologías; como el código de barras, que permitirán una redefinición en los procesos, alcanzando grados de eficacia y eficiencia imposibles hace algunos años o sin estas herramientas tecnológicas. Al implementar correctamente estas tecnologías se lograrán varios aspectos importantes, como:

- Optimización de los procesos
- Acceso a información confiable, precisa y oportuna
- Eliminación de datos y operaciones innecesarias

- Reducción de tiempos en los procesos

### **2.2.1 Propuesta de documentación interna**

En la actualidad, en el almacén de equipo de comunicaciones, únicamente existen dos formatos; uno para la asignación de equipo en calidad de préstamo y otro para la asignación de equipo de tipo permanente.

Es importante que ambos formatos se discontinúen, ya que se implementará el formato universal propuesto (ver anexo II), aunque no de forma permanente y únicamente en los casos que por alguna razón el nuevo sistema (código de barras) no se encuentre funcionando, como por ejemplo: la falta de energía eléctrica, mantenimiento del sistema o desperfecto de alguno de los equipos (lectores, computadora, etc.).

Anteriormente no existía un formato que registrara la devolución del equipo, simplemente al momento de devolver el equipo, se buscaba la hoja en donde se había registrado la entrega y se tachaba en el renglón correspondiente, a la persona que lo estaba devolviendo. Este procedimiento desaparece por completo, implementando el formato para la devolución de equipo (utilizado sólo cuando el sistema de código de barras no se encuentre funcionando) Ver anexo II.

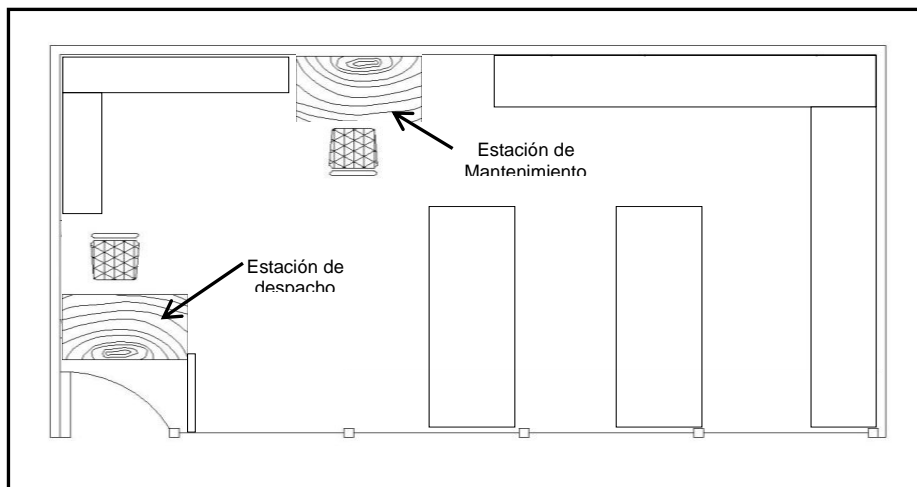
### **2.2.2 Propuesta de distribución del almacén de radiocomunicaciones**

La distribución propuesta es orientada a las funciones principales que desempeña el almacén de comunicaciones, en este momento la distribución actual no es funcional ya que no posee ninguna lógica, por lo tanto, la



distribución de éste se debe enfocar al manejo del equipo de radiocomunicaciones de tipo portátil, ya que es ésta la actividad fundamental que desarrolla el personal de esa unidad.

Figura 18. **Propuesta de distribución del almacén**



### 2.2.3 Propuesta de mobiliario

El mobiliario de almacenamiento de equipo portátil, se debe modificar por uno que presente mejor sujeción, para evitar que sufran daños innecesarios y prolongar su vida útil.

Se recomienda fabricar cajas con divisiones individuales, para la colocación de cada radio y así almacenar el equipo de una forma segura, estas cajas permitirán mantener un mejor control para la clasificación, entrega, devolución y rotación del equipo. Ver dimensiones en Anexo III.

Figura 19. **Propuesta de caja para almacenamiento de radios**

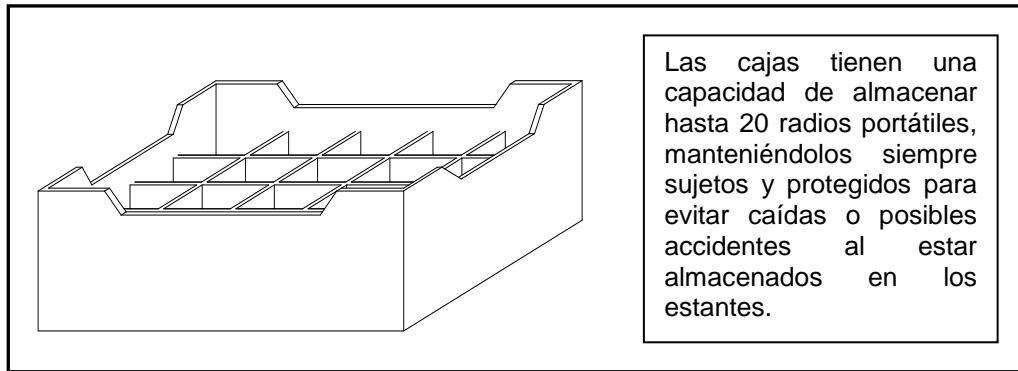
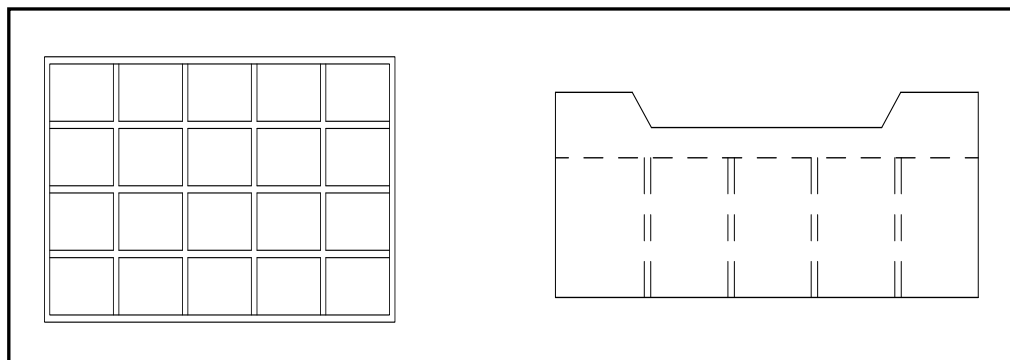


Figura 19A. **Propuesta de caja para almacenamiento de radios**



Para eliminar el tiempo en que el encargado se moviliza a recoger cada radio desde el escritorio hacia los estantes de los radios y viceversa; se debe fabricar un estante móvil, el cual permitirá ubicar con anterioridad en un solo movimiento, las cajas con los radios y los accesorios que necesite entregar.

Figura 20. **Estante móvil**



#### **2.2.4 Propuesta del sistema de iluminación**

Para diseñar una instalación de iluminación interior, previamente se debe de tener definidos ciertos aspectos: el tipo de actividad que se realizará en el lugar, las dimensiones, el tipo de superficies, el área de las ventanas, orientación de mobiliario, los colores del techo, muros y piso, etc.

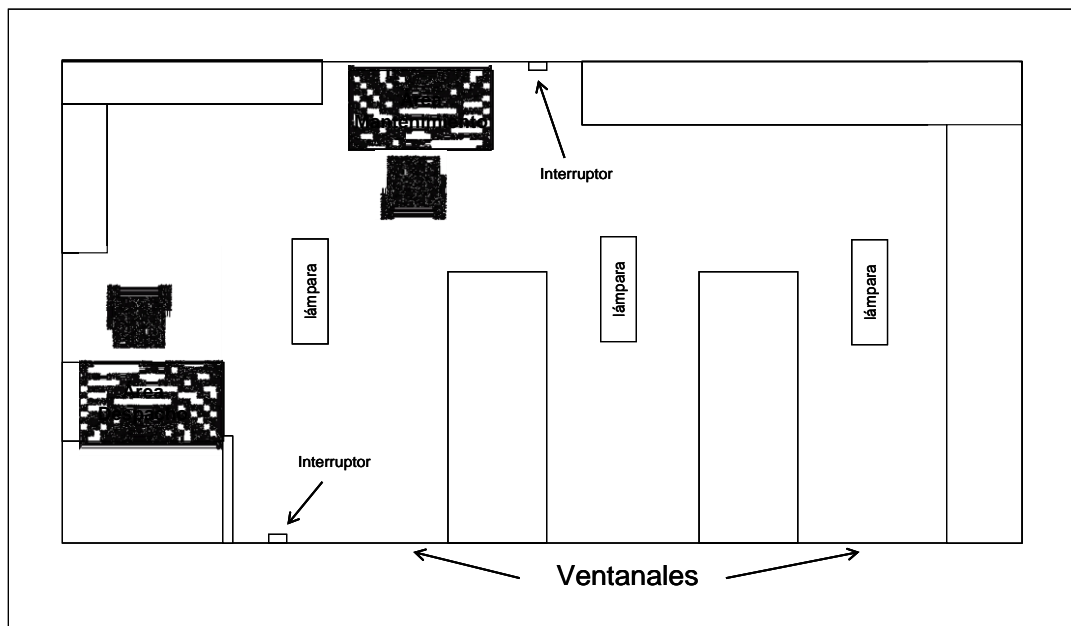
El cálculo para las mejoras en la iluminación, se basa en el plano sugerido de la distribución del almacén de comunicaciones, utilizando el método de lúmenes. Se mencionan algunas propuestas:

- Colocar dos interruptores, uno cerca de la puerta de ingreso y el segundo cerca de la estación de mantenimiento, el primero para la lámpara que iluminará el área de despacho y el segundo para las que iluminarán el área de almacenamiento, teniendo así el

encendido de forma independiente evitando el consumo innecesario de energía.

- Pintar los estantes y el mobiliario de colores claros, esto ayudará a reflejar la luz y se necesitará menos potencia en las lámparas para iluminar los espacios de trabajo.
- Liberar el área de ventanearía, reubicando los estantes para permitir el ingreso de luz natural.

Figura 21. **Propuesta del sistema de iluminación**



Con la propuesta del sistema de iluminación, se modifica la ubicación de cada una de las lámparas, colocando una al centro de cada pasillo y cambiando el tipo de luminarias, instalando unas con la potencia idónea para el tipo de proceso, además al reacomodar los estantes se liberan los ventanales, permitiendo el ingreso de luz natural y artificial desde el exterior del almacén.

El flujo de iluminación recomendada para las tareas que se realizan en el almacén es de 750 lux, como intensidad general, basándonos en ese dato y que las lámparas deben ser tres, se determina que la luminaria idónea es tubo fluorescente F96T8/TL841HO de alta luminosidad H.O. con potencia de 86 Watts de bulbo T8 con base R17d, una vida útil de 18 000 horas y un flujo luminoso de 7 625 lúmenes. Cálculo realizado por el método de lúmenes, ver anexo IV.

### 2.2.5 Estación de reparaciones o mantenimiento

Es importante mencionar que el lugar de trabajo esta complementado por tres factores: el trabajador, el puesto de trabajo y el ambiente de trabajo.

- **El trabajador:** con los atributos de estatura, fuerza, rangos de movimiento, educación, expectativas y otras características físicas y mentales.
- **El puesto de trabajo:** comprende las herramientas, mobiliario, equipo y otros objetos de trabajo.
- **El ambiente de trabajo:** comprende la temperatura, iluminación, ruido, vibraciones y otras cualidades atmosféricas.

La estación actual es un escritorio, al cual improvisadamente se le realizaron modificaciones, siendo rusticas, empíricas e inapropiadas, dejando cables expuestos y piezas con sujeciones inseguras.

Para el diseño de la estación, de reparaciones de equipo electrónico deben prevalecer dos aspectos: primero que sea orientado a las actividades que allí se realizarán y segundo que sea ergonómico.

Con ergonomía, se refiere a la adaptación de los métodos, instrumentos y condiciones de trabajo, a la anatomía, la fisiología y la psicología del trabajador, para el diseño de herramientas, máquinas, sistemas, tareas, trabajos y ambientes seguros, confortables y de uso humano efectivo.

En la fotografía se puede observar una estación de trabajo ideal para las tareas que se desempeñan en el almacén de radiocomunicaciones.

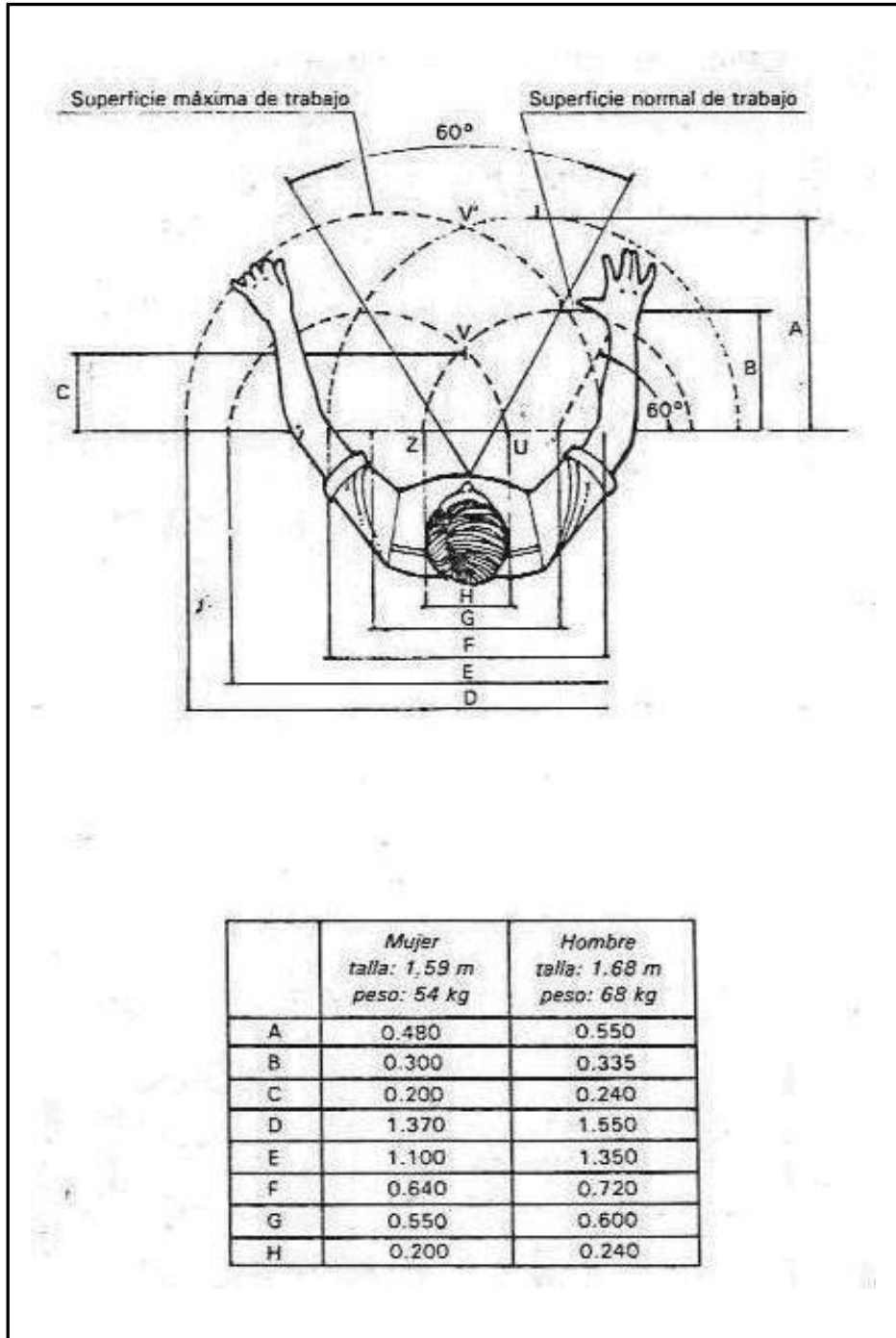
Figura 22. **Propuesta de estación de mantenimiento.**



Fuente: [www.ergobloginternationalcomms.com.ar](http://www.ergobloginternationalcomms.com.ar)

Para la fabricación de la estación de trabajo se debe tomar en cuenta, estándares internacionales en estudios de ergonomía; en cuanto a las medidas idóneas de la superficie del plano de trabajo, según las tallas del operador.

