



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL  
PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN BLOQCENTER EN EL GRUPO  
EMPRESARIAL “ANIBAL CULQUI” UBICADO EN EL BARRIO CHAN -  
CANTÓN LATACUNGA”.**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

**Autores:**

Arequipa Tandalla Adriana Maribel

Toapanta Iza José Luis

**Tutor:**

Msc. Cristian Eugenio Pilliza

Latacunga – Ecuador

Marzo 2023



## DECLARACIÓN DE AUDITORIA

Nosotros, Arequipa Tandalla Adriana Maribel, con número de cédula 050376694-1, y Toapanta Iza José Luis, con número de cédula 180348827-7, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN BLOQCENTER EN EL GRUPO EMPRESARIAL “ANIBAL CULQUI” UBICADO EN EL BARRIO CHAN - CANTÓN LATACUNGA”, siendo el Ing. M.Sc. Cristian Iván Eugenio Pilliza, tutor del presente trabajo investigativo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

\_\_\_\_\_  
Arequipa Tandalla Adriana Maribel

C.C. 050376694-1

\_\_\_\_\_  
Toapanta Iza José Luis

C.C. 180348827-7



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN BLOQCENTER EN EL GRUPO EMPRESARIAL “ANÍBAL CULQUI” UBICADO EN EL BARRIO CHAN CANTÓN LATACUNGA.”**, de Arequipa Tandalla Adriana Maribel y Toapanta Iza José Luis, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero de 2023.

---

Ing. MSc. Cristian Iván Eugenio Pilliza  
CC: 172372747-3



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el o los postulantes, Arequipa Tandalla Adriana Maribel y Toapanta Iza José Luis con el título de Proyecto de titulación: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN BLOQCENTER EN EL GRUPO EMPRESARIAL “ANÍBAL CULQUI” UBICADO EN EL BARRIO CHAN CANTÓN LATACUNGA.”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero del 2023.

Para constancia firman:

**Lector 1 (presidente)**

Ing MsC. Josue Jonnathan Constante Armas  
C.I. 050203456-4

**Lector 2**

Ing. Ana Belén Lozada Miniguano  
C.I.050361060-2

**Lector 3**

Ing.MSc. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín  
C.I. 171752625-3



Latacunga, 03 de febrero de 2023

En calidad de jefe de producción de la empresa; "BLOQCENTER", a pedido verbal de los interesados, certifico que:

Los señores Arequipa Tandalla Adriana Maribel, portador de la cedula de ciudadanía 050376694-1 y Toapanta Iza José Luis, portador de la cedula de ciudadanía 180348827-7, realizaron en nuestra planta ubicada en el sector Chan el trabajo investigativo de grado con el tema:

"PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN BLOQCENTER EN EL GRUPO EMPRESARIAL "ANIBAL CULQUI" UBICADO EN EL BARRIO CHAN - CANTÓN LATACUNGA".

Bajo la supervisión de esta área, siguiendo todos los lineamientos y requerimientos establecidos por la empresa.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados, hacer uso de este documento en forma como estimen conveniente.

Atentamente

Ing. Héctor Taipicaña  
Jefe de Producción Bloqcenter  
C.I. 050314710-0  
Teléf.: 0983272228



## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco infinitamente a Dios por darme la fe y la sabiduría para culminar mis estudios universitarios y por darme la dicha de tener unos padres maravillosos que día a día me brindaron su apoyo incondicional tanto en lo moral como en lo económico, durante mi formación académica motivándome a cumplir ese gran sueño anhelado de niña de ser una profesional.*

*A mi esposo y a mi hijo que han sido el pilar fundamental de motivación y fuerza para culminar esta etapa de mi vida profesional y quienes me brindaban su amor día a día.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi en especial a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas por haberme acogido en sus aulas y permitido formarme como una profesional.*

**Adriana Arequipa**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios brindarme la sabiduría necesaria y la fortaleza durante toda mi vida universitaria permitiéndome sobrellevar con madurez todos los cambios y logros alcanzado para el bienestar de mi familia.*

*A mis padres Pablo y Lidia quienes me brindaron todo el apoyo y los recursos necesarios para culminar con esta meta.*

*A mis hermanos Darío, Yadira y Jefferson que a pesar de la distancia siempre estuvieron pendientes de mí con palabras de aliento.*

*A mis cuñados Mauricio y Jenny quienes me supieron brindar su apoyo y su tiempo en los momentos más difíciles de mi vida.*

*Por último, a nuestro tutor el Ing. MSc. Cristian Eugenio ya que gracias a su apoyo y conocimientos nos guio de manera correcta en el desarrollo de nuestro proyecto de investigación.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi y su Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas y a la Carrera de Ingeniería Industrial quien me permitió forjarme como profesional.*

***José Luis Toapanta***

## **DEDICATORIA**

*Quiero dedicar este proyecto de investigación a Dios por guiarme por el buen camino, por darme la fuerza y no decaerme en los momentos difíciles que se me presentaban en mi vida universitaria, enseñándome a salir de ello sin perder la fe y con la frente en alto.*

*A mis padres Segundo Alfonso Arequipa y Rosa Elvira Tandalla quienes me han enseñado los buenos valores y principios que debe tener una persona a donde sea que vaya y que con fuerza y dedicación se puede obtener lo que uno quiere en la vida.*

