

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		i(95)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTOR	ANA VALENTINA ARANGO CIFUENTES
FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA MECANICA
DIRECTOR	MSc. EDWIN ESPINEL BLANCO
TÍTULO DE LA TESIS	DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA LAS MAQUINAS Y VEHICULOS DEL CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DEL MUNICIPIO DE PUERTO ASIS, PUTUMAYO

RESUMEN

LA SIGUIENTE PASANTIA CONSISTE EN EL DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTION DE MANTENIMIENTO PARA LAS MAQUINAS Y VEHICULOS DEL CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS PUERTO ASIS, EN EL CUAL SE EMPIEZA POR DISTINGUIR LAS NORMAS PARA PODER DESARROLLAR EL PLAN DE ACUERDO A LA REGLAMENTACION NACIONAL E INTERNACIONAL, LUEGO SE REALIZA UN DIAGNOSTICO PARA CONOCER LA SITUACION ACTUAL DEL AREA A TRATAR, Y SE DISEÑARON FORMATOS DE MANTENIMIENTO QUE SE IMPLEMENTARON EN UN APLICATIVO REALIZADO EN MICROSOFT EXCEL Y VISUAL BASIC, DESARROLLADO POR ANA VALENTINA ARANGO CIFUENTES (PASANTE) CON EL FIN DE BRINDARLE MAYOR FACILIDAD Y MANEJO AL CUERPO DE BOMBEROS EN LO REFERENTE AL AREA DE MANTENIMIENTO.

CARACTERÍSTICAS

PAGINAS: 95	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 21	CD-ROM: 1
-------------	---------	-------------------	-----------



**DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA LAS
MÁQUINAS Y VEHÍCULOS DEL CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DEL
MUNICIPIO DE PUERTO ASÍS, PUTUMAYO.**

ANA VALENTINA ARANGO CIFUENTES

**Trabajo presentando como requisito para obtener el título de ingeniero mecánico bajo la
modalidad de pasantías**

Director

MSc. EDWIN ESPINEL BLANCO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

Ocaña, Colombia

Agosto de 2020

Índice

Introducción	x
1. Desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento para las máquinas y vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios del municipio de Puerto Asís, Putumayo.....	1
1.1. Descripción de la empresa.....	1
1.1.1. Misión	1
1.1.2. Visión.....	1
1.1.3. Objetivos de la empresa	2
1.1.4. Descripción de la estructura organizacional	3
1.1.5. Descripción de la dependencia.....	3
1.2. Diagnóstico inicial de la dependencia asignada	4
1.2.1. Planteamiento del problema.....	5
1.3. Objetivos de la pasantía.....	6
1.3.1. General.....	6
1.3.2. Específicos	6
1.4. Descripción de las actividades a desarrollar.	6
2. Enfoques referenciales.....	8
2.1. Enfoque conceptual.....	8
2.2. Enfoque legal.....	11
3. Informe de cumplimiento de trabajo	13
3.1. Presentación de resultados	13
3.1.1. Describir la normativa requerida para la gestión de mantenimiento en máquinas y vehículos de bomberos aplicado al Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís.....	13
3.1.2. Realizar un diagnóstico sobre el mantenimiento y su planeación en las máquinas y vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís.....	26
3.1.3. Demostrar la aplicabilidad del plan de gestión de mantenimiento	33
4. Diagnóstico final.....	73
5. Conclusiones.....	74
6. Recomendaciones	75
Referencias.....	76
Apéndice	79

Lista de tablas

Tabla 1 Diagnóstico inicial de la dependencia a través de la matriz DOFA	4
Tabla 2 Estrategias del diagnóstico inicial de la dependencia a través de la matriz DOFA.	5
Tabla 3 Descripción de las actividades a desarrollar	6
Tabla 4 Clasificación de vehículos contraincendios	14
Tabla 5 Máquinas contraincendios	15
Tabla 6 Datos de equipos	22
Tabla 7 Datos de fallas.....	23
Tabla 8 Datos de mantenimiento	24
Tabla 9 Organización estructural del cuestionario.....	27
Tabla 10 Bloque B del cuestionario de autoanálisis	28
Tabla 11 Puntuación obtenida del cuestionario de autoanálisis.....	29
Tabla 12 Inventario de vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís.....	32
Tabla 13 Inventario de máquinas del Cuerpo de Bomberos Puerto Asís	32
Tabla 14 Código según el área de ubicación	34
Tabla 15 Código según tipo de equipo	34
Tabla 16 Codificación de las máquinas del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís ...	34
Tabla 17 Codificación del parque automotor.....	35
Tabla 18 Factores de frecuencia y consecuencias.....	36
Tabla 19 Matriz de criticidad.....	37
Tabla 20 Criticidad de las máquinas y vehículos.....	37
Tabla 21 Ficha técnica	39
Tabla 22 Orden de Trabajo	40
Tabla 23 Hoja de vida	41
Tabla 24 Tabla de mantenimiento del activo	41
Tabla 25 Tabla de mantenimiento para compresores	43
Tabla 26 Tabla de mantenimiento para generadores	44
Tabla 27 Tabla de mantenimiento para fumigadoras.....	45
Tabla 28 Tabla de mantenimiento para desbrozadoras.....	47
Tabla 29 Tabla de mantenimiento para motobombas	49
Tabla 30 Tabla de mantenimiento para motocicletas	51
Tabla 31 Tabla de mantenimiento para camiones.....	53
Tabla 32 Tabla de mantenimiento camionetas.....	55

Lista de figuras

Figura 1. Estructura organizacional del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís	3
Figura 2. Sistema de codificación de equipos.....	9
Figura 3. Modelo básico de análisis de criticidad.....	10
Figura 4. Matriz de criticidad.....	11
Figura 5. Taxonomía de equipos.....	25
Figura 6. Resultado de autoanálisis	30
Figura 7. Plano según el área de ubicación de los activos	31
Figura 8. Inventario de máquinas y vehículos	42
Figura 9. Ficha técnica B-B5	43
Figura 10. Diagrama de flujo del aplicativo	61
Figura 11. Menú de inicio	62
Figura 12. Identidad institucional	63
Figura 13. Formatos de mantenimiento	64
Figura 14. Acerca del aplicativo	64
Figura 15. Control de inventario de máquinas y vehículos	66
Figura 16. Ficha técnica.....	67
Figura 17. Añadir ficha técnica.....	68
Figura 18. Añadir orden de trabajo.....	69
Figura 19. Hoja de vida.....	70
Figura 20. Tablas de mantenimiento.....	71
Figura 21. Capacitación al cuerpo de bomberos.....	72

Lista de apéndice

Apéndice A. Cuestionario de autoanálisis	80
--	----

Resumen

La siguiente pasantía consiste en el desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento para las máquinas y vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís, en el cual se empieza por distinguir las normas para poder desarrollar el plan de acuerdo a la reglamentación nacional e internacional referente a normativa bomberil y gestión de mantenimiento, luego se realiza un diagnóstico para conocer la situación actual del área a tratar, también se implementó un análisis de criticidad para facilitar la asignación de prioridades al momento de realizar una intervención y se diseñaron formatos de mantenimiento que se implementaron en un aplicativo realizado en Microsoft Excel y Visual Basic, desarrollado por Ana Valentina Arango Cifuentes (Pasante) con el fin de brindarle mayor facilidad y manejo al cuerpo de bomberos en lo referente al área de mantenimiento.

Introducción

En la industria, el manejo de la información generada a causa de las labores de mantenimiento de los equipos es abrumadora, por lo que es de vital importancia la implementación de un método que gestione los datos para llevar un control interno de manera objetiva, eficiente y que facilite la labor humana. Este procedimiento se puede simplificar implementando un plan de gestión de mantenimiento que se complemente con un software o sistema informático, de esta manera, el proceso se vuelve ordenado y centralizado con el fin de que se lleve un buen manejo de los datos y se gestione y controle la administración de los equipos.

En este proyecto se desarrollará un plan de gestión de mantenimiento para las máquinas y vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís, efectuando un diagnóstico de la institución y un análisis de criticidad de los activos para conocer el estado actual del área de mantenimiento y así enfocarse en fortalecer sus debilidades, a su vez, implementando formatos de mantenimiento y tablas de inspección programadas que organizarán los datos generados en las actividades relacionadas a este tema, apoyándose en el software Microsoft Excel y el complemento Visual Basic para Aplicaciones, todo esto fundamentado en normas para estandarizar el proceso.

1. Desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento para las máquinas y vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios del municipio de Puerto Asís, Putumayo.

1.1. Descripción de la empresa

El Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís Putumayo presta su servicio a los ciudadanos del municipio y las localidades aledañas, mediante la atención y gestión de emergencias causadas por la naturaleza como incendios, inundaciones y terremotos, y otras emergencias como accidentes, rescates, derrame de sustancias peligrosas, entre otras, todo esto mediante el uso de vehículos, máquinas, herramientas y el talento humano, además de atender emergencias de forma inmediata, promueve y da a conocer estrategias para ayudar a prevenir y responder ante incendios y situaciones similares de emergencia, con sentido de responsabilidad social y excelencia institucional.

1.1.1. Misión. El Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís, una organización sin ánimo de lucro, creada para la prestación de un servicio público, como es la gestión integral de riesgo contra incendios, los preparativos y atención de rescate en todas sus modalidades y la atención de incidentes con materiales peligrosos y calamidades conexas, de manera oportuna, segura y eficaz, buscando proteger la vida y bienes de la población asisense.

1.1.2. Visión. El Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís, a 2038 estaremos posicionándonos como el Cuerpo de Bomberos modelos y referente a nivel departamental y nacional, por su calidad, con personal profesional y comprometido, mejorando la infraestructura, tecnología, adaptándose al crecimiento del municipio, cuidado del medio ambiente y responsabilidad social caracterizados por la seguridad, prevención y eficiencia en la prestación de los servicios, enfocados en la gestión integral de riesgo contra incendios, los preparativos y

atención de rescate en todas sus modalidades y la atención de incidentes con materiales peligrosos.

1.1.3. Objetivos de la empresa

- Responder y preparar respuestas de manera efectiva y segura ante incendios, operaciones de rescate, incidentes con materiales peligrosos y demás situaciones de emergencia que se presenten en el municipio de Puerto Asís.

- Generar responsabilidad del riesgo mediante la prevención, difusión, socialización y preparación con la comunidad ante el riesgo de incendios, incidentes con materiales peligrosos y rescates en general.

- Promover el uso de prácticas amigables del medio ambiente y apoyar iniciativas que desarrollen este principio tanto en la institución como en la comunidad.

- Asegurar el mejoramiento continuo de los procesos y las actividades de la Institución que garanticen y respondan a las necesidades de la comunidad.

1.1.4. Descripción de la estructura organizacional. La estructura organizacional del Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís se representa en la Figura 1.

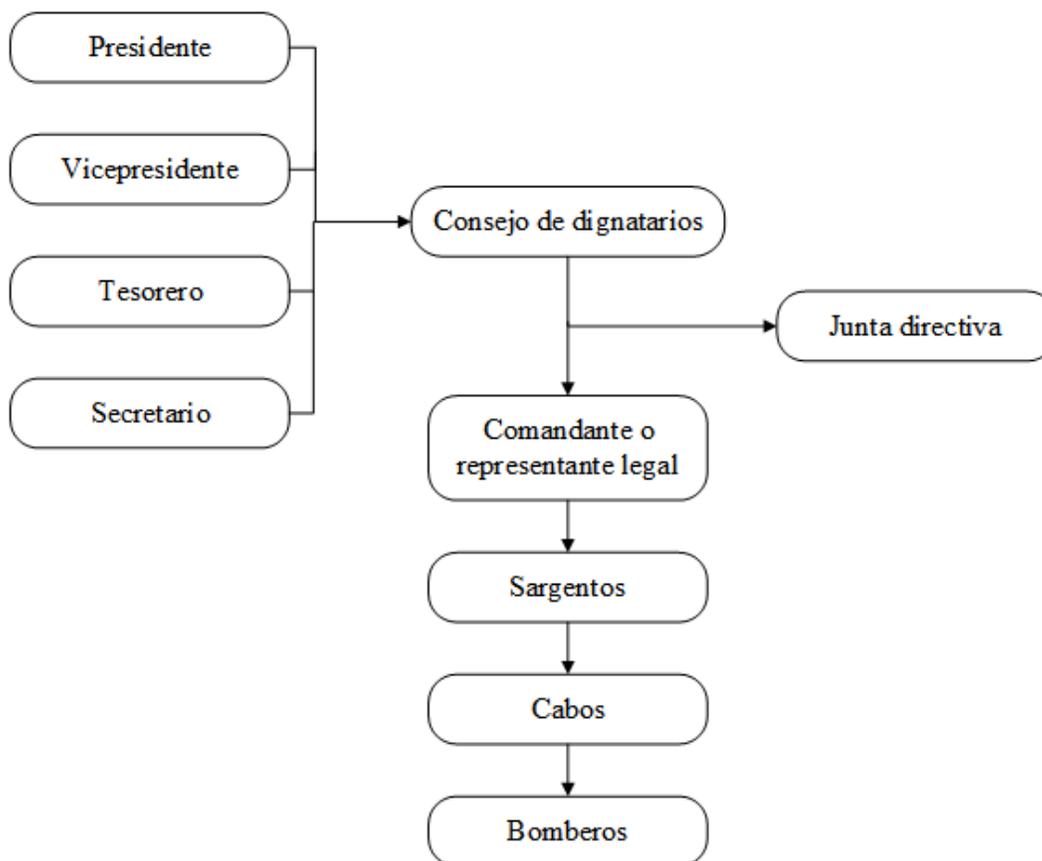


Figura 1. Estructura organizacional del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís
Fuente: El autor

1.1.5. Descripción de la dependencia. La institución cuenta con personal con conocimientos para la supervisión, verificación y realización de tareas de mantenimiento básicas, en su mayoría de tipo preventiva correspondientes a inspecciones de rutina, lubricación y limpieza, que se ejecutan a diario o semanalmente dependiendo del estado y frecuencia de uso, dichas actividades son realizadas dentro de la institución por el personal asignado, si la dificultad de las actividades sale del rango de conocimientos, por lo general cuando se requieren acciones correctivas, será asignada a trabajadores especializados externos con los cuales ya se cuenta con una vinculación previa, tanto puede ser dentro o fuera del municipio.

El Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís no cuenta con un plan de gestión de mantenimiento, las solicitudes de servicio, repuestos y ordenes de trabajo se realizan de manera verbal, para el caso de los mantenimientos externos la única información que se maneja entre la institución y el agente externo es la factura de pago y la cotización, en el caso de los repuestos, solo se maneja la factura de compra y en ocasiones se adecuan las propias de la máquina. El plan de gestión de mantenimiento será realizado por Ana Valentina Arango Cifuentes (Pasante) con el fin de aportar mejoras continuas en la organización del mantenimiento en la institución.