Figura 23. Medidas del plano de trabajo según talla.



Fuente: [www.ergonoayuda.blogspot](http://www.ergonoayuda.blogspot)

Otras recomendaciones en cuanto a una postura adecuada son:

- Mantener piernas y muslos a 90° o un poco más
- Los pies pegados al suelo o sobre un reposa pies
- Conservar una holgura entre el asiento y las rodillas
- Muslos y espalda a 90° o un poco más
- Codos pegados al cuerpo
- Antebrazos, muñecas y manos en línea recta
- Antebrazos y brazos a 90° o un poco más
- Cabeza/cuello en posición recta con los hombros relajados

Al tomar en cuenta las recomendaciones anteriores y con la implementación del nuevo diseño de la estación, se mejorarán considerablemente los aspectos siguientes:

- Reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales
- Mejoramiento de la calidad de trabajo
- Disminución de los costos por incapacidad de los trabajadores

## **2.2.6 Automatización de procesos**

La automatización tiene como objetivo, la eliminación de procesos obsoletos mediante la implementación de la tecnología en sus operaciones, dando como resultado un aumento significativo en la eficiencia. En el almacén de radiocomunicaciones se implementará un sistema de código de barras para control de inventario y el manejo del equipo.

Este sistema busca optimizar los procesos mediante la automatización reduciendo tiempo, fatiga, costos, errores humanos y operaciones innecesarias



u obsoletas. El sistema permitirá obtener información de una forma rápida, exacta e inmediata del manejo y funcionamiento del almacén de radiocomunicaciones y los radios portátiles.

El código de barras, es la representación en una serie de barras y espacios paralelos del número que identifica, en forma única, a cada uno de los equipos que se administran.

Este código es el camino para la entrada de información a una computadora, en una serie de líneas y espacios, es posible almacenar una gran cantidad de información que puede ser capturada automáticamente con la ayuda de un lector láser y de allí se logra manejar toda la información requerida de acuerdo a las necesidades de la institución.

Para la implementación de un sistema de código de barras, se debe definir 3 factores muy importantes: la etiqueta, la impresora y el lector.

#### **2.2.6.1 Tipo de etiqueta**

Se entiende por etiqueta, el lugar donde se encuentra impreso el símbolo del código de barras y por ende la información correspondiente a cada equipo.

Se tienen diversos tipos de etiquetas, según el uso y aplicación que se necesite, en este caso el tipo de etiqueta idónea debe ser de poliéster de alta resistencia, que es la adecuada para el etiquetado de activos, fabricada de un material sumamente resistente al uso cotidiano, cuenta con un adhesivo bastante fuerte, lo que evita su prematuro despegue o movilización, este tipo de etiqueta se destruye al momento de intentar removerla, evitando así la remoción para cualquier uso indebido de las etiquetas.

Figura 24. **Cintas térmicas para códigos de barras**



Otro factor importante a definir en la etiqueta es el tamaño, para que esta se ajuste perfectamente a la superficie del equipo en donde será colocada.

Los equipos que más utilización reflejan en el almacén, son los radios portátiles en frecuencias de 400 Mhz y 800 Mhz, que físicamente son iguales, con una diferencia mínima en la antena, pero el cuerpo es exactamente de las mismas dimensiones, los radios portátiles son a los que principalmente se necesita etiquetar ya que son los que en la actualidad más descontrol presentan.

Con la medición de los radios se determinó que se deben utilizar las etiquetas de 2,00" x 1,00" y deben ser colocadas en la parte lateral.

Figura 25. **Medición de radios**



### **2.2.6.2 Tipo de impresora**

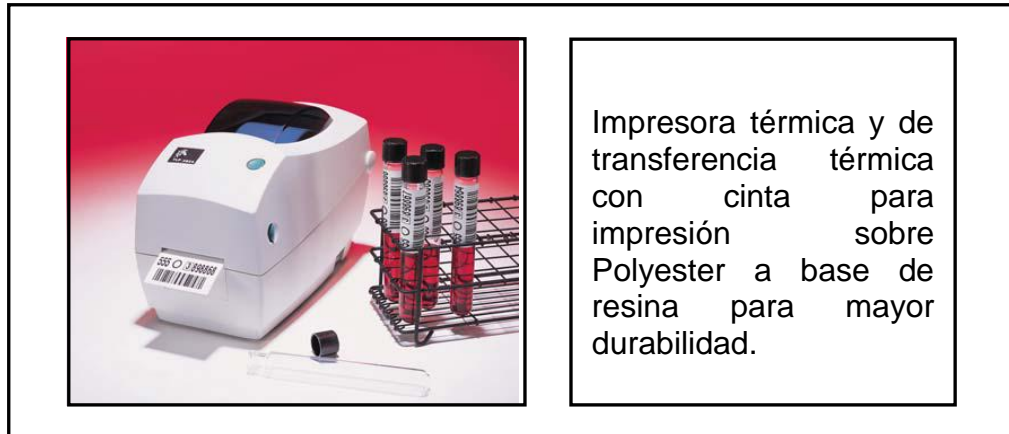
Luego de haber definido el tipo de etiqueta necesaria para la aplicación deseada y su respectivo tamaño, el siguiente paso es determinar que tipo de impresora se debe adquirir, para eso todavía hace falta especificar la cantidad de etiquetas a imprimir.

En la institución el equipo de radiocomunicaciones, está distribuido de tres formas; el primero es por persona, que es el equipo que lo tiene asignado una sola persona a su boleta de inventario, el segundo es por puesto de servicio, este es el que tienen asignado dos personas que se lo relevan según su turno de servicio, y el tercero es el equipo que permanece disponible en el almacén de radiocomunicaciones, listo para ser asignado a las comisiones temporales que se tengan que realizar.

Se concluye que para poder etiquetar todo el equipo de radiocomunicaciones, se debe de formar grupos dependiendo del turno y las actividades, esto permite que la carga diaria de impresiones sea no más de 200 unidades y resulta ideal ya que representa una cantidad menor a las

capacidades de diseño de las impresoras estándar como la que se muestra en la figura 26.

Figura 26. Impresora térmica para etiquetas



### 2.2.6.3 Tipo de lector

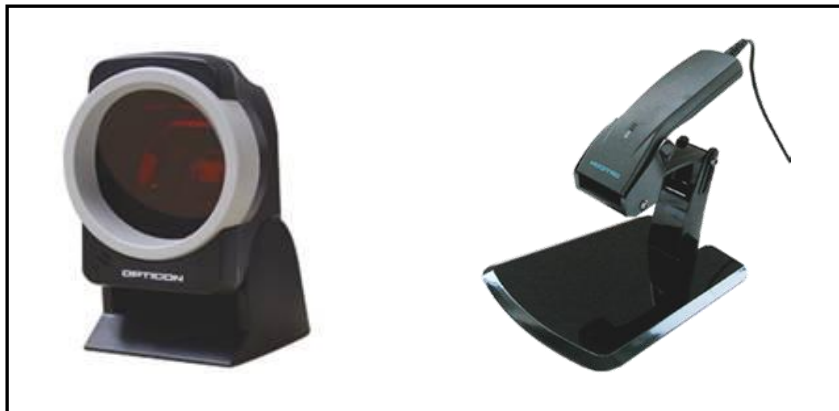
El lector es el dispositivo capaz de emitir un haz de luz en el espectro rojo, infrarrojo, tipo láser o incandescente y recibir el haz reflejado en un traductor óptico, convirtiendo la señal luminosa en una señal eléctrica analógica, que el computador traduce en digital.

Existen varios tipos de lectores o escáner, fundamentalmente se diferencian del tipo de fuente lumínica, el tamaño del punto de reflexión, la profundidad del campo a leer y la tasa de lectura por segundo.

Los lectores pueden ser fijos, semifijos y portátiles, el ideal para el tipo de proceso y utilización en el almacén de radiocomunicaciones, es el lector semifijo; que va conectado a la computadora mediante un cable USB y

colocado sobre una superficie, en la que se puede mover y redireccionar según las necesidades.

Figura 27. **Lectores láser**



### **2.2.7 Proceso propuesto de entrega de equipo**

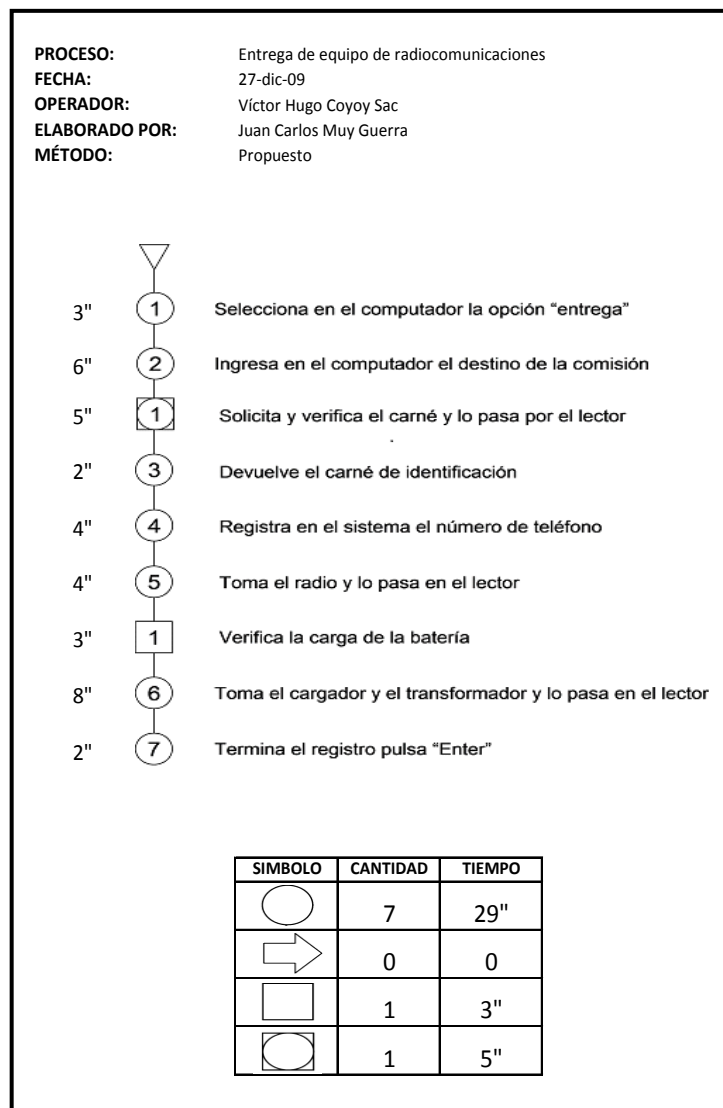
Con la implementación del sistema de código de barras en el almacén de radiocomunicaciones, los procesos, tiempos y por ende la eficiencia en el área se modifican radicalmente de una forma positiva, suprimiendo todas aquellas anotaciones que se realizan a mano, y con la automatización se podrán efectuar en unos segundos de forma inmediata y precisa.

Al realizar a mano el proceso de entrega de equipo, se necesita por persona un tiempo promedio de 2 minutos con 25 segundos, al realizar este mismo proceso pero utilizando el sistema de código de barras se reduce a un tiempo promedio de 37 segundos, esto nos indica que el tiempo se disminuye en casi un 75% del tiempo inicial.

### 2.2.7.1 Diagrama de flujo propuesto del proceso de entrega de equipo

Con la implementación de un sistema de código de barras la cantidad de operaciones se reduce de 13 a 9 (un 30%) y el tiempo promedio de 2 minutos 25 segundos a 37 segundos (un 75%).

Figura 28. Diagrama de flujo propuesto del proceso de entrega de equipo



## **2.2.8 Proceso propuesto para la devolución de equipo**

La mayoría de operaciones, al momento de devolver el equipo se refieren a inspecciones para asegurarse que todo equipo que ingrese a bodega se encuentre funcionando, y en buen estado, es decir, que sea devuelto tal como fue entregado.

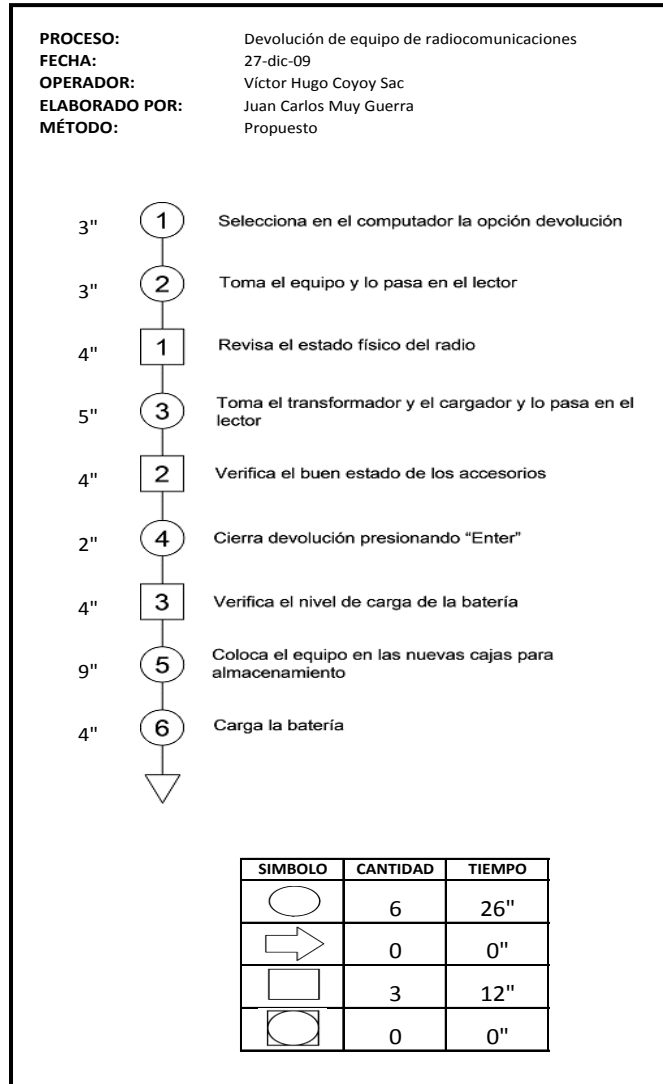
Con la implementación del nuevo sistema, se dispondrá de información veraz, exacta y oportuna sobre el inventario de equipo de radiocomunicaciones, suprimiendo totalmente la operación en la que se tachaba con lapicero el renglón en el que se encontraba anotada la persona que estaba devolviendo el equipo, y con esto se suponía que el equipo ya había ingresado a bodega.

Con la implementación del sistema propuesto, el proceso de devolución de equipo se reduciría de un tiempo promedio de 1 minuto con 48 segundos a un tiempo promedio de 38 segundos lo que representa un 65% del tiempo actual.

### **2.2.8.1 Diagrama de flujo propuesto del proceso de devolución de equipo**

Con la implementación del sistema de código de barras el proceso de devolución, presentará una reducción en el número de operaciones de 19 a 9 (un 47%) y en el tiempo de 1 minuto 48 segundos originalmente a 38 segundos (un 65%).