*A mi esposo Alex Aymacaña quien siempre ha estado conmigo incluso en los momentos más turbulentos, por estar conmigo en aquellos momentos en que el estudio ocupó mi tiempo y esfuerzo, y quien siempre me decía “Lo vas a lograr mujer”.*

*A mi hijo Josue Aymacaña quien cambió mi vida por completo desde que llegó a este mundo, ha sido esa personita que con su alegría y sus travesuras me daban la motivación para culminar esta meta y quien a su corta edad tuvo paciencia para que “Mamá estudiará”.*

**Adriana Arequipa**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo lo dedico a dios, a Mi hija Camila Toapanta, a mi esposa Katerine Moya ya que son los pilares más importantes en mi vida y el motor principal de mis sueños.*

*A mis padres Pablo Toapanta y Lidia Iza ya que gracias a su sacrificio diario me permitieron llegar a ser un hombre profesional.*

*A mi familia y hermanos que me brindaron su apoyo incondicional durante el trascurso de mi carrera universitaria.*

***José Luis Toapanta***

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	¡Error! Marcador no definido.
AVAL DE LA EMPRESA.....	¡Error! Marcador no definido.
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA .....	vii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
1. INTRODUCCION .....	2
1.2. PROBLEMA.....	3
1.2.1. Planteamiento del problema .....	3
1.2.2. Formulación del problema .....	4
1.3. BENEFICIARIOS.....	4
1.3.1. Beneficiarios Directos .....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4. HIPÓTESIS .....	6
1.5. OBJETIVOS .....	6
1.5.1. Objetivo General .....	6
1.5.2. Objetivos Específicos.....	6
1.6. SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	7
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
2.1. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL .....	9
2.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL TPM .....	9
2.1.2. BENEFICIOS DEL TPM.....	10
2.1.3. OBJETIVOS DEL TPM.....	10
2.2. DESGASTE Y FALLA.....	11
2.2.1. DESGASTE .....	11
2.2.2. FALLA.....	11
2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS.....	11
2.4. EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE).....	12
2.5. ANÁLISIS DE CRITICIDAD (CA) .....	12
2.6. NIVELES DE CRITICIDAD.....	13
2.7. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA (AMEF).....	14
2.7.1. CÓMO SE COMPONE UN AMEF.....	14

2.7.2.	PRINCIPALES BENEFICIOS DEL AMEF.....	14
2.7.3.	PASOS PARA REALIZAR UN ANÁLISIS AMEF EN MANTENIMIENTO.....	15
2.8.	ESTUDIO ERGONÓMICO.....	15
2.8.1.	ERGONOMÍA .....	15
2.9.	MÉTODO REBA .....	16
2.9.2.	OBJETIVOS.....	16
2.9.3.	APLICACIÓN DEL MÉTODO.....	17
2.9.4.	TRASTORNOS MÚSCULO-ESQUELÉTICOS (TME).....	17
2.9.4.1.	Evaluación del cuerpo .....	18
2.10.	APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA.....	20
2.10.1.	Codificación de equipos .....	20
2.10.2.	Análisis de Criticidad de equipos.....	21
2.10.3.	Encuesta de Mantenimiento para conocer el grado de Criticidad .....	22
2.10.4.	Ficha de Equipo.....	23
2.10.5.	Orden de trabajo .....	24
2.10.6.	Ficha de requerimiento de compra .....	25
2.10.7.	Análisis AMEF.....	26
2.10.8.	Plan de Mantenimiento.....	26
3.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	27
3.1.	METODOLOGIA .....	27
3.1.1.	Tipo De Investigación .....	27
3.1.2.	Tipo De Método De Investigación .....	27
3.1.3.	Técnica .....	27
3.1.3.1.	Recolección de datos .....	27
3.1.3.2.	Observación.....	28
3.1.3.3.	Encuesta .....	28
3.1.3.4.	Materiales .....	28
3.2.	ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS .....	29
3.2.1.	INFORMACIÓN GENERAL BLOQCENTER.....	29
3.2.3.	ACTIVIDAD ECONÓMICA BLOQCENTER .....	30
3.2.4.	PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO .....	31
3.3.	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN .....	31
3.3.1.	Diagrama de flujo del proceso del Producto .....	31
3.3.2.	Layout .....	31
3.3.3.	Análisis de equipos por diferentes niveles .....	32
3.3.4.	Codificación de equipos en el área de Producción.....	32
3.3.5.	Análisis de Criticidad de equipos .....	33
3.3.5.1.	Cálculo de criticidad de equipos .....	33