1.2. Diagnóstico inicial de la dependencia asignada.

Para conocer con claridad las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas del área de mantenimiento en el cuerpo de bomberos, se hace uso de la matriz DOFA, con el fin de que nos dé un diagnóstico integral de la situación en la institución, esto se presenta en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1

Diagnóstico inicial de la dependencia a través de la matriz DOFA

Debilidades	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Inexistencia de un plan de mantenimiento. • No se cuenta con hojas de vida de los equipos. • Manuales e información técnica de los equipos incompleta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación de un plan de gestión de mantenimiento. • Atención de las emergencias sin interrupciones en el proceso. • Encaminar el mantenimiento a un modelo preventivo.
Fortalezas	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • El cuerpo de bomberos cuenta con los recursos económicos para llevar a cabo trabajos de mantenimiento. • Perseverancia en la búsqueda de la excelencia organizacional. • Personal con conocimientos de mecánica básica y vinculación para el servicio de mantenimiento por parte de fuentes externas. 	<ul style="list-style-type: none"> • El incumplimiento de tareas de mantenimiento preventivo. • Sobrecostos por averías prevenibles. • Riesgo de no atender una emergencia presente o latente.

Tabla 2

Estrategias del diagnóstico inicial de la dependencia a través de la matriz DOFA

FO	DO
<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar a los miembros del cuerpo de bomberos a que sean parte del mejoramiento continuo. • Creaciones de prácticas de trabajo que mantengan los equipos y vehículos en buen estado. • Obtener control de las actividades de mantenimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar e implementar un plan de gestión de mantenimiento que mantenga la operatividad de los activos. • Establecer formatos que aseguren la correcta implementación de un plan de mantenimiento.
FA	DA
<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir las paradas de los vehículos y equipos. • Concientizar al personal de la importancia de mantener los activos en buen estado y funcionando convenientemente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incapacidad de atender una emergencia. • Mal funcionamiento de los activos. • Vehículos y equipos fuera de servicio por averías o fallas.

1.2.1. Planteamiento del problema. El Cuerpo de Bomberos Voluntarios del municipio de Puerto Asís Putumayo, presta servicios de atención de emergencia al municipio y localidades aledañas con el apoyo de máquinas y vehículos, por lo que es de suma importancia mantener en condiciones operables estos activos, pero en la actualidad, las operaciones de mantenimiento no se llevan a cabo mediante un sistema que facilite su gestión, lo cual impide una organización y dificulta llevar un registro de las actividades que se realizan por lo que complica acceder a la información técnica que puedan tener los activos e impide tener un historial de las intervenciones realizadas a cada uno de estos.

El desarrollo de un plan de gestión de mantenimiento surge como necesidad de programar tareas o actividades relacionadas con este para sus máquinas y vehículos y llevar una organización de la información que se maneja y genera debido a la intervención en los activos, que su vez permita ser modulable según la necesidad de la institución y que implemente formatos de mantenimiento como fichas técnicas, hojas de vida, ordenes de trabajo, inventarios, codificaciones apoyándose en el uso del software Microsoft Excel.

1.3. Objetivos de la pasantía.

1.3.1. General

Desarrollar un plan de gestión de mantenimiento para las máquinas y vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios del municipio de Puerto Asís, Putumayo.

1.3.2. Específicos

- Realizar un diagnóstico sobre el mantenimiento y su planeación en las máquinas y vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís.
- Describir la normativa requerida para la gestión de mantenimiento en máquinas y vehículos de bomberos aplicado al Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís.
- Demostrar la aplicabilidad del plan de gestión de mantenimiento propuesto.

1.4. Descripción de las actividades a desarrollar.

Los objetivos y actividades que se realizarán para desarrollar el plan de gestión de mantenimiento en el Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís se muestran a continuación.

Tabla 3
Descripción de las actividades a desarrollar

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades a desarrollar
Desarrollar un plan de gestión de mantenimiento para las máquinas y vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios del municipio de Puerto Asís, Putumayo.	Describir la normativa requerida para la gestión de mantenimiento en máquinas y vehículos de bomberos aplicado al Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís.	1. Reconocer las normas necesarias para la gestión del mantenimiento y las referentes a la normativa bomberil.
		2. Recabar información sobre las normas requeridas para la gestión del mantenimiento de vehículos y máquinas de bomberos.

Tabla 3
Continuación

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades a desarrollar
Desarrollar un plan de gestión de mantenimiento para las máquinas y vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios del municipio de Puerto Asís, Putumayo.	Describir la normativa requerida para la gestión de mantenimiento en máquinas y vehículos de bomberos aplicado al Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís.	<ol style="list-style-type: none"> 3. Distinguir las definiciones de cada norma que se tendrán en cuenta para la gestión del mantenimiento en el cuerpo de bomberos.
	Realizar un diagnóstico sobre el mantenimiento y su planeación en las máquinas y vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Buscar información sobre la metodología y obtención de resultados de autoanálisis para determinar la situación de la dependencia.
		<ol style="list-style-type: none"> 2. Emplear un cuestionario de autoanálisis para conocer el estado actual del mantenimiento en el cuerpo de bomberos.
		<ol style="list-style-type: none"> 3. Analizar los resultados obtenidos para inferir conclusiones sobre la situación existente.
	Demostrar la aplicabilidad del plan de gestión de mantenimiento propuesto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Codificar los activos que se encuentran en el cuerpo de bomberos.
		<ol style="list-style-type: none"> 2. Realizar un análisis de criticidad a los activos con los que cuenta el cuerpo de bomberos.
		<ol style="list-style-type: none"> 3. Preparar formatos de mantenimiento.
		<ol style="list-style-type: none"> 4. Diseñar un aplicativo en Excel para la gestión del mantenimiento.
<ol style="list-style-type: none"> 5. Diligenciar los formatos de cada uno de los activos. 		
<ol style="list-style-type: none"> 6. Emplear los formatos en el aplicativo para la gestión del mantenimiento. 		
<ol style="list-style-type: none"> 7. Capacitar al cuerpo de bomberos sobre el plan de gestión de mantenimiento. 		

2. Enfoques referenciales

2.1. Enfoque conceptual.

2.1.1. Mantenimiento. El mantenimiento son todas las acciones que se realizan para mantener o restablecer los equipos o instalaciones, con el fin de que cumplan las funciones para las que fueron diseñados el mayor tiempo posible y con un máximo rendimiento.

Los objetivos del mantenimiento son los siguientes:

- Reducir los costos de operación.
- Optimizar la disponibilidad y eficacia de los equipos.
- Incrementar la vida útil de los equipos.
- Maximizar el aprovechamiento de los recursos disponibles para la función de mantenimiento.
- Mejorar la fiabilidad y seguridad de las operaciones de la institución (Gómez, Murcia, & Cabeza, 2017).

La responsabilidad fundamental del mantenimiento es contribuir al cumplimiento de los objetivos de la empresa o entidad de la que forman parte (Sierra Álvarez, 2004).

2.1.2. Codificación. Es un código con representación alfanumérica que sirve para identificar los equipos dentro de una organización, con el fin de facilitar su localización, su referencia en órdenes de trabajo, permite la elaboración de registros históricos de fallos e intervenciones y permite el control de costos. Se recomienda que el código sea de un lenguaje sencillo para poder distinguirlo de forma clara y rápida, tal como se muestra en la Figura 2.

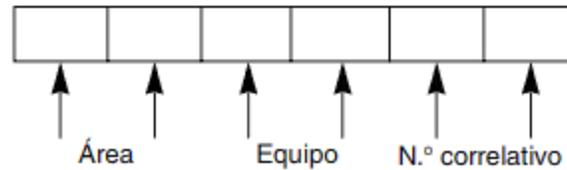


Figura 2. Sistema de codificación de equipos
Fuente: Garrido, (2003)

El área es el lugar en el que está ubicado el equipo y es definido por caracteres alfanuméricos, el tipo de equipo por caracteres alfabéticos y el número correlativo por números (Garrido, 2003).

Algunas reglas básicas que se deben tener en cuenta al momento de realizar una codificación son las siguientes:

- No pueden existir dos códigos iguales.
- Mantener la codificación lo más corta y simple posible.
- Cada código debe obligatoriamente estar marcado en su puesto (Villamizar, 2004).

2.1.3. Análisis de criticidad. Un análisis de criticidad es un instrumento que ayuda a establecer la prioridad de un equipo o máquina en un proceso o sistema, mediante una jerarquización establecida por ciertos criterios que valoran dichos equipos.

Una forma matemática de calcular la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} * \text{Consecuencia}$$

Cálculo de criticidad

Donde:

La frecuencia hace referencia al número de veces que se presentan fallos en un sistema o equipo y la consecuencia es la ponderación de los criterios establecidos a evaluar, algunos de los criterios fundamentales que se tienen en cuenta son los costos de mantenimiento, el impacto al

ambiente y seguridad, el efecto sobre la producción y los tiempos promedios de reparación (Ramírez & Moreno, 2017).

En la Figura 3 se muestra el procedimiento para realizar un modelo básico de análisis de criticidad, el cual permite llegar a una lista jerarquizada de los equipos.

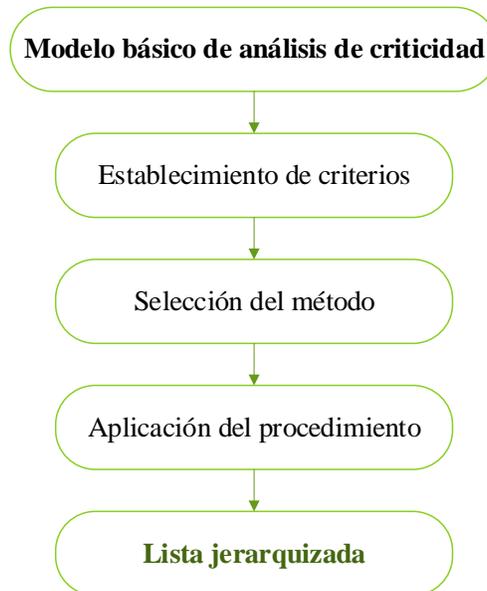


Figura 3. Modelo básico de análisis de criticidad
Fuente: Huerta Mendoza, (2006)

Para obtener el nivel de criticidad de un equipo se hace uso de una matriz en la que se relaciona el producto del factor de frecuencia y la ponderación de las consecuencias, en el eje Y y X respectivamente, facilitando su análisis de una forma gráfica ya que se muestran distintas áreas que corresponden a los niveles de criticidad, como se muestra en la Figura 4.

Categoría de Frecuencia	5	M	M	A	A	A
	4	M	M	A	A	A
	3	B	M	M	A	A
	2	B	B	M	M	A
	1	B	B	B	M	A
	Categoría de Consecuencias	1	2	3	4	5

Matriz de Criticidad

En la Matriz de Criticidad se identifican con letras los niveles de criticidad:

- B Criticidad Baja color verde
- M Criticidad Media color amarillo
- A Criticidad Alta color rojo

Figura 4. Matriz de criticidad
Fuente: Ramírez & Moreno, (2017)

2.2. Enfoque legal.

Para el desarrollo del trabajo y lo que pretende abarcar, se estudiarán las siguientes normas que son necesarias para la gestión del mantenimiento y todo lo que implica.

Norma ISO 14224

Esta norma provee las bases estándares para la recolección, especificación y certificación de calidad de la información de los datos de mantenimiento para las áreas de perforación, producción, refinación y transporte de petróleo y gas natural a través de ductos, sin embargo, no se ve limitada para su aplicación en otro tipo de industrias. El análisis de los datos permitirá cuantificar la confiabilidad de un equipo y los parámetros para su respectivo mantenimiento.

Tiene como objetivo:

- Especificar los datos que serán recolectados para el análisis del diseño y configuración del sistema; seguridad, confiabilidad y disponibilidad de sistemas y plantas; costo del ciclo de vida; planeación, optimización y ejecución del mantenimiento.

- Especificar los datos en un formato estandarizado con la finalidad de permitir el intercambio de información de confiabilidad y mantenimiento entre plantas, propietarios,

fabricantes y contratistas; asegurar que la información de confiabilidad y mantenimiento posee la suficiente calidad para el análisis deseado (ISO 14224, 2016).

Norma ISO 55001

Es una norma internacional que especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de activos en organizaciones de todo tipo y tamaño, destinada a usarse principalmente en activos físicos, aunque aplicable a cualquiera de otro tipo (ISO 55001, 2014).

Norma ISO 9001

Establece los requisitos para los sistemas de gestión de calidad (SGC) de procesos y la mejora de los mismo. Es una decisión estratégica, para cualquier organización, que ayuda a mejorar el desempeño y proporcionar iniciativas de desarrollo sostenible.

Dentro de los beneficios potenciales de implementar un SGC están la capacidad para proporcionar regularmente productos y servicio que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables; facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente; abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos; la capacidad de demostrar la conformidad con requisitos del SGC especificados (ICONTEC, 2015).

3. Informe de cumplimiento de trabajo

3.1 Presentación de resultados

3.1.1 Describir la normativa requerida para la gestión de mantenimiento en máquinas y vehículos de bomberos aplicado al Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís.

3.1.1.1 Reconocer las normas necesarias para la gestión del mantenimiento y las referentes a la normativa bomberil.

Para la realización del proyecto se necesita reconocer las normas pertinentes a mantenimiento con el fin de adaptarlo a estándares que permita establecer el plan de gestión para el cuerpo de bomberos, teniendo en cuenta, a su vez, la normativa nacional bomberil.

3.1.1.2 Recabar información sobre las normas requeridas para la gestión del mantenimiento de vehículos y máquinas de bomberos.

Resolución 661 del 26 de junio de 2014.

Por la cual se adopta el reglamento administrativo, operativo, técnico y académico de los Bomberos de Colombia, considerando las normas internacionales establecidas por la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA) y la Ley 1575 de agosto 21 de 2012, por la cual se establece la Ley General de Bomberos de Colombia (Ministerio del Interior (MININTERIOR), 2014).

Norma ISO 14224.

Norma internacional que sirve de guía para garantizar la especificación, recolección y calidad de los datos de RM (ISO 14224, 1999).

Norma SAE JA1012.

Esta norma amplifica y aclara cada uno de los criterios en los que se basa el mantenimiento centrado en confiabilidad (MCC), y resume problemas adicionales que deben ser tomados en cuenta para aplicar MCC exitosamente (Society of Automotive Engineers, 2002). Esta norma se complementa con la norma SAE JA1011 (Society of Automotive Engineers, 1999).

3.1.1.3 Distinguir las definiciones de cada norma que se tendrán en cuenta para la gestión del mantenimiento en el cuerpo de bomberos.

Resolución 661 del 26 de junio de 2014.

De esta resolución se extrajeron las características que permiten categorizar los vehículos y las máquinas del cuerpo de bomberos. Basándonos en lo estipulado, se obtuvo una clasificación de los vehículos contra incendios y los niveles de emergencia que pueden ser atendidos, lo cual se especifica a continuación:

- Clasificación de vehículos contraincendios

Los Bomberos de Colombia operan actualmente una serie de vehículos contraincendios y vehículos de apoyo, los cuales son utilizados para responder en cada una de las distintas emergencias a las que estos asisten, estos vehículos serán definidos según su utilidad y prestaciones de la siguiente manera:

Tabla 4
Clasificación de vehículos contraincendios

Vehículos contraincendios	
Máquinas contraincendios	Vehículos contraincendios o de apoyo
Máquina de intervención rápida	Vehículo de intervención rápida
Máquina extintora	Vehículo de rescate
Máquina interface	Vehículo de apoyo

Tabla 4
Continuación

Máquinas contraincendios	Vehículos contraincendios o de apoyo
Máquina de alturas	Tráiler (tipo de remolques)
Carrotanque (cisterna)	

Nota: Recuperado y adaptado de Resolución 661 de 26 de junio de 2014, Ministerio del interior (MININTERIOR, 2014). “Por la cual se adopta el reglamento administrativo, operativo, técnico y académico de los Bomberos de Colombia”.