Figura 29. Diagrama de flujo propuesto del proceso de devolución de equipo



### 2.2.9 Diagramas bimanuales mejorados

En los bimanuales iniciales, las cargas de ambas manos no se encontraban balanceadas, en el proceso de entrega, el diagrama refleja que la mano derecha realiza el doble de operaciones que la mano izquierda y esta a su vez

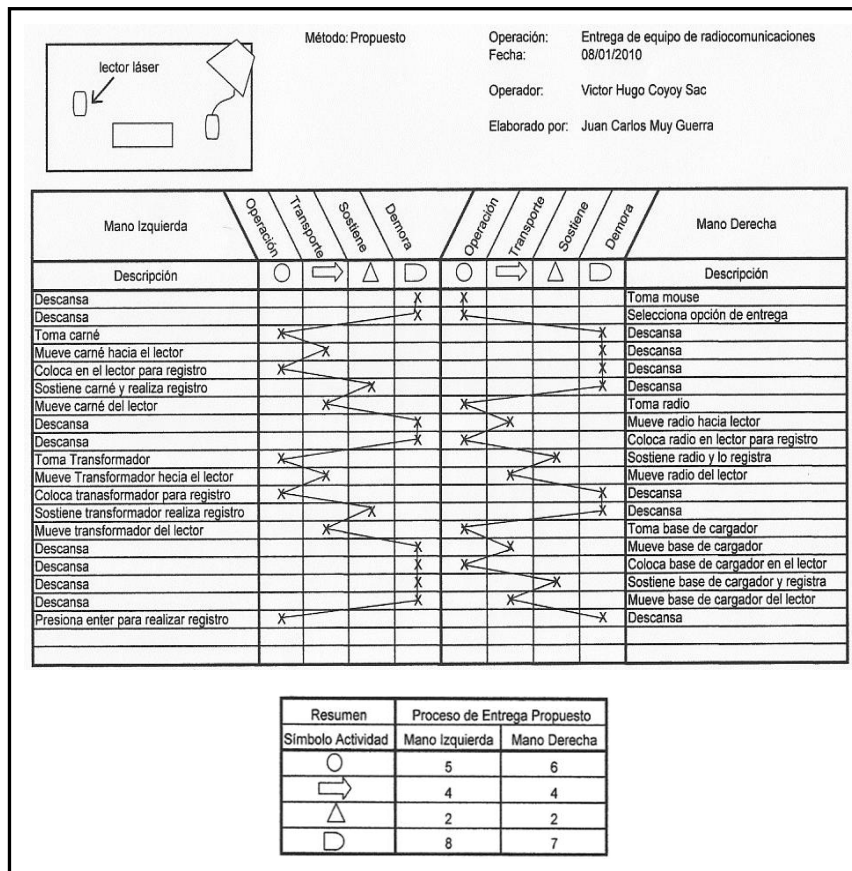


permanece el triple en la actividad de sostener y descansa casi cuatro veces más que la mano derecha.

En los diagramas bimanuales del sistema propuesto se distribuyeron las operaciones en ambas manos, por lo que existe un balance casi exacto en las tareas entre cada mano, dosificando así la carga de trabajo y evitando la fatiga temprana del empleado.

### 2.2.9.1 Diagrama bimanual propuesto del proceso de entrega de equipo

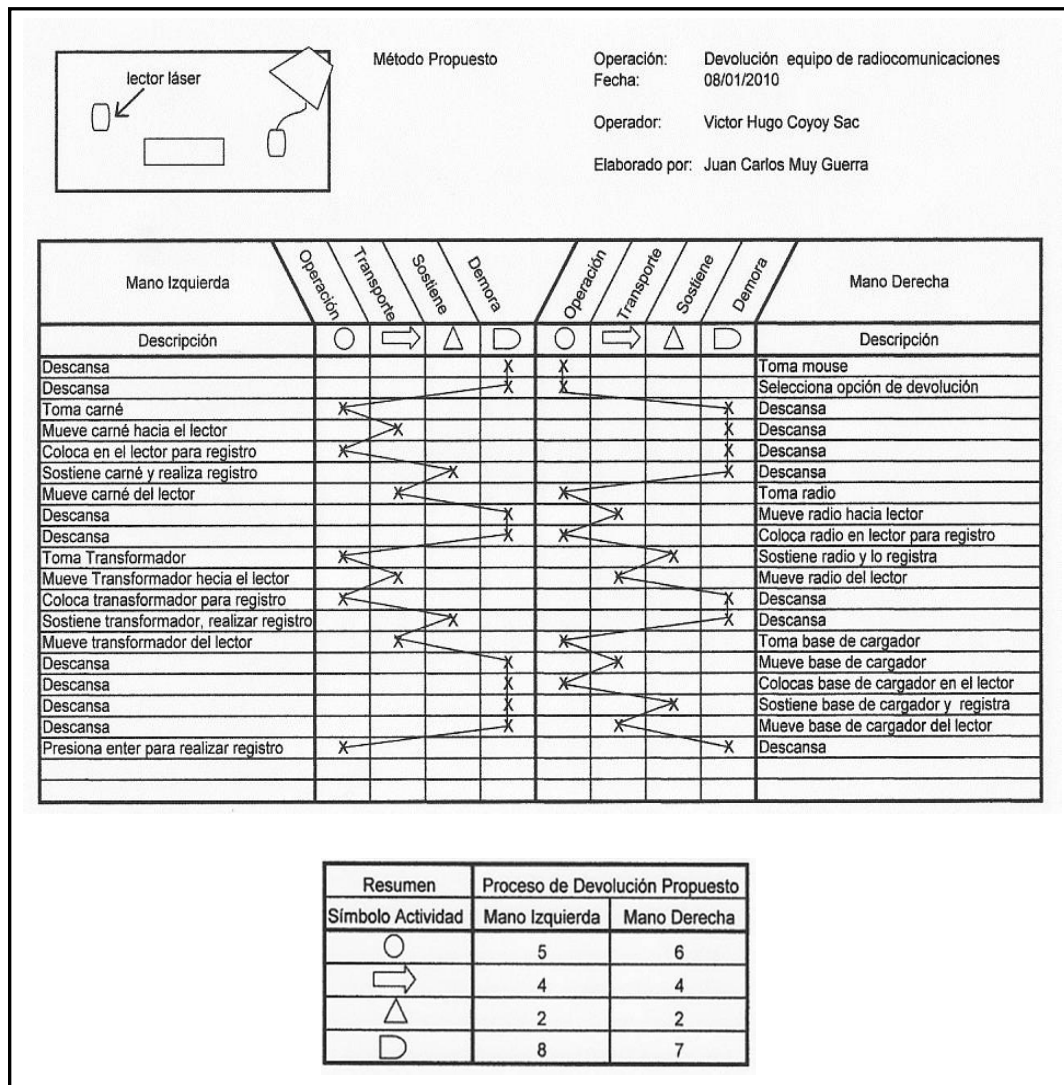
Figura 30. Diagrama bimanual propuesto del proceso de entrega de equipo



## 2.2.9.2 Diagrama bimanual propuesto del proceso de devolución de equipo

La simetría en las operaciones de cada mano, se manifiesta con la implementación del nuevo sistema, logrando así una dosificación equilibrada de las tareas que realiza cada mano.

Figura 31. Diagrama bimanual propuesto del proceso de devolución de equipo





### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Situación actual de las radiotransmisiones**

Los radios portátiles tienen un alcance máximo de comunicación aproximado sin repetidora (de radio a radio) de 3 kilómetros, dependiendo del tipo de terreno o entorno, esto hace que las actividades queden limitadas a esa distancia, es decir que en las comisiones fuera de la ciudad capital o en los lugares en donde no se posee la cobertura de una repetidora, no es posible transmitir a un punto más lejano de los 3 kilómetros.

En los casos que se necesita mantener comunicación con dos puntos que se encuentran más allá de la potencia de transmisión del radio, se debe de auxiliar de la comunicación vía celular, la cual no opera de forma inmediata, porque primero hay que marcar el número, esperar tono, hacer tiempo para que contesten y luego comunicar la información, en cambio en las radiocomunicaciones sólo se presiona un botón y se traslada la información, el uso del teléfono representa un costo mucho más elevado, ya que en la transmisión por radio no importa cuanto se transmita, únicamente está delimitada por la duración de la carga de la baterías.

En los casos, en los que no se cuenta con cobertura celular y se necesite transmitir a una distancia mayor a los 3 kilómetros, se coloca una persona en un punto intermedio a ambos, y esta persona tiene que retransmitir los mensajes entre uno y otro, disminuyendo así una persona en el grupo de seguridad y un equipo de radiocomunicaciones, en el desarrollo de la comisión, lo que debilita

la seguridad en la actividad ya que las funciones de esa persona se tendrán que delegar en el resto del personal según sea el caso; en algunas ocasiones, incluso se ha necesitado del uso de teléfono satelital, para comunicarse con la sede de la institución y mantener contacto abierto con las autoridades.

Las comunicaciones representan uno de los pilares más importantes en lo que a seguridad se refiere, el estar limitado en radiocomunicaciones a una distancia tan corta (3 km), representa una gran vulnerabilidad para las operaciones de seguridad, en la institución se cuenta con equipo de recepción y transmisión móvil de radiocomunicaciones, faltando únicamente una estructura móvil para el montaje de la antena y así disponer de una repetidora portátil para cubrir las actividades. Con la utilización de la repetidora la cobertura de comunicación se ampliaría de 3 a 30 kilómetros en promedio aproximadamente, esto dependerá del tipo de terreno o entorno.

Con la implementación de esta repetidora móvil, inclusive podría ser utilizada por varios grupos de seguridad a la vez y establecer un enlace directo con las repetidoras fijas (instaladas en volcanes), y contar con una comunicación inmediata con la sede y todos los demás grupos de seguridad.

Figura 32. **Equipo de repetición/transmisión móvil**



En las fotografías se puede observar la Unidad Móvil de comunicaciones para repetición y transmisión, tiene un tamaño de 75 cm de alto por 60 cm de ancho y 60 cm de profundidad, viene montada dentro de una caja plástica protectora de alta resistencia a la que se le desmontan la tapa frontal y trasera para realizar las conexiones respectivas.

### **3.2 Clasificación de equipo**

La clasificación del equipo de radio comunicaciones es muy importante y se tienen varios grupos según el equipo, la primera clasificación, es según su frecuencia, estas pueden ser de 800 Mhz, 400 Mhz, UHF y VHF.

La segunda es según el tipo de instalación o tamaño de los equipos, que pueden ser fijas (bases) o móviles, dentro de los equipos móviles se tiene una subdivisión en la que se encuentran los equipos portátiles.

Por último en la tercera clasificación se puede ubicar a los accesorios, que son todos aquellos dispositivos que complementan a los equipos de radiocomunicación o que son necesarios para su funcionamiento y que no forman parte del cuerpo del equipo.

Las diferentes frecuencias de los equipos se utilizan para clasificar grupos o subgrupos de trabajo y así evitar la saturación de las frecuencias, también se tienen frecuencias para uso exclusivo como lo es la comunicación con aeronaves, que utilizan una frecuencia específica con una gran cantidad de canales.

Figura 33. Radio tierra aire y cargador de baterías múltiple



En las fotografías podemos observar del lado izquierdo un radio con frecuencia específico para comunicación con aeronaves y del lado izquierdo un cargador múltiple de baterías, ambos representan algunos de los equipos utilizados en el almacén de radiocomunicaciones.

### 3.2.1 Equipos fijos o bases

Se clasifican así a los equipos de radiocomunicaciones, que después de que se instalan, no pueden y no deben ser movidos de ese lugar, motivado al peso del equipo o a la incomodidad de ser transportados.

Regularmente estos equipos están fijados permanentemente a estructuras o mobiliarios permanentes, y su desinstalación es complicada. En la fotografía podemos observar un ejemplo

Figura 34. **Equipos de radiocomunicaciones fijos emplazados en un rack**



Estos racks están fijados a unos tonillos que se encuentran fundidos en la losa, los equipos se atornillan a los racks y permanecen con aire acondicionado y a temperatura regulada.

### **3.2.2 Equipos móviles**

Son los equipos que se pueden transportar de un lugar a otro, sin riesgo de ocasionarles mayor daño, de igual forma requieren de una fuente de alimentación externa de gran capacidad, estos son instalados regularmente en vehículos, aeronaves y barcos.



Figura 35. Radios móviles



### 3.2.3 Equipos portátiles

Son equipos de dimensiones menores a las de los móviles, pero utilizan baterías de menor tamaño y de gran capacidad de reserva. Están diseñados para ser transportados de un lugar a otro por cualquier persona.

Figura 36. Radios portátiles



### 3.2.4 Accesorios para equipos portátiles

Son todos aquellos dispositivos que complementan un equipo de radiocomunicaciones, pueden variar según el tipo de función que desempeñe el radio o al entorno que exige su uso principal, como por ejemplo: función urbana, industrial, en lugares con mucho ruido o discretos para escoltas.

Figura 37. Accesorios para radios portátiles



Figura 38. Audífonos para radios



En la primera fotografía se puede observar arneses, antenas, baterías, clips u otros accesorios, y en la segunda se muestran varios audífonos para diversos usos y aplicaciones.

### **3.3 Diseño de estructura**

El objetivo de la fabricación es contar con una estructura en la cual sea posible el montaje en alto, de una antena para conformar una unidad de recepción y transmisión móvil, para cubrir las actividades en los diferentes lugares de la república que no cuenten con la cobertura de los puntos de repetición fijos ya establecidos.

#### **3.3.1 Definición de parámetros base para el diseño de la estructura**

Para poder iniciar el diseño de la estructura, es necesario definir primero el uso que se desea que desempeñe, teniendo esto claro se debe especificar las magnitudes básicas como: el tamaño, el peso, los materiales de la misma, la herramienta para su ensamblaje, etcétera.

La estructura debe ser móvil, esto indica que debe ser armable y que las piezas no deben ser muy grandes, esto para lograr transportarlas sin mayor inconveniente, por otra parte el armado debe ser lo mas sencillo posible para que cualquier miembro de la institución tenga la capacidad de realizar el montaje, siguiendo breves y sencillas instrucciones.

Los parámetros utilizados para el diseño de la estructura son:

- Las piezas desarmadas deben de caber en la caja de carga de un vehículo tipo Pick Up doble cabina
- Que el armado de la estructura pueda ser realizado por una sola persona
- Que el tiempo de armado de la estructura no rebase los 30 minutos
- Que la fabricación de la estructura no requiera de piezas o materiales especiales, que se tengan que adquirir en el extranjero
- Totalmente metálica
- Los diseños realizarlos en Autocad

### **3.3.2 Medición de antena**

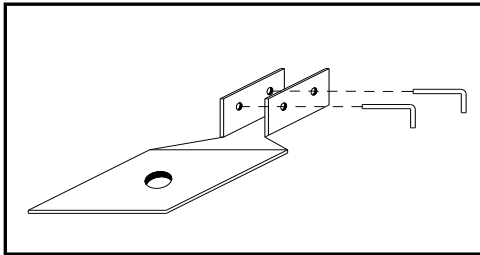
Para iniciar el diseño de la estructura, primero se debe conocer las medidas de la antena para la cual se esta fabricando, y definir así el tamaño de los mástiles en los que irá sujeta la antena, y con esto se determina el tamaño adecuado del resto de las partes de la estructura.

La estructura fue diseñada para una antena con frecuencia de trabajo de 800 Mhz de forma cilíndrica, con un largo de 52 pulgadas y un diámetro de 2 pulgadas, el extremo de sujeción consta de dos varillas tipo “U” roscadas, separadas por una distancia de 4 pulgadas, estas varillas sujetan la antena al mástil de la estructura, en la que se realice el montaje. Por último, un dato importante es el peso, por los materiales con que son fabricadas, las antenas son muy livianos, en este caso la antena tiene un peso de 8 libras, el bajo peso de la antena contribuye al diseño de la estructura, debido a que la resistencia de los materiales esta muy por encima de esa fuerza.