3.3.6.	Estudio y definición del modelo de mantenimiento .....	34
3.3.6.1.	Modelo de mantenimiento de la Vibro prensadora 001 .....	35
3.3.6.2.	Modelo de mantenimiento de la Vibro prensadora 002 .....	36
3.3.6.3.	Modelo de mantenimiento de la Vibro prensadora 003 .....	37
3.3.7.	Ficha Técnica del Equipo .....	38
3.4.	Revisión del Histórico de Mantenimiento de las maquinas .....	38
3.3.8.	Análisis AMEF.....	39
3.3.9.	Cálculo de Severidad, Ocurrencia, Detección.....	39
3.3.9.1.	Análisis AMEF para la máquina Vibro prensadoras .....	41
3.10.	Estudio ergonómico de posturas forzadas al personal en el área de mantenimiento mediante el Método REBA .....	43
3.10.1.	Encuesta al personal de mantenimiento .....	43
3.10.2.	Análisis de Ciclos de trabajo .....	43
3.10.3.	Análisis de las posturas mediante Mediciones angulares.....	43
3.10.3.1.	Mediciones angulares del Grupo A y B .....	44
3.10.4.	Tabla de evaluación del Grupo A y B .....	46
3.10.4.1.	Tabla de Evaluación del Mantenimiento de la Soldadura de la base matriz de la Vibro prensadora.....	46
3.10.5.	Tablas del nivel de actuación. ....	50
3.10.5.1.	Tabla del nivel de actuación de las actividades de Mantenimiento.....	50
3.11.	DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL ....	51
3.11.1.	Cálculo de la Eficiencia de las máquinas .....	51
3.11.2.	Revisión del catálogo de la maquinaria.....	56
3.11.3.	Manual de operación de la Maquinaria Vibro Prensadora .....	56
3.12.	Presupuesto para el mantenimiento productivo total.....	62
3.12.1.	Presupuesto Total del Plan de mantenimiento productivo total .....	67
3.13.	TPM a nivel administrativo.....	67
3.13.1.	Diagrama de flujo de planificación de mantenimiento.....	67
3.13.2.	Subprocesos de Mantenimiento.....	69
3.13.3.	Programa de Mantenimiento administrativo .....	71
3.14.	Plan de Mantenimiento.....	72
3.14.1.	Plan de Mantenimiento para la máquina Vibro Prensadoras.....	72
3.15.	Plan para minimizar lesiones musculo esqueléticas .....	76
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	77
	BIBLIOGRAFÍA.....	78
	ANEXOS.....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Beneficiarios del proyecto .....	4
Tabla 1.2: Sistema de tareas planteadas para los objetivos .....	7
Tabla 2.1: Clasificación de las fallas. [11] .....	11
Tabla 2.2: Elementos de AMEF [16] .....	14
Tabla 3.1: Materiales para la elaboración del proyecto de investigación.....	28
Tabla 3.2: Línea de productos Bloqcenter. ....	30
Tabla 3.3: Codificación de la maquinaria. ....	32
Tabla 3.4: Codificación del sistema. ....	32
Tabla 3.5: Codificación de la familia a la pertenece .....	33
Tabla 3.6: Codificación de la Vibro prensadora 001.....	33
Tabla 3.7: Codificación de la Vibro prensadora 002.....	33
Tabla 3.8: Codificación de la Vibro prensadora 003.....	33
Tabla 3.9: Cálculo del Nivel de Criticidad.....	34
Tabla 3.10: Criterios sugeridos para Evaluación de Ocurrencia en AMEF. ....	40
Tabla 3.11: Criterio para la Evaluación de la Detección en AMEF.....	40
Tabla 3.12: Jornada laboral. ....	43
Tabla 3.13: Puntuación Tronco.....	46
Tabla 3.14: Puntuación del cuello. ....	46
Tabla 3.15: Puntuación de las piernas. ....	46
Tabla 3.16: Puntuación de carga/fuerza. ....	46
Tabla 3.17: Tabla A.....	47
Tabla 3.18: Puntuación del brazo. ....	47
Tabla 3.19: Puntuación del antebrazo. ....	48
Tabla 3.20: Puntuación de la muñeca.....	48
Tabla 3.21: Puntuación de agarre.....	48
Tabla 3.22: Puntuación de Actividad Muscular. ....	48
Tabla 3.23: Tabla B.....	49
Tabla 3.24: Tabla C.....	49
Tabla 3.25: Tabla de actuación. ....	50
Tabla 3.26: Nivel de actuación de la soldadura de la base matriz.....	50
Tabla 3.27: Eficiencia Global de la Vibro prensadora 001 .....	51
Tabla 3.28: Eficiencia Global de la Vibro prensadora 002 .....	53
Tabla 3.29: Eficiencia Global de la Vibro prensadora 003 .....	54
Tabla 3.30: Parámetros técnicos.....	59
Tabla 3.31: Capacidad.....	59

Tabla 3.32: Parámetros técnicos.....	59
Tabla 3.33: Capacidad.....	60
Tabla 3.34: Parámetros técnicos.....	60
Tabla 3.36: Costos para la elaboración del proyecto de investigación.....	62
Tabla 3.37: Costo de Materiales para el Mantenimiento.....	63
Tabla 3.38: Costo elementos eléctricos.....	64
Tabla 3.39: Costo elementos eléctricos.....	64
Tabla 3.40: Costo de Mano de obra.....	65
Tabla 3.41: Costo Insumos no recuperables.....	65
Tabla 3.42: Costo de equipo.....	66
Tabla 3.43: Costo de Herramientas.....	66
Tabla 3.44: Gastos de Inducción.....	66
Tabla 3.45: Presupuesto total para el TPM.....	67
Tabla X.1. Puntuación Tronco.....	104
Tabla X.2. Puntuación del cuello.....	104
Tabla X.3. Puntuación de las piernas.....	104
Tabla X.4. Puntuación de carga/fuerza.....	105
Tabla X.5. Tabla A.....	105
Tabla X.6. Puntuación del brazo.....	105
Tabla X.7. Puntuación del antebrazo.....	106
Tabla X.8. Puntuación de la muñeca.....	106
Tabla X.9. Puntuación de agarre.....	106
Tabla X.10. Puntuación de Actividad muscular.....	106
Tabla X.11. Tabla B.....	107
Tabla X.12. Tabla C.....	107
Tabla X.13. Nivel de actuación del esmerilado de la base matriz.....	108
Tabla X.14. Puntuación Tronco.....	110
Tabla X.15. Puntuación del cuello.....	111
Tabla X.16. Puntuación de las piernas.....	111
Tabla X.17. Puntuación carga/fuerza.....	111
Tabla X.18. Tabla A.....	112
Tabla X.19. Puntuación del brazo.....	112
Tabla X.20. Puntuación del antebrazo.....	113
Tabla X.21. Puntuación de la muñeca.....	113
Tabla X.22. Puntuación del agarre.....	113
Tabla X.23. Puntuación de Actividad Muscular.....	113
Tabla X.24. Tabla B.....	114
Tabla X.25. Tabla C.....	114