- Máquinas contraincendios

Están diseñados para el ataque a fuegos mediante la proyección a presión de agentes como el agua y la espuma, especialmente en tipos de emergencia forestales y residenciales. Las características para la clasificación de las máquinas contraincendios se definen en la siguiente tabla:

Tabla 5
Máquinas contraincendios

Máquinas contraincendios	Definiciones
Máquina de intervención rápida o máquina de ataque inicial.	Vehículo contraincendios que cuenta con bomba permanente (al menos 250 GPM) certificada, tanque de agua (mínimo 200 gal máximo 500 gal) y manguera, cuyo principal objetivo es iniciar un ataque de extinción de incendios; entre otros tipos de emergencias como apoyo, con capacidad de transporte de equipos especializados y personal idóneo en todas las asignaciones para todo tipo de servicios bomberiles.
Máquina extintora	Vehículo contraincendios que cuenta con bomba permanente (de 750 GPM, 1.000 GPM o 1.250 GPM) certificada, tanque de agua (de 1.000 gal) y mangueras, cuyo principal objetivo es luchar contra los incendios estructurales; entre otros tipos de emergencias como apoyo, con capacidad de transporte de equipos especializados y personal idóneo en todas las asignaciones para todo tipo de servicios bomberiles.
Máquina interface	Vehículo de extinción de incendios estructurales y forestales, la interface urbana/rural se puede operar en terrenos de difícil acceso debido a su tracción, corta distancia entre ejes y su cuerpo robusto y compacto; cuenta con un tanque para agua y bomba certificada, con capacidad de transporte de equipos especializados y personal idóneo en todas las asignaciones para todo tipo de servicios bomberiles.

Tabla 5
Continuación

Máquinas contraincendios	Definiciones
Máquina de alturas	Máquina contraincendios con bomba permanente (al menos 1.000 GPM), tanque de agua (mínimo 300 Gal), área de almacenamiento de mangueras, cuyo principal objetivo es servir de doble propósito, máquina de bombero y escalera.
Carrotanque (cisterna)	Vehículo contraincendios diseñado principalmente para el transporte de agua para abastecimiento en incendios. Equipado con tanque de agua con capacidad mínima de 800 Gal.

Nota: Obtenido y adaptado de Resolución 661 de 2014. Por la cual se adopta el reglamento administrativo, operativo, técnico y académico de los Bomberos de Colombia.

- Vehículos contraincendios o de apoyo

Vehículos imprescindibles para brindar soporte a las emergencias y trasladar personal para el control de estas, como rescates e intervención rápida, incendios forestales y otros, con criterios generales de asignación para cualquier cuerpo de bomberos (MININTERIOR, 2014).

Dentro de los cuales se encuentran:

- Vehículo de intervención rápida.
- Vehículo de rescate.
- Vehículo de apoyo.
- Tráiler (tipos de remolque): Existen dos tipos, Tipo I: Permite la separación del vehículo de remolque después de la llegada y no depende del vehículo de remolque, Tipo II: Remolque abierto diseñado para el transporte de otros vehículos, equipo o contenedores.

Clasificación de niveles de emergencia

La clasificación de las emergencias busca guiar la primera respuesta y facilitar la organización rápida de los Bomberos de Colombia. Mediante una escala ascendente de 5 niveles

se busca comunicar acerca de la magnitud y complejidad de la emergencia en curso y la capacidad de respuesta del cuerpo de bomberos y el impacto de la emergencia.

- Emergencias nivel 1

Eventos o incidentes frecuentes (diarios), espacialmente puntuales, sin posibilidades de expansión o generación de riesgos conexos, afectación baja sobre la población. Es atendido el cuerpo de bomberos con recursos necesarios para su control y finalización. El período operacional es muy corto, generalmente de una o dos horas y en ningún caso es superior a 8 horas.

Este tipo de emergencias normalmente tienen un bajo registro en los medios de comunicación, no alteran la funcionalidad del municipio y no demandan la intervención directa del consejo municipal de gestión del riesgo.

Ejemplos: Incendio estructural sin presencia de materiales peligrosos, accidente vehicular sin afectación mayor a bienes y personas, daños en redes de servicios públicos y encharcamientos.

- Emergencias nivel 2

Eventos o incidentes de menor frecuencia, espacialmente puntuales, sin posibilidades de expansión o generación de riesgos conexos, afectación baja sobre la población, que requiere para su atención de la participación del cuerpo de bomberos y otras entidades operativas del sistema de gestión del riesgo. Demanda, por lo tanto, de la coordinación interinstitucional a través de un PMU coordinado por el comandante del incidente. El período operacional es corto, menor a 8 horas.

La capacidad técnica y operativa del cuerpo de bomberos es suficiente para el control y cierre de la emergencia. En caso de necesitarse evaluaciones técnicas especializadas o soporte logístico adicional este es tramitado a través del coordinador departamental de bomberos o la Dirección Nacional de Bomberos.

Este tipo de emergencias normalmente son registradas por los medios de comunicación de nivel local, no alteran la funcionalidad del municipio y es usual que demanden solamente la atención del CMGRD (Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres).

Ejemplos: Incendios forestales sin afectación a la población, rescate en montaña y deslizamientos pequeños sin afectación a la población.

- Emergencias nivel 3

Eventos o incidentes de baja frecuencia que tienen un impacto importante sobre un sector del municipio o de la ciudad, espacialmente puede ser en uno o más sectores, usualmente afecta a un número importante de familias (varias decenas), puede expandirse o generar riesgos conexos, pero puede ser controlado.

En la atención de este tipo de emergencias participa los cuerpos de bomberos el departamento y de las entidades operativas del CDGRD (Consejo Departamental de Gestión del Riesgo de Desastres), la capacidad técnica y logística del municipio es suficiente y el período operacional es normalmente mayor de 8 horas, pero menor de 48 horas.

Este tipo de emergencia son registradas tanto por medios de comunicación locales como nacionales. Su manejo demanda el apoyo de la delegación departamental y del coordinador departamental de bomberos y del CDGRD. En este nivel en algunas ocasiones se declara la calamidad pública.

Ejemplos: Atentado terrorista e inundaciones.

- Emergencias nivel 4

Eventos o incidentes de muy baja frecuencia que tienen un impacto importante sobre sectores amplios de la ciudad o municipio que por las consecuencias ocasionadas tiene un efecto sobre percepción social de todos los habitantes. Espacialmente puede ser en uno o más sectores, usualmente afecta a un número importante de familias (varias decenas) e incluye víctimas (muertos o heridos) en decenas. Puede expandirse o generar riesgos conexos, pero puede ser controlado.

En la atención de este tipo de emergencias participan cuerpos de bomberos del departamento y con el apoyo de algunos grupos especializados de bomberos de otras delegaciones. La capacidad técnica y logística del departamento es suficiente, aunque dependiendo de la naturaleza del evento se puede requerir asistencia técnica especializada o soporte logístico adicional del nivel regional, nacional o internacional. El período operacional en estos casos es mayor de 48 horas.

Este tipo de emergencias constituyen una noticia nacional y es registrada por algunos medios internacionales. En este nivel es apoyado por la Dirección Nacional de Bomberos. En estos casos es común la participación de algunos miembros del Gobierno Nacional. En estos casos se declara calamidad pública.

Ejemplos: Sismo mediana magnitud, accidente aéreo urbano e incendios forestales con amplia cobertura.

- Emergencias nivel 5

Eventos extremos (sismo de gran magnitud) que tienen un impacto importante sobre sectores muy amplios de la ciudad y la región, afectando su funcionalidad, número elevado de muertos, heridos y damnificados, impacto sobre la economía de la ciudad, la región y la Nación. Genera eventos conexos (explosiones, incendios, deslizamientos, fugas, derrames) y el control de la situación es muy complejo. En estos casos usualmente en las primeras horas se pueden presentar problemas gobernabilidad en algunos sectores del municipio o ciudad.

Esta es una situación de calamidad pública o desastre nacional y, por lo tanto, su manejo corresponde a la Dirección Nacional de Bomberos y de la UNGRD (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres). Exige el despliegue de toda la capacidad técnica y operativa de los Bomberos de Colombia, y de las entidades del SNGRD (Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres), así como de cooperación internacional.

Ejemplo: Sismo de gran magnitud.

Parque automotor

El parque automotor de los cuerpos de bomberos nacionales consta de vehículos que permiten la gestión integral del riesgo contra incendios de acuerdo con las características del entorno, la categorización y el nivel de emergencia.

Máquinas

Además de los vehículos, los cuerpos de bomberos cuentan con distintas máquinas que sirven de apoyo para las diferentes emergencias que atienden. Se puede clasificar en máquinas de succión y bombeo y máquinas de corte.

- Máquinas de succión y bombeo

Estos son utilizados para atender para casos de pequeños incendios, encharcamientos, inundaciones y para incendios forestales sin afectación a la población (Ministerio del Interior (MININTERIOR), 2014).

- Máquinas de corte

Las herramientas de corte son “máquinas herramientas” que usan mecanismos especiales de gran resistencia de manera que, aplicada una determinada potencia, permiten la modificación del objeto sobre el que intervienen, por lo general utilizadas para obstáculos en emergencias forestales (de la Herrán Souto, Martínez Collado, & Cabrera Ayllón, 2015).

Norma ISO 14224.

De esta norma se obtuvo la estructura de la información que se manejará en el plan de gestión de mantenimiento, dentro de esta se encuentran principalmente categorías para equipos, fallas y mantenimiento.

Datos de un equipo:

- Datos de clasificación, por ejemplo: industria, planta, ubicación, sistema
- Atributos del equipo, por ejemplo: datos del fabricante, características del diseño;
- Datos operacionales, por ejemplo: modo operativo, energía operativa, ambiente.

Estas categorías se explican a continuación:

Tabla 6
Datos de equipos

Categorías principales	Subcategorías	Datos
Identificación	Localización del equipo	-Número de etiqueta del equipo.
	Clasificación	-Clase a la que pertenece la unidad de equipo, tipo de equipo y aplicación.
	Datos de instalación	-Código o nombre de la instalación -Categoría de la instalación; por ejemplo: plataforma, submarina, refinería. -Categoría de la operación; por ejemplo: controlada en forma manual, por control remoto.
	Datos de la unidad de equipo	-Descripción de la unidad de equipo (nomenclatura) número único; por ejemplo: el número de serie. -Redundancia de subunidades; por ejemplo: el número de subunidades redundantes.
Diseño	Datos del fabricante	-Nombre del fabricante. -Diseño del modelo del fabricante.
	Características del diseño	-Relevantes para cada clase de equipo: su capacidad, poder, velocidad, presión.
Aplicación	Operación (uso cotidiano)	-El modo en que se encuentra mientras se está en estado de operación: funcionamiento continuo, reposo, si normalmente está cerrado/ abierto, intermitente. -Fecha de instalación del equipo o la fecha en que inició la producción. Periodo de inspección (calendarizado). -Parámetros de operatividad relevantes para cada clase de equipo: potencia de operación, velocidad de operación.
	Factores ambientales	-Condiciones ambientales. -Condiciones internas.
	Información adicional	-Está permitido utilizar información adicional en texto libre. -Fuente de los datos: diagramas de procesos e instrumentación, hoja de datos, sistema de mantenimiento.

Nota: Tomado y adaptado de ISO 14224, (1999). Industrias del Petróleo y del gas natural – Recolección e intercambio de información de confiabilidad y mantenimiento para equipo.

Datos de falla:

Los datos de identificación, registro de la falla y localización del equipo, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7
Datos de fallas

Categoría	Datos	Descripción
Identificación	Registro de la falla	Es la única identificación de la falla
	Localización del equipo	Número de etiqueta
Datos de la Falla	Fecha de la falla	Fecha en que se detectó la falla (dd/mm/aa)
	Impacto de la falla en la operación	Nulo, parcial, o total (También deben incluirse las consecuencias de seguridad)
	Clase de gravedad	Efectos provocados en el funcionamiento de la unidad de equipo: falla crítica o no crítica.
	Causa de la falla	La causa de la falla
	Subunidad fallada	Nombre de la subunidad que falló
	Componentes mantenibles fallados	Especifica los componentes mantenibles que presentaron una falla
	Método de observación	Cómo se detectó la falla
Comentarios	Información adicional	Proporciona más detalles en caso de disponer de las circunstancias que propiciaron la falla, información adicional de las causas de la falla, etc.

Nota: Tomado y adaptado de ISO 14224, (1999). Industrias del Petróleo y del gas natural – Recolección e intercambio de información de confiabilidad y mantenimiento para equipo.

Datos del Mantenimiento:

- Los datos de identificación; por ejemplo, el registro de mantenimiento, la localización del equipo y el registro de la falla.

- Los datos de mantenimiento; son los parámetros que caracterizan a cierta clase de mantenimiento; por ejemplo: los datos de mantenimiento, categoría de mantenimiento, actividades de mantenimiento, componentes que recibieron mantenimiento, horas-hombre de

mantenimiento por cada disciplina, tiempo activo de mantenimiento, tiempos detenidos (ISO 14224, 2016).

Estos parámetros se aprecian mejor en la siguiente tabla.

Tabla 8
Datos de mantenimiento

Categoría	Datos	Descripción
Identificación	Registro de mantenimiento	Es la única identificación del mantenimiento
	Localización del equipo	Número de etiqueta
	Registro de la falla	La identificación correctiva. Correspondiente a la falla (solamente mantenimiento)
Datos de mantenimiento	Fecha de mantenimiento	La fecha en que fue realizado el mantenimiento
	Categoría del mantenimiento	Ya sea mantenimiento preventivo o correctivo.
	Actividad de mantenimiento	La descripción de las actividades que se realizaron durante el mantenimiento.
	Impacto del mantenimiento en las operaciones	Nulo, parcial o total (también deben incluirse las consecuencias de seguridad)
	Subunidades mantenidas	Nombre de las subunidades que recibieron mantenimiento.
	Componentes mantenibles	Especifica los componentes mantenibles que recibieron mantenimiento.
Tiempo de mantenimiento	Tiempo de mantenimiento activo	Es el lapso de tiempo activo que tomaron las labores de mantenimiento de un equipo.
Comentarios	Información adicional	Proporciona más detalles en caso de disponer de las acciones de mantenimiento, por ejemplo: tiempos anormales de espera, relación con otras tareas de mantenimiento.

Nota: Tomado y adaptado de ISO 14224, (1999). Industrias del Petróleo y del gas natural – Recolección e intercambio de información de confiabilidad y mantenimiento para equipo.

La norma ISO 14224 también facilita una forma de clasificación sistemática de los equipos para dividirlos en mayor grado de detalle (Ver Figura 5), esta jerarquización está fraccionada en

diferentes niveles que permiten recolectar datos relevantes que se implementarán en los formatos de mantenimiento y servirán para elaborar las tablas de inspección de los equipos.

