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

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): LUIS ORLANDO APELLIDOS: HERNANDEZ CARRERO

FACULTAD: INGENIERÍA MECÁNICA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): GERMAN ADOLFO APELLIDOS: HERNANDEZ CARRERO

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS DE LA ALCALDIA MUNICIPAL DE BOCHALEMA EN NORTE DE SANTANDER

En el presente documento se realiza la propuesta de mantenimiento para herramientas agropecuarias de la alcaldía municipal de Bochalema en Norte de Santander, en el cual se realizará una revisión de la maquinaria como pica pasto, resecadoras, guadañas, motosierras y ordeñadoras. A estas máquinas se les realizará un chequeo mecánico para saber cuántas se encuentran en funcionamiento y cuantas están deterioradas. A estas máquinas y herramientas se descartarán las que están averiadas totalmente. Se realizará la programación de mantenimiento preventivo para cada tipo de maquinaria existente en lugar de estudio, en el cual se aplicarán las metodologías de mantenimiento preventivo vistas en el transcurso de la carrera de ingeniería mecánica. Se aplicarán conocimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, para prevenir las fallas en las herramientas maquinarias que se repararon para evitar a futuro gastos innecesarios a la alcaldía municipal de Bochalema de Norte de Santander. Como recolección de datos, se aplicará un estudio de revisión a todas las máquinas y herramientas para seleccionarlas y aplicar el proyecto.

PALABRAS CLAVES: mantenimiento, maquinaria, diseño Bochalema, herramientas.

CARACTERÍSTICAS: PÁGINAS: 108 PLANOS: __ ILUSTRACIONES: 06 CD ROOM:

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA Y
HERRAMIENTAS DE LA ALCALDIA MUNICIPAL DE BOCHALEMA EN NORTE DE
SANTANDER.

LUIS ORLANDO HERNANDEZ CARRERO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTA DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIO INGENIERÍA MECÁNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA Y
HERRAMIENTAS DE LA ALCALDIA MUNICIPAL DE BOCHALEMA EN NORTE DE
SANTANDER.

ESTUDIANTE
LUIS ORLANDO HERNANDEZ CARRERO

DIRECTOR:
GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIO DE INGENIERÍA MECÁNICA
SAN JOSE DE CUCUTA

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: CÚCUTA, 19 DE MAYO 2023

HORA: 8: 00 A.m.

LUGAR: CREAD SALA 4

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA MECÁNICA

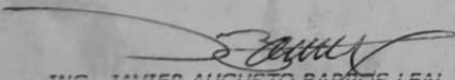
TÍTULO: DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS DE LA ALCALDIA MUNICIPAL DE BOCHALEMA EN NORTE DE SANTANDER.

Jurados: ING. JAVIER AUGUSTO BARROS LEAL
ING. MYRIAM FORERO DURÁN

Director: ING. GERMAN ADOLFO JABBA CASTAÑEDA

Nombre de los estudiantes	Código	Calificación Letra	Número
LUIS ORLANDO HERNANDEZ CARRERO	1120961	CUATRO-CERO	4.0

APROBADA


ING. JAVIER AUGUSTO BARROS LEAL


ING. MYRIAM FORERO DURÁN

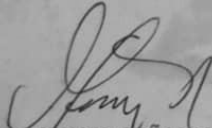

Vo.Bo MEIMER PEÑARANDA CARRILLO
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Mecánica

Tabla de Contenido

Introducción	11
1. Descripción del problema	12
2. Objetivos	13
2.1. Objetivo general	13
2.2. Objetivos específicos	13
3. Formulación del problema	14
4. Justificación	15
5. Delimitaciones	16
5.1. Delimitación espacial	16
5.2. Delimitación temporal	16
6. Referentes Teóricos	17
7. Antecedentes	19
8. Marco teórico	21
8.1. Marco Conceptual	28
3.4. Marco Contextual	28
9. Marco Legal.	30
9.1. Del ministerio del trabajo y seguridad social, resolución 2400 DE 1979:	30
10. Metodología	31
10.1. Tipo de Investigación	31

	6
10.1.1. Población y Muestra.	31
10.1.2. Instrumentos para la Recolección de Información. ¡Error! Marcador no definido.	
10.1.3. Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos.	31
10.1.4. Presentación de Resultados.	32
10.2. Descripción de Equipos	32
10.2.1. Trompo:	33
10.2.2. Cortadora:	33
10.2.3. Generador de Energía	34
10.2.4. Retroexcavadora	35
10.3. Inspección Rutinaria Antigua.	39
10.4. Codificación de Equipos	41
10.4.1. Inventario de equipos	42
10.4.2. Codificación de equipos	42
10.5. Programa de Mantenimiento	46
10.5.1. Frecuencia de mantenimiento	46
10.5.2. Programa anual de mantenimiento.	46
11. Resultados	47
12. Conclusiones	48
13. Recomendaciones	49
Referencia Bibliográfica	50

Anexos

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Inventario de equipos</i>	42
Tabla 2 <i>Sección y código de equipos</i>	43
Tabla 3 <i>Subsistema de los equipos</i>	43
Tabla 4 <i>Horas trabajadas en el mes de agosto de 2022 de los equipos</i>	44

Lista de Figuras

<i>Figura 1 . Organigrama de la alcaldía de Bochalema</i>	18
<i>Figura 2 . Condición de la maquinaria</i>	22
<i>Figura 3 . Primera etapa de datos para la predicción CMD</i>	24
<i>Figura 4 . Eficiencia general de cualquier índole</i>	27
<i>Figura 5 . Relación de disponibilidad</i>	27
<i>Figura 6 . Relación de disponibilidad</i>	28
<i>Figura 7 . Localización de la alcaldía municipal de Bochalema de Norte de Santander</i>	29
<i>Figura 8 . Diagrama de flujo (aplicación de mantenimiento)</i>	32
<i>Figura 9 . Fotografía de trompo en diferentes vistas</i>	33
<i>Figura 10 . Fotografía en diferentes vistas de cortadora de asfalto.</i>	34
<i>Figura 11 . Fotografía de generador de corriente.</i>	35
<i>Figura 12 . Fotografía del reto excavador.</i>	35
<i>Figura 13 . Especificaciones motor</i>	36
<i>Figura 14 . Especificaciones de partes</i>	37
<i>Figura 15 . Dimensiones de la retroexcavadora</i>	38
<i>Figura 16 . Contrapesos</i>	39
<i>Figura 17 . Ejemplo de codificación de equipos</i>	41
<i>Figura 18 . Programa de mantenimiento</i>	46

Tabla de Anexos

Anexo 1 : Inventarios, fichas e ilustraciones técnicas, frecuencias de mantenimiento, suministro y ejecución.	53
Anexo 2 : Anteproyecto	53

Introducción

En el presente documento se realiza la propuesta de mantenimiento para herramientas agropecuarias de la alcaldía municipal de Bochalema en Norte de Santander, en el cual se realizará una revisión de la maquinaria como pica pasto, resecadoras, guadañas, motosierras y ordeñadoras. A estas máquinas se les realizará un chequeo mecánico para saber cuántas se encuentran en funcionamiento y cuantas están deterioradas.

A estas máquinas y herramientas se descartarán las que están averiadas totalmente. Se realizará la programación de mantenimiento preventivo para cada tipo de maquinaria existente en lugar de estudio, en el cual se aplicarán las metodologías de mantenimiento preventivo vistas en el transcurso de la carrera de ingeniería mecánica.

Se aplicarán conocimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, para prevenir las fallas en las herramientas maquinarias que se repararon para evitar a futuro gastos innecesarios a la alcaldía municipal de Bochalema de Norte de Santander. Como recolección de datos, se aplicará un estudio de revisión a todas las máquinas y herramientas para seleccionarlás y aplicar el proyecto.

Se pretende con este proyecto los encargados de utilizar, siga los protocolos del mantenimiento con la maquinaria existente en las instalaciones y así brindar una excelente durabilidad de estas máquinas y herramientas.

1. Descripción del problema

En la alcaldía municipal de Bochalema - Norte de Santander, existe maquinaria agrícola que se emplea para realizar arreglos en las zonas turísticas de Bochalema y se emplean para ser prestadas a campesinos que no tengan la facilidad económica de comprar maquinaria agrícola; y parte de ellas, se encuentran operando en un estado no óptimo y otras en deterioro total. La Alcaldía Municipal de Bochalema busca un control sobre estas máquinas y herramientas para controlar la compra innecesaria de estos elementos ya mencionados y poder arreglar las que se no se encuentran operando y desechar las que están en deterioro total, debido a que no se le realizan los mantenimientos adecuadamente en los tiempos establecidos debido a que los manuales de instrucción del mantenimiento de estos elementos se extraviaron.

Cada vez que una maquina se avería, se reporta como deteriorada totalmente y esto ocasiona gastos innecesarios, por tal razón, se presente controlar la vida útil de las máquinas y herramientas.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento correctivo y preventivo para la maquinaria y herramientas de agropecuaria existentes en la alcaldía municipal de Bochalema de Norte de Santander.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico técnico a la maquinaria agrícola existente en la alcaldía municipal de Bochalema.
- Categorizar la maquinaria agrícola, existente en la alcaldía municipal de Bochalema.
- Realizar un análisis de fallas de cada una de la maquinaria y herramienta incluida en el diagnostico preliminar.
- Elaborar el plan de mantenimiento.