Tabla X.26. Nivel de actuación del apilado de la base matriz. ....	115
--	-----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1: Definición TPM.....	9
Fig. 2.2: Fórmulas para el cálculo del OEE .....	12
Fig. 2.3: Matriz de Criticidad.....	14
Fig. 2.4: Grupo A. ....	18
Fig. 2.5: Tabla A carga/fuerza.....	18
Fig. 2.6: Grupo B. ....	19
Fig. 2.7: Tabla B y agarre.....	19
Fig. 2.8: Tabla C/ Puntuación de la actividad. ....	19
Fig. 2.9: Nivel de riesgo y acción. ....	20
Fig. 2.10: Niveles de una organización. ....	20
Fig. 2.11: Códigos para equipos.....	21
Fig. 2.12: Estructura del código de un elemento.....	21
Fig. 2.13: Análisis de Criticidad.....	21
Fig. 3.1: Ubicación de la empresa Bloqcenter.....	29
Fig. 3.2: Modelo de mantenimiento - Vibro prensadora 001. ....	35
Fig. 3.3: Modelo de mantenimiento - Vibro prensadora 002. ....	36
Fig. 3.4: Modelo de mantenimiento - Vibro prensadora 003. ....	37
Fig. 3.5: Vibro pensadora.....	57
Fig. 3.6: Muestra de Producto .....	61

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**TEMA:** “PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN BLOQCENTER EN EL GRUPO EMPRESARIAL “ANIBAL CULQUI” UBICADO EN EL BARRIO CHAN - CANTÓN LATACUNGA”

**Autores:** Arequipa Tandalla Adriana Maribel  
Toapanta Iza José Luis

### RESUMEN

El presente proyecto de investigación consiste en desarrollar una propuesta de un Plan de Mantenimiento Productivo Total en la línea de producción **Bloqcenter** ubicada en la provincia de Cotopaxi, parroquia Eloy Alfaro sector Chan, dedicada al diseño y elaboración de bloques, bordillos y adoquines. La propuesta está basado en el mejoramiento de la eficiencia global de la maquinaria dentro de la línea de producción Bloqcenter a través de la investigación de campo y descriptiva logrando conocer los problemas dentro de la empresa y se determinó que no se lleva un registro del mantenimiento en la maquinaria, además se pudo identificar que el personal de esta área ejecuta los trabajos de manera inadecuada y con posturas forzadas que ocasiona dolencias musco esqueléticas, es por esta razón que se propone un plan TPM para ayudar a maximizar la productividad de la maquinaria, reducir costos de mantenimiento, aumentar la producción, evitar riesgos ergonómicos, lesiones musculo esqueléticos y generar bienestar en el área de trabajo. El proyecto inicia con la recolección de datos e información correspondiente al mantenimiento de las máquinas vibro prensadas y mediante un análisis de criticidad y de fallos se estableció que la Vibro prensadora 003 es el equipo que presenta mayor ineficiencia debido a daños frecuentes en sus componentes; también se realizó un estudio ergonómico mediante la aplicación del método REBA y se estableció que existe movimientos repetitivos sin descansos programados lo que ocasiona lesiones y dolencias principalmente a nivel lumbar. Finalmente, con estos datos recolectados se elaboró el plan de mantenimiento productivo total que permitirá aumentar la eficiencia de la maquinaria, a la reducción del alto índice de fallos, asegurando a los trabajadores la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y sistemas generando su productividad con cero defectos y accidentes, así también ayudará a la prevención de eventos negativos a la salud y la calidad del ambiente laboral.

**Palabras clave:** Eficiencia global, Lesión musculo esqueléticas, Mantenimiento productivo total, Método REBA, Productividad.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**

**TOPIC:** "PROPOSAL OF A TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE BLOQCENTER PRODUCTION LINE IN THE "ANIBAL CULQUI" BUSINESS GROUP LOCATED IN THE CHAN NEIGHBORHOOD - LATACUNGA CANTON".