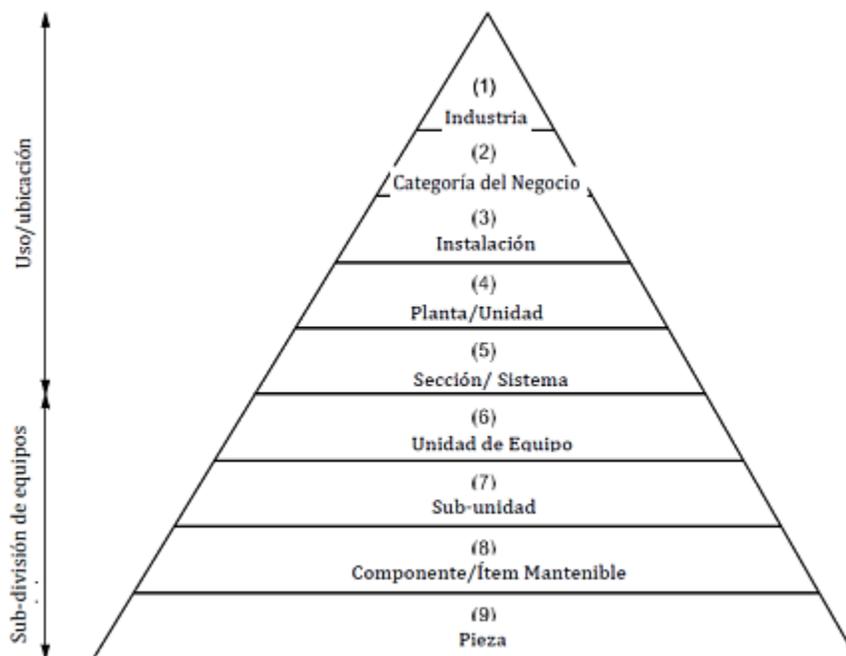


Figura 5. Taxonomía de equipos
Fuente: ISO 14224

Norma SAE JA1012.

Para realizar el análisis de criticidad a cada una de las máquinas y vehículos, se deben tener en cuenta ciertos criterios para evaluarlos, estos corresponden a distintas áreas de interés que permitirán determinar la importancia del activo dentro del Cuerpo de Bomberos, de esta norma se identificaron los principales criterios y sus definiciones:

- **Consecuencias de Falla:** Los efectos que puede provocar un modo de falla o una falla múltiple (evidencia de falla, impacto en la seguridad, en el ambiente, en la capacidad operacional, en los costos de reparación directos o indirectos).

- **Consecuencias en la Seguridad:** Un modo de falla o falla múltiple tiene consecuencias en la seguridad si puede dañar o matar a un ser humano.

- **Consecuencias No Operacionales:** Una categoría de consecuencias de falla que no afecta adversamente la seguridad, el ambiente, o las operaciones, y que sólo requiere reparación o reemplazo de cualquier elemento que podría ser afectado por la falla.

- **Consecuencias Operacionales:** Una categoría de consecuencias de falla que afecta adversamente la capacidad operacional de un activo físico o sistema (producción, calidad del producto, servicio al consumidor, capacidad militar, o costos operacionales en adición al costo de reparación) (SAE JA1012, 2002).

3.1.2 Realizar un diagnóstico sobre el mantenimiento y su planeación en las máquinas y vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís.

3.1.2.1 Buscar información sobre la metodología y obtención de resultados de autoanálisis para determinar la situación de la dependencia.

Se obtuvo información sobre la metodología y obtención de resultados de autoanálisis en diferentes libros y tesis relacionados al tema, de lo cual se organizó la estructura para realizar el cuestionario, donde se especifican los temas a evaluar, prosiguiendo a establecer el cuestionario de autoanálisis para el Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís, con el que se pretende diagnosticar certeramente la situación existente en el área de mantenimiento.

En la Tabla 9 se muestran los temas y subtemas que se tomarán en cuenta para la estructuración del cuestionario, con el fin de que se puedan escoger y formular certeramente las preguntas para este.

Tabla 9
Organización estructural del cuestionario

Tema	Subtema
Organización general	Organización y estructura. Planificación, coordinación y control. Funciones y responsabilidades.
Métodos y sistemas de trabajo	Planificación. Métodos y procedimientos. Documentación y archivo.
Control técnico de instalaciones y equipos	Inventario. Codificación. Hojas de vida. Documentación clasificada. Priorización de actividades
Gestión de carga de trabajo	Acciones de mantenimiento. Planeación de Trabajo. Órdenes de Trabajo.
Sistemas Informáticos	Software especializado. Sistema informático. Hardware.
Organización del taller del mantenimiento.	Espacio asignado por secciones. Herramientas, Transporte y Utillaje.
Documentación técnica	Fichas técnicas. Planos. Manuales de operación y mantenimiento. Documentación clasificada.
Personal y formación	Dirección y control de actividades. Formación. Seguridad y prevención. Entrenamiento.
Contratación	Servicio empresas contratistas.
Control de la actividad	Plan de mantenimiento preventivo. Informes. Indicadores. Eficiencia. Costos del mantenimiento.

Nota: Tomado y adaptado de (Martínez Roa, 2017). Programa maestro de mantenimiento preventivo para la empresa I.M. Ingeniería y mecaniza-dos S.A.S.

3.1.2.2 Emplear un cuestionario de autoanálisis para conocer el estado actual del mantenimiento en el cuerpo de bomberos.

Teniendo en cuenta la información de la Tabla 9 se adaptaron cincuenta y ocho preguntas en diez bloques de autoanálisis para poder conocer el estado actual del mantenimiento en el Cuerpo de Bomberos (Ver Apéndice 1). Cada pregunta tiene una valoración entre 0, 10, 20, 30 y 40 puntos de acuerdo a la importancia que tiene sobre cada una de ellas, siendo 0 para “no” y 40 para “sí”, del que se permite una única respuesta y como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10
Bloque B del cuestionario de autoanálisis

B. MÉTODOS Y LOS SISTEMAS DE TRABAJO	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Disponen de un sistema de planificación y preparación de trabajo para intervenciones importantes?					
2. ¿Tienen procedimientos para preparar trabajos, establecer repuestos y justificar nuevas adquisiciones o proponer nuevas actividades?					
3. ¿Disponen Uds. de métodos operativos escritos para los trabajos complejos o delicados?					
4. ¿Tienen Uds. un procedimiento por escrito (y aplicado) que defina las autorizaciones de trabajo para los trabajos que conlleven riesgos?					
5. ¿Se archivan en los expedientes o historiales de equipos y vehículos, los trabajos de preparación y planificación de intervenciones?					
6. ¿Tienen métodos formalizados para hacer las reparaciones y protocolos de pruebas?					
7. ¿Guardan Uds. las unidades en almacén, hacen preparar kits (piezas, herramientas) antes de sus intervenciones?					
8. ¿Está el conjunto de la documentación debidamente clasificada y fácilmente accesible?					
9. ¿Tienen sistemas de priorización de actividades e intervenciones de mantenimiento con base en su criticidad, repercusiones secundarias, etc.?					
B – 360 puntos posibles					

Nota: Obtenido y adaptado de González, (2004). Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión.

3.1.2.3 Analizar los resultados obtenidos para inferir conclusiones sobre la situación existente.

Los resultados obtenidos del cuestionario se registraron en la Tabla 11, en donde se muestra los diez bloques que componen el cuestionario junto a sus parámetros de calificación.

Tabla 11
Puntuación obtenida del cuestionario de autoanálisis

Bloque	Puntuación máxima	Puntuación media	Puntuación obtenida
Organización general (A)	240	120	160
Métodos y los sistemas de trabajo (B)	360	180	100
Control técnico de instalaciones y equipos (C)	320	160	160
Gestión de la carga de trabajo (D)	240	120	40
Sistemas informáticos (E)	200	100	40
Organización del taller de mantenimiento (F)	160	80	150
Documentación técnica (G)	160	80	20
Personal y formación (H)	280	140	200
Contratación externa (I)	200	100	200
Planificación y control de la actividad (J)	160	80	40

Fuente: El autor

Luego, se realizó un mallado con ejes separados a 36° simbolizando los diez bloques en el que se reflejan los puntos de los valores obtenidos, el 50% de la puntuación máxima obtenible corresponde al límite de la zona de suspenso, los bloques debajo de esta son temas que hay que tratar. La mitad superior hace referencia a la zona de aprobado, es decir, los puntos en esta área se encuentran en buenas condiciones y la sección azul es la puntuación obtenida, tal como se muestra en la siguiente figura.

Resultado del diagnóstico

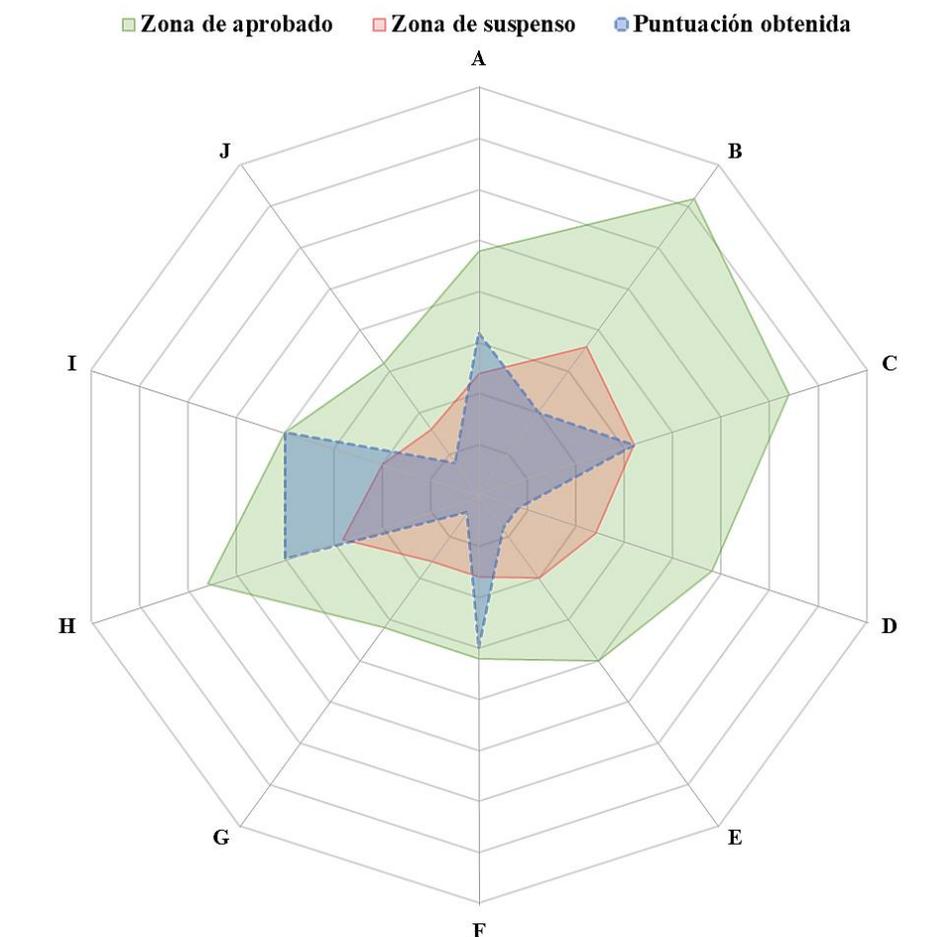


Figura 6. Resultado de autoanálisis

Fuente: El autor

El diagnóstico realizado al Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís arrojó un resultado relativamente positivo, dado que casi la mitad de los bloques se encontraron en la zona de aprobado. Los temas como Métodos y los sistemas de trabajo, Gestión de la carga de trabajo, Sistemas informáticos, Documentación técnica y Planificación y control de la actividad se encuentran en zona de suspenso, estos son los principales factores que se tendrán en cuenta en el plan de gestión de mantenimiento a realizar, por lo tanto, es imprescindible el fortalecimiento de cada uno de estos bloques. El bloque C, Control técnico de instalaciones y equipos, se encuentra entre el límite de la zona de suspenso y la zona de aprobado, pero se considerará en la zona de suspenso junto con los anteriores

componentes, por el hecho de que no obtuvo un puntaje concretamente favorable y es recomendable ubicarlo en esta zona.

Se realizó también un reconocimiento de las áreas de ubicación en donde se almacenan y estacionan las máquinas y vehículos del cuerpo de bomberos, en el que se distinguen cuatro áreas: parqueadero, parque automotor, cuarto de alistamiento y cuarto de herramientas, tal como se muestra en la Figura 7.

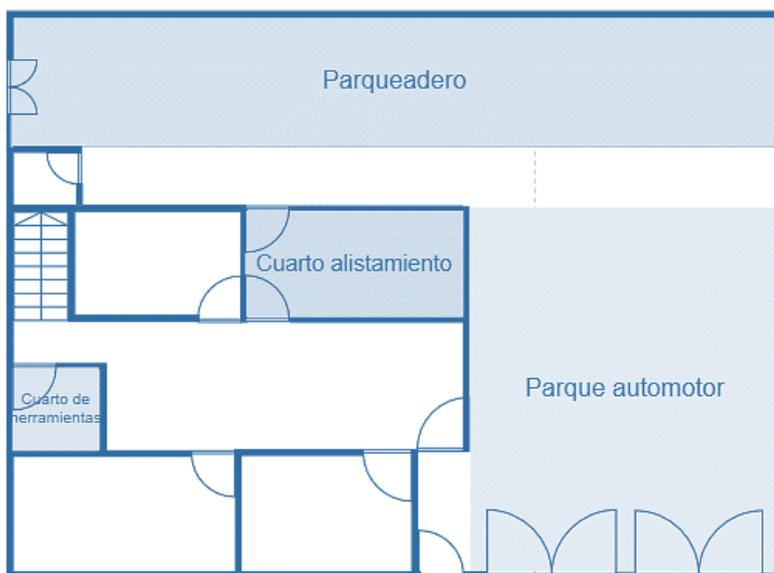


Figura 7. Plano según el área de ubicación de los activos
Fuente: El autor

Se realizó un inventario de los vehículos con los que cuenta el Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís, con el fin de reconocerlos y, de acuerdo a la Resolución 661 del 26 de junio de 2014, categorizarlos. Estos vehículos permiten la gestión integral del riesgo contra incendios de acuerdo con las características del entorno, la categorización de cada uno de estos se muestra a continuación:

Tabla 12
Inventario de vehículos del Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís

Máquinas contraincendios	
Vehículo	Categoría
Chevrolet FVR	Carrotanque, Emergencia de Nivel 1, 2, 3 y 4.
Chevrolet FRR	Máquina extintora, Emergencia de Nivel 1, 2, 3 y 4.
Chevrolet NPR	Máquina de intervención rápida, Emergencia de Nivel 1 y 2.
Vehículos contra incendios o de apoyo	
Camioneta Nissan NP 300	Vehículo de intervención rápida, Emergencia de Nivel 1, 2, 3 y 4.
Camioneta Mazda B2600 DC	Vehículo de intervención rápida, Emergencia de Nivel 1, 2 y 3.
Motocicleta Bajaj Discover 135	Vehículo de apoyo, Emergencia de Nivel 1.

Nota: Todos los vehículos están en funcionamiento. *Fuente:* El autor.