3. Formulación del problema

Uno de los procesos relevantes de la Alcaldía Municipal de Bochalema es brindar a la comunidad campesina oportunidades que faciliten la ejecución del trabajo diario, así como la posibilidad de mejorar el acceso a algunas veredas, ya sea permitiendo el uso de maquinaria para destapar la carreteras que a veces colapsan producto de fuertes lluvias o simplemente por fallas geológicas.

Actualmente la Alcaldía Municipal de Bochalema no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de su maquinaria, lo cual ha generado muchos inconvenientes, puesto que se han presentado incidencias que se hubiesen podido prevenir efectuando revisiones a tiempo de acuerdo a las especificaciones de cada maquina.

Por lo anterior, la Alcaldía Municipal de Bochalema requirió el apoyo de la UFPS para implementar una solución que disminuyan estos inconvenientes, bajo la modalidad de pasantía. De acuerdo con lo dialogado con personal de la Alcaldía, se estableció que la solución es la realización de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para máquinas y herramientas de la Alcaldía Municipal de Bochalema, Norte de Santander.

4. Justificación

Con el fin de ayudar en la optimización del uso adecuado de la maquinaria, se plantea un plan de mantenimiento correctivo y preventivo para cada tipo de máquina y herramienta de agropecuaria de la alcaldía municipal de Bochalema en Norte de Santander, y además, se evitará el gasto innecesario en herramientas nuevas, sabiendo que se puede realizar un mantenimiento preventivo y correctivo.

A nivel social, se podrá seguirá realizado el plan de arreglos a zonas verdes turísticas de Bochalema; además se continuará realizados préstamos sin algún tipo de interés, de esta maquinaria a campesinos quienes no tienen la facilidad económica para realizar estas labores y así puedan tener acceso a este tipo de herramientas y promover este tipo de actividades.

Por otro lado, a nivel académico el proyecto se justifica, puesto que se aplica conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera de ingeniería mecánica, utilizando ideas para dar soluciones y llevándolos a un ámbito más real.

A nivel personal la importancia radica en el acercamiento al ambiente laboral basada en diseños de maquinaria, ya que se va aplicar teorías vistas en aulas de clase directamente en la práctica.

5. Delimitaciones

5.1. Delimitación espacial

El área de trabajo de este proyecto se llevará a cabo en las instalaciones del taller de la Alcaldía Municipal de Bochalema de Norte de Santander, en la cual se aplicará el plan de mantenimiento únicamente a las máquinas y herramientas que no se encuentren en deterioro total.

5.2. Delimitación temporal

El tiempo estimado para el desarrollo del proyecto y cumplir con los objetivos planteados será de cuatro meses a partir de la aprobación del anteproyecto por parte del plan de estudio del programa de Ingeniería Mecánica de la UFPS.

6. Referentes Teóricos

Cabe resaltar que el presente proyecto se realizó bajo la modalidad de pasantía profesional, por tal motivo no es relevante recurrir a teorías o proyectos de investigación, por lo tanto se dará un marco conceptual y de referencia claro de la empresa en la cual se desarrollará el proyecto.

Bochalema es un municipio del departamento Norte de Santander, y donde gran parte de sus procedimientos administrativos están a cargo de la Alcaldía Municipal, actualmente se encuentra liderada por el Señor Duglas Sepulveda Contreras como Alcalde, quién fue elegido por elecciones populares en octubre del 2019, quien rige desde enero del año 2020, quién designó al señor Wilmer Perez Bermón (Secretario de Planeación Municipal) como supervisor de la pasantía.

Organigrama de la alcaldía de Bochalema:

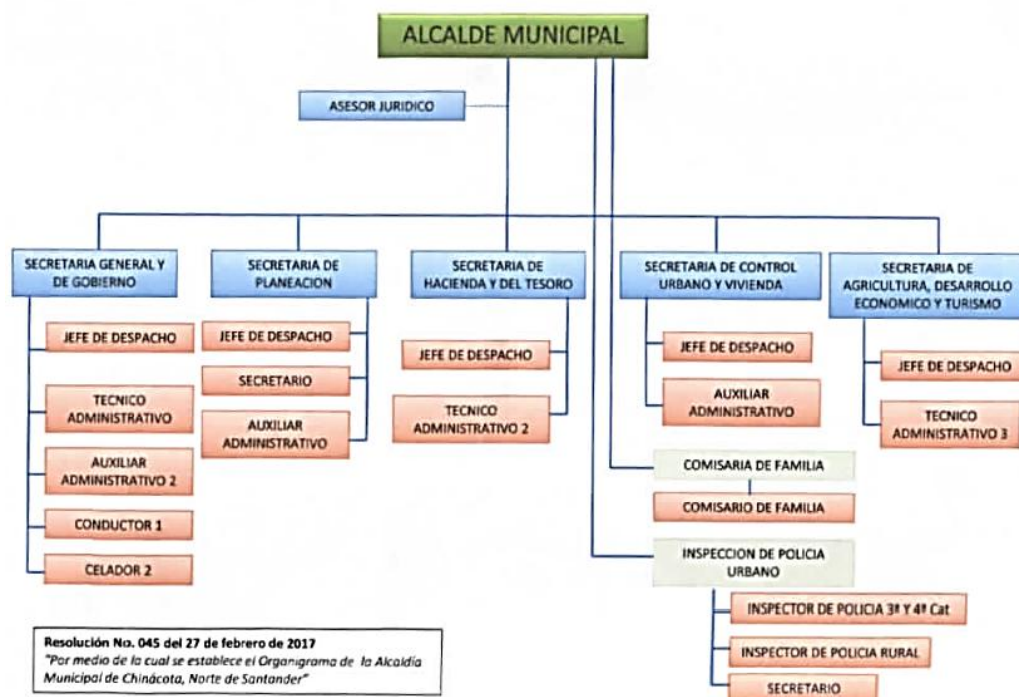


Figura 1. Organigrama de la alcaldía de Bochalema

Nota. Adaptado del *Alcaldía de Bochalema*, por Alcaldía de Bochalema, 2022, (<http://www.bochalema-nortedesantander.gov.co/alcaldia/organigrama>)

7. Antecedentes

Se implementó un plan de mantenimiento en la empresa American Rubber de Colombia SAS, que fue realizado por Tunarozza en el año 2018 en Soacha, Cundinamarca en la corporación universitaria minuto de dios. Utilizando como herramienta para el mejoramiento del proceso las practicas o metodología del mantenimiento productivo total. Iniciando con un plan de acción, se implementa la encuesta con ayuda de un diagnóstico del área de mantenimiento, evidenciando el estado y funcionalidad de las máquinas. El proceso concluye que los mantenimientos se redujeron y que las maquinas trabajaron de forma positiva, algo complicado fue establecer el engrasar y lubricar las partes de la máquina de forma periódica. También, se observa que con la implementación de este programa se mejora los vínculos entre los empleados, existe más respeto y una buena comunicación (TARAZONA, 2018).

En otro proceso se realiza una Capacitación, Mantenimiento Y Arreglo De Máquinas Despulpadoras De Café (Coffea arábica) A 100 Caficultores Del Municipio De Taminango-Narirealizado en San Juan de pasto en el año 2020. Que fue realizado por Muñoz E. y Muñoz Y. en la Universidad Nacional Abierta Y A Distancia UNAD. El cual se desarrolló para capacitar a 100 caficultores en diferentes temas como el mantenimiento y reparación de máquinas despulpadoras de café (Coffea arábica), entre otras. Se evidencia que al implementar los talleres prácticos individuales y grupales se motiva a las personas a seguir construyendo conocimiento para el mejoramiento de la labor que no habían realizado como es a desarmar, pintar y calibrar su máquina despulpadora para tener una mejor calidad en sus productos y sus ingresos (MUÑOZ, 2020).

Se realizó la elaboración y ejecución del programa de mantenimiento para camiones y equipo de lubricación de la empresa central de herramientas, por Luquez en el año 2015 de la Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña, Colombia. El informe se ejecutó con el fin de obtener resultados positivos en los procesos, implementando manuales y rutinas de mantenimiento para un mejor orden y responsabilidad, teniendo en cuenta la fuerza laboral y productiva del escenario de trabajo. Teniendo como resultado que al identificar los procesos que se llevan a cabo en la empresa, y realizando las tareas asignadas se logró desarrollar planos y diseños de los equipos de forma manual o con la implementación del software solidworks (LUQUEZ, 2015).

Por otro lado, se realizó el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el parque automotor y maquinaria que se encuentra en los listados de la empresa Jarma Ingeniería S.A.S por Palacios en el año 2019 de la Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña, Colombia. El cual ejecuto la implementación de las herramientas tecnológicas, que permite a la empresa disminuir gastos y paradas de equipos, mejorando el área de mantenimiento con ayuda de un cronograma de mantenimiento que se realiza de forma periódica. Con el fin de evidenciar la horas iniciales y finales del día a día, conociendo el uso de las herramientas y máquinas. Además, saber la cantidad de equipos y maquinas en buen estado en su totalidad, para identificar que equipos se elabora hoja de vida o ficha técnica. Como resultado del proyecto se crearon 118 hojas de vida el cual muestran el procedimiento de que mantenimientos básicos necesitan los vehículos, equipos y herramientas, con la información actualizada (PALACIOS, 2019).