**Authors:** Arequipa Tandalla Adriana Maribel

Toapanta Iza José Luis

**ABSTRACT**

This research project consists of developing a proposal for a Total Productive Maintenance Plan in the production line Bloqcenter located in the province of Cotopaxi, parish Eloy Alfaro Chan sector, dedicated to the design and manufacture of blocks, curbs and pavers. The proposal is based on improving the overall efficiency of the machinery within the production line Bloqcenter through field research and descriptive achieving to know the problems within the company and it was determined that there is no record of maintenance on the machinery, It was also identified that the personnel in this area performs the work in an inadequate manner and with forced postures that cause musculoskeletal ailments, which is why a TPM plan is proposed to help maximize the productivity of the machinery, reduce maintenance costs, increase production, avoid ergonomic risks, musculoskeletal injuries and generate welfare in the work area. The project begins with the collection of data and information corresponding to the maintenance of the vibro press machines and through an analysis of criticality and failures it was established that the Vibro press 003 is the equipment that presents greater inefficiency due to frequent damages in its components; an ergonomic study was also carried out through the application of the REBA method and it was established that there are repetitive movements without scheduled breaks which causes injuries and ailments mainly at the lumbar level. Finally, with these data collected, a total productive maintenance plan was elaborated that will allow increasing the efficiency of the machinery, reducing the high failure rate, assuring the workers the availability and reliability of the equipment and systems, generating their productivity with zero defects and accidents, as well as helping to prevent negative events to the health and quality of the work environment.

**Key words:** Overall efficiency, Musculoskeletal injury, Total productive maintenance, REBA method, Productivity.



UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE  
COTOPAXI



CENTRO  
DE IDIOMAS

## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN BLOQCENTER EN EL GRUPO EMPRESARIAL “ANIBAL CULQUI” UBICADO EN EL BARRIO CHAN - CANTÓN LATACUNGA”** presentado por: **Arequipa Tandalla Adriana Maribel y Toapanta Iza José Luis** egresados de la Carrera de: **Ingeniería Industrial** perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Febrero del 2023.

Atentamente,



CENTRO  
DE IDIOMAS

Mg. Marco Paul Beltrán Semblantes

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**

CC: 0502666514

## **INFORMACIÓN GENERAL**

**Título:** Propuesta de un plan de mantenimiento productivo total para la línea de producción Bloqcenter en el grupo empresarial “Aníbal Culqui” ubicado en el Barrio Chan parroquia Eloy Alfaro cantón Latacunga”.

**Fecha de inicio:** Octubre- 2022

**Fecha de finalización:** marzo 2023

**Lugar de ejecución:** Empresa Bloqcenter - ubicada en el Cantón Latacunga - Barrio chan.

**Facultad que auspicia:** Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:** Ingeniería Industrial

**Proyecto de investigación vinculado:** Optimización de procesos productivos utilizando métodos y técnicas para el mejoramiento continuo en el sector productivo.

### **Equipo de Trabajo:**

- **Tutor Institución**
  - Eugenio Pilliza Cristian Iván
  - Cédula: 172372747-3
  - Correo electrónico: [cristian.eugenio@utc.edu.ec](mailto:cristian.eugenio@utc.edu.ec)

### **Estudiantes**

- Arequipa Tandalla Adriana Maribel
  - Cédula: 050376694-1
  - Correo electrónico: [adriana.arequipa6941@utc.edu.ec](mailto:adriana.arequipa6941@utc.edu.ec)
- Toapanta Iza José Luis
  - Cédula: 180348827-7
  - Correo electrónico: [jose.toapanta8277@utc.edu.ec](mailto:jose.toapanta8277@utc.edu.ec)

### **Área de Conocimiento**

07- Ingeniería, Industria Y Construcción

2- Industria Y Producción

### **Línea de investigación**

Procesos Industriales

### **Sub líneas de investigación de la Carrera**

Sub líneas de investigación de la Carrera: Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos

## **1. INTRODUCCION**

### **1.1. Estado del arte**

En el 2017, J. Lozada [1] Desarrolló un plan de mantenimiento productivo total en la empresa CELEC EP-HIDROAGOYAN. Dirigida a la maquinaria de recuperación de turbinas Torno vertical, con la finalidad de que el personal del área de mantenimiento pueda tomar acciones ante la presencia de una falla en el activo. Su metodología se fundamenta en el diagnóstico del activo, sugerencias ambientales, seguridad para los operadores e identificación de errores al elaborar un plan de mantenimiento productivo tota. Finalmente se determinó las tareas que se deben ejecutar en el plan de mantenimiento productivo total para la maquina como: CA (Análisis de criticidad) y AMFE (Análisis Modal de fallos y efectos), actividades de mantenimiento predictivo que serían establecidas según la normativa ISO 3655: 1986 y por último se realizó el cálculo del OEE (eficiencia global del equipo), identificando las principales pérdidas en eficiencia de la máquina.

P. Gamarra at V. Marquina [2], en el 2022. Diseña un plan de mantenimiento productivo total para incrementar la operatividad de las máquinas en la empresa Trapani cultivares del Perú, cuyo objetivo principal fue enfocada en aumentar la eficiencia de dichas máquinas y al diagnóstico que generaban la baja operatividad, su investigación se centra en la recolección de datos durante un periodo de tiempo y de igual modo compararon con el periodo de tiempos anteriores y de acuerdo al análisis de los estándares propuesto de este plan TPM.

O. Moreira Pino [3], en el 2022, describe un informe de adaptación de las metodologías adecuadas para mejorar el proceso operativo de los equipos en el taller industrial, su análisis inició en el contexto actual del taller y especificó en donde se encuentra los equipos CNC, determinando el estado de criticidad, tipo de mantenimiento, proceso del equipo y la eficiencia global (OEE). Aplicó el plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos que permitió el aumento en un 32,2% y la eficiencia global un aumento de un 23,60%.