Además de los vehículos, el cuerpo de bomberos cuenta con distintas máquinas que sirven de apoyo para las diferentes emergencias que atienden. Se enlistó cada una de estas por categorías de acuerdo a la función principal que cumplen, y teniendo en cuenta su identificación, ubicación y estado en el que se encuentran.

Tabla 13
Inventario de máquinas del Cuerpo de Bomberos Puerto Asís

Máquinas de succión y bombeo					
Tipo	Marca	Modelo	Cantidad	Ubicación	¿En funcionamiento?
Motobomba	WaterAX	Mack 3	1	Cuarto de herramientas	Sí
Motobomba	KAMA	KM186F	1	Parqueadero	Sí
Motobomba	Ignacio Gómez IHM	30AG/MZ300	1	Parqueadero	Sí
Motobomba	KIPOR	KGP	1	Parqueadero	Sí

Tabla 13
Continuación

Tipo	Marca	Modelo	Cantidad	Ubicación	¿En funcionamiento?
Motobomba	Hamilton	HML300	1	Cuarto Alistamiento	No
Motobomba	AY AMAX	YDE178F	1	Cuarto Alistamiento	No
Fumigadora	STIHL	SR420	1	Cuarto Alistamiento	Sí
Fumigadora	Husqvarna	362M18	1	Cuarto Alistamiento	Sí
Máquinas de corte					
Desbrozadora	STIHL	HT103	1	Cuarto Alistamiento	Sí
Motosierra	STIHL	MS382	2	Cuarto Alistamiento	Sí
Motosierra	Husqvarna	61	1	Cuarto Alistamiento	Sí
Otras máquinas					
Generador	Warrior	FG3500	1	Cuarto Alistamiento	Sí
Compresor			1	Cuarto Alistamiento	Sí

Nota: No se pudo reconocer mayores características del compresor, debido a que no se tiene sus registros de compra y ya no cuenta con sus etiquetas. *Fuente:* El autor

3.1.3 Demostrar la aplicabilidad del plan de gestión de mantenimiento propuesto.

3.1.3.1 Codificar los activos que se encuentran en el cuerpo de bomberos.

La codificación de las máquinas del cuerpo de bomberos se define de acuerdo a la estructura de la Figura 2, pero para mayor facilidad se usa un lenguaje más sencillo, por lo que se lo hará lo más corto posible. Para realizar la codificación se empieza por el código según el área, que como se observó en la Figura 7, hay cuatro ubicaciones en el Cuerpo de Bomberos que se usan para el almacenamiento de las máquinas y vehículos. En la siguiente tabla se especifica los equipos de acuerdo al área a la cual pertenecen.

Tabla 14
Código según el área de ubicación

Código	Área
A	Parque automotor
H	Cuarto de Herramientas
C	Cuarto Alistamiento
P	Parqueadero

Fuente: El autor

También se le asignó un carácter alfabético a la codificación de los activos según el tipo de estos, tal como se muestra a continuación.

Tabla 15
Código según tipo de equipo

Código	Tipo de equipo
B	Motobomba
G	Generador
F	Fumigadora
S	Motosierra
D	Desbrozadora
C	Compresor

Fuente: El autor

Teniendo en cuenta las Tablas 14 y 15, se procedió a realizar la codificación final para cada máquina, quedando de la siguiente manera:

Tabla 16
Codificación de las máquinas del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís

Código	Descripción	Marca	Modelo
P-B1	Motobomba 1	KAMA	KM186F
P-B2	Motobomba 2	Ignacio Gómez IHM	30AG/MZ300
P-B3	Motobomba 3	KIPOR	KGP 15 HP
H-B4	Motobomba 4	AY AMAX	YDE178F
H-B5	Motobomba 5	Water AX	Mack3
C-B6	Motobomba 6	Hamilton	HML300
C-G1	Generador 1	Warrior	FC3500
C-G2	Generador 2	Hamilton	7500
C-F1	Fumigadora 1	STIHL	SR420

Tabla 16
Continuación

Código	Descripción	Marca	Modelo
C-F2	Fumigadora 2	Husqvarna	362M18
C-S1	Motosierra 1	STIHL	MS362
C-S2	Motosierra 2	STIHL	MS362
C-S3	Motosierra 3	Husqvarna	61
C-D1	Desbrozadora	STIHL	HT103
C-C1	Compresor		

Nota: Debido a que el compresor es antiguo y no tiene etiqueta ni registro de compra, no se pudo conocer la referencia. *Fuente:* El autor

Para el caso de los vehículos se utilizó un sistema de codificación interno del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís.

Tabla 17
Codificación del parque automotor

Código	Marca	Línea
M-01	Chevrolet	NPR Turbo Speed
M-02	Bajaj	Discover 135
M-03	Mazda	B2600DC
M-04	Chevrolet	FVR
M-05	Chevrolet	FRR
M-06	Nissan	NP300 Frontier

Fuente: El autor

3.1.3.2 Realizar un análisis de criticidad a los activos con los que cuenta el cuerpo de bomberos.

Para la realización de un análisis de criticidad en el Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís se tiene en cuenta los lineamientos expuestos en la distinción de la norma SAE JA1012. Teniendo en cuenta lo anterior, se establecieron y adaptaron los factores de frecuencia y los de consecuencia asociados a los costos de mantenimiento, influencia en la prestación del servicio y flexibilidad operacional, estructurando el cuestionario que se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18
Factores de frecuencia y consecuencias

FACTOR DE FRECUENCIA	
Frecuencia de falla	Ponderación
Frecuente, más de 3 eventos al mes	5
Probable, 1 - 3 eventos al mes	4
Posible, 1 evento en 3 meses	3
Improbable, 1 evento en 6 meses	2
Sumamente improbable, menos de un evento en 1 año	1
FACTORES DE CONSECUENCIAS	
Costos de mantenimiento	Ponderación
Costos materiales superiores a \$500.000	5
Costos materiales entre \$300.001 - \$500.000	4
Costos materiales entre \$150.001 - \$300.000	3
Costos materiales entre \$50.000 - \$150.000	2
Costos materiales inferiores a \$50.000	1
Influencia en el servicio	Ponderación
Detiene la prestación del servicio	5
Mayor influencia	4
Mediana influencia	3
Menor influencia	2
Sin relevancia	1
Flexibilidad operacional	Ponderación
Se utiliza todo el tiempo	5
Se utiliza seguido	4
Se utiliza medianamente	3
Casi no se utiliza	2
No se utiliza	1

Nota: Tomado y adaptado Ramírez & Moreno, (2017).

Para el cálculo de la criticidad se hace una sumatoria de los factores de consecuencia de acuerdo a las estimaciones y calificaciones establecidas de cada uno, este se multiplica con el factor de frecuencia descrito en la Tabla 18. Correspondiendo este valor con la matriz mostrada en la Tabla 19 se halla el valor numérico de criticidad.

Tabla 19
Matriz de criticidad

FRECUENCIA	5	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
	4	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
	3	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
	2	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		CONSECUENCIA												

Fuente: El autor

El valor numérico de criticidad se muestra en diferentes niveles y colores que corresponden a los siguientes criterios:

- Criticidad alta, color rojo ($50 \leq \text{Criticidad} \leq 75$)
- Criticidad media, color amarillo ($25 \leq \text{Criticidad} \leq 49$)
- Criticidad baja, color verde ($3 \leq \text{Criticidad} \leq 24$)

Con las respuestas del cuestionario se construyó una tabla en la que se enlistan las máquinas y vehículos junto a sus factores de frecuencia y consecuencia (Ver Tabla 20), indicando el valor de criticidad de cada activo, esto mediante el empleo de la matriz de criticidad.

Tabla 20
Criticidad de las máquinas y vehículos

Máquina/Vehículo	Código	FF	FC			
			CM	IS	FO	CR
Vehículo intervención rápida Mazda B2600DC	M-03	2	5	4	4	26
Motobomba KAMA KM186F	P-B1	2	4	3	4	22
Vehículo de apoyo Bajaj Discover 135	M-02	2	4	3	4	22
Máquina intervención rápida Chevrolet NPR	M-01	2	5	2	3	20
Motobomba Ignacio Gómez IHM	P-B2	2	4	2	3	18
Motobomba KIPOR KGP	P-B3	2	4	2	2	16
Máquina extintora Chevrolet FRR	M-05	1	5	4	4	13

Tabla 20
Continuación

Motobomba Hamilton HML300	C-B6	2	4	1	1	12
Carrotanque Chevrolet FVR	M-04	1	5	3	4	12
Vehículo intervención rápida Nissan NP300 Frontier	M-06	1	5	3	4	12
Compresor	C-C1	1	4	4	3	11
Motosierra STIHL MS382	C-S1	1	4	1	2	7
Motosierra STIHL MS382	C-S2	1	4	1	2	7
Motosierra Husqvarna 61	C-S3	1	4	1	2	7
Fumigadora STIHL SR420	C-F1	1	4	1	2	7
Fumigadora Husqvarna	C-F2	1	4	1	2	7
Desbrozadora STIHL HT103	C-D1	1	4	1	2	7
Generador Warrior FG3500	C-G1	1	4	1	1	6
Motobomba WATERAX MACK 3	H-B5	1	1	1	1	3

Fuente: El autor

Donde:

FF: Factor de frecuencia.

FC: Factores de consecuencia.

CM: Costos de mantenimiento.

IF: Influencia en el servicio

FO: Flexibilidad operacional.

Del resultado del análisis de criticidad se obtuvo que el cuerpo de bomberos no cuenta con activos críticos, dado a que el factor de frecuencia es relativamente bajo, entre uno y dos, la razón de esto es que la mayoría de los equipos son nuevos o están bien cuidados.

3.1.3.3 Preparar formatos de mantenimiento.

Se tomó y adaptó de la norma ISO 14224 y del libro “Manual práctico de gestión de mantenimiento, Leal & Zambrano (2006)” para la preparación de formatos que sirvan de apoyo para la ejecución de actividades de mantenimiento.

Los formatos que se diseñarán para el cuerpo de bomberos son: ficha técnica, orden de trabajo, hoja de vida y cuadros de programas de inspección.

Ficha técnica.

Es un registro o planilla que recopila información descriptiva del equipo en el que se especifican las características más importantes con el fin de tener un mayor conocimiento de este y facilitar las acciones de mantenimiento.

Tabla 21
Ficha técnica

FICHA TÉCNICA	
Tipo:	Código:
Marca:	Placa:
Línea:	Modelo:
Año de adquisición:	Criticidad:
Descripción del equipo	
<i>Foto o imagen de la máquina o vehículo</i>	
Características técnicas	
Observaciones	

Fuente: El autor

Orden de trabajo.

Es un documento en el que se informa sobre la acción de mantenimiento a realizar en un equipo. Las ordenes son una de las fuentes de información más importantes, ya que se recogen datos relevantes de cada intervención.

Tabla 22
Orden de Trabajo

ORDEN DE TRABAJO				
Código del equipo:		Fecha:	N° O.T:	
Equipo:		Fecha de finalización:		
Tipo de mantenimiento:		Prioridad:		
Acción:				
Responsable:	Firma:			
Teléfono:				
Autorizado por:	Firma:			
Teléfono:				
Servicio o trabajo	Observación	Tiempo	Valor	
Piezas o materiales	Observación	Cantidad	Valor Unit.	Valor
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
				\$ -
			Valor Total:	\$ -
Descripción de los daños encontrados:				
Observaciones:				

Hoja de vida.

Es un documento que recopila toda la información de un equipo acerca de los tipos de mantenimiento aplicados, los tipos de actividades a las que ha sido sujeto, los tipos de parada en las que se ha visto involucrado, la mano de obra y recursos utilizados en él.

Tabla 23
Hoja de vida

		CUERPO DE BOMBEROS VOLUNTARIOS PUERTO ASÍS			
HOJA DE VIDA					
N° OT.	Fecha	Código	Máquina/Vehículo	Marca	Modelo

Fuente: El autor

Tablas de mantenimiento.

En estas tablas se especifican las actividades de mantenimiento a realizar en cierto equipo.

Tabla 24
Tabla de mantenimiento del activo

TABLA DE MANTENIMIENTO DEL ACTIVO			
Sistema	Subsistema	Tareas o labores de mantenimiento	Frecuencia

Fuente: El autor

3.1.3.4 Diligenciar los formatos de cada uno de los activos.

Con los datos de cada uno de los vehículos y máquinas del Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís, se prosigue a recolectar y registrar la información pertinente de inventario, ficha técnica de cada activo y las tablas de mantenimiento por categorías. Con el fin

de ampliar el conocimiento que se tiene de cada uno y que servirán para agilizar y mejorar la toma de decisiones al momento de realizar las actividades de mantenimiento.



REPÚBLICA DE COLOMBIA
Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís
Departamento - Putumayo
Nif. 846.000.701-4



INVENTARIO DE MÁQUINAS Y VEHÍCULOS

Número de equipos		20			
Equipo/Vehículo	Marca	Línea	Modelo	Placa	Código.
Camión	Chevrolet	NPR Turbo Speed			M-01
Motocicleta	Bajaj	Discover 135			M-02
Camioneta	Mazda	B2600DC	2003	OZH - 777	M-03
Camión	Chevrolet	FVR	2016	OZI - 968	M-04
Camión	Chevrolet	FRR	2016	OJX - 450	M-05
Camioneta	Nissan	NP300 Frontier	2018	OJX - 459	M-06
Motobomba	KAMA		KM186F		P-B1
Motobomba	Yamaha		MZ300		P-B2
Motobomba	KIPOR		KGP		P-B3
Motobomba	AY AMAX		YDE178F		B-B4
Motobomba	WATERAX		Mack3		B-B5
Motobomba	Hamilton				C-B6
Planta	Garrior		FC3500		C-P1
Planta	Hamilton		7500		C-P2
Fumigadora	STIHL		SR420		C-F1
Fumigadora	Husqvarna		362M18		C-F2
Motosierra	STIHL		MS362		C-S1
Motosierra	STIHL		MS362		C-S2
Motosierra	Husqvarna		61		C-S3
Compresor					C-C1

Figura 8. Inventario de máquinas y vehículos

Fuente: El autor



REPÚBLICA DE COLOMBIA
Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís
Departamento - Putumayo
Nif. 846.000.701-4



FICHA TÉCNICA			
Tipo:	Motobomba	Código:	B-B5
Marca:	Waterax	Placa:	
Línea:		Modelo:	Mark 3
Año de adquisición:	2019	Criticidad:	Baja
Descripción del equipo			
Equipos de rescate de emergencia. Está diseñada para soportar los rigores y condiciones extremas del combate de incendios forestales, es ligera y portátil			
Características técnicas			
Potencia: 10 hp Cilindrada: 185 cc Presión máxima: 380 psi Flujo libre: 371 L/min Peso: 26,3 kg Bujía: Bosh 18 mm Tipo de aceite: Aceite 2 tiempos con API-TC Consumo de gasolina: 4,9 L/h Lubricación: 50:1 gasolina a aceite			
Observaciones			
El equipo aún no ha entrado en operación, está totalmente nuevo.			