En otro proyecto de mejora en los procesos de producción metalmecánica y gestión de mantenimiento de equipos y máquinas, del área de acero inoxidable, mediante la aplicación de la norma ISO 9001, en la empresa Metalnox Edma S.R.I. en la actualidad de Arequipa en el año 2019 por Puma. El cual se utiliza el ciclo PHVA, como ayuda para organizar la labor y el

desarrollo eficaz de las diferentes actividades para lograr obtener un mejor producto, se determina que la aplicación de la norma aporta en la implementación de nuevas estrategias que permiten deducir las paradas de las máquinas y equipos con tiempo perdido de producción. Además, con utilizar el plan de calidad, se pudo incrementar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas y equipos incrementando la productividad (PUMA, 2019).

8. Marco teórico

Mantenimiento:

Se define un mantenimiento como el proceso de preservar un objeto o artículo, con el fin de alargar su vida útil por medio de planificación o acciones técnicas respectivas para prevenir averías futuras o próximas en los componentes con el propósito de afianzar el correcto funcionamiento de los equipos, el objetivo principal de un buen mantenimiento es prever una falla para obtener un ahorro o evitar pérdidas de dinero en paradas innecesarias de trabajadores o producción; existen varias clases de mantenimiento sobre saliendo las tres más importantes:

- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

Mantenimiento predictivo: el mantenimiento predictivo consiste en predecir una futura falla, para facilitar tiempo al momento de subsanar defectos o imperfectos sin retrasos de producción; “Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función de tipos de equipo, sistema productivo, etc.” (Valdivieso, 2010)

“Para ello, se utilizan los instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como análisis de lubricantes, comprobaciones de temperatura de equipo eléctricos, análisis de

vibraciones, etc., además se realiza el monitoreo de las condiciones del equipo mientras este se encuentra trabajando.” (Valdivieso, 2010)



Figura 2. Condición de la maquinaria

Nota. adaptado de diseño de un *Plan de mantenimiento preventivo para la empresa extruplas s.a*, 2010, (Valdivieso, 2010)

En la figura 1 se ve reflejado la curva del estado de la maquinaria o componentes cuando es aplicado un mantenimiento preventivo en función de predecir una falla con revisiones continua, periódica o dependiendo el trabajo que desempeñe. Por lo regular el mantenimiento más recomendado es el predictivo, ya que tiene un ahorro en cuestión de dinero y menos paradas productivas facilitando un control exhaustivo sobre la maquinaria teniendo un historial sobre probables fallas, reducir o minimizar tiempos de detención de producción, contener un sistema de estudio de averías y perfeccionar un sistema de calidad para la gestión del personal de mantenimiento.

Mantenimiento preventivo: el mantenimiento preventivo es el trabajo realizado antes de la falla con trabajos periódicos y continuos a la maquinaria, como limpiezas, cambio de lubricantes, revisión de fallas y sustitución de componentes para su buen funcionamiento.

Como bien se dice en el nombre preventivo es aquel que prevé una posible falla de maquinaria con paradas cortas continuas de producción ampliando la vida útil de los componentes, reduciendo costos de mantenimiento atacando una posible falla y teniendo un trabajo uniforme para el personal de mantenimiento, manteniendo condiciones óptimas para la conservación de los equipos.

-Mantenimiento correctivo: el mantenimiento correctivo es aquel que se realiza cuando ya existe una falla en la maquinaria o cuando la falla en el equipo persistía y esperan el momento oportuno que ocurra para aplicar una reparación inmediata; este mantenimiento es el más dañino ya que hay paradas continuas de producción y valor adicional en mantenimiento no previsto por el personal encargado.

Existen dos tipos de mantenimientos correctivos utilizados en la gestión de mantenimiento:

Mantenimiento rutinario

Mantenimiento de emergencia

Uno de los factores que influye en los equipos en la disponibilidad y la confiabilidad, la disponibilidad es una probabilidad en la que el equipo presente un buen funcionamiento en el momento que se necesite.

Es una peculiaridad que tiene un equipo para tener conocimiento sobre su buen funcionamiento, es necesario tanto como la seguridad de la máquina, utilizado en grandes

compañías para maquinaria compleja, ya que se necesita una utilidad óptima sin necesidad de paradas de frentes de trabajo.

MODELO UNIVERSAL PARA PRONOSTICAR CMD

Está conformado de varias etapas, el primero de las etapas se destinar a emplear recopilación de términos, manipulación y estructuración de información, con el fin de que sean acordes a las ecuaciones que se expresen para la búsqueda de los datos puntuales.

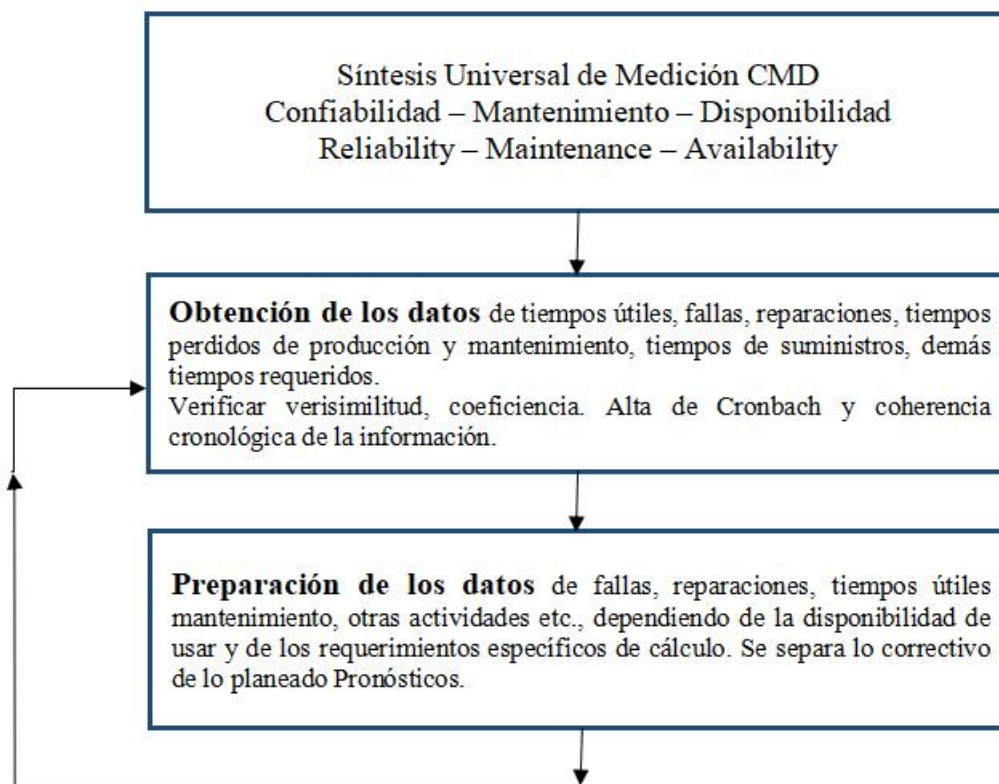


Figura 3. Primera etapa de datos para la predicción CMD

Nota: adaptado de *Mantenimiento planeación, ejecución y control*, (Gutierrez, 2009).

En la segunda fase se decide que disponibilidad elegir de acuerdo con las características y datos hallados, la aspiración de la empresa comprendida por la utilidad de las máquinas y conforme a la base que desee controlar, existen distintas disponibilidades que proporcionan un servicio distinto; como son:

Disponibilidad genérica: Es muy utilizada cuando ya se contempla los dos parámetros de tiempo y no funcionalidad, el cual ya se encuentran planteados de forma global y como tal es la probabilidad de que un maquina o equipo se encuentre disponible.

“Sirve para organizaciones que no predicen ni manejan CMD; la información de que se dispone sólo contempla los tiempos útiles y los de no funcionalidad (sin especificar causa, ni razón, ni tipo). Es muy adecuada para inicializar pruebas piloto en las empresas. Utiliza parámetros UT y DT.” (Gutierrez, 2009)

Disponibilidad inherente o intrínseca: Es la probabilidad de que el procedimiento se ejecute correctamente bajos las condiciones y datos proyectados en un momento determinado o crítico de la empresa, con la disposición de personal adecuada, de partes específicas, implementos que se requieran al momento de aplicarlo y el tiempo que se exija para la aplicación del mantenimiento sin tener en cuenta los imprevistos.

“Es muy útil cuando se trata de controlar las actividades de mantenimientos no planeados (correctivos y/o modificativos). Sólo contempla su posible uso cuando los promedios de tiempos útiles son supremamente grandes frente a los DT y los tiempos de retraso o demora administrativos o físicos son mínimos o tienden a cero (al igual las otras tres disponibilidades que siguen: alcanzada, operacional y operacional generalizada). Sus parámetros son MTBF y MTTR. Sólo tiene en cuenta daños o fallas o pérdidas de funcionalidad, por razones propias del equipo y no exógenas a él.” (Gutierrez, 2009)

Disponibilidad alcanzada: Es la más efectiva que se tiene, ya que es la probabilidad de que un equipo funcione bajo condiciones apropiadas en el tiempo ideal y que se contemple con todas las características o componentes de manera inmediata como (partes, personal y herramientas).