### 3.3.3 Diseño de los afianzadores de los soportes

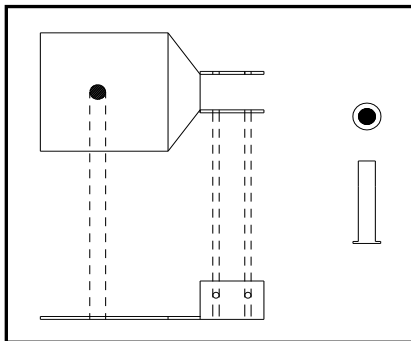
Estas piezas se ajustan en el extremo de cada uno de los cuatro soportes, su función es mantener afianzadas las pesas que se coloquen, para asegurar que los soportes permanezcan asentados en el suelo, debido a que la estructura no se fijará al suelo para evitar perforaciones o daños a las instalaciones en donde se arme la estructura.

Figura 39. Afianzadores de los soportes

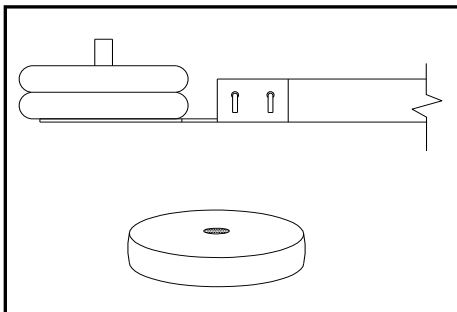


Esta pieza se fija al extremo del soporte, colocándolo dentro y atravesando los dos pasadores "L" que se muestran.

Dentro del orificio de la placa se coloca una barra que servirá de eje a las pesas que se coloquen



Vista en planta y en perfil de la barra eje de las pesas y de la placa afianzadora.



Vista en perfil de la placa afianzadora totalmente armada.

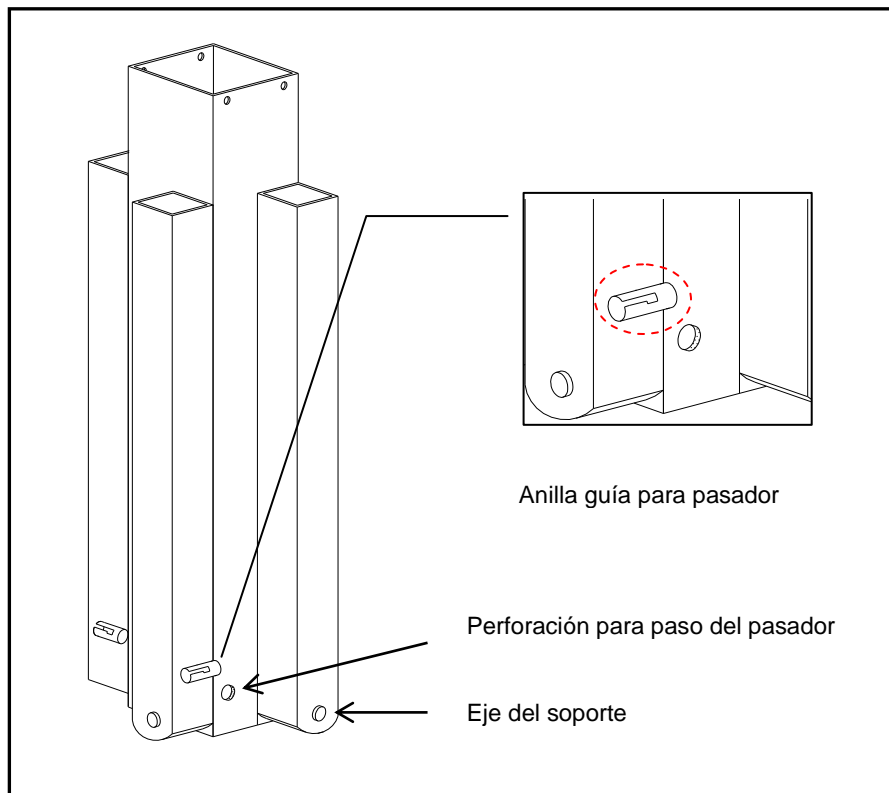
Se observan las dos pesas ya colocadas, la barra eje y los dos pasadores.

Modelo de las pesas recomendadas

### 3.3.4 Diseño de los soportes y columna

Los soportes (patas) estarán fijos a la parte inferior de la columna de la estructura (parte vertical), estos deben ser giratorios para reducir el tamaño y facilitar su transporte.

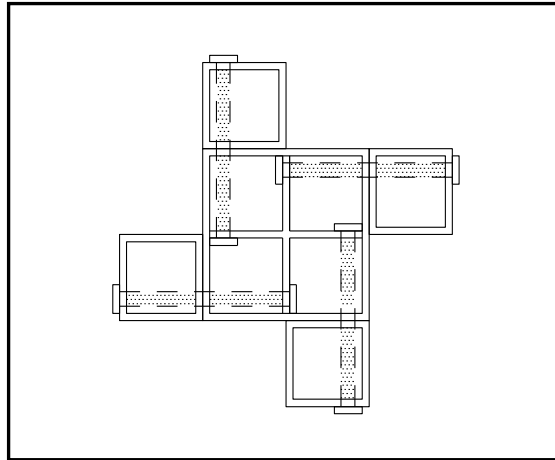
Figura 40. Columna de la estructura con soportes plegados



En la figura se puede observar la columna de la estructura (viga cuadrada mayor) y un soporte (viga cuadrada menor) en cada una de las caras de la columna, estos soportes son giratorios respecto de un eje fijo, que se encuentra en la parte inferior de la columna hasta adoptar la posición horizontal asegurados en esa dirección con un pasador.

Cuando los cuatro soportes se encuentran en posición horizontal, la estructura se equilibra, manteniendo la columna en posición fija y vertical.

Figura 41. Ejes de soportes vistos en planta



La ilustración muestra la vista en planta de los ejes de cada uno de los soportes, colocados en la parte inferior de la columna.

### 3.3.5 Diseño de pieza pivotante de fijación

La estructura consistirá en dos mástiles que son armados horizontalmente y luego se colocan en posición vertical mediante una pieza que se fija a la parte superior de la columna, esta pieza sirve como eje entre el mástil y la columna, a esa pieza se le ha denominado “pieza pivotante de fijación”.

Figura 42. Pieza pivotante de fijación

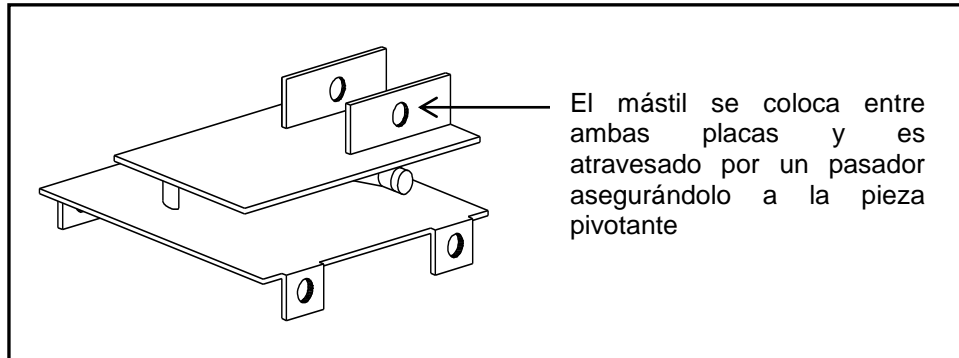
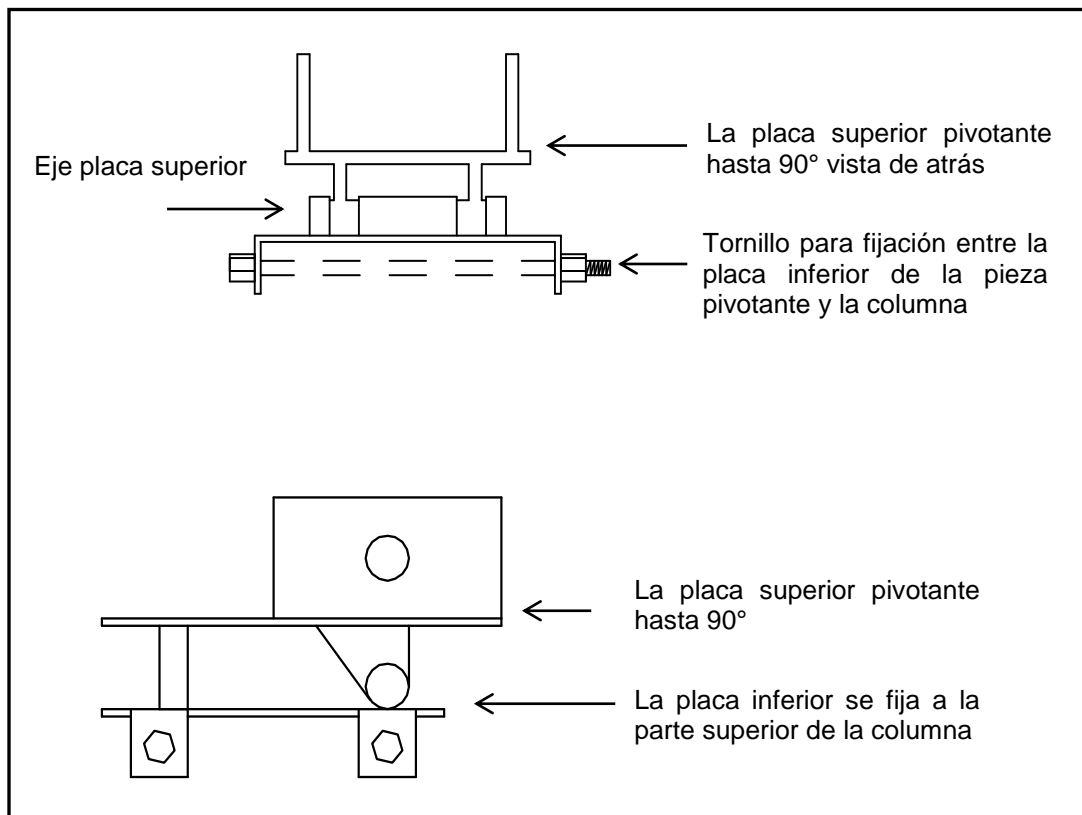


Figura 43. Pieza pivotante de fijación en vista trasera y en perfil





### 3.3.6 Diseño de mástiles y unión

Los dos mástiles con los que consta la estructura son diferentes, en cuanto a diseño y medidas, el primero va asegurado a la columna en dos puntos, el primer punto es en la pieza pivotante de fijación y el segundo es en el extremo inferior del mástil, en el cual se encuentran dos perforaciones que son atravesadas con dos pernos al alinear el mástil dentro de dos placas tipo "S" previamente montadas.

Figura 44. **Mástiles**

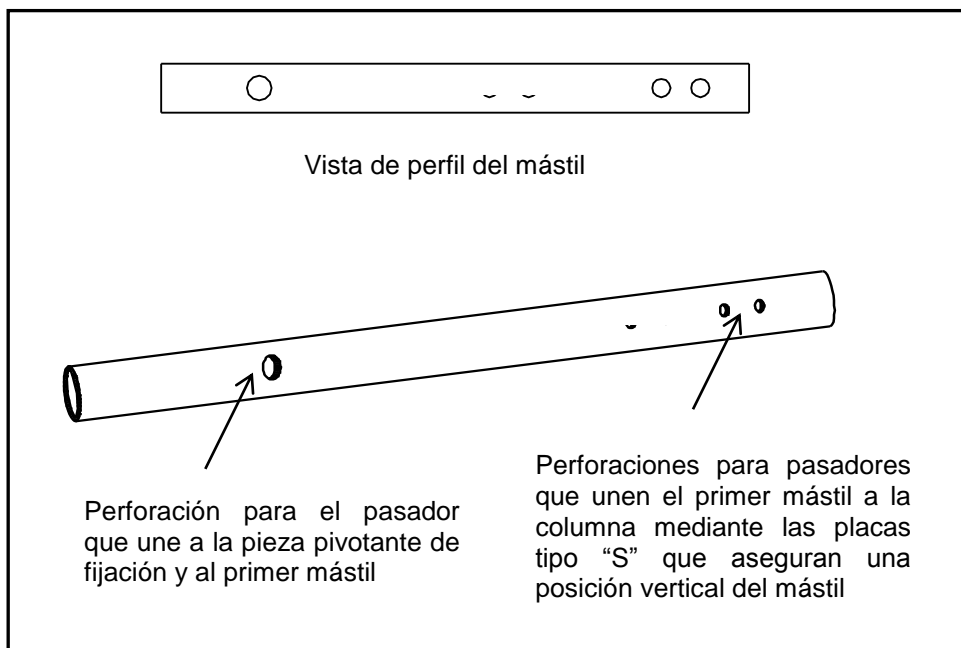
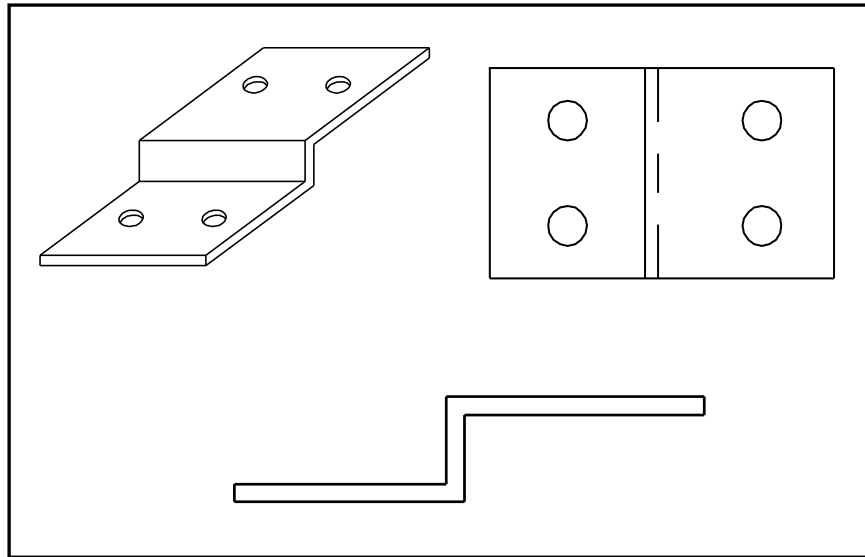


Figura 45. Placas tipo "S"



Las placas tipo "S" que se muestran en la parte superior, son las piezas que asegurarán al mástil con la columna para mantenerlo en posición vertical.

La unión entre ambos mástiles se realizará utilizando el diseño de bridas, con la variante que entre ambos tubos se colocará una pieza maciza para reforzar la unión.