Figura 9. Ficha técnica B-B5

Fuente: El autor

Tabla 25

Tabla de mantenimiento para compresores

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA COMPRESORES				
Tareas o labores de mantenimiento	Antes de comenzar el trabajo	Tras finalizar el trabajo	100 horas	300 horas
Limpieza de todo el equipo		X		
Limpieza y/o reemplazo el filtro de entrada			X	
Cambio de aceite				X
Drenaje del condensado del depósito		X		
Conexiones de aire	X			

Tabla 26

Tabla de mantenimiento para generadores

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA GENERADORES						
Componente	Tareas o labores de mantenimiento	Cada 8 horas	Cada 50 horas	Cada 200 horas	Cada 500 horas	Cada 1000 horas
Máquina completa	Limpie el generador y compruebe los pernos y las tuercas	X				
Aceite del motor	Comprobar y rellenar	X				
	Cambiar		X			
Filtro de aire	Limpiar		X			
	Sustituir			X		
Filtro de combustible	Limpiar			X		
	Limpiar		X			
Bujía	Limpiar y ajustar los electrodos			X		
	Reemplazar				X	
Parachispas	Limpiar		X			
Culata de cilindros	Extraer la carbonilla				X	
Válvulas	Comprobar y ajustar				X	
Carburador	Comprobar				X	
	Ajustar				X	
Líneas de combustible	Reemplazar					X
	Compruebe el interruptor	X				
Motor	Reemplace la montura					X
	Revisión general					X
Receptáculos de CA	Comprobar	X				
Terminal de CC	Comprobar	X				
Monitor múltiple	Comprobar	X				
Rotor	Comprobar					X
Estator	Comprobar					X

Nota: El primer cambio de aceite debe realizarse después de las primeras veinte (20) horas de operación. A partir de entonces, deberá cambiar el aceite cada cien (50) horas. Antes de cambiar el aceite, busca una forma adecuada de eliminar el aceite usado. No lo tire por conductos de aguas residuales, sobre la tierra ni a corrientes de agua. El cambio de aceite puede variar según la tasa utilización del equipo, compruebe el estado de este y cambie si es necesario.

Tabla 28

Tabla de mantenimiento para desbrozadoras

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA DESBROZADORAS										
Componente	Tareas o labores de mantenimiento	Antes de comenzar el trabajo	Tras finalizar el trabajo o diariamente	Tras cada llenado del depósito	Semanalmente	Mensualmente	Anualmente	En caso de avería	En caso de daños	Si lo requiere su estado
Máquina completa	Control visual (estado, estanqueidad)	X		X						
	Limpiar		X							
Empuñadura de mando	Comprobación del funcionamiento	X		X						
	Limpiar	X		X						
Filtro de aire	Sustituir									X
	Comprobar	X								
Bomba manual de combustible (en caso de estar disponible)	Repara por un distribuidor especializado								X	
	Comprobar por un distribuidor especializado					X				
Cabezal de aspiración en el depósito de combustible	Sustituir por un distribuidor especializado						X		X	X
	Limpiar					X				
Depósito de combustible	Comprobar el ralentí, la cadena no deberá moverse	X		X						
	Ajustar el ralentí	X		X						
Bujía	Reajustar la distancia entre electrodos	X								
	Sustituir cada 100 horas de servicio									X
Aberturas de aspiración para aire de refrigeración	Control visual									
	Limpiar				X					
Aletas del cilindro	Limpiar por un distribuidor especializado							X		X
Cavidad de combustión	Limpiar cada 150 horas de servicio por el distribuidor especializado		X		X					X

Tabla 29
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA MOTOBOMBAS									
Subunidad	Pieza o componente	Tareas o labores de mantenimiento	Tras finalizar el trabajo	Diario o cada 8 horas	Primer mes o 20 horas	Antes de la operación	Cada 3 meses o 50 horas	Cada 6 meses o 100 horas	Cada año o 300 horas
	Cámara de combustión	Limpiar					Después de cada 500 horas (3) (4)		
	Depósito y filtro de combustible	Limpiar						X (4)	
Motor	Cable del embrague	Comprobar-ajustar			X (4)			X (4)	
	Velocidad de ralentí	Comprobar-ajustar							X (4)
	Holgura de válvulas	Comprobar-ajustar							X (4)
	Tubo de combustible	Comprobar							Cada 2 años (reemplazar si es necesario) (4)

(1) El tiempo de comprobación y el tiempo de cambio varían según la condición de utilización.
(2) Haga este trabajo con más frecuencia cuando utilice el motor en lugares polvorientos.
(3) Para aplicaciones comerciales, registre las horas de funcionamiento para determinar los intervalos apropiados para el mantenimiento.
(4) El servicio de estas partes deberá realizarlo su concesionario de servicio, a menos que usted disponga de las herramientas adecuadas y posea suficientes conocimientos mecánicos. Consulte el manual de taller Honda para ver los procedimientos de servicio.
(5) Compruebe que no haya grietas ni desgaste anormal en la correa, y reemplácela si está anormal.
(6) Aplique grasa a la parte del pasador del punto de apoyo de la palanca del embrague y a su contorno para que no se oxide con el tiempo (4)

Tabla 30

Tabla de mantenimiento para motocicletas

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA MOTOCICLETAS										
Componente	Tareas o labores de mantenimiento	1000 Km	3000 Km	6000 Km	9000 Km	12000 Km	15000 Km	18000 Km	21000 Km	24000 Km
Exosto	Apretar tuercas			X		X		X		X
Filtro de aire	Limpiar	X	X	X	X	X		X	X	X
	Reemplazar						X			
Válvulas	Inspeccionar y limpiar	X				X				X
Bujía	Inspeccionar y limpiar	X		X				X		X
	Reemplazar					X				
Carburador (RPM ralentí)	Inspeccionar y limpiar	X	X		X		X		X	
Juego cable acelerador (guaya)	Inspeccionar y limpiar	X	X		X		X		X	
Manguera de combustible	Inspeccionar y limpiar	X	X		X		X		X	
		Reemplazar cada 4 años								
Embrague	Inspeccionar y limpiar	X	X				X			X
	Reemplazar				X			X		
Aceite de motor		Reemplazar cada 3000 a 4000 km								
Filtro de aceite	Reemplazar	X				X				X
Ahogador de chispa (capuchón)	Limpiar	X		X		X		X		X
Kit arrastre (cadena transmisión, piñón delantero y piñón trasero)	Inspeccionar y limpiar	X	X	X		X	X		X	X
	Reemplazar				X			X		
Frenos (pastillas delanteras y bandas de frenos)	Inspeccionar y limpiar	X		X		X		X		X
		Reemplazar cada 4000 km								

Tabla 30
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA MOTOCICLETAS										
Componente	Tareas o labores de mantenimiento	1000 Km	3000 Km	6000 Km	9000 Km	12000 Km	15000 Km	18000 Km	21000 Km	24000 Km
Líquido de frenos	Inspeccionar y limpiar			X		X		X		X
	Reemplazar cada 2 años									
Manguera de frenos	Inspeccionar y limpiar	X		X		X		X		X
	Reemplazar cada 4 años									
Dirección (rodamiento delanteros y traseros)	Inspeccionar y limpiar					X				X
Llantas	Inspeccionar y limpiar	X		X		X		X		X
	Reemplazar cada 10000 km									
Suspensión delantera	Inspeccionar y limpiar					X				X
Suspensión trasera	Inspeccionar y limpiar					X				X
Motor y del chasis.	Apretar pernos y tuercas	X	X		X		X		X	

Tabla 31
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONES											
Sistema	Tareas o labores de mantenimiento	Semanal	Mensual	5000 Km	10000 Km	15000 Km	20000 Km	25000 Km	30000 Km	35000 Km	40000 Km
Otros	Revisar voltaje y borne de la batería		X								
	Revisar recorrido y juego libre del pedal de freno		X								
	Reparaciones en la carrocería y tapicería						X				X

Tabla 32
 Tabla de mantenimiento camionetas

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONETAS							
Sistema	Subsistema	Tareas o labores de mantenimiento	Diario	5000 Km	6000 Km	40000 Km	
Motor	Lubricación	Cambio de aceite de motor			X		
		Cambio de filtro de aceite			X		
		Cambio de filtros de combustible				X	
		Cambio de filtros de aire				X	
		Verificar fugas				X	
	Refrigeración	Revisión de nivel		X			
		Revisión de mangueras y abrazaderas		X			
		Revisión de panel de radiador e intercooler					X
		Revisión de Bomba de refrigerante				X	
		Cambio de refrigerante					X
	Combustible	Revisión de tuberías y manueras de combustible				X	
		Revisión del tanque de combustible (Fugas)				X	
	Inyección	Verificar fugas de Combustible en tuberías y toberas				X	
		Revisión del circuito de cebado o purga				X	
	Correas de accesorios	Verificar tensión y estado de todas las correas de servicio				X	
		Cambio de correa					X
	Correa de repartición	Revisión de patines de tensores				X	
		Cambio de la correa de repartición					X
		Cambio de patín tensor					X
		Cambio de retenedores de árbol de levas					X
	Ajustes	Cambio de retenedor de cigüeñal					X
		Verificar soportes de motor				X	
		Verificar calibración de Válvulas					X

Tabla 32
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONETAS						
Sistema	Subsistema	Tareas o labores de mantenimiento	Diario	5000 Km	6000 Km	40000 Km
Sistema hidráulico	Bomba de dirección	Verificar humedad o fugas de aceite hidráulico en mangueras de la bomba de dirección			X	
		Verificar humedad o fugas de aceite hidráulico en depósito y tapa del depósito			X	
	Filtro	Cambio del Filtro de aceite hidráulico				X
	Depósito o tanque	Verificar la presencia de humedad o fugas en Depósito / tanque de aceite hidráulico			X	
	Manómetros de presión de Aceite hidráulico	Verificar funcionamiento del manómetro de presión de Aceite Hidráulico	X			
	Compresor	Verificar nivel de líquido de frenos		X		
Sistema neumático	Mangueras	Verificar el estado de las mangueras y tuberías del sistema hidráulico		X		
		Verificar la presencia de fugas de líquido de frenos o perforaciones en las mangueras		X		
		Verificar que las mangueras no estén obstruidas o machacadas		X		
Sistema de A/A (C/A)		Verificar el funcionamiento del compresor		X		
		Verificar que el sistema este enfriando		X		
		Verificar el flujo de aire		X		
		Verificar tensión de correa		X		
Sistema eléctrico	Batería	Verificar nivel del electrólito		X		
		Limpia bornes		X		
		Verificar ajuste de masa		X		
		Verificar carga		X		
		Verificar la fijación de la batería		X		

Tabla 32
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONETAS						
Sistema	Subsistema	Tareas o labores de mantenimiento	Diario	5000 Km	6000 Km	40000 Km
Sistema eléctrico	Alternador o planta	Verificar tensión de correa		X		
		Verificar tensión o corriente		X		
	Dispositivos sonoros (pitos) (C/A)	Verificar funcionamiento de pito	X			
		Verificar funcionamiento de pito de reverso	X			
		Verificar funcionamiento display y dispositivo sonoro en cabina	X			
	Cableado	Verificar que los ramales de cables estén debidamente fijados y encintados		X		
Sistema de arranque	Arranque	Verificar funcionamiento del Bendix	X			
		Verificar funcionamiento de relé del arranque o Automático	X			
Sistema electrónico		Verificar Funcionamiento de la UCE, y del funcionamiento del motor en On	X			
Sistema de iluminación		Verificar el funcionamiento de todas las luces	X			
		Verificar altura del pedal del embrague	X			
Sistema de embrague		Verificar guaya o mecanismo de accionamiento de embrague	X			
		Verificar cojinete de aislamiento (balinera)	X			
		Verificar la presencia de humedad o fuga de líquido de frenos de la bomba auxiliar del embrague		X		
		Verificar la presencia de humedad o fuga de líquido de frenos de la bomba del embrague		X		
		Verificar los soportes de la caja		X		
Sistema transmisión		Verificar los niveles de aceite		X		
		Verificar la presencia de humedad o fugas de aceite		X		
		Verificar que los cambios entren o engranen bien		X		
		Verificar estado de las crucetas de la junta de cardán		X		

Tabla 32
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONETAS						
Sistema	Subsistema	Tareas o labores de mantenimiento	Diario	5000 Km	6000 Km	40000 Km
Sistema transmisión		Verificar estado de la Balinera de centro		X		
		Verificar humedad o fuga de aceite		X		
		Verificar Humedad o fuga de aceite por ejes y campanas		X		
Sistema de Diferencial		Verificar nivel de aceite		X		
		Verificar juego del Speed		X		
		Verificar ajuste de Corona y Speed		X		
		Verificar fisuras, grietas en el troque o housing		X		
		Verificar presencia de corrosión en pisos		X		
		Verificar presencia de corrosión en costados y láminas		X		
		Verificar entradas de agua o polvo		X		
		Verificar cierre y ajuste de puertas		X		
		Verificar cierre y ajuste del capot		X		
	Exterior	Verificar fijación de espejos retrovisores		X		
		Verificar fijación de silletería		X		
Carrocería		Verificar estado de la tapicería		X		
		Verificar pasamanos y apoya pies		X		
		Verificar estado de los panorámicos	X			
		Verificar estado de vidrios y ventanas	X			
	Limpiabrisas	Verificar el funcionamiento del limpiabrisas	X			
		Verificar funcionamiento de las ranitas o grifos del agua al panorámico	X			
		Verificar nivel de Líquido de frenos	X			
Sistema de frenos		Verificar altura del pedal de freno	X			
		Verificar el retorno del pedal de freno	X			
		Verificar funcionamiento del freno de emergencia	X			

Tabla 32
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONETAS							
Sistema	Subsistema	Tareas o labores de mantenimiento	Diario	5000 Km	6000 Km	40000 Km	
Sistema de frenos		Verificar humedad o fuga de líquido de frenos		X			
		Verificar alturas de asbestos o bandas / pastillas	X				
		Verificar desgaste en discos de freno	X				
		Verificar desgastes en campanas de frenos		X			
Sistema de suspensión	Elementos móviles	Verificar estado de amortiguadores delanteros y traseros		X			
		Verificar el estado de terminales		X			
		Verificar el estado de rótulas		X			
		Verificar el estado de brazos axiales		X			
		Verificar estado de espirales Del. Y Tras.		X			
		Verificar el estado de los sprinder		X			
		Verificar cauchos de barras de torsión		X			
		Verificar cauchos de barras estabilizadoras		X			
	Llantas y rines		Verificar estado y desgaste de las llantas (3mm de labrado min.)		X		
			Verificar que cada uno de los rines estén apoyados con todos los espárragos, tuercas, tornillos o pernos		X		
			Verificar que los rines no presenten agrietamiento o golpes que puedan poner en riesgo la operación del automotor		X		
			Verificar llanta de repuesto	X			
			Verificar bases de amortiguadores		X		
			Verificar estado y condición de los soportes de los muelles		X		
	Verificar bujes de los muelles		X				
	Verificar estado de los muelles (hojas partidas)		X				
	Verificar brazo pitman o caja compensadora		X				

Tabla 32
Continuación

TABLA DE MANTENIMIENTO PARA CAMIONETAS						
Sistema	Subsistema	Tareas o labores de mantenimiento	Diario	5000 Km	6000 Km	40000 Km
Sistema de suspensión	Llantas y rines	Verificar guardapolvos de las puntas homocinéticas		X		
		Verificar puntas homocinéticas		X		
Sistema de dirección	Caja de dirección	Verificar la fijación de la caja de la dirección		X		
		Verificar juego del sinfín		X		
	Caña de la dirección	Verificar juego de la caña de la dirección		X		
		Verificar estado del caucho de la caña de la dirección		X		
Engrase		Realizar engrase de todas las partes móviles y de fricción		X		

3.1.3.5 Diseñar un aplicativo en Excel para la gestión del mantenimiento.

En el desarrollo del aplicativo para la gestión del mantenimiento en Excel se empleó el complemento de programación Microsoft Visual Basic for Applications, que permite trabajar en este software, creando comandos mediante un lenguaje de programación, dando un sentido más versátil y dinámico que el que se conseguiría al emplear solamente Excel.