“Es excelente cuando se busca controlar las tareas planeadas de mantenimiento (tareas proactivas: preventivas o predictivas) y las correctivas por separado; no le interesan los tiempos de espera (demora), ni los registra obligatoriamente. Es muy rigurosa en el manejo y la especificación de la información y de los datos, y requiere un manejo detallado y preciso. Usa como parámetros de cálculo, MTBM, MTBMC, MTBMP, MTTR, MP, M, etc” (Gutierrez, 2009)

Disponibilidad operacional: Es el porcentaje de tiempo que se le aplica a un equipo la probabilidad de utilidad o de uso que tuvo la máquina para desarrollar un análisis y tener una base de datos, teniendo en cuenta todos los factores relacionados como el tiempo de para de equipo y el no funcional, “Es adecuada cuando se requiere vigilar de cerca los tiempos de demoras administrativas o de recursos físicos o humanos; trabaja con las actividades planeadas y no planeadas de mantenimiento, en forma conjunta.” (Gutierrez, 2009)

Disponibilidad operacional generalizada: Es la más eficiente y costosa que se tiene ya que contempla todos los tiempos de paradas de equipo como el aislamiento del equipo bajo las condiciones de trabajo normal, teniendo en cuenta todos los parámetros de dicha máquina, es decir se tiene en cuenta el proceso en que el equipo funciona mas no produce.

A continuación, se expresarán las ecuaciones más utilizadas para expresar la eficiencia bajos los conceptos planteados:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Metas que cumplen o sea lo bueno}}{\text{Metas que cumplen o sea lo bueno} + \text{Lo no bueno o sea lo que no cumple}}$$

Figura 4. Eficiencia general de cualquier índole

Nota: adaptado de Mantenimiento planeación, ejecución y control, (Gutierrez, 2009).

Las metas que cumple o sea lo buena es la cifra que se aspira alcanzar, y lo no bueno o sea lo que no se cumple son las medidas que se utilizan con el análisis desarrollado a los logros no conseguidos de forma calificables como requisito

Si se integran los términos de la figura 3 con el CMD, se establece que las metas que cumple o sea lo bueno es la confiabilidad, y el termino restante la mantenibilidad, donde se concluye que se podía aplicar como una formula general de CMD, de esta forma:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Confiabilidad}}{\text{Confiabilidad} + \text{Mantenimiento}}$$

Figura 5. Relación de disponibilidad

Nota: adaptado de Mantenimiento planeación, ejecución y control, (Gutierrez, 2009).

En donde se aplican los tiempos útiles UT y los tiempos de fallas debidos a imprevisto o reparaciones inmediatas DT, o mantenimientos planeados MP, como otros parámetros de tiempo no tan importantes en la disponibilidad de la maquina; teniendo en cuenta los conceptos se obtiene la siguiente relación:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo en que el dispositivo opera correctamente y funciona bien}}{\text{Tiempo en que el elemento o maquina puede operar}}$$

Figura 6. Relación de disponibilidad

Nota: adaptado de Mantenimiento planeación, ejecución y control, (Gutierrez, 2009).

8.1. Marco Conceptual

Mantenimiento: Conservación de un objeto o instalaciones mediante acciones para evitar desgaste durante el tiempo.

Mantenimiento preventivo: este mantenimiento previene riesgos, evitando fallas generadas por desgaste o uso constante, realizando una profundidad en el mantenimiento de maquinaria y equipos.

Mantenimiento correctivo: es una acción reactiva que se basa en arreglar daños en maquinaria, en el cual el trabajador detecta una anomalía o error en la maquinaria y se debe corregir en el momento sin dejar pasar más tiempo.

Desgaste: Consecuencia de rozamiento entre piezas mecánicas.

Rotura: consecuencia de golpes no deseados en piezas las cuales pueden causar agrietamiento entre una o más piezas en movimiento.

Oxidación: se produce mediante líquidos nocivos para piezas metálicas como agua o ácidos llegan a tener contacto entre sí.

3.4. Marco Contextual

El mantenimiento preventivo y correctivo se diseñará y se aplicará en las instalaciones de la alcaldía municipal de Bochalema de Norte de Santander.

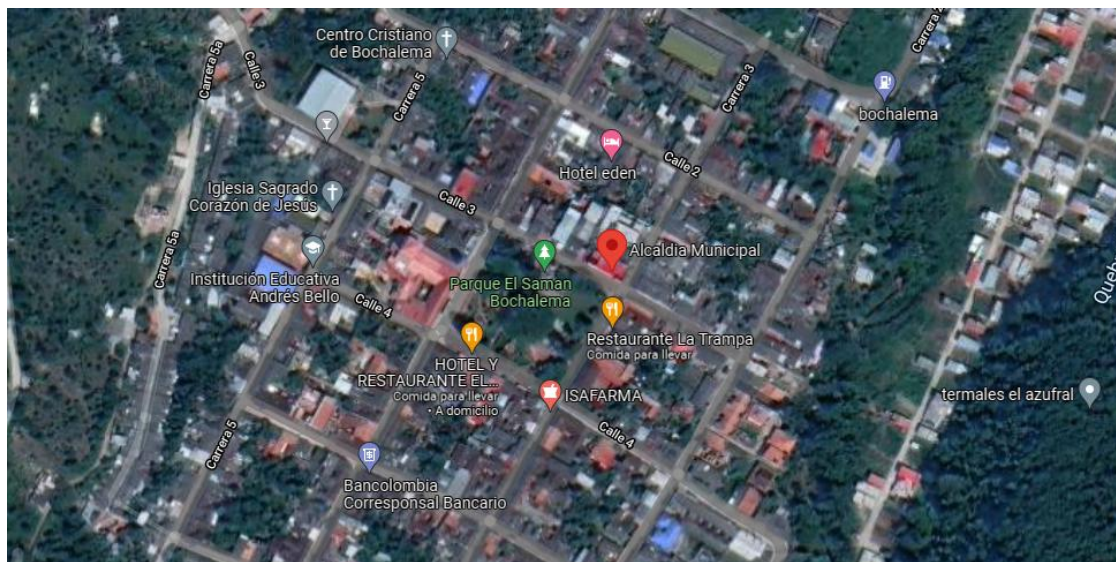


Figura 7. Localización de la alcaldía municipal de Bochalema de Norte de Santander

Nota. Adaptado de Google, de Google maps 2022.

9. Marco Legal.

9.1. Del ministerio del trabajo y seguridad social, resolución 2400 DE 1979:

ARTÍCULO 267. Los órganos móviles de las máquinas, motores, transmisiones, piezas salientes y cualquier otro elemento o dispositivo mecánico que presente peligro para los trabajadores, deberán ser provistos de la adecuada protección por medio de guardas metálicas o resguardos de tela metálica que encierre estas partes expuestas a riesgos de accidente.

PARÁGRAFO. Los engranes, siempre que ofrezcan peligro, deberán estar protegidos convenientemente, y estas protecciones deberán disponerse en tal forma que, sin necesidad de levantarlas, permitan el engrasado. Las transmisiones por tornillo sin fin, cremallera o rueda dentada, y similares deberán protegerse adecuadamente.

ARTÍCULO 272. Todas las máquinas y motores, equipos mecánicos calderas de vapor y demás recipientes a presión, depósitos tuberías de conducción de agua, vapor, gas a aire a presión, deberán estar:

Libres de defectos de construcción y de instalaciones o implementos que puedan ofrecer riesgos.

Mantenidos en buenas condiciones de seguridad y de funcionamiento mecánico.

Operados y mantenidos por personal capacitado.

ARTÍCULO 355. Las herramientas manuales que se utilicen en los establecimientos de trabajo serán de materiales de buena calidad y apropiadas al trabajo para el cual han sido fabricadas.

ARTÍCULO 357. Los mangos de las herramientas manuales serán de material de la mejor calidad, de forma y adecuadas, superficies lisas, sin estillas o bordes agudos, ajustadas a las cabezas y firmemente aseguradas a ellas.

10. Metodología

10.1. Tipo de Investigación

Aplicada: Este proyecto realiza el diseño de un mantenimiento preventivo y correctivo aplicando teorías de mantenimiento de maquinaria, como piezas mecánicas de engranes, rodamientos, cojinetes, etc. Aplicando conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera de ingeniería a mecánica.

10.1.1. Población y Muestra.

Población: La población es un conjunto de maquinaria y herramienta seleccionada desde la alcaldía municipal de Bochalema de Norte de Santander, especificando el buen y mal funcionamiento de estos.

Muestra: Es una parte de la maquinaria que se encuentra en un estado a que se pueda reparar y no en deterioro total.

10.1.2. Instrumentos para la Recolección de Información.

Fuentes Primarias: testimonio de los obreros que utilizan la maquinaria, esta información es obtenida a través de observación de la maquinaria.

10.1.3. Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos.