Figura 46. Extremos para unión entre los mástiles

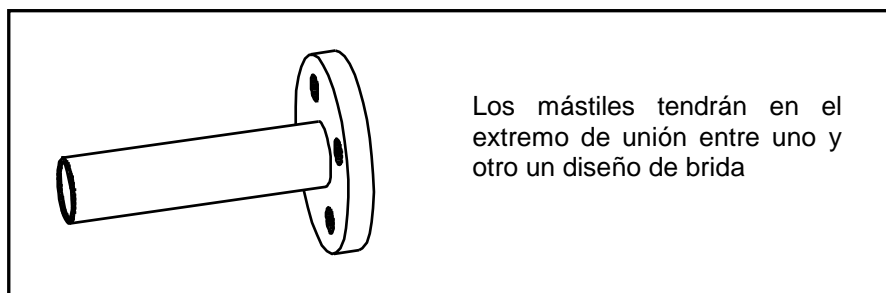


Figura 47. **Extremo para unión entre los mástiles visto en planta**



Figura 48. **Pieza intermedia para las uniones entre los mástiles**

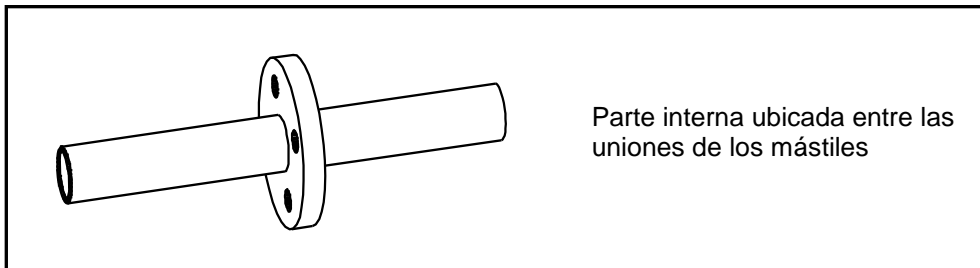
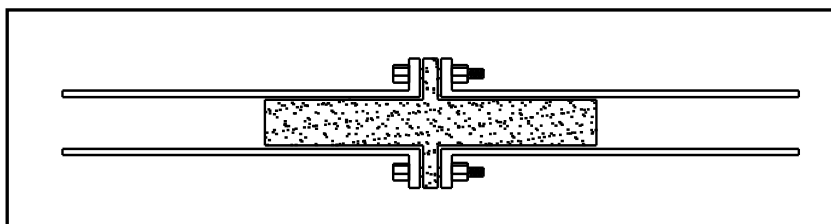


Figura 49. **Mástiles unidos, vista en corte**



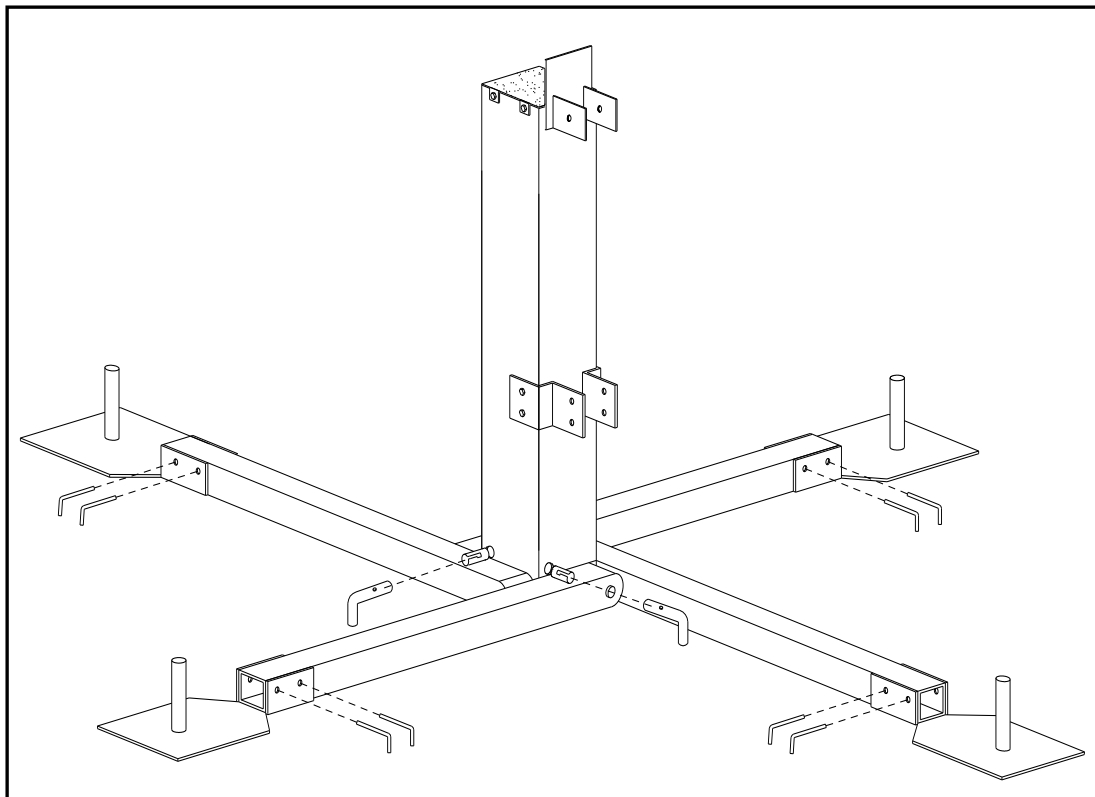
En la última figura se puede observar una vista en corte de como quedarían unidos ambos mástiles

### 3.3.7 Modelo completo de la estructura

El proceso de armado de la estructura se debe realizar de abajo hacia arriba, es decir, iniciando con la colocación de los afianzadores de los soportes (patas) previamente colocados en posición horizontal y luego las piezas superiores.

A continuación se observa en la figura 50 la estructura completamente ensamblada, en la que se puede notar que la placa superior de la pieza pivotante se encuentra en posición vertical y las placas tipo “S” ya se encuentran colocadas.

Figura 50. Estructura completa



### **3.4 Análisis financiero**

A diferencia de la iniciativa privada, en las instituciones de estado el objetivo de los proyectos no es generar ganancias económicas, sino obtener beneficios sociales o beneficios para la institución como tal, en este caso es la reducción de los costos de comunicación con la implementación de repetidoras móviles de transmisión y un adecuado control de asignación y registro en el almacén de radiocomunicaciones.

#### **3.4.1 Parámetros para el cálculo de los costos**

Para la evaluación financiera, todos los costos se estimarán de forma mensual, para un período de 4 años con un promedio de 12 comisiones mensuales, tanto para los grupos de “comitivas” (caravanas) como para los grupos de “seguridad de instalaciones” y un total de 24 equipos de radiocomunicación por cada comisión.

##### **3.4.1.1 Valores actuales**

Actualmente, el almacén de radiocomunicaciones incurre en los gastos que a continuación se detallan:

#### **Oficina**

Aquí se incluyen los diferentes costos asociados al funcionamiento del almacén de radiocomunicaciones, dedicados específicamente al despacho de equipo, como aquellos materiales que se utilizan para anotar los registros de entrega y devolución.

- Papelería      Q 40,00

- Impresión Q 200,00

### Desgaste

Con el uso actual el equipo de comunicaciones ha presentado una vida útil aproximada de 4 años, de lo que se deriva lo siguiente:

- Valor del equipo Q 7 000,00
- Vida útil 4 años

Obteniendo el monto mensual correspondiente por desgaste.

$$(7\ 000/4) / 12 = \mathbf{Q\ 145,83\ /mes}$$

### Telefonía

La institución autoriza el apoyo en gastos de telefonía a los encargados de los dispositivos de cada comisión, cubriendo el costo de tarjetas telefónica de la siguiente denominación:

Tabla I. **Clasificación de gastos de telefonía actuales**

No	Tipo de gasto	Monto (Q)
1	Jefe de caravana	100,00
2	Subjefe de caravana	50,00
3	Jefe de unidad avanzada	50,00
4	Jefe de seguridad a instalaciones	50,00
	<b>TOTAL</b>	<b>250,00</b>

Multiplicando las 12 comisiones mensuales por el monto total de tarjetas se tiene:

$$(Q250) (12) = \mathbf{Q\ 3\ 000,00\ /mes}$$

En algunos casos en las comisiones es necesario la utilización de telefonía satelital, teniendo un costo aproximado de \$ 6 el minuto (según la tarjeta), mensualmente se emplea un aproximado de 15 minutos de este tipo de servicio.

Convirtiendo a Quetzales

$$(6)(8)(15) = \mathbf{Q\ 720,00 /mes}$$

### **Sueldos**

Cada uno de los dos empleados que laboran en el almacén de radiocomunicaciones, tiene un sueldo por hora de Q 20,83. El tiempo para entrega de un equipo es de 2'25" y para devolución es de 1'48". Con esto se calcula el valor monetario del tiempo que los empleados dedican a estas tareas.

Convirtiendo el tiempo a minutos se tiene:

$$\text{Entrega: } 2'25" = 2,42 \text{ minutos}$$

$$\text{Devolución: } 1'48" = 1,80 \text{ minutos}$$

Para obtener el tiempo utilizado por cada operador, para el despacho de equipo de comunicaciones, multiplicar la cantidad de radios, por el número de comisiones por el tiempo de cada actividad.

$$\text{Entrega: } (2,42)(24)(12) = 696,96 \text{ minutos}$$

$$\text{Devolución: } (1,80)(24)(12) = 518,40 \text{ minutos}$$

Sumando ambos, se adquiere el tiempo total.

$$6\ 969,96 + 518,40 = 1\ 215,36 \text{ minutos}$$

Convirtiendo el tiempo a horas

$$(1\ 215,36/60) = 20,26\ \text{hrs}$$

Para calcular el valor monetario equivalente por empleado dedicado a la actividad de despacho de equipo de radiocomunicaciones, se multiplica la cantidad de horas por el valor de cada hora.

$$(20,83\ \text{Q/hr})(20,26\ \text{hr}) = \text{Q}\ 422,02$$

Debido a que son dos empleados se multiplica por dos.

$$(\text{Q}\ 422,02)(2) = \text{Q}\ 844,04$$

Resumiendo todos los gastos se tiene:

Tabla II. **Resumen general de gastos mensuales actuales**

No	Tipo de gasto	Monto (Q)
1	Papelería	40,00
2	Impresión	200,00
3	Desgaste de equipo	145,83
4	Telefonía celular en comitivas	2 400,00
5	Telefonía celular en seguridad a instalaciones	600,00
6	Telefonía satelital	720,00
7	Sueldos	844,00
	<b>TOTAL</b>	<b>4 949,83</b>



### 3.4.1.2 Costos asociados a la implementación y funcionamiento del proyecto

Al desarrollar el proyecto, se automatizará el funcionamiento en el almacén de radiocomunicaciones, realizando todos los registros de forma digital y no física (a mano en hojas de papel) como en la actualidad. Así mismo con la fabricación de la estructura para el montaje de la repetidora de radio se reduce considerablemente el uso de la telefonía como medio de comunicación.

#### Inversión

La cotización incluye el valor de los equipos, software y la capacitación. Los equipos y el sistema tienen un costo de mantenimiento mensual de Q 291,67

Tabla III. Descripción de gastos de inversión

No	Tipo de gasto	Monto (Q)
1	Lector infrarrojo	1 827,50
2	Impresora de códigos de barras	4 207,50
3	Cinta de polyester	241,40
4	Etiquetas de uretano	212,50
5	Instalación y pruebas	1 000,00
	<b>TOTAL</b>	<b>7 488,90</b>

#### Oficina

En papelería se ahorraría un 46% ya que las asignaciones de equipo ya no se registrarían de forma física (en hojas) sino de forma digital (en el sistema) quedando para uso casi exclusivamente en la realización de los reportes e informes.

Ya que se ahorra el 46% de los gastos en papelería se estima el valor del 54% de los gastos actuales en ese rublo.

Valor actual	Q 40,00
Valor estimado	54% de la cantidad actual

$$(Q40)(54\%) = \mathbf{Q 21,60}$$

Las impresiones en el almacén se reducirían un 61%, disminuyendo por el casi inexistente uso de boletas y formularios para los registros elaborados a mano, utilizándose únicamente para la realización de notas y reportes.

Valor actual	Q 200,00
Valor estimado	39% de la cantidad actual

$$(Q 200)(39\%) = \mathbf{Q 78,00}$$

Se incluyen los valores mensuales de las cintas de Polyester y etiquetas de uretano para la impresión de los códigos de barras

Cinta de polyester	<b>Q 120,70</b>
Etiquetas de uretano	<b>Q 106,25</b>

Al contar con la estructura y montar la repetidora se utilizará un promedio de 8 galones de combustible mensuales para la planta eléctrica que alimentará el equipo.

Valor del galón de combustible	Q 30,00
Cantidad de galones al mes	3

$$(Q30,00)(3) = \mathbf{Q 240,00}$$

## Desgaste

Al disponer de un historial de registro y asignación de forma digital, actualizado e inmediato con el uso del sistema, es posible la dosificación nivelada en la asignación de los equipos, evitando el desgaste prematuro en algunos, manteniendo una asignación equitativa.

Para la asignación de equipos se realizan roles entre la totalidad de los equipos, para que todos sufran el mismo desgaste por la utilización en comisiones, pero al realizar un historial de asignación de los equipos, se determinó que en promedio un 45% del equipo se vuelve a asignar antes que termine el rol completo, esto se debe a que no existe una forma inmediata de confirmar las fechas de asignación que han tenido los equipos, ya que se tendría que revisar hoja por hoja y realizar un conteo, ni tampoco un método para organizarlos físicamente en los estantes. Este porcentaje desaparecería totalmente con la implementación del proyecto debido a que el sistema desplegaría de forma inmediata el historial de asignación de cada equipo y su respectiva ubicación en las cajas de almacenaje.

Por lo tanto, el costo por desgaste de equipo se reduciría en un 45% al implementar el sistema. El monto de desgaste sería entonces el 55% del valor actual.

Valor actual	Q 145,83
Valor estimado	55%

$$(Q145,83)(,55) = Q 80,20$$

Se calcula el desgaste para el lector infrarrojo y la impresora de código de barras tomando como referencia los 4 años de vida útil que establece el fabricante.

Valor lector	Q 1 827,50
Valor impresora	Q 4 207,50
Valor total	(1 827,50 + 4 207,50) = Q 6 035,00

Calculando el desgaste mensual

$$(6\ 035,00/48) = Q\ 125,73$$

Para obtener el desgaste total, se suma el desgaste del equipo de radios y el del equipo de código de barras.

$$\text{Desgaste total} = Q\ 80,20 + Q\ 125,73 = \mathbf{Q\ 205,93}$$

### **Telefonía**

Al contar con la estructura para el montaje de la repetidora de radiocomunicaciones, se podrá cubrir un promedio de por lo menos 2 de las 3 comisiones que se realizan a la semana, disminuyendo el uso de telefonía. Con el uso de la repetidora se tendría entonces que en lugar de utilizar la comunicación telefónica en 12 comisiones al mes, sólo será necesario utilizarla en 4.

Se prescindiría del uso de telefonía satelital para las comisiones dentro de la república, ya que al contar con una repetidora móvil se logra el enlace de comunicación por radio con las repetidoras fijas, teniendo cobertura en toda la república.

El gasto por telefonía celular, para comitivas y seguridad de instalaciones con la implementación del proyecto se calcula utilizando 4 comisiones al mes.

$$(Q\ 250,00)(4) = \mathbf{Q\ 1\ 000,00\ al\ mes}$$

### **Sueldos**

Con la automatización del almacén de radiocomunicaciones los tiempos de las actividades se reducen significativamente, lo que deriva una menor utilización del tiempo del empleado para realizar el despacho de equipo.

Los tiempos de despacho con utilización del código de barras se reducen a los siguientes valores:

Entrega: 37" = 0,62 minutos

Devolución: 38" = 0,63 minutos

Calculando el tiempo mensual utilizado para despacho de equipo

Entrega:  $(0.62)(24)(12) = 178,56$  minutos

Devolución:  $(0.63)(24)(12) = 181,44$  minutos

Sumando ambos, se adquiere el tiempo total de 360 minutos

Convirtiendo el tiempo a horas

$$(360/60) = 6\ hrs$$

Obteniendo el valor monetario equivalente por empleado dedicado a la actividad de despacho de equipo de radiocomunicaciones

$$(20,83 \text{ Q/h})(6 \text{ h}) = \text{Q } 124,98$$

Debido a que son dos empleados se multiplica por dos.

$$(\text{Q } 124,98)(2) = \text{Q } 149,96$$

## Resumen

Separando los gastos mensuales de los gastos únicos

Tabla IV. **Resumen general de gastos mensuales al implementar el proyecto**

No	Tipo de gasto	Monto (Q)
1	Papelería	21,60
2	Impresión	78,00
3	Desgaste de equipo de radio	80,20
4	Desgaste de equipo de código de barras	125,73
5	Telefonía cel. en comitivas e instalaciones	1 000,00
6	Sueldos	149,96
7	Cinta de polyester	120,70
8	Etiquetas	106,25
9	Mantenimiento	291,67
10	Combustible	240,00
	<b>TOTAL</b>	<b>2 214,11</b>

Tabla V. **Gastos iniciales para la implementación del proyecto**

No	Tipo de gasto	Monto (Q)
1	Inversión	7 488,90
2	Estructura	1 800,00
	<b>TOTAL</b>	<b>9 288,90</b>

### 3.4.2 CAUE de proyecto

El costo anual uniforme equivalente (CAUE) es un método matemático financiero, que consiste en clasificar todos los ingresos y egresos asociados a un proyecto y convertirlos en una serie de pagos uniformes a lo largo de un período de tiempo determinado. Cuando el CAUE es positivo, nos indica que los ingresos son mayores a los egresos, es decir, el proyecto es viable, por otro lado si el resultado es negativo, significa que los egresos son mayores a los ingresos, lo que representa una pérdida en el proyecto por lo que debe ser rechazado.