La Figura 10 representa el diagrama de flujo del aplicativo programado en el complemento de Excel que me permite llevar un registro diario de mantenimiento, historiales, y búsqueda rápida de información.

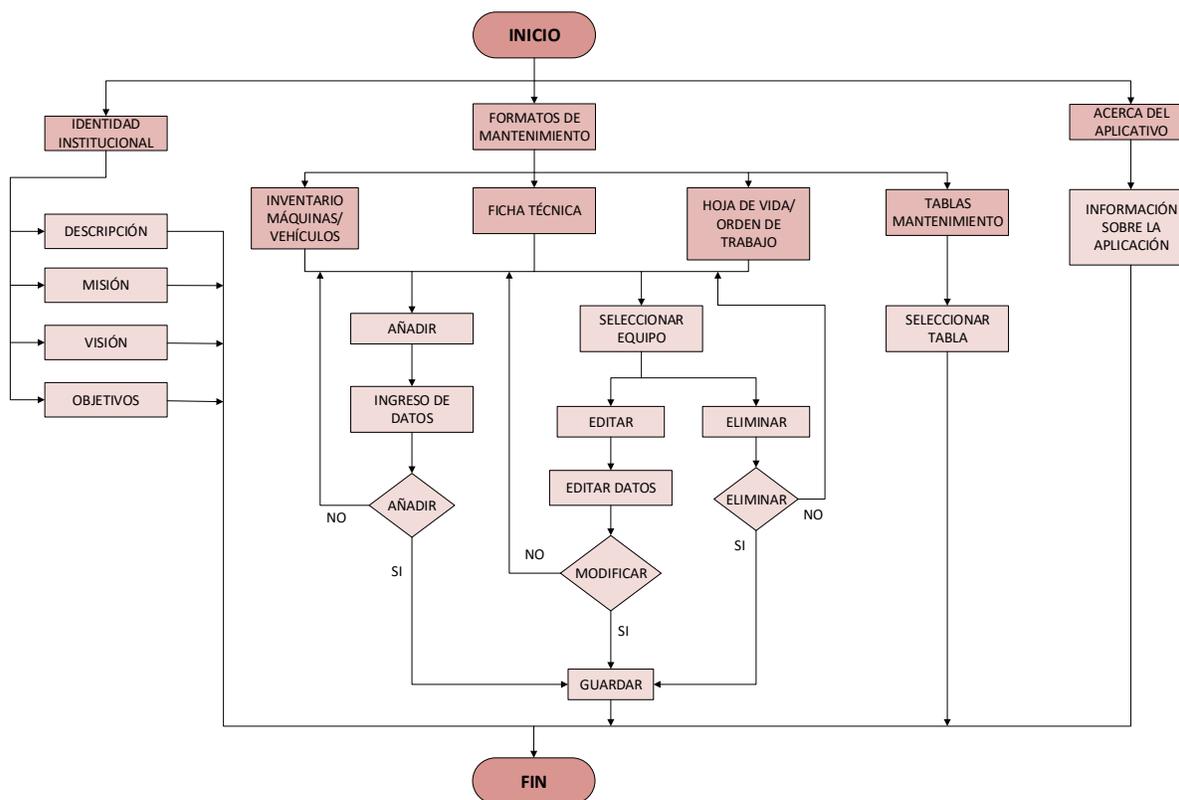


Figura 10. Diagrama de flujo del aplicativo

Fuente: El autor

A continuación, se describirán las principales partes que componen este aplicativo:

Inicio.

En este menú se presenta la imagen institucional del Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís junto con las opciones para acceder a tres entradas: Identidad institucional, Formatos de mantenimiento y Acerca del aplicativo.



Figura 11. Menú de inicio

Fuente: El autor

Identidad institucional.

En esta ventana se recopiló, precisamente, la información interna institucional referente al Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís como la descripción, misión, visión y objetivos de esta.

Identidad Institucional ×



REPÚBLICA DE COLOMBIA
Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís
Departamento - Putumayo
Nit. 846.000.701-4



Descripción | Misión | Visión | Objetivos

El Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís Putumayo presta su servicio a los ciudadanos del municipio y las localidades aledañas, mediante la atención y gestión de emergencias causadas por la naturaleza como incendios, inundaciones y terremotos, y otras emergencias como accidentes, rescates, derrame de sustancias peligrosas, entre otras, todo esto mediante el uso de vehículos, máquinas, herramientas y el talento humano, además de atender emergencias de forma inmediata, promueve y da a conocer estrategias para ayudar a prevenir y responder ante incendios y situaciones similares de emergencia, con sentido de responsabilidad social y excelencia institucional.

Inicio 

Figura 12. Identidad institucional

Fuente: El autor

Formatos de mantenimiento.

En esta opción se puede acceder a una lista que contiene toda la información de la gestión del mantenimiento del cuerpo de bomberos, tal como se muestra en la Figura 13. Desde esta ventana se puede acceder a la visualización de cada uno de los formatos, la edición y la impresión de estos.

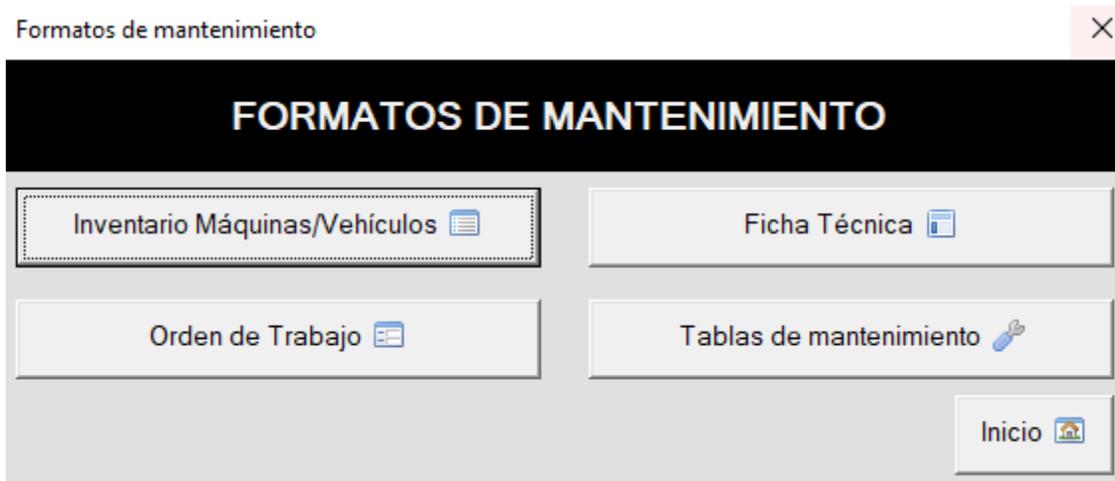


Figura 13. Formatos de mantenimiento

Fuente: El autor

Acerca del aplicativo.

Se muestra la información concerniente al proyecto, como su función básica y autor de este. Cabe destacar que el aplicativo que se desarrolló para el Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís es un trabajo de grado y, por ende, los derechos pertenecen a la institución.

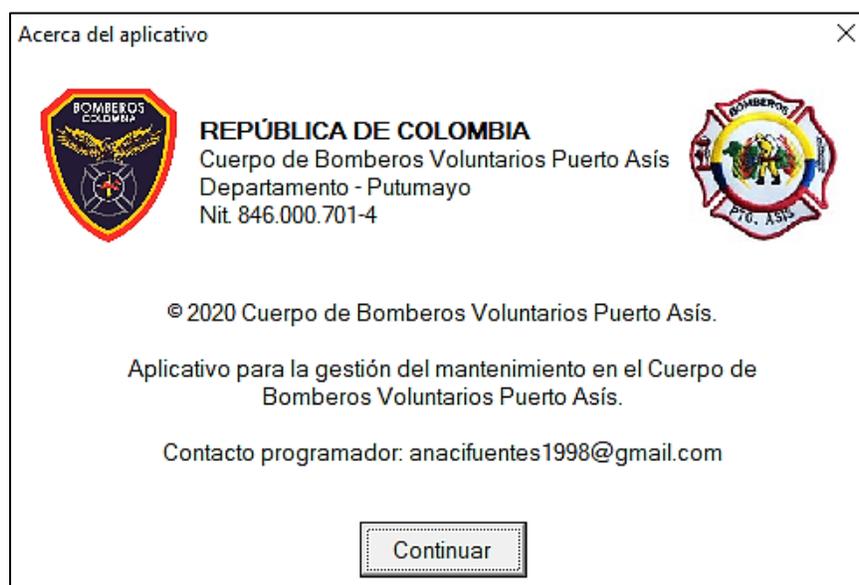


Figura 14. Acerca del aplicativo

Fuente: El autor

3.1.3.6 Emplear los formatos en el aplicativo para la gestión del mantenimiento.

Toda la información recolectada se almacenó en tablas en Excel que servirán como base de datos para el aplicativo, de esta forma se emplearon los formatos mencionados anteriormente, con el fin de que el sistema de información complementado con las tablas de mantenimiento programado mejore la gestión de cada activo.

En la Figura 15, se observa el control de inventario de máquinas y vehículos que es la primera opción de la Figura 13. En esta ventana aparece una lista de los equipos con su información primordial junto a los botones de edición y, en la parte inferior se encuentra la sección que permite añadir o editar un equipo.

Inventario X

CONTROL DE INVENTARIO

Buscar:

Código	Tipo de equipo	Marca	Línea	Modelo	Placa
M-01	Máquina de int	Chevrolet	NPR Turbo 6		
M-02	Vehículo de ap	Bajaj	Discover 135	2011	
M-03	Vehículo de inte	Mazda	B2600DC	2003	OZH
M-04	Carrotanque	Chevrolet	FVR	2016	OZI
M-05	Máquina extint	Chevrolet	FRR	2016	OJX
M-06	Vehículo de ap	Nissan	NP300 Front	2018	OJX
P-B1	Motobomba	KAMA		KM186F	
P-B2	Motobomba	Ignacio Góm		30AG/MZ30C	
P-B3	Motobomba	KIPOR		KGP30	
B-B4	Motobomba	WATERAX		Mack3	
C-B5	Motobomba	Hamilton			
C-P1	Planta	Warrior		FC3500	
C-P2	Planta	Hamilton		7500	

Registro/Modificación de máquina/vehículo

Equipo:	<input style="width: 90%;" type="text"/>		<input type="button" value="Añadir"/>
Marca:	<input style="width: 90%;" type="text"/>		<input type="button" value="Modificar"/>
Línea:	<input style="width: 90%;" type="text"/>		
Modelo:	<input style="width: 90%;" type="text"/>		
Placa:	<input style="width: 90%;" type="text"/>		
Código:	<input style="width: 90%;" type="text"/>		<input type="button" value="Cerrar"/>

Figura 15. Control de inventario de máquinas y vehículos

Fuente: El autor

La base de datos de ficha técnica (Ver Figura 16) muestra todos los registros que han sido guardados, en ella se incluye de igual forma, la opción de añadir, editar, eliminar o imprimir un registro.

Fichas técnicas ×

FICHAS TÉCNICAS

Buscar:

Añadir
Editar
Eliminar
Imprimir

Código	Tipo de equipo	Marca	Línea	Modelo
C-S1	Motosierra	STIHL	4	MS382
C-S2	Motosierra	STIHL		MS382
C-D1	Desbrozadora	STIHL		HT103
C-S3	Motosierra	Husqvana		61
C-F1	Fumigadora	STIHL		SR420
P-B3	Motobomba	KIPOR		KGP30
C-F2	Fumigadora	Husqvana		362M18
C-P1	Planta	Wamior		FC3500
C-P2	Planta	Hamilton		7500
P-B2	Motobomba	Ignacio Gómez IH		30AG/MZ300
B-B4	Motobomba	WATERAX		Mack3
C-C1	Compresor			
C-B5	Motobomba	Hamilton		HML 300
P-B1	Motobomba	KAMA		KM186F
M-01	Máquina de intervenció	Chevrolet	NPR Turbo	
M-02	Vehículo de apoyo	Bajaj	Discover 13	2011

Regresar

Figura 16. Ficha técnica

Fuente: El autor

La opción de añadir o editar permite acceder a la ventana que se muestra a continuación, en esta se llenan los campos con datos referentes a un activo, en el que se incluye su identificación, el nivel de criticidad, algunas características principales y observaciones de este.

AÑADIR FICHA TÉCNICA

Código: <input type="text"/>	Tipo de equipo: <input type="text"/>	Cargar imagen: <div style="border: 1px solid gray; height: 100px; width: 100%;"></div> <input type="text"/> <input style="border: 1px solid gray; padding: 2px 5px;" type="button" value="Seleccionar"/>
Marca: <input type="text"/>	Modelo: <input type="text"/>	
Línea: <input type="text"/>		
Año de adquisición: <input type="text"/>	Placa: <input type="text"/>	
Nivel de criticidad: <input type="radio"/> Crítico <input type="radio"/> Importante <input type="radio"/> Prescindible		
Descripción del equipo: <input type="text"/>		
Especificaciones técnicas: <input type="text"/>		
Observaciones: <input type="text"/>		<input style="border: 1px solid gray; padding: 2px 5px;" type="button" value="Añadir"/> <input style="border: 1px solid gray; padding: 2px 5px;" type="button" value="Regresar"/>

Figura 17. Añadir ficha técnica

Fuente: El autor

El funcionamiento de la orden de trabajo es similar al del inventario y fichas técnicas, esto se evidencia en el proceso descrito en el diagrama de flujo de la Figura 10.

AÑADIR ORDEN DE TRABAJO				Nº O.T:							
Fecha:	22/04/2020	Código de equipo:		Tipo:		Marca:		Modelo:		Placa:	
Tipo de mantenimiento:	<input type="radio"/> Correctivo <input type="radio"/> Preventivo		Acción:					Descripción de los daños encontrados:			
Prioridad:		Línea:						Observaciones:			
Servicio o trabajo		Observación	Tiempo	Costo				Responsable:			
								Teléfono:			
								Autorizado por:			
								Teléfono:			
								Fecha de finalización:			
								22/04/2020			
								<input type="button" value="Añadir"/> <input type="button" value="Regresar"/>			
Piezas o materiales		Observación	Cantidad	Precio Unit.							

Figura 18. Añadir orden de trabajo

Fuente: El autor

La base de datos de la orden de trabajo, en donde se registran las intervenciones de todos los equipos, representa la hoja de vida de estos. Si se necesita conocer el historial de algún activo en específico basta con introducir algún dato de su identificación en la barra de búsqueda.