La información recolectada se verá plasmada en tablas, las cuales para poder entenderlas se realizarán gráficos ya sea de barra, diagramas, etc.

10.1.4. Presentación de Resultados.

Los resultados obtenidos serán presentados mediante tablas, ordenes de trabajo y otras herramientas investigadas en libros y trabajos de grado.

10.2. Descripción de Equipos

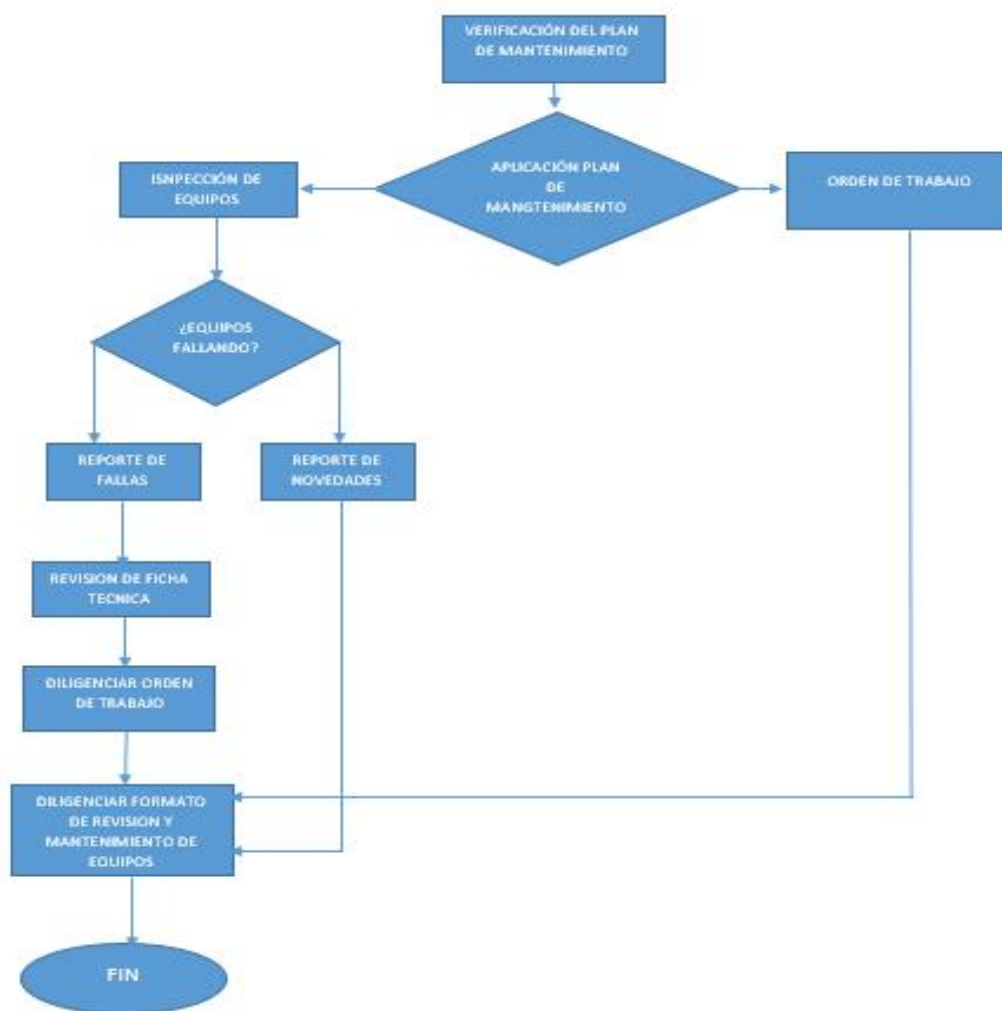


Figura 8. Diagrama de flujo (aplicación de mantenimiento)

Nota. Adaptado de Fuente propia, 2022.

10.2.1. Trompo:

Descripción: Suministro de Mezcladora de 1 bulto motor diésel 10hp 3600 rpm (M1D10K. Fabricada en lamina de trabajo pesado 3/16" y 1/8" Chasis en U 3" rodamientos para trabajo pesado, corona diente interno en hierro protección de seguridad industrial: catalina protegida, llantas rin 13 peso seco sin motor 190kg largo 179 * alto 139 * ancho 100. capacidad máxima 250 lt capacidad de mezcla 180 lt producción hora 1,5 a 2 m³ o 7,5 a 9 bultos).



Figura 9. Fotografía de trompo en diferentes vistas

Nota. Adaptado de Fuente propia, 2022.

10.2.2. Cortadora:

Descripción: Suministro de cortadora de piso mal cap. Max 20 motor diésel 10hp 3600 rpm (c18d10nk motor diésel 10hp capacidad máximo disco de 20" profundidad de corte máximo 17 centímetros fabricada en lamina de 3/16" y 1/8" ajuste de profundidad con rotación manual. Tanque de agua metálico 49 lts peso 155 kg protector de correas y poleas. Equipo robusto para trabajo pesado)



Figura 10. Fotografía en diferentes vistas de cortadora de asfalto.

Nota. Adaptado de *Fuente propia*, 2022.

10.2.3. Generador de Energía

Descripción: suministro de Generador Eco Horse Diesel 2,2 Kw (KDF2500X Generador Eco Horse Diesel 2,2 Kw - 110v/220v potencia máxima 2,2Kw potencia continua 2Kw arranque manual, factor de potencia 1, regulación AVR m, motor 4,2 hp 3600 rpm capacidad tanque combustible 12,5 lt autonomía de 6 horas peso seco 53 kg



Figura 11. Fotografía de generador de corriente.

Nota. Adaptado de Fuente propia, 2022.

10.2.4. Retroexcavadora



Figura 12. Fotografía del reto excavador.

Nota. Adaptado de Fuente propia, 2022.

Las especificaciones de la retroexcavadora están dadas por:

Especificaciones

Motor

Modelo de motor	Cat C4.4 ACERT	
Potencia bruta		
SAE J1995	71 kW	95 hp
ISO 14396	70 kW	94 hp
Potencia neta nominal a 2.200 rpm		
SAE J1349	65 kW	87 hp
ISO 9249	66 kW	88 hp
EEC 80/1269	66 kW	88 hp
Potencia máxima neta a 1.800 rpm		
SAE J1349	79 kW	106 hp
ISO 9249	80 kW	107 hp
EEC 80/1269	80 kW	107 hp
Calibre	105 mm	4,13"
Carrera	127 mm	5"
Cilindrada	4,4 L	268 pulg ³
Reserva de par neta a 1.400 rpm	56 %	
Par máximo neto SAE J1349	438 N·m	323 lbf·pie

- El motor cumple con los estándares Tier 4 final de la EPA de EE.UU. y Stage IV de la Unión Europea.

Pesos*

Peso en orden de trabajo		
Mínimo	6.898 kg	15.207 lb
Máximo (capacidad ROPS)	11.000 kg	24.251 lb
Cabina, ROPS/FOPS	163 kg	359 lb
Aire acondicionado	46 kg	101 lb
Tracción en las cuatro ruedas	178 kg	392 lb
Cucharón de uso múltiple (0,96 m ³ /1,25 yd ³) (sin horquillas ni dientes)	745 kg	1.642 lb
Brazo extensible	299 kg	659 lb
Contrapesos (opción 1)	115 kg	255 lb
Contrapesos (opción 2)	240 kg	530 lb
Contrapesos (opción 3)	460 kg	1.015 lb

*Las especificaciones que se muestran corresponden a la máquina equipada con techo OROPS, tracción en 2 ruedas, brazo estándar, cucharón cargador de uso general de 0,76 m³ (1,0 yd³), cucharón retroexcavador de servicio estándar de 610 mm (24"), contrapeso de 115 kg (255 lb) y tanque de combustible lleno.

Figura 13. Especificaciones motor

Nota. Adaptado de (CAT, 2022) (https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/backhoe-loaders/center-pivot/101240.html)

Retroexcavadora Cargadora 416F2

Transmisión

Transmisión servomecánica estándar		
Avance: 1ª	5,4 km/h	3,4 mph
Avance: 2ª	8,9 km/h	5,5 mph
Avance: 3ª	20 km/h	13 mph
Avance: 4ª	36 km/h	23 mph
Retroceso: 1ª	5,4 km/h	3,4 mph
Retroceso: 2ª	8,9 km/h	5,5 mph
Retroceso: 3ª	20 km/h	13 mph
Retroceso: 4ª	36 km/h	23 mph

Clasificaciones de los ejes

Eje delantero con tracción en 2 ruedas		
Estático	22.964 kg	50.582 lb
Dinámico	9.186 kg	20.233 lb
Eje delantero con tracción en 4 ruedas		
Estático	22.964 kg	50.582 lb
Dinámico	9.186 kg	20.233 lb
Eje trasero		
Estático	22.964 kg	50.582 lb
Dinámico	9.186 kg	20.233 lb

Sistema hidráulico

Tipo	Centro cerrado	
Tipo de bomba	Pistones axiales de flujo variable	
Capacidad de la bomba a 2.200 rpm	132 L/min	35 gal EE.UU./min
Presión del sistema: retroexcavadora	23.000 kPa	3.336 lb/pulg ²
Presión del sistema: cargador	23.000 kPa	3.336 lb/pulg ²