Anteriormente, se calcularon los costos mensuales, con los que en la actualidad funciona el almacén de radiocomunicaciones, estos ascienden a un total de Q 4 949,83 este monto representa una serie de pagos uniformes que la institución costea para asegurar las comunicaciones en los diferentes operativos de seguridad, es decir, este valor es el CAUE actual.

La implementación del proyecto tiene varios costos asociados, tanto de inversión como de funcionamiento, para que la alternativa del proyecto sea aceptada, debe representar un CAUE (o serie de pagos) menor al que se tiene actualmente.

Es decir:

$$CAUE_{\text{proyecto}} < CAUE_{\text{actual}}$$

Para realizar el cálculo se define un período de 4 años (vida útil de los equipos), un valor de rescate cero, y una tasa de retorno del 25% anual.

Se tiene entonces:

$$CAUE_{\text{proyecto}} = CAUE_{\text{inversión}} + \text{Costo mensual}$$

Fórmula para calcular el CAUE<sub>inversión</sub>

$$A = P \left[ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

De Donde:

A= Anualidad

P= Cantidad presente (inversión en Q)

n= Número de períodos (en meses)

i = Interés (mensual)

Entonces:

A= ?

P= Q 9 288,90

n= 48 meses

i = 2,08 mensual

Sustituyendo en la fórmula

$$A = 9\,288,90 \left[ \frac{0,0208(1 + 0,0208)^{48}}{(1 + 0,0208)^{48} - 1} \right]$$

$$A = 9\,288,90 \left[ \frac{(0,0208)(2,69)}{(2,69 - 1)} \right]$$

$$A = 9\,288,90 \left[ \frac{0,055952}{1,69} \right]$$



$$A = (9\,288,90)(0,03311) = Q\,307,53$$

$$CAUE_{\text{inversión}} = Q\,307,53$$

Sustituyendo en la formula:

$$CAUE_{\text{proyecto}} = CAUE_{\text{inversión}} + \text{Costo mensual}$$

$$CAUE_{\text{proyecto}} = Q307,53 + Q2\,214,11$$

$$\mathbf{CAUE_{\text{proyecto}} = Q\,2\,521,64}$$

Al comparar el CAUE actual (Q 4 949,83) con el CAUE del proyecto (Q 2 521,64), se observa un ahorro considerable en los costos de funcionamiento, por lo que se justifica la implementación del proyecto.

## **4. FASE DE DOCENCIA**

### **4.1 Procedimiento de entrega y devolución**

Con la implementación del proyecto surgen nuevos procedimientos y se desarrollan otros que sin la automatización eran excesivamente lentos y trabajosos.

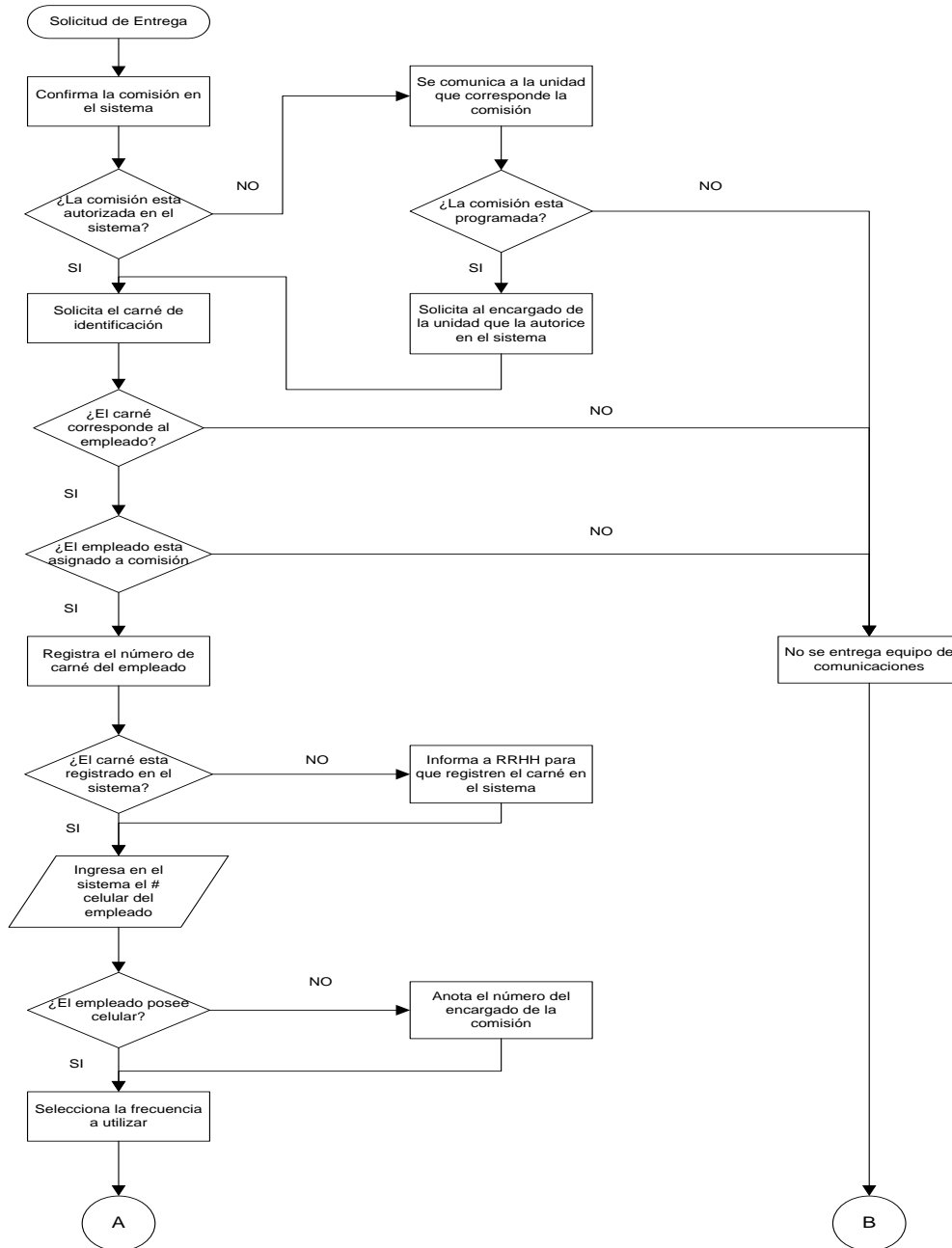
Las actividades que más se realizan en el almacén de radiocomunicaciones corresponden al despacho de equipo (entrega y devolución) y esas precisamente son las que más deficiencias e inconvenientes presentan.

Es primordial definir y plasmar un procedimiento ordinario para cada tarea, pero es igual de importante tomar en cuenta todos aquellos factores externos que se presentan en algunos casos y poder detallar una acción inmediata en cada caso.

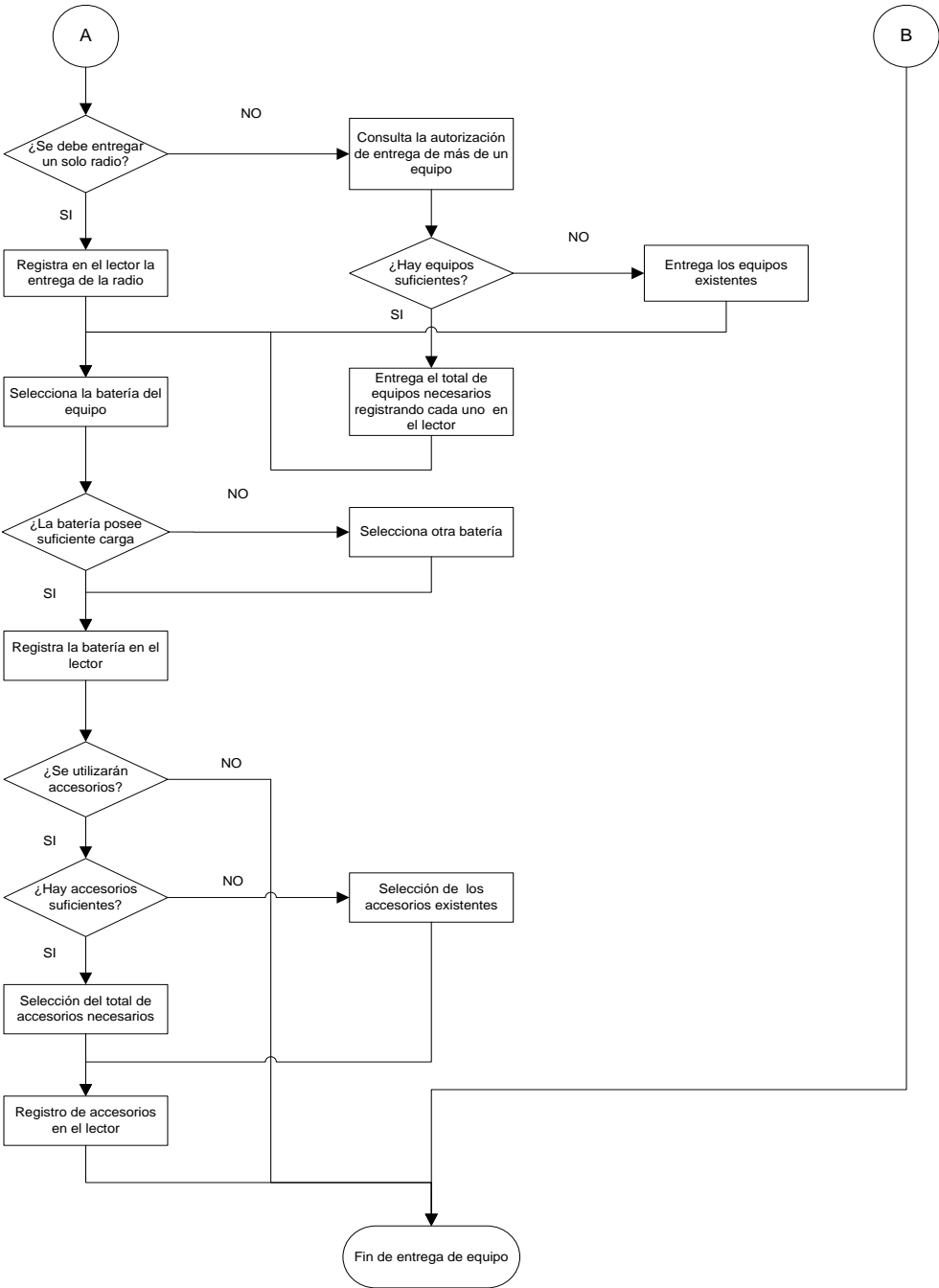
Con la utilización de flujogramas se plasma el procedimiento ordinario y también todas aquellas posibles situaciones especiales con los que el encargado del almacén de radiocomunicaciones pueda toparse en cualquiera de las tareas de despacho de equipo, definiendo también la acción inmediata a tomar en cada caso, para encausar siempre al procedimiento ordinario establecido.