En el 2007 E. Jurado [4], diseña un plan de mantenimiento productivo total para una máquina empacadora de cereales en la empresa Servicios Integrados para aumentar la productividad, su filosofía fue enfocada en la filosofía japonesa de la mejora continua con

la cual buscó la integración de todos los trabajadores de la empresa para que la maquina permanezca operando la mayor cantidad de tiempo. Su metodología se fundamenta en el diagnóstico de los tiempos perdido por problemas mecánicos, disminución de los tiempos perdidos, capacitación al personal (problemas humanos en mantenimiento) y aumentar la eficiencia de la máquina. Finalmente, con la implementación del TPM permitió que los problemas humanos se redujeran en un 58.5%, la disminución de los problemas mecánicos en un 86.1% y la efectividad productiva en un 33.9%.

E. Reyes [5], en el 2020, desarrolló un plan de Mantenimiento Productivo Total en una empresa de transporte de mineral para aumentar la disponibilidad de flota. Su metodología se basó en mejorar la disponibilidad de la flota de camiones, reducir el número de averías de las unidades de transporte para que puedan cumplir con el traslado de minerales y efectuar la planificación del mantenimiento preventivo en el activo. Con el plan TPM incrementó la disponibilidad de la flota de camiones a un 90% y se redujo el número de unidades inoperativas con lo cual aumento el número de viajes en un 40%.

En el 2018, L. Llontop [6], elaboró una propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria POMALCA SAA. Su estudio se enfocó en la situación actual de la empresa mediante un análisis para determinar cómo se está realizando y de que forma el mantenimiento pueda causar la disminución en el proceso de extracción de jugo de caña, dando origen a pérdidas económicas en la eficiencia de su productividad. Finalmente realizó la identificación de las pérdidas ocasionadas en el área de extracción de jugo de caña, calculó la efectividad global de los equipos y mediante este análisis propuso la implementación del mantenimiento total productivo.

## **1.2.PROBLEMA**

### **1.2.1. Planteamiento del problema**

En la planta Bloqcenter, se desconoce el registro de mantenimientos realizados a la maquinaria por lo cual no se puede determinar las órdenes trabajo y con ella la ficha de requerimientos de compra de material para realizar el mantenimiento requerido, y no poseen información requerida de la maquinaria, resultando difícil conocer el mantenimiento que realizan. Así también en la línea de producción no existe un estudio ergonómico que permita detectar los factores de riesgos del área de mantenimiento, ya

que los trabajadores ejecutan el mantenimiento de manera inadecuada y presentan posturas que puedan causar enfermedades pre profesionales a corto y largo plazo. Es primordial realizar este estudio ergonómico para medir la calidad de las condiciones preventivas en la actividad las mismas relacionándose con la salud, bienestar, satisfacción y seguridad al trabajador.

### **1.2.2. Formulación del problema**

La elaboración de un Plan de Mantenimiento Productivo Total, permitirá optimizar la eficiencia global de la maquinaria de la línea de producción y reducir las enfermedades pre profesionales en el área de mantenimiento de la empresa Bloqcenter en el grupo empresarial “Aníbal Culqui”.

La línea de producción Bloqcenter considera importante contar un Plan de mantenimiento productivo total que permita reducir los costos de mantenimiento, mejorar la calidad del producto, llevar un registro del mantenimiento y buscar medidas preventivas que permitan mejoras ergonómicas del trabajador en el área de mantenimiento.

## **1.3.BENEFICIARIOS**

### **1.3.1. Beneficiarios Directos**

Conforman todo el personal que trabaja en la línea de Producción Bloqcenter del grupo Empresarial “Aníbal Culqui”, tanto en la parte de gerencia como en el área mantenimiento y de producción, siendo un total de 19.

Tabla 1.1: Beneficiarios del proyecto

<b>Beneficiario</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Gerente general (Sr. Anibal Culqui)	Se beneficiara, ya que su empresa contara con un plan de mantenimiento productivo total, esto ayudará a maximizar la eficiencia de la máquina, permitirá reducir lesiones musculo esqueléticas y reducir costos de mantenimiento.	1
Personal de mantenimiento de la empresa Bloqcenter S.A	Permitirá establecer un control interno adecuado de las maquinas, tratando de eliminar paradas no programadas y tiempos muertos de la producción.	1

Personal de producción u operación de la empresa Bloqcenter S.A	Los operarios asegurarán la disponibilidad y la confiabilidad de las máquinas y podrán llevar sus actividades adecuadamente.	17
<b>Beneficiario</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Clientes	Resultan beneficiados, ya que podrán adquirir su producto sin retraso y no tendrán quejas.	En función a la demanda

**Elaborado por:** Grupo de Trabajo.

#### **1.4.JUSTIFICACIÓN**

El proyecto tiene como finalidad el mejoramiento de la eficiencia global de la maquinaria minimizando gastos y costos de mantenimiento dentro de la línea de producción, además se busca la disminución de los riesgos ergonómicos de los trabajadores del área de mantenimiento, a través de un estudio sistemático que garantice una mejora en las condiciones de trabajo, seguridad en el trabajo y el buen desempeño de los trabajadores.