Dirección

Rueda delantera		
Tipo	Hidrostática	
Servodirección		
Calibre	65 mm	2,6"
Carrera	120 mm	4,7"
Diámetro de la varilla	36 mm	1,4"
Oscilación del eje	11°	
Radio de giro: tracción en 2 ruedas/tracción en 4 ruedas (rueda interior sin freno)		
Ruedas exteriores delanteras	8,18 m	26' 10"
Cucharón cargador exterior más ancho	10,97 m	36' 0"

Capacidades de llenado de servicio

Sistema de enfriamiento con aire acondicionado	22 L	5,8 gal EE.UU.
Tanque de combustible	160 L	42 gal EE.UU.
Fluido de Escape Diésel (DEF, Diesel Exhaust Fluid)	19 L	5 gal EE.UU.
Aceite del motor con filtro	8,8 L	2,3 gal EE.UU.
Transmisión: servomecánica		
Tracción en 2 ruedas	15 L	4 gal EE.UU.
Tracción en 4 ruedas	15 L	4 gal EE.UU.
Eje trasero	16,5 L	4,4 gal EE.UU.
Engranajes planetarios	1,7 L	0,4 gal EE.UU.
Eje delantero (tracción en 4 ruedas)	11 L	2,9 gal EE.UU.
Engranajes planetarios	0,7 L	0,2 gal EE.UU.
Sistema hidráulico	90 L	23,8 gal EE.UU.
Tanque hidráulico	40 L	10,6 gal EE.UU.

- Requiere combustible de contenido ultrabajo de azufre ≤ 15 ppm de azufre en el combustible

Neumáticos

Las funciones se incluyen como combinación de neumáticos delanteros y traseros:

- Parte delantera: 11L-16 (12 capas) F-3; parte trasera: 19.5L-24 (12 capas) R4 ATU
- Delantero: 12.5/80-18 (12 capas) 1-3; Trasero: 19.5L-24 (12 capas) ATU
- Delantero: 12.5/80-18 NHS (12 capas) 1-3; Trasero: 21L-24 (16 capas) R4 ATU
- Delantero: 340-80R 18; Trasero: 19.5L-24 (12 capas) R4 ATU

Figura 14. Especificaciones de partes

Nota. Adaptado de (CAT, 2022) (https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/backhoe-loaders/center-pivot/101240.html)

En la anterior figura se detalla especificaciones de la transmisión, dirección, clasificaciones de los ejes, capacidad de llenado de servicio en los sistemas de enfriamiento, transmisión, tanque de combustible, aceite de motor, eje trasero, delantero, así como también especificaciones del sistema hidráulico y los neumáticos.

Dimensiones

	Cargador de inclinación única							
	Cucharón de uso general de 0,76 m ³ (1,0 yd ³)		Cucharón de uso general de 0,96 m ³ (1,25 yd ³)		Cucharón de uso múltiple de 1,0 m ³ (1,31 yd ³)		Cucharón de uso múltiple de 1,00 m ³ (1,31 yd ³) con horquillas	
1 Longitud total (cargador en el suelo): brazo estándar	7.027 mm	23' 1"	7.140 mm	23' 5"	7.057 mm	23' 2"	7.057 mm	23' 2"
Longitud total (cargador en el suelo): brazo extensible	7.033 mm	23' 1"	7.145 mm	23' 5"	7.063 mm	23' 2"	7.063 mm	23' 2"
Longitud total para el transporte: brazo estándar	7.085 mm	23' 3"	7.168 mm	23' 6"	7.132 mm	23' 5"	7.132 mm	23' 5"
Longitud total para el transporte: brazo extensible	7.091 mm	23' 3"	7.174 mm	23' 6"	7.137 mm	23' 5"	7.137 mm	23' 5"
2 Altura total para el transporte: brazo estándar	3.577 mm	11' 9"	3.577 mm	11' 9"	3.577 mm	11' 9"	3.577 mm	11' 9"
Altura total para el transporte: brazo extensible	3.631 mm	11' 11"	3.631 mm	11' 11"	3.631 mm	11' 11"	3.631 mm	11' 11"
Ancho total	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"	2.322 mm	7' 7"
3 Altura hasta la parte superior de la cabina o techo	2.819 mm	9' 3"	2.819 mm	9' 3"	2.819 mm	9' 3"	2.819 mm	9' 3"
4 Altura hasta la parte superior del tubo de escape vertical	2.744 mm	9' 0"	2.744 mm	9' 0"	2.744 mm	9' 0"	2.744 mm	9' 0"
Altura hasta el pasador de articulación del cargador (transporte)	381 mm	1' 3"	381 mm	1' 3"	432 mm	1' 5"	432 mm	1' 5"
Espacio libre sobre el suelo (mínimo)	294 mm	1' 0"	294 mm	1' 0"	294 mm	1' 0"	294 mm	1' 0"
5 Línea de centro del eje trasero hasta la parrilla delantera	2.705 mm	8' 10"	2.705 mm	8' 10"	2.705 mm	8' 10"	2.705 mm	8' 10"
Distancia entre ruedas delanteras	1.895 mm	6' 3"	1.895 mm	6' 3"	1.895 mm	6' 3"	1.895 mm	6' 3"
Distancia entre ruedas traseras	1.714 mm	5' 7"	1.714 mm	5' 7"	1.714 mm	5' 7"	1.714 mm	5' 7"
6 Distancia entre ejes, tracción en 2/4 ruedas	2.200 mm	7' 3"	2.200 mm	7' 3"	2.200 mm	7' 3"	2.200 mm	7' 3"

Dimensiones y rendimiento del cucharón cargador

	Cargador de inclinación única							
	Cucharón de uso general de 0,76 m ³ (1,0 yd ³)		Cucharón de uso general de 0,96 m ³ (1,25 yd ³)		Cucharón de uso múltiple de 1,0 m ³ (1,31 yd ³)		Cucharón de uso múltiple de 1,00 m ³ (1,31 yd ³) con horquillas	
Capacidad nominal (SAE)	0,76 m ³	1,0 yd ³	0,96 m ³	1,25 yd ³	1,0 m ³	1,31 yd ³	1,0 m ³	1,31 yd ³
Ancho total del cucharón	2.262 mm	89"	2.262 mm	89"	2.279 mm	90"	2.279 mm	90"
Capacidad de levantamiento a altura máxima	3.062 kg	6.751 lb	2.964 kg	6.535 lb	2.771 kg	6.108 lb	2.656 kg	5.855 lb
Fuerza de desprendimiento de levantamiento	47.919 N	10.772 lb-pie	45.326 N	10.189 lb-pie	44.392 N	9.979 lb-pie	42.904 N	9.645 lb-pie
Fuerza de desprendimiento de inclinación	54.629 N	12.281 lb-pie	45.993 N	10.339 lb-pie	52.674 N	11.841 lb-pie	51.760 N	11.636 lb-pie
Carga límite de equilibrio en el punto de desprendimiento	6.831 kg	15.059 lb	6.358 kg	14.016 lb	6.428 kg	14.172 lb	6.286 kg	13.858 lb
7 Altura máxima de pasador de articulación	3.474 mm	11' 5"	3.474 mm	11' 5"	3.474 mm	11' 5"	3.474 mm	11' 5"
8 Ángulo de descarga a altura máxima	44°		44°		44°		44°	
Altura de descarga a ángulo máximo	2.824 mm	9' 3"	2.746 mm	9' 0"	2.798 mm	9' 2"	2.798 mm	9' 2"
9 Alcance de descarga a ángulo máximo	727 mm	2' 5"	808 mm	2' 8"	716 mm	2' 4"	716 mm	2' 4"
10 Inclinación hacia atrás máxima del cucharón a nivel del suelo	37°		37°		38°		38°	
11 Profundidad de excavación	83 mm	3"	83 mm	3"	110 mm	4"	110 mm	4"
Ángulo máximo de nivelación	116°		112°		116°		116°	
Ancho de la cuchilla del tractor topador	N/D		N/D		2.262 mm	7' 5"	2.262 mm	7' 5"
12 Distancia de la parrilla a la cuchilla del cucharón, en posición de acarreo	1.404 mm	4' 7"	1.487 mm	4' 11"	1.451 mm	4' 9"	1.451 mm	4' 9"
13 Altura máxima de operación	4.206 mm	13' 10"	4.355 mm	14' 3"	4.404 mm	14' 5"	4.878 mm	16' 0"
Abertura máxima de las mandíbulas	N/D		N/D		790 mm	2' 7"	790 mm	2' 7"
Fuerza de sujeción de la mandíbula del cucharón	N/D		N/D		50.600 N	11.375 lb-pie	50.600 N	11.375 lb-pie

Figura 15. Dimensiones de la retroexcavadora

Nota. Adaptado de (CAT, 2022) (https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/backhoe-loaders/center-pivot/101240.html)

En la figura 15, se detalla las dimensiones de las partes del cargador, brazos, cabina, y las dimensiones y el rendimiento del cucharón cargador.