### 4.1.1 Flujograma del proceso de entrega

#### Flujo de procesos propuesto Entrega de equipo de radiocomunicaciones

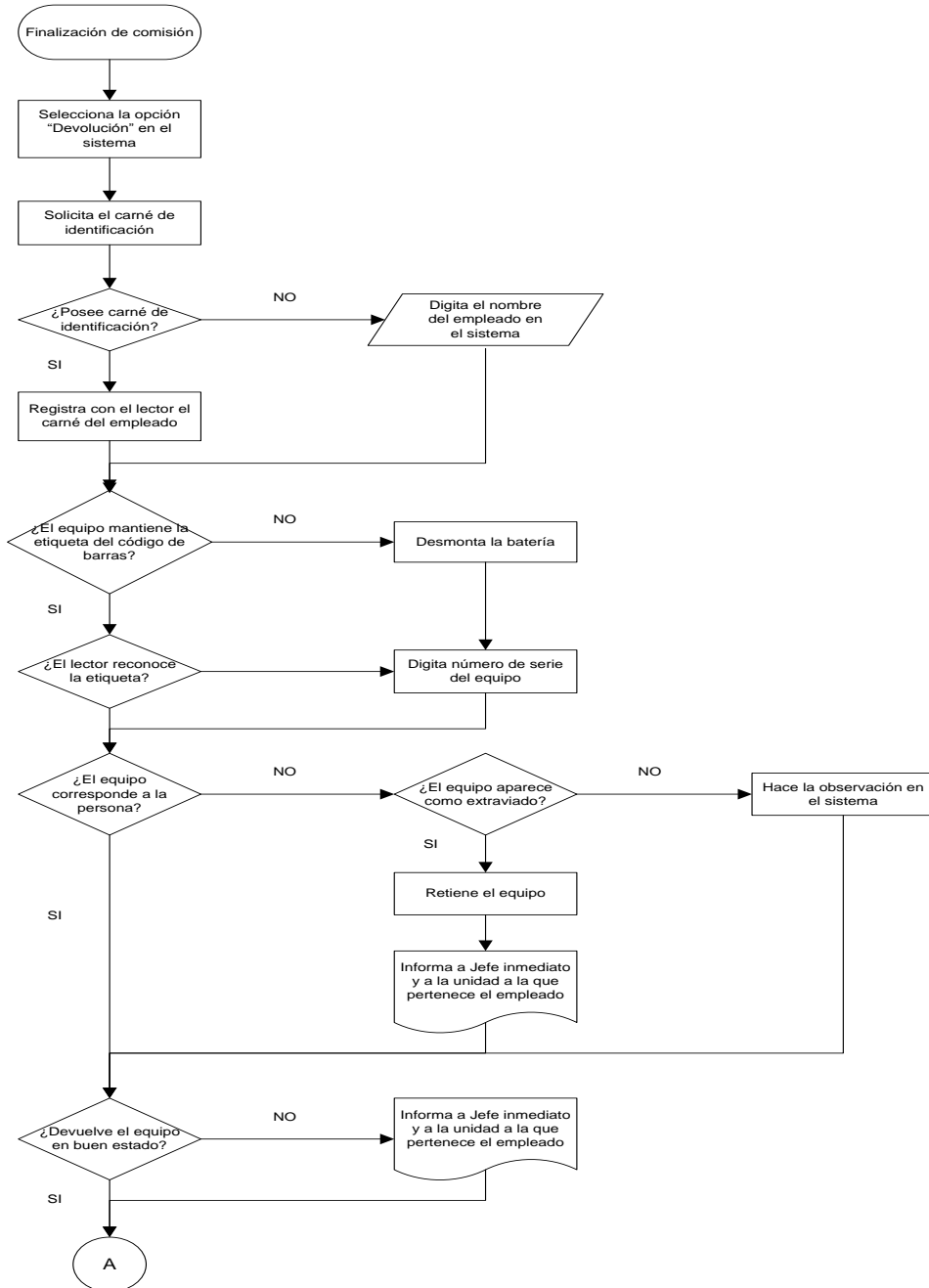


# Flujo de procesos propuesto Entrega de equipo de radiocomunicaciones

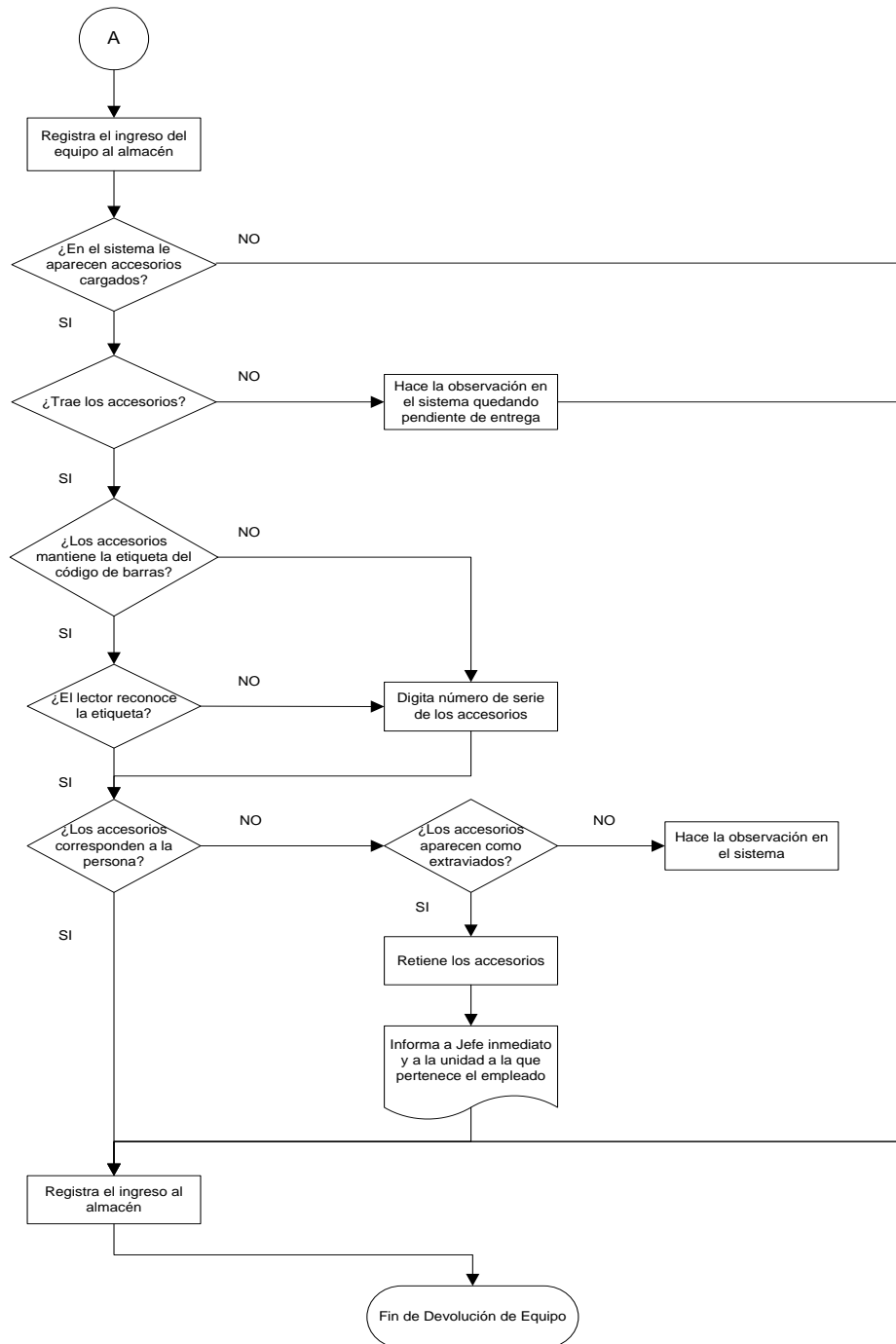


## 4.1.2 Flujograma de proceso de devolución

### Flujo de procesos propuesto Devolución de equipo de radiocomunicaciones



## Flujo de procesos propuesto Devolución de equipo de radiocomunicaciones



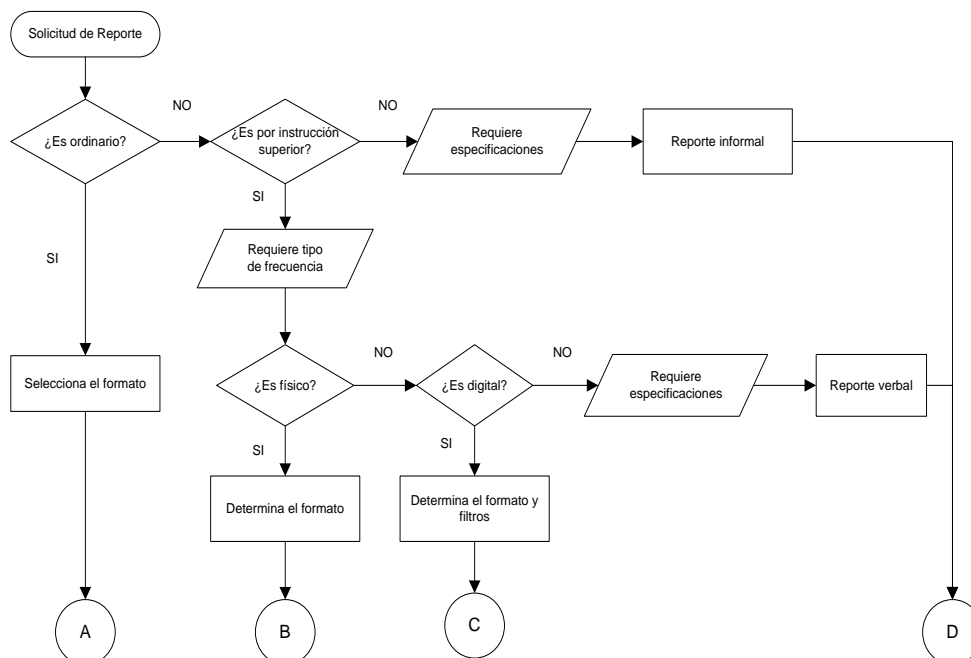
## 4.2 Procedimiento de historial y registro

Una de las principales ventajas que representa la implementación del proyecto, es el contar de forma inmediata y exacta el movimiento que han tenido los equipos respecto a sus asignaciones.

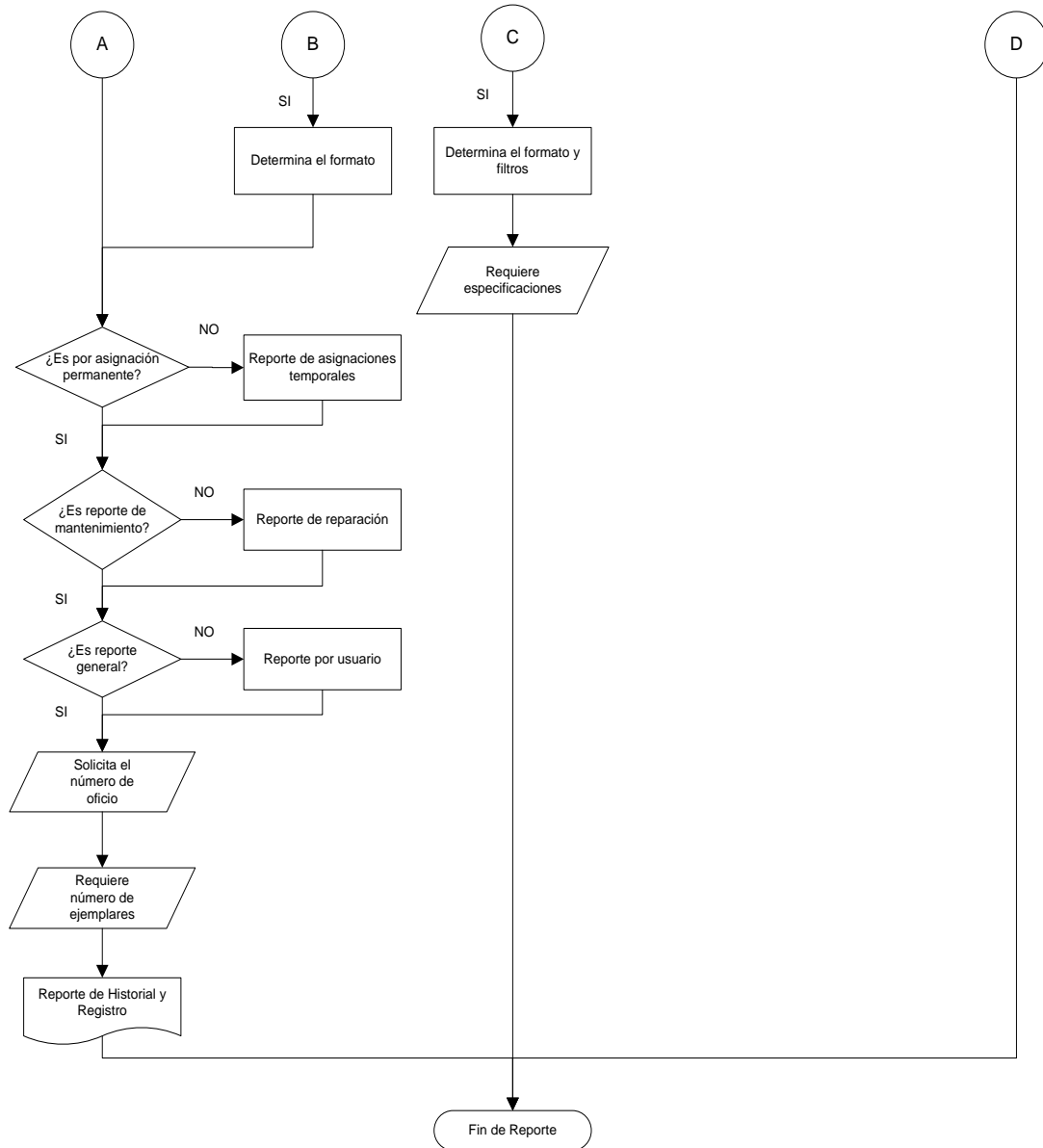
Se implementará la elaboración de un historial y registro de equipo por medio de reportes periódicos, dirigidos al director de área de comunicaciones, para que verifique el uso balanceado de los equipos con el fin de evitar su desgaste prematuro y de conocer la forma en que están siendo administrados.

### 4.2.1 Flujograma del procedimiento de historial y registro

Flujo de procesos propuesto  
Para el historial y registro



## Flujo de procesos propuesto Para el historial y registro



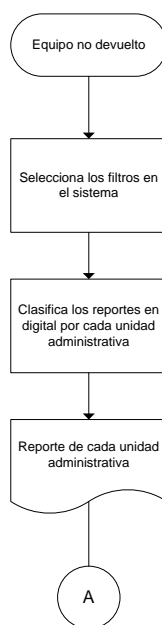


### 4.3 Procedimiento de recuperación de equipo de radiocomunicaciones

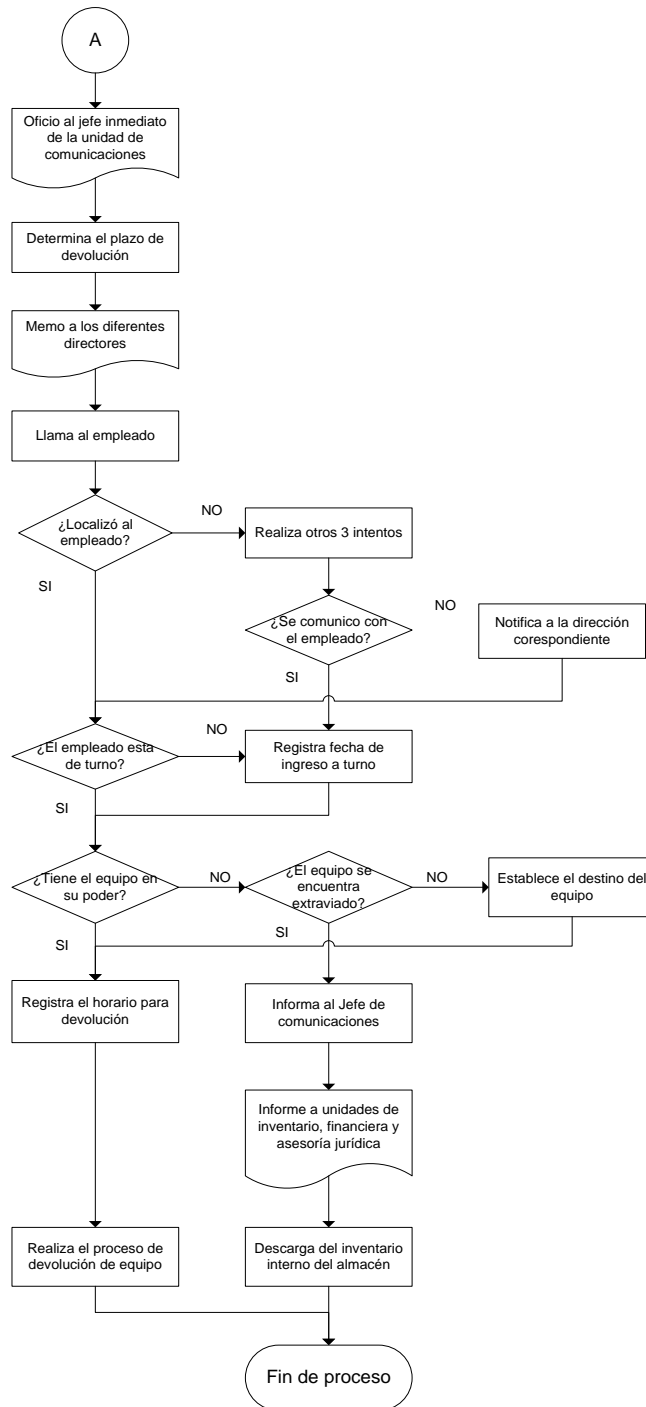
Una de las causas de la falta de equipo de radiocomunicaciones disponible en el almacén, se debe a que no existe un procedimiento de recuperación de equipo, esto se hace necesario en el momento que el personal al que se le ha entregado equipo no realiza la devolución, manteniendo el equipo en desuso, para eliminar este inconveniente se establece la creación de un procedimiento de recuperación de equipo entre la unidad que asigna las comisiones y el almacén de radiocomunicaciones, el cual constará de elaborar un procedimiento post comisión, que involucra al encargado del almacén, el encargado del personal de la comisión y al encargado que asignó ese personal a dicha comisión.

#### 4.3.1 Flujograma del procedimiento de recuperación de equipo

Flujo de procesos propuesto  
Recuperación de equipo de radiocomunicaciones



## Flujo de procesos propuesto Recuperación de equipo de radiocomunicaciones



#### **4.4 Capacitación en transmisiones seguras**

Un factor indispensable en los procedimientos de seguridad es la confidencialidad y el correcto manejo de la información, esta puede ser comunicada de forma visual, escrita o verbal, la más utilizada en la institución es en forma verbal y en su gran mayoría vía radio, es por eso que se elaborarán capacitaciones en el uso seguro de las transmisiones seguras.

##### **4.4.1 Competencia específica**

Capacitar al personal de la Secretaría de Asuntos Administrativos y Seguridad en la forma correcta de establecer y mantener una comunicación segura en las radio transmisiones.

##### **4.4.2 Problema por resolver**

En la institución se maneja una gran cantidad de información; sensible o confidencial debido a la naturaleza de la misma, lo que hace que sea vital el mantener en reserva la información e instrucciones de los dispositivos de seguridad en el desarrollo de los mismos, siendo útil la implementación de un programa de capacitación permanente e instruir al personal en transmisiones seguras, tomando en cuenta que en la actualidad no existe ese tipo de capacitación en la institución.