Desde el punto de vista de mantenimiento productivo total se busca disminuir las paradas no planificadas de producción ya que generan un alto costo de mantenimiento a la empresa, y con ello producir sin defectos, a través de la recolección y análisis de los resultados obtenidos, que permita conocer a detalle la causa de fallos, efectos y problemas presentes en esta línea de producción, así también el TPM desde el punto de vista ergonómico se busca mejorar el área de trabajo ya que al realizar posturas forzadas al momento de realizar mantenimiento en la maquinaria puede existir enfermedades pre profesionales. Es así que la propuesta lograra dar soluciones confiables y eficientes a los problemas presentados en la línea de producción y generando conocimiento en los operarios del correcto uso y cuidado de los equipos con las actividades propuestas en el plan de mantenimiento, así también con las actividades propuestas en el plan para minimizar las lesiones musculo esqueléticas generarán conocimiento a la buena postura que se debe tener al realizar el mantenimiento en las máquinas

## **1.4.HIPÓTESIS**

¿La elaboración de un plan de Mantenimiento Productivo Total permitirá aumentar la eficiencia global de la maquinaria y disminuir las posturas forzadas de los trabajadores del área de mantenimiento?

## **1.5.OBJETIVOS**

### **1.5.1. Objetivo General**

Proponer un plan de Mantenimiento Productivo Total para la línea de Producción Bloqcenter del Grupo Empresarial “Aníbal Culqui”, para el mejoramiento de la eficiencia global de la maquinaria y de las condiciones de trabajo.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el estado actual de la maquinaria de la línea de producción Bloqcenter, mediante un análisis de criticidad y AMEF para la identificación de la maquinaria con mayor criticidad.
- Evaluar al personal de mantenimiento mediante el método REBA para determinar el nivel de riesgo y de actuación de lesiones musculo esquelética.
- Elaborar un plan de mantenimiento productivo total para la línea de producción Bloqcenter, en base a los datos obtenidos.

## 1.6.SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1.2: Sistema de tareas planteadas para los objetivos.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	RESULTADOS	TÉCNICAS, MEDIOS E INSTRUMENTOS
Evaluar el estado actual de la maquinaria de la línea de producción Bloqcenter, mediante un análisis de criticidad y AMEF para la identificación de la maquinaria con mayor criticidad.	Proceso de producción, Levantamiento de la planimetría y estudio de equipos por diferentes niveles.	Diagrama de Proceso de Producción, Planimetría, Diagrama de flujo de la planta.	<b>Técnica:</b> Observación directa. <b>Instrumento:</b> AutoCAD, Tablas de Excel
	Codificación de la maquinaria.	Hoja de codificación de la maquinaria	<b>Técnica:</b> Recopilación de datos <b>Instrumento:</b> Tablas Excel
	Estudio de criticidad.	Análisis de Criticidad.	<b>Técnica:</b> Encuesta <b>Instrumento:</b> Formato de la encuesta
	Caracterización de la maquinaria.	Fichas Técnicas	<b>Técnica:</b> Observación directa <b>Instrumento:</b> Formato ficha técnica
	Revisión del histórico de mantenimiento.	Registro de gestión y mantenimiento	<b>Técnica:</b> Investigación descriptiva <b>Instrumento:</b> Recopilación de datos
	Elaboración de la matriz AMEF.	Análisis AMEF.	<b>Técnica:</b> Recopilación de datos <b>Instrumento:</b> Formato AMEF

Evaluar al personal de mantenimiento mediante el método REBA para determinar el nivel de riesgo y de actuación de lesiones musculoesqueléticas	Encuesta al personal de mantenimiento.	Diagnóstico de dolencias musculoesqueléticas.	<b>Técnica:</b> Encuesta <b>Instrumento:</b> Formato de Encuesta
	Evaluación al personal en el área de mantenimiento.	Tabla de jornada de trabajo	<b>Técnica:</b> Observación
			<b>Instrumento:</b> Check list
	Evaluación del lado seleccionado del cuerpo (Izquierdo o Derecho).	Análisis de las posturas mediante Mediciones angulares	<b>Técnica:</b> Método REBA
			<b>Instrumento:</b> Fotografías
	Determinación de puntuaciones del cuerpo.	Tabla de evaluación del grupo A y B	<b>Técnica:</b> Registro de datos
<b>Instrumento:</b> Tablas Excel			
Evaluación del nivel de actuación de enfermedades pre profesionales.	Tabla del nivel de actuación	<b>Técnica:</b> Registro de datos	
		<b>Instrumento:</b> Tablas Excel	
Elaborar un plan de mantenimiento de mantenimiento productivo total para la línea de producción Bloqcenter, en base a los datos obtenidos.	Revisión del catálogo de la Maquinaria.	Catálogo de la maquinaria	<b>Técnica:</b> Investigación descriptiva;
			<b>Instrumento:</b> Catálogo
	Elaboración del presupuesto.	Tabla de Presupuesto	<b>Técnica:</b> Investigación descriptiva
			<b>Instrumento:</b> Check list
	Elaboración del cronograma de actividades	Plan de Mantenimiento Productivo Total y Plan para minimizar lesiones musculoesqueléticas	<b>Técnica:</b> Análisis criticidad y AMEF
<b>Instrumento:</b> Tablas de Excel			

## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología Lean Manufacturing de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas. [7]

El TPM se puede definir como una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que ayudan a mejorar la producción de una organización industrial, disminuyendo costos de mantenimiento y maximizando la vida útil de los equipos y generando confiabilidad de las mismas.