Contrapesos (recomendaciones mínimas para el contrapeso)

Brazo estándar				Brazo extensible			
Cucharón cargador	Tren de fuerza	kg	lb	Cucharón cargador	Tren de fuerza	kg	lb
Uso general	Tracción en 2 ruedas	240	530	Uso general	Tracción en 2 ruedas/ tracción en 4 ruedas	460	1.015
Uso general	Tracción en 4 ruedas	115	255	Uso múltiple	Tracción en 2 ruedas	240	530
Uso múltiple	Tracción en 2 ruedas/ tracción en 4 ruedas	sin contrapeso		Uso múltiple	Tracción en 4 ruedas	115	255

Cucharones retroexcavadores (con adaptadores de dientes soldables y con pasadores)

Servicio estándar							Coral						
Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes	Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes
mm	"	L	pie ³	kg	lb		mm	"	L	pie ³	kg	lb	
305	12	80	2,8	111	245	3	305	12	80	2,1	134	295	4
457	18	120	4,2	122	268	4	457	18	100	3,5	155	341	6
610	24	180	6,2	141	291	5	610	24	140	4,9	182	402	8
762	30	230	8,1	157	345	5	762	30	190	6,7	210	463	10
914	36	290	10,2	176	388	6							

Servicio pesado							Servicio pesado: pasador de traba						
Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes	Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes
mm	"	L	pie ³	kg	lb		mm	"	L	pie ³	kg	lb	
305	12	80	2,8	121	266	3	305	12	96	3,4	113	249	3
406	16	110	3,9	128	282	3	406	16	123	4,3	131	288	3
457	18	120	4,2	135	299	4	457	18	139	4,9	139	307	4
610	24	180	6,2	151	333	5	610	24	207	7,3	168	370	5
762	30	230	8,1	177	391	5	762	30	275	9,7	194	428	5
914	36	290	10,2	201	443	6	914	36	345	12,2	224	494	6

Excavación de suelos							Alta capacidad, pasador de traba						
Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes	Ancho		Capacidad nominal		Peso		No. de dientes
mm	"	L	pie ³	kg	lb		mm	"	L	pie ³	kg	lb	
457	18	180	6,4	155	341	4	305	12	96	4,6	113	287	3
610	24	240	8,5	182	402	5	406	16	123	5,6	131	327	3
762	30	320	11,3	206	454	5	457	18	139	6,5	139	346	4
914	36	380	13,4	233	513	6	610	24	207	9,6	168	414	5
							762	30	275	12,9	194	475	5
							914	36	345	16,2	224	543	6

Figura 16. Contrapesos

Nota. Adaptado de (CAT, 2022) (https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/backhoe-loaders/center-pivot/101240.html)

10.3. Inspección Rutinaria Antigua.

A cada una de las máquinas y herramientas se les inspeccionaba al momento de que las máquinas eran entregadas por las personas y si las herramientas se encontraban en la alcaldía, se realizaba una inspección rápida a cada una de ellas y sus sistemas eléctricos, hidráulicos,

refrigerantes y mecánicos. Esta inspección era rápida o algunas veces se omitía y no existe algún tipo de registro físico o digital que ayude a llevar un control de estos equipos.

Una de las máquinas que si se revisaba constantemente era la retroexcavadora que, al comienzo de cada día, realiza una revisión rápida para asegurarte de que todo se vea bien y que no hubiese barro seco en componentes móviles y por tanto se tenía en cuenta:

- posibles daños en la dentadura del cucharón
- mangueras rotas
- derrames
- presión inadecuada de los neumáticos
- bombillas, pernos y cojinetes sueltos
- Motor

Se verifica la no acumulación de residuos en sistema de enfriamiento, condensación en tanque de combustible. Se limpia el filtro de aire semanalmente y el filtro de combustible.

- Verifica los niveles de todos los fluidos

A la retro excavadora se inspeccionaban niveles de aceite, combustible, fluido hidráulico y el refrigerante los cuales, si se detectaba algún tipo de contaminación, se desechaba.

- Engrase

El engrase se aplicaba en partes móviles como el eje delantero, los cojinetes de muñón y los pasadores y cojinetes del sistema de giro.

10.4. Codificación de Equipos

La codificación de equipos se realizará ya que en la alcaldía no hay evidencia del control de mantenimiento de los equipos ni los sistemas a los cuales son aplicados. En la figura se puede ver como se realiza la codificación de los equipos.

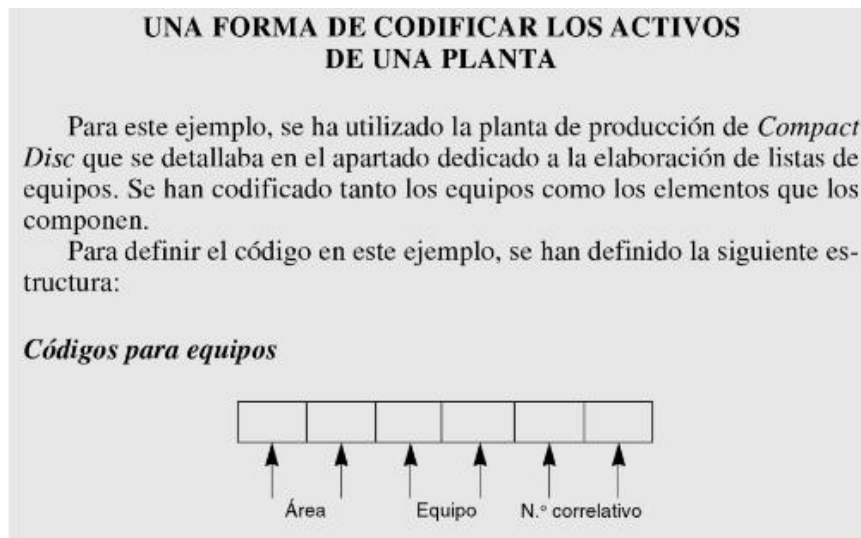


Figura 17. Ejemplo de codificación de equipos

Nota. Adaptado de (CAT, 2022) (https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/backhoe-loaders/center-pivot/101240.html)

10.4.1. Inventario de equipos

Tabla 1

Inventario de equipos

INVENTARIO DE EQUIPOS					FM-01
					miércoles, 24 de agosto de 2022
Nº	EQUIPO	MARCA	MODELO	CANTIDAD	ESTADO
1	Secadora de Café	FIMAR	-	1	ACTIVO
2	Cortadora de piso	KOHLER	PMF18K	1	ACTIVO
3	Planta Eléctrica	KAMA	KDF2500X	1	ACTIVO
4	Retroexcavadora	CAT	416	1	ACTIVO
5	Trompo	-	M1D10K	1	ACTIVO

Nota. Adaptado de *Fuente propia*, 2022.

En la tabla 1 se describe los equipos con su respectiva marca, modelo, cantidad de equipos y el estado en que se encuentran. Estos equipos se encuentran en funcionamiento y como se ha mencionado anteriormente, no cuentan con un sistema de mantenimiento preventivo o rutinario para que operen en sus óptimas condiciones.

A continuación, en el anexo 1 se describe el inventario de las partes de cada uno de todos los equipos y se describen partes importantes como eje motriz interno, ducto de aire, chumaceras, carburador, bujía, botón de ON/OFF, alternador, bandas, toma corriente, tuercas, tornillos, filtros de aire, entre otras.

10.4.2. Codificación de equipos

En la codificación de equipos primeramente se anota la sección en donde se encuentran ubicados los equipos que, en este caso todos los equipos se encuentran en el almacenamiento. Luego se procede a dar un código a los equipos en los cuales a la secadora de café se le da el

código de SC, a la cortadora de piso CP y a la planta eléctrica PE. En la tabla 2 y 3 se describieron los equipos utilizados y cada uno de los subsistemas de los equipos.

Tabla 2

Sección y código de equipos

SECCIÓN	CODIGO
Almacenamiento	1
EQUIPOS	CODIGO
Secadora de Café	SC
Cortadora de piso	CP
Planta Eléctrica	PE
Suministro de Mezcladora	SM
Retroexcavadora CAT	RC

Nota. Adaptado de *Fuente propia*, 2022.

Tabla 3

Subsistema de los equipos

SUBSISTEMA	CODIGO
Mecánico	1
Estructural	2
Eléctrico	3
Ventilación	4
Motor	5

Nota. Adaptado de *Fuente propia*, 2022.

En el anexo 2 se procede a realizar la codificación de cada uno de los componentes de los equipos y la cantidad de las piezas a la cual se debe realizar inspección o mantenimiento.

La ficha técnica de equipos es un documento en que se detalla características y especificaciones de los equipos (Dwit, 2022). De los anexos 3 a la 7, se describe los equipos en la ficha técnica de cada uno de ellos.

En el anexo 8 se describe las instrucciones técnicas con su respectivo código a revisar de los equipos, se detalla por ejemplo inspecciones, comprobaciones, verificaciones, revisiones, entre otras, con el fin de saber con detalle del fluido o partes a inspeccionar o cambiar.

Para especificar mejor la lubricación de los equipos, se crea el anexo 9 “instrucciones técnicas de lubricación” que consiste en la descripción de partes por grasa. En el anexo 10, se describe las instrucciones técnicas mecánicas, la cual consiste en la inspección y verificación de niveles de fluidos y partes en buen estado u operación correcta.