##### **4.4.3 Metodología**

La capacitación estará dividida en dos partes; la parte teórica y la parte práctica. Se conformarán grupos de 20 personas y se desarrollarán talleres con

un total de 40 horas divididas en 4 horas diarias durante 10 días hábiles, la instrucción será impartida por el servicio de transmisiones militares del Ministerio de la Defensa Nacional.

#### **4.4.4 Material didáctico**

El servicio de transmisiones militares del Ministerio de la Defensa Nacional apoyará con instructores e instalaciones y la SAAS proveerá los equipos y los materiales correspondientes.

- 1 Salón de clases
- 1 Proyector
- 1 Laptop
- 1 Pantalla
- Folletos
- 25 Radiotransmisores 800 Mhz
- 25 Radiotransmisores 400 Mhz
- 25 Radiotransmisores UHF y VHF

#### **4.4.5 Plan de estudio**

##### **4.4.5.1 Parte teórica**

- Aspectos Legales
  - Ley General de Telecomunicaciones
    - Título IV Espectro radio eléctrico
      - Capítulo I Disposiciones Generales
        - Artículo 51 Clasificación.
        - Artículo 53 Protección contra interferencia.
      - Capítulo III Bandas de Frecuencias Reservadas

- Artículo 64 Bandas Reservadas.
  - Artículo 65 Usos Estatal.
- Título VII Infracciones y sanciones
  - Capítulo Único
    - Artículo 79 Disposiciones Generales.
    - Artículo 80 Unidades de Multa.
    - Artículo 81 Infracciones y Multas.
    - Artículo 84 Pago.
- Conceptos
  - Transmisiones
  - Emisor
  - Receptor
  - Codificador
  - Decodificador
  - Radio-transmisor ó radio-emisor
  - Ciclo de la radiocomunicación
  - Frecuencia de transmisión
  - Canal de Transmisión
  - Comunicación TAC
  - Comunicación Troncalizada
  - IOT
- Códigos y Normas
  - Código Q
  - Código Fonético ICAO
  - Normas para el manejo de radio emisores
  - Normas para el uso y disciplina de radio
  - Norma para operar una red de radiocomunicación
  - Normar par la utilización y vigencia del IOT
  - Normas para la comunicación tierra/aire

#### **4.4.5.2 Parte práctica**

- Aplicación
  - Código Q
  - Código Fonético ICAO
  - Normas para el manejo de radio emisores
  - Normas para el uso y disciplina de radio
  - Norma para operar una red de radiocomunicación
  - Normar par la utilización y vigencia del IOT
  - Normas para la comunicación tierra/aire

#### **4.4.6 Evaluación**

Parte teórica: individual

Parte práctica: individual y en grupo (no mayor a 4 integrantes)

#### **4.4.7 Observaciones**

Para la parte teórica se utilizarán, un total de 4 días (16 horas) y se llevará acabo en clase y para la parte práctica se utilizarán, un total de 6 días (24 horas), la parte práctica se realizará como trabajo de campo, en áreas abiertas, cerradas, con ruido, silenciosas, para trasladar y recibir información codificada, la cual debe ser correctamente interpretada.



## CONCLUSIONES

1. Al contar con una unidad de transmisión y repetición móvil se ampliará la autonomía de las actividades de la institución, asegurando las comunicaciones en cualquier lugar de la república sin depender de la telefonía fija, celular o satelital.
2. Mediante la utilización de un sistema de código de barras, los tiempos de entrega y devolución de equipo de radiocomunicaciones se disminuyen en un 75% y 65% respectivamente.
3. Los procesos en el almacén de radiocomunicaciones sin la implementación del proyecto son obsoletos ya que son realizados a mano, lo cual imposibilita un adecuado control y registro.
4. El tiempo disminuido por operario puede ser utilizado para la asignación de nuevas funciones, tareas o para recibir capacitaciones.
5. Con la implementación de los estantes móviles y las cajas para almacenamiento de radios portátiles, se obtendrá clasificación y reordenamiento del equipo permitiendo llevar un control de asignación y disminuir el desgaste prematuro alargando así su vida útil.
6. El sistema de código de barras mantendrá el registro e historial de uso actualizado en tiempo real, proporcionará información veraz, exacta, confiable y de forma inmediata.





## RECOMENDACIONES

1. Capacitar al personal del almacén de radiocomunicaciones, en los procedimientos idóneos de la utilización del sistema de código de barras, balanceando las tareas en ambas manos, como se muestran en los diagramas bimanuales, para lograr el porcentaje de reducción en el tiempo que se ha calculado.
2. Concientizar el uso de los estantes móviles y las cajas de almacenamiento de radios portátiles, para evitar daños en el equipo y prolongar su vida útil, llevando un orden de asignación para que el desgaste sea uniforme en todos los equipos.
3. Capacitar al personal del almacén de radiocomunicaciones, en el ensamblaje de la estructura para la colocación de la antena de la repetidora móvil, aun en situaciones de lluvia.
4. Fabricar cobertores para la estructura y sus piezas para facilitar su transporte y movilización, evitando también el extravío de alguna de sus piezas y protegiéndolas de las inclemencias de clima.
5. Proteger la estructura y sus partes con un recubrimiento protector anticorrosivo para evitar el daño en sus materiales.
6. Efectuar supervisiones periódicas del correcto desempeño en los nuevos procesos que conlleva la implementación del proyecto.



## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Blank, Leland y Anthony, Tarquin. **Ingeniería Económica**. 5ta. ed. Colombia: Mc Graw Hill, 2002
- 2 Caso Neira, Alfredo. **Técnicas de Medición**. España: Fundación Confemetal. 2004
- 3 Chase, John. **Administración de la Producción**. 3ra. ed. México: McGraw Hill. 2005
- 4 González, Francisco. **La obligación de la empresa de prevención de riesgos laborales**. España: CES. 2002
- 5 Grimaldi, John y Rollin, Simonds. **La Ergonomía Industrial**. México: Alfaomega. 2008
- 6 Macazaga, José y Alejandro, Pascual. **Organización Basada en Procesos**. España: Ra-ma. 2006
- 7 Martínez, José A. **Organización de la Producción**. España: UNED. 2002
- 8 Niebel, Benjamín. **Ingeniería Industrial Métodos y Tiempos**. España: Marcombo. 1999
- 9 Pérez, José. **Gestión por Procesos**. España: ESIC. 2007



## **ANEXO I**

### **Documentación interna utilizada**

**SECRETARIA DE ASUNTOS ADMINISTRATIVOS Y SEGURIDAD DE LA PRESIDENCIA**  
**DIRECCION DE COMUNICACIONES E INFORMATICA**  
**DEPARTAMENTO DE RADIOCOMUNICACIONES.**



**HOJA DE RESPONSABILIDAD**

DEPENDENCIA \_\_\_\_\_

A CARGO \_\_\_\_\_

PUESTO A DESEMPEÑAR \_\_\_\_\_

Cant.	DESCRIPCION	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA DE ASIGNACION	DEVUELTO A BODEGA	OBSERVACIONES
	Radio PRO 7350 - 400mhz	Motorola	L4H25RDI19DU6AN				
	Bateria (S)	Motorola	HNN9008A				
	Base cargador transformador	motorola	HTN9000B				
	Clip de bateria	motorola	481810003NT				
	Audifono base incorporada	Motorola	HNL9714A				
	Audifono	Otto					
	Base de audifono	Otto	HNL9716				


(F) \_\_\_\_\_ (F) \_\_\_\_\_

Encargado de bodega

CONFORME: (F)

Vale permanente por equipo de radiocomunicaciones

SAAS



NOMBRE.....  
DESTINO.....  
FECHA SALIDA.....

**VALE POR**

CANT.	DESCRIPCIÓN DE EQUIPO
	RADIO PRO5150 SERIE
	BATERIAS
	BASE DE CARGADORES
	TRANSFORMADORES
	AUDIFONO
	ADAPTADORES
	CLIP

AUTORIZADO POR \_\_\_\_\_ RECIBIDO POR \_\_\_\_\_





**DIRECCION DE COMUNICACIONES E INFORMATICA SAAS.**  
**VALE PROVISIONAL, POR 10 (DIEZ) DIAS**

Nº	FECHA DE CANCELADO	NOMBRE	FECHA SALIDA BODEGA	SERIE	CARG.	AUDIFONO	DESTINO	TELEFONO	FIRMA
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

## **ANEXO II**

### **Nuevos formatos para entrega y devaluación**



**Presidencia de la República, SAAS**

Dirección de Comunicación e Informática

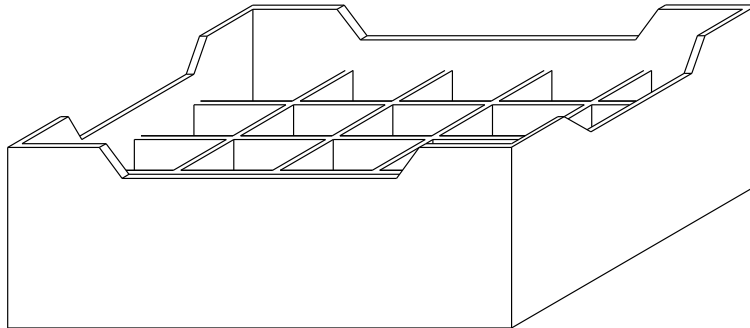
Formato de registro de equipo de radiocomunicaciones

No	Fecha			Nombre	Serie	Audifono	Cargador	Batería	Adaptador	Firma
	E	M	A							
1	J	A	S	JUAN PÉREZ	TAG2017GH	X	X	X	X	Juan Pérez cuando le entregan el equipo cuando devuelven equipo
	1	2	3							
	1	2	3							
2	E	F	M							
	J	A	S							
	1	2	3							
3	E	F	M							
	J	A	S							
	1	2	3							
4	E	F	M							
	J	A	S							
	1	2	3							
5	E	F	M							
	J	A	S							
	1	2	3							
6	E	F	M							
	J	A	S							
	1	2	3							
7	E	F	M							
	J	A	S							
	1	2	3							

## **ANEXO III**

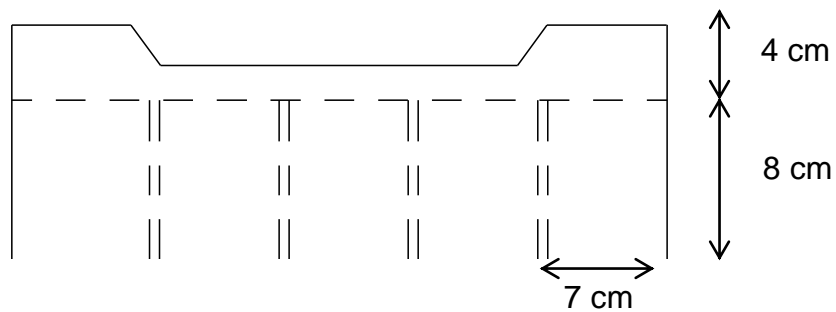
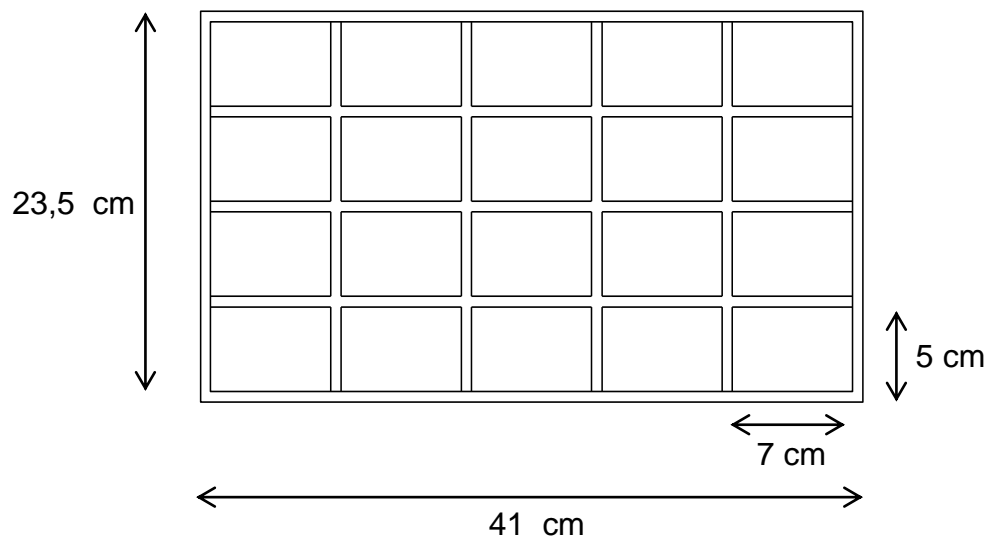
### **Medidas de las cajas de almacenamiento de radios**

## Cajas para almacenamiento de radio portátiles



Las divisiones internas tienen un espesor de 0,5 centímetros

El marco externo tiene un espesor de 1 centímetro



## **ANEXO IV**

**Cálculos numéricos para determinar el tipo de luminaria idónea**

Basándose en la nueva distribución del almacén y la orientación de sus estantes se determinó que debe iluminarse con 3 lámparas que contengan 2 luminarias cada una, las luminarias deben ser de tubo con luz fluorescente, el plano de trabajo se encontrará a 85 centímetros del suelo.

A continuación se muestran los cálculos efectuados para determinar el tipo de luminaria idónea.

Factores conocidos para realizar el cálculo

**Largo** = 8,4 m

**Ancho** = 4,2 m

**Alto** = 2,5 m

**h<sub>p</sub>** = 0,85 m (altura del plano de trabajo)

Calculando el coeficiente del local "K" mediante la fórmula:

$$K = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}$$

de donde:

a= ancho

b= largo

h= distancia entre el plano y la lámpara

Sustituyendo

$$K = \frac{(8,4 \text{ m}) (4,2 \text{ m})}{1,65 \text{ m} (8,4 \text{ m} + 4,2 \text{ m})}$$

$$K = 1,7 \approx 2$$

Factores de reflexión definido por los colores de las paredes y techo

P<sub>techo</sub> = 0,5

P<sub>paredes</sub> = 0,5

Por el tipo de ambiente (limpio) en que se desarrollan las operaciones y en que se mantiene en el almacén el factor de mantenimiento “f<sub>m</sub>” se define como un 0,8

Utilizando los datos anteriores podemos definir que el coeficiente de utilización “C<sub>u</sub>” para las luminarias de este tipo es de 0,51

$$C_u = 0,51$$

Teniendo que para las tareas que se realizan en el almacén de radiocomunicaciones, la luminancia recomendada en el plano trabajo es de 750 lux y la luminancia general es el 70% de ese valor “E<sub>g</sub>” conociendo este dato calculamos el flujo total.

$$E_g = 70\% E_p$$

$$E_g = (0,70)(750 \text{ lux})$$

$$E_g = 525 \text{ lux}$$

$$\Phi_t = \frac{E_g \cdot a \cdot b}{C_u \cdot f_m}$$

De donde

$$\Phi_t = \frac{(525 \text{ lm/m}^2)(8,4\text{m})(4,2\text{m})}{(0,51)(0,8)}$$

$$\Phi_t = 45\,397 \text{ lm}$$

Calculando finalmente la potencia de flujo necesaria de las luminarias mediante la fórmula

$$\Phi_L = \frac{\Phi_t}{N \cdot n}$$



De donde

N = Número de lámparas

n = Numero de luminarias por lámpara

$$\Phi_L = \frac{45\,397 \text{ lm}}{(3) (2)}$$

$$\Phi_L = 7\,566 \text{ lm}$$

Esto indica que cada luminaria debe proveer un flujo lumínico mínimo de 7 566 lúmenes, verificando en tablas de clasificación de luminarias de tubo fluorescente definimos como idónea la siguiente

**Tubo fluorescente F96T8/TL841HO de alta luminosidad H. O. con potencia de 86 Watts con un bulbo T8 de base R17d con una vida útil de 18 000 horas y un flujo luminoso de 7 625 lúmenes.**