Ordenes de trabajo / Hoja de vida ×

ORDENES DE TRABAJO / HOJA DE VIDA

Buscar:

Añadir
Editar
Eliminar
Imprimir
Regresar

Hojas de vida:

N°	Fecha	Fecha fin.	Tipo de equipo	Marca	Línea	Modelo	Código
1	22/04/2020	22/04/2020	Motosierra	STIHL			

Figura 19. Hoja de vida

Fuente: El autor

En la Figura 20 se muestra la forma de acceder a las tablas de mantenimiento desarrolladas para las máquinas y vehículos del cuerpo de bomberos, clasificadas por categorías, estas muestran las inspecciones a realizar cada cierto periodo de tiempo y de acuerdo a su uso. Las tablas que corresponden a cada una se observan en el Apéndice B.

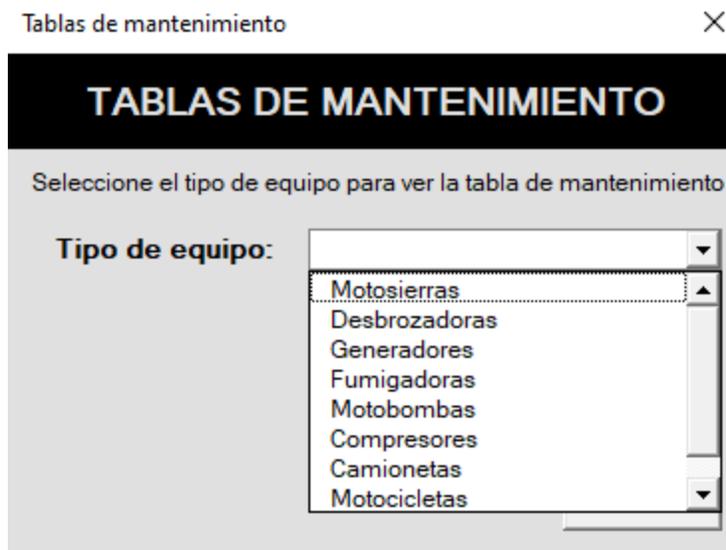


Figura 20. Tablas de mantenimiento

Fuente: El autor

3.1.3.7 Capacitar al cuerpo de bomberos sobre el plan de gestión de mantenimiento.

La capacitación se realizó el día viernes 5 de junio de 2020 de manera presencial, en el cual se contó con el total de personal del Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Puerto Asís y se expuso un resumen del plan de gestión de mantenimiento desarrollado para la institución junto al manejo del aplicativo. Para mejorar la comprensión de este último, se hizo entrega de un manual de uso donde se explica su configuración inicial, en caso de ser instalado en otro computador, y la funcionalidad de este tal como se mostró en la Figura 10.



Figura 21. Capacitación al cuerpo de bomberos
Fuente: El autor

4. Diagnóstico final

El área de mantenimiento en el Cuerpo de Bomberos Voluntarios Puerto Asís se controlaba mediante la asignación de personal a ciertos activos y las inspecciones de estos se realizaban mediante conocimientos empíricos, de igual forma, no se seguía llevando ningún registro de las intervenciones, no contaban con documentación técnica de las máquinas ni de los procedimientos y tampoco disponían de una codificación que las identificara.

El desarrollo del plan de gestión permitió fortalecer sus debilidades de acuerdo al diagnóstico inicial, todos los procedimientos que se realizarán serán controlados mediante la implementación del aplicativo en el que se incluye todo el sistema de información necesario para llevar un buen registro de las actividades de mantenimiento y las tablas de las tareas de mantenimiento permitirán fortalecer y profundizar sus conocimientos sobre las intervenciones a realizar en los activos procurando el buen funcionamiento de estos.

5. Conclusiones

Se recolectó una serie de definiciones de las normas consultadas para que los procedimientos y los datos necesarios que fueron tomados, investigados y recolectados, estuvieran acorde a estas, con el fin de estandarizarlos, optimizarlos y simplificarlos.

Al realizar y analizar el diagnóstico en el cuerpo de bomberos, se conocieron los puntos débiles de la institución en el área de mantenimiento, esto permitió enfocarse en estos y en promover la mejora de la situación que se presentaba en dichos puntos.

A las máquinas y vehículos del cuerpo de bomberos se les asignó un código único con el cual identificarlas, tanto dentro de la institución como en los formatos de mantenimiento diseñados, con el fin de que los procesos sean más ágiles y organizados. Los formatos de mantenimiento se elaboraron de acuerdo a las normas consultadas y se implementaron en el aplicativo desarrollado en Excel junto a los datos necesarios que deben ir contenidos en estos, incluyendo los resultados del análisis de criticidad, con el cual se facilitaron los procedimientos y el manejo de datos generados por las actividades de mantenimiento, así como la agilización en los procesos que intervienen en esta labor.

6. Recomendaciones

Para garantizar la funcionalidad del plan de gestión de mantenimiento, más allá del desarrollo de este proyecto, es imprescindible el uso continuo de este, su apropiada aplicabilidad reside en realizar las actividades diarias de manera integral y, sobre todo, al mando del personal calificado delegado.

El personal delegado debe poseer los conocimientos necesarios de mecánica y mantenimiento para llevar a cabo las intervenciones en los equipos y tener sentido de pertenencia de los activos de la institución, la avería de cualquiera de estos representa un peligro latente ante cualquier emergencia.

El aplicativo desarrollado es una herramienta complementaria al plan de gestión, el delegado para manipularlo deberá llevar un registro completo y preciso de todas las intervenciones realizadas y cualquier información que sea pertinente añadir o modificar.

Referencias

- de la Herrán Souto, A., Martínez Collado, J. C., & Cabrera Ayllón, A. (2015). *Herramientas Y Equipos Operativos*, 33.
- Garrido, S. G. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Gómez, J., Murcia, J. D., & Cabeza, I. (2017). *La energía solar fotovoltaica en Colombia: potenciales, antecedentes y perspectivas*. Universidad Santo Tomás.
- González, F. (2004). *AUDITORIA DEL MANTENIMIENTO E INDICADORES DE GESTION.pdf*. Madrid: FUNDACION CONFEMETAL.
- ICONTEC. (2015). Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 9001-2015.
- ISO 14224. (2016). *Petroleum, petrochemical and natural gas industries – collection and exchange of reliability and maintenance data for equipment*. BSI Standards Publication.
<https://doi.org/10.3403/01887412u>
- ISO 14224. (1999). ISO 14224 - Recolección e intercambio de información de confiabilidad y mantenimiento para equipo.
- ISO 55001. (2014). ISO 55001 — Asset management — Management systems — Requirements. *International Organization for Standardization*.
- Leal, S., & Zambrano, S. (2006). *Manual práctico de gestión de mantenimiento.pdf*. (F. E. UNET, Ed.). San Cristóbal, Táchira, Venezuela: FEUNET.

Martínez Roa, F. (2017). *PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA I.M. INGENIERIA Y MECANIZADOS S.* UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Mendoza, R. H. (2000). El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional, *4*, 13–19.

MININTERIOR. RESOLUCIÓN 661 DE 26 DE JUNIO DE 2014, DIARIO OFICIAL N°:49256 DE AGOSTO 27 DE 2014 § (2014).

Ministerio del Interior (MININTERIOR). RESOLUCIÓN 661 DE 26 DE JUNIO DE 2014, DIARIO OFICIAL N°:49256 DE AGOSTO 27 DE 2014 § (2014).

Ramírez, J. C., & Moreno, H. F. (2017). *ELABORACIÓN DE UN ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y DISPONIBILIDAD PARA LA ATRACCIÓN X-TREME DEL PARQUE MUNDO AVENTURA, TOMANDO COMO REFERENCIA LAS NORMAS, SAE JA1011 Y SAE JA1012.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Retrieved from <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7854/1/MorenoRobayoHugoFernando2018.pdf>

SAE JA1012. (2002). *SAE JA1012 - PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA VRHÍCULOS AEROESPACIALES Y DE SUPERFICIE.*

Sierra Álvarez, G. A. (2004). *PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA METALMECÁNICA INDUSTRIAS AVM S.A.* UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.

Society of Automotive Engineers. (1999). *SAE JA1011: Evaluation Criteria for Reliability-Centered Maintenance (RCM) Processes.*

Society of Automotive Engineers. (2002). *SAE JA1012: A Guide to the Reliability-Centered Maintenance (Rcm) Standard.*

Villamizar, N. (2004). *Diseño del sistema de información para el mantenimiento de la reconstructora de motores El Cigüeñal.* Universidad Industrial de Santander.

Apéndice

Apéndice A. Cuestionario de autoanálisis

A. ORGANIZACIÓN GENERAL	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Está definida por escrito y aprobada, la organización y responsabilidades del área de mantenimiento?					
2. ¿Están las responsabilidades y las tareas de los encargados del mantenimiento claramente definidas?					
3. ¿Está suficientemente dimensionada la estructura de la dirección de mantenimiento y su equipo técnico para abordar nuevos procesos de mejora?					
4. ¿Existe un área para la planificación y coordinación de trabajos y para realizar estudios de mejora y formación?					
5. ¿Existen descripciones de las funciones para cada uno de los puestos de ejecución de mantenimiento?					
6. ¿Todas las operaciones preventivas y correctivas se ejecutan con órdenes de trabajo y se imputan adecuadamente las actividades y repuestos?					

B. MÉTODOS Y LOS SISTEMAS DE TRABAJO	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Disponen de sistema de planificación y preparación de trabajo para intervenciones importantes?					
2. ¿Tienen procedimientos para preparar trabajos, establecer repuestos y justificar nuevas adquisiciones o proponer nuevas actividades?					
3. ¿Disponen Uds. de métodos operativos escritos para los trabajos complejos o delicados?					
4. ¿Tienen Uds. un procedimiento por escrito (y aplicado) que defina las autorizaciones de trabajo para los trabajos que conlleven riesgos?					
5. ¿Se archivan en los expedientes o historiales de equipos y vehículos, los trabajos de preparación y planificación de intervenciones?					

6. ¿Tienen métodos formalizados para hacer las reparaciones y protocolos de pruebas?					
7. ¿Guardan Uds. las unidades en almacén, hacen preparar kits (piezas, herramientas) antes de sus intervenciones?					
8. ¿Está el conjunto de la documentación debidamente clasificada y fácilmente accesible?					
9. ¿Tienen sistemas de priorización de actividades e intervenciones de mantenimiento con base en su criticidad, repercusiones secundarias, etc.?					

C. CONTROL TÉCNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Disponen Uds. de un inventario con ubicación de los equipamientos de su unidad?					
2. ¿Tiene cada equipamiento un número de identificación único claramente señalado?					
3. ¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la supresión de equipamientos?					
4. ¿Hay un archivo informático o en papel de cada equipo o instalación, y de sus subgrupos funcionales, con reseñas históricas de todos los trabajos llevados a cabo en cada uno de ellos y su coste?					
5. ¿Tienen efectuados análisis de criticidad de equipos y estudios de averías y modos de fallo AMFE, RCM, etc.?					
6. ¿Disponen Uds. de información sobre las horas pasadas, las piezas consumidas y los costes, equipamiento por equipamiento?					
7. ¿Hay uno o varios responsables del cuidado de las reseñas históricas de los trabajos?					
8. ¿Se audita periódicamente la situación de inventario y su documentación?					

D. GESTIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Tienen Uds. un programa establecido de mantenimiento preventivo (acciones preventivas, periodicidad, carga de trabajo)?					
2. ¿Disponen Uds. de fichas escritas de mantenimiento preventivo?					
3. ¿Existe algún responsable del conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control y de actualización)?					
4. ¿Tienen los operadores de los equipamientos responsabilidades en materia de ajuste y mantenimiento de rutina?					
5. ¿Existe algún documento que permita informar y seguir toda intervención que se utilice sistemáticamente para todo trabajo?					
6. ¿Disponen Uds. de una planificación semanal o periódica de distribución de los trabajos?					

E. SISTEMAS INFORMÁTICOS	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Cuentan con un sistema informático que almacene y agilice la labor de mantenimiento?					
2. ¿El sistema es "amigable" a la hora de lanzar órdenes, planificar actividad, controlar recursos, emitir informes, etc.?					
3. ¿Desde la implantación de su aplicación informática ha reducido significativamente la carga administrativa?					
4. ¿La información que ahora obtiene de su aplicación le ayuda realmente a una más fácil y rigurosa toma de decisiones?					
5. ¿El hardware del que disponen está suficientemente dimensionado en cuanto a capacidad de proceso, memoria, periféricos, etc.?					

F. ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Se encuentra bien ubicado el almacén de herramientas y repuestos?					
2. ¿Disponen de suficientes medios de manutención adecuados para sus trabajos preventivos y correctivos?					
3. ¿Las zonas destinadas al mantenimiento están correctamente identificadas y delimitadas?					
4. ¿Hay un responsable de logística, de la custodia de herramientas y útiles y de la verificación y calibración periódica de ellas?					

G. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Disponen Uds. de documentación técnica general suficiente de los equipos y vehículos: mecánica de construcción, utilización y mantenimiento, electricidad, nocividad, regulaciones, ¿entre otras?					
2. ¿Son fácilmente obtenibles y utilizables los planos de las instalaciones, características y especificaciones técnicas?					
3. ¿Se ponen al día los planos y los esquemas a medida que se aportan las modificaciones?					
4. ¿Se registran los trabajos de modificación de los equipamientos y se archivan los expedientes de preparación correspondientes (preparación, puesta al día de la documentación, intervenciones)?					

H. PERSONAL Y FORMACIÓN	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿El ambiente de trabajo es, en general, positivo?					
2. ¿Dirigen y supervisan correctamente los trabajos efectuados por los operarios bajo su responsabilidad?					
3. ¿Consideran Uds. en general que la formación técnica de su personal, capacidades y conocimientos es satisfactoria?					
4. En el trabajo diario ¿estiman Uds. que el personal tiene la iniciativa necesaria?					
5. ¿Se asegura de forma regular el perfeccionamiento del personal en materias técnicas?					
6. ¿Recibe su personal formación en seguridad y prevención de accidentes de forma regular?					
7. ¿Programa y domina la formación del personal el servicio de mantenimiento?					

I. CONTRATACIÓN EXTERNA	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿La selección de los operarios externos para mantenimiento se lleva a cabo según criterios de técnica y de competencia?					
2. Desde el punto de vista de ubicación ¿tienen Uds. acceso a muchas empresas de contratación para el área de mantenimiento?					
3. ¿Contratan Uds. las tareas para las que consideran no disponen de suficientes técnicos?					
4. ¿Incluyen en sus contratos con las empresas contratistas cláusulas de resultados?					
5. ¿Disponen Uds. de documentación específica para que empresas externas lleven a cabo el mantenimiento de sus equipamientos?					

J. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA ACTIVIDAD	No	Más bien no	Ni sí ni no	Más bien sí	Sí
1. ¿Disponen de un historial y un balance continuo correctivo-preventivo que les permita decidir qué acciones acometer y asignar o cambiar prioridades?					
2. ¿Se dan informes regulares del control de las horas, los costes de mano de obra y repuestos?					
3. ¿Disponen Uds. de los costes de mantenimiento, equipamiento por equipamiento?					
4. ¿Emiten Uds. de forma regular un informe de la actividad (todos los meses y anualmente)?					