Al igual que las instrucciones técnicas mecánicas, se realiza las instrucciones técnicas eléctricas como se detalla en el anexo 11, donde se describe las revisiones del funcionamiento de cajas y controles, cableados, reguladores de energía, entre otros.

Tabla 4

Horas trabajadas en el mes de agosto de 2022 de los equipos

DI A	TOMA DE HORAS TRABAJADAS EN EL MES DE AGOSTO DE 2022				
	EQUIPOS				
	TROMPO(h)	RETRO(h)	CORTADORA(h)	GENERADORA(h)	CECADORA(h)
1	4	8	0	0	0
2	3	0	2	0	0
3	5	8	0	0	0
4	3	5	3	0	0
5	0	0	4	0	0
6	4	7	0	0	0
7	0	0	0	10	0

8		2	6	3	0	0
9		4	0	0	0	0
10		4	0	0	0	0
11		0	8	0	0	0
12	HORAS	5	8	4	0	0
13	TRABAJADA	7	7	0	0	0
14	S	0	0	0	8	0
15		0	0	0	16	0
16		6	5	3	0	0
17		5	8	3	0	0
18		8	0	0	0	0
19		0	5	2	0	0
20		5	8	0	0	0
21		0	0	0	10	0
22		8	0	0	0	0
23		4	8	0	0	0
24		6	8	3	0	0
25		5	5	0	0	0
26		0	0	0	0	0
27		5	8	1	0	0
28		8	0	0	12	0
29		4	6	2	0	0
30		0	7	2	0	0
	HORAS/MES	105	125	32	56	0

Nota. Adaptado de *Fuente propia*, 2022.

Para las horas reales trabajadas de los equipos en la muestra del mes de agosto del año 2022, se creó la tabla 4. Debido a que como se detalla, había días en que los equipos no laboraban, por tanto, se tomó la decisión de que cada uno de los equipos trabajan 8 horas al día o como en el caso de la secadora de café que en el mes de agosto no labora ya que no es temporada de café en el mes de agosto, por tal motivo se toma esta decisión.

10.5. Programa de Mantenimiento

10.5.1. Frecuencia de mantenimiento

La frecuencia de mantenimiento se selecciona el personal que debe realizar el la verificación o inspección y cada cuanto debe realizarlo. En las tablas de la 12 a la 16, se describe la frecuencia de mantenimiento de la planta eléctrica, cortador de piso, secadora de café, trompo y la retroexcavadora.

10.5.2. Programa anual de mantenimiento.

Seguidamente se detallan los programas anuales de mantenimiento para cada una de la maquinaria en las que se detallan el nombre del equipo la instrucción técnica, frecuencia de horas y el tiempo en minutos, además se detalla cada mes, como se detalla en las figuras de la 18.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO							
	Código del Componente	Componente	Actividad	Fecha	Fecha de finalización	Tiempo de duración del mantenimiento	Frecuencia
1	SC	Secadura de Café					
2	CP	Cortadora de Piso					
3	PE	Planta Eléctrica					
4	SM	Suministro de Mezcla					
5	RC	Retiro excavadora CAT					

Figura 18. Programa de mantenimiento

Nota. Adaptado de Fuente propia, 2022.

En las los anexos del 17 al 21, se detalla el procedimiento para realizar a ejecución del mantenimiento. En donde se especifica las herramientas y el tipo de grasa o aceite a aplicar si es el caso.

11. Resultados

Al finalizar el actual proyecto de pasantía llamado “Diseño de un plan de mantenimiento para la maquinaria y herramientas de la Alcaldía Municipal de Bochalema en Norte de Santander”, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Se realizó un diagnóstico técnico de cada una de las maquinarias agrícolas existentes en la Alcaldía Municipal de Bochalema.
- Categorización de la maquinaria agrícola de acuerdo con el tipo de mantenimiento realizado, su funcionalidad y frecuencia de uso.
- Realización de análisis de fallas de las máquinas y herramientas que fueron incluidas en el diagnóstico preliminar, donde se detalló el problema o fallo encontrado.
- Elaboración del plan de mantenimiento para las máquinas de propiedad de la alcaldía y las cuales fueron incluidas en las revisiones preventivas y correctivas realizadas, donde se establece la frecuencia a aplicar a cada una de ellas.

12. Conclusiones

Al realizar el diagnóstico técnico en la alcaldía, se evidencia que no se tenía documentos de registros de mantenimiento, no se evidencian rutinas e inspecciones realizadas por las personas que son las encargadas de utilizar estos equipos.

La maquinaria que se utilizó para este proyecto fue máquinas como la retroexcavadora, sistema de mezcladora, planta eléctrica, cortadora de pisos y la secadora de café. Se escogieron estas máquinas debido a que existían otras herramientas manuales y no era necesario realizar un plan de mantenimiento a fondo para estas.

Las fallas se pueden controlar mediante la aplicación correcta del mantenimiento y se debe ejecutar mediante la ayuda del diagrama de flujo que se realizó anteriormente.

La elaboración del plan de mantenimiento se puede detallar en los anexos en los cuales se describe la acción tomada y las fallas a corregir.

La aplicación del plan de mantenimiento se aplica mediante el diagrama de flujo nombrado y elaborado anteriormente.

13. Recomendaciones

Se debe implementar estrategias para culturizar a los encargados u operadores de la maquinaria y sean capacitados para facilitar el mantenimiento preventivo y correctivo.

Los formatos creados y adjuntados en el capítulo de anexos, se deben ejecutar y deben ser revisados anualmente para realizar actualizaciones de estos y perder así llevar una administración y que la documentación básica de mantenimiento de los equipos de la empresa se aplique correctamente.

Para mejorar el desarrollo y la ejecución del mantenimiento de los equipos y herramientas activas o futuras, se podría implementar un software o una solución informática en la que se pueda registrar el mantenimiento y así evitar posibles pérdidas de los equipos.

Referencia Bibliográfica

CAT. (2022). *Retroexcavadora*. Obtenido de

https://www.cat.com/es_US/products/new/equipment/backhoe-loaders/center-pivot/101240.html

Dwit. (23 de Octubre de 2022). *Dwit*. Obtenido de Dwit: <https://dwit.es/que-es-una-ficha-tecnica-y-que-debe-incluir/>

Gutierrez, A. M. (2009). *MANTENIMIENTO PLANEACION, EJECUCION Y CONTROL* .

Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

LUQUEZ, E. A. (2015). Elaboracion y ejecucion del programa de mantenimiento para camiones

y equipo de lubricacion de la empresa central de herramientas. *Elaboracion y ejecucion del programa de mantenimiento para camiones y equipo de lubricacion de la empresa*

central de herramientas. Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Obtenido de

<http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/2249/1/26938.pdf>

MORA, L. A. (2009). *Mantenimiento - planeación, ejecución y control*. España: Alfaomega .

Recuperado el 2022 de Septiembre de 07 , de

https://books.google.com.co/books?id=TYc3DQAAQBAJ&dq=libro+mantenimiento&hl=es&source=gbs_navlinks_s

MUÑOZ, E. y. (2020). Capacitación, Mantenimiento Y Arreglo De Máquinas Despulpadoras De Café (Coffea arábica) A 100 Caficultores Del Municipio De Taminango- Nariño.

Capacitación, Mantenimiento Y Arreglo De Máquinas Despulpadoras De Café (Coffea

arábica) A 100 Caficultores Del Municipio De Taminango- Nariño. Universidad Nacional Abierta Y A Distancia UNAD, San Juan De Pasto, Colombia. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/31791/eamunozme.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PALACIOS, C. M. (2019). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el parque automotor y maquinas de la empresa jarma ingenieria s.a.s. *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para el parque automotor y maquinas de la empresa jarma ingenieria s.a.s.* Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Ocaña, Norte de Santander, Colombia. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/2459/1/32048.pdf>

PUMA, A. O. (2019). Proyecto de mejora en los procesos de producción metalmecánica y gestión de mantenimiento de equipos y máquinas, del área de acero inoxidable mediante la aplicación de la norma iso 9001, en la empresa Metalnox Edma S.R.L. En la ciudad de Arequipa en 2019. *Proyecto de mejora en los procesos de producción metalmecánica y gestión de mantenimiento de equipos y máquinas, del área de acero inoxidable mediante la aplicación de la norma ISO 9001, en la empresa Metalnox Edma S.R.L. En la ciudad de Arequipa en 2019.* Universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú, Perú. Obtenido de file:///D:/Downloads/Puma_Huanca_Americo_Obed.pdf

TARAZONA, C. C. (2018). Implementación programa de mantenimiento en American Rubber de Colombia SAS. *Implementación programa de mantenimiento en American Rubber de Colombia SAS.* Corporación universitaria minuto de dios, soacha cundinamarca, Colombia. Obtenido de

https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/7007/1/T.A_TunarozaCruzChristianCammilo_2017.pdf

Valdivieso, J. C. (2010). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A* . Ecuador, Cuenca .

Anexos

Anexo 1: Inventarios, fichas e ilustraciones técnicas, frecuencias de mantenimiento, suministro y ejecución.

Anexo 2: Anteproyecto.