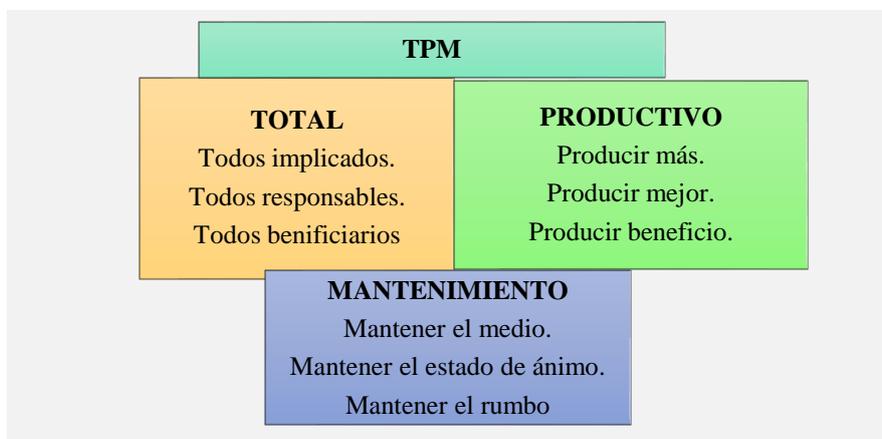


Fig. 2.1: Definición TPM [8]

#### 2.1.1. CARACTERÍSTICAS DEL TPM

Las características del TPM más significativas son [9]:

- ⇒ Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- ⇒ Participación amplia de todas las personas de la organización.
- ⇒ Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- ⇒ Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- ⇒ Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- ⇒ Procesos de mantenimiento fundamentales en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

### **2.1.2. BENEFICIOS DEL TPM**

Los beneficios de implementar el TPM en una organización son los siguientes [9]:

#### **ORGANIZATIVOS.**

- ⇒ Mejora la calidad del ambiente de trabajo.
- ⇒ Mejor control de las operaciones.
- ⇒ Incremento de la moral del empleado.
- ⇒ Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- ⇒ Aprendizaje permanente dentro del trabajo.
- ⇒ Creación del ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- ⇒ Redes de comunicación eficaces.

#### **SEGURIDAD**

- ⇒ Mejorar las condiciones ambientales.
- ⇒ Prevención de eventos negativos para la salud.
- ⇒ Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- ⇒ Entender el porqué de ciertas normas aplicadas, en lugar de como hacerlo.
- ⇒ Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.
- ⇒ Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación y polución.

#### **PRODUCTIVIDAD**

- ⇒ Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
- ⇒ Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- ⇒ Reduce los costes de mantenimiento.
- ⇒ Calidad del producto final.
- ⇒ Menor coste financiero por recambios.
- ⇒ Mejora de la tecnología de la empresa.
- ⇒ Crear capacidades competitivas desde la fábrica.

### **2.1.3. OBJETIVOS DEL TPM**

Los objetivos que una organización busca al implantar el TPM pueden tener diferentes dimensiones que ayudaran en la excelencia de la producción, estos son [10]:

**Objetivos estratégicos:** El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a la contribución de la mejora de la

efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

**Objetivos operativos:** El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

**Objetivos organizativos:** El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento de la moral en el trabajador, crear un espacio donde los trabajadores puedan aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer el área de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

## 2.2. DESGASTE Y FALLA

### 2.2.1. DESGASTE

Es la pérdida o daño de material debido a impactos repetitivos o continuos de manera que deforma una estructura, maquinas, equipos o herramientas que pronostica o conduce a una falla.

### 2.2.2. FALLA

Son eventos inesperados presentes en estructuras, maquinas, equipos o herramientas que implica al mal funcionamiento y generan improductividad en la planta.

## 2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS FALLAS

Las principales fallas a lo largo de la vida útil del bien se presentan a continuación:

Tabla 2.1: Clasificación de las fallas. [11]

TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN	CAUSA
Fallas Tempranas	Ocurren al principio de la vida útil y constituyen un porcentaje pequeño del total de fallas.	Causadas por problemas de materiales, de diseño o de montajes.
Fallas Adultas	Son las fallas que presentan mayor frecuencia durante la vida útil.	Causadas por las condiciones de operación y se presentan más lentamente que las anteriores (suciedad en un filtro de aire, cambios de rodamientos en una máquina, etc.).

Fallas Tardías	Representan una pequeña fracción de las fallas totales, aparecen en forma lenta.	Causadas por la etapa final de la vida del bien (envejecimiento de la aislación de un motor eléctrico, pérdida del flujo luminoso de una lámpara, etc.).
----------------	--	--

## 2.4.EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS (OEE)

Es un indicador vital que representa la capacidad real para producir sin defectos, el rendimiento del proceso y la disponibilidad de los equipos. Es un indicador poderoso que requiere de información diaria del proceso, también se utiliza para evaluar diferentes componentes del proceso de producción como: disponibilidad, rendimiento y calidad.

Las siguientes, son las fórmulas utilizadas para el cálculo del OEE [12]:

$$\textit{Tiempo total} = \textit{Tiempo disponible} + \textit{Tiempo planeado}$$

$$\textit{Tiempo planeado} = \textit{Reuniones, comidas, MP, etc.}$$

$$\textit{Tiempo disponible} = \textit{Tiempo total} - \textit{Tiempo planeado}$$

$$\textit{Tiempo productivo} = \textit{Tiempo disponible} - \textit{Tiempo muerto}$$

$$\textit{Tiempo muerto} = \textit{Tiempo de averías} + \textit{Tiempo de cambio de producto}$$

$$\textit{Disponibilidad} = \frac{\textit{Tiempo productivo}}{\textit{Tiempo disponible}}$$

$$\textit{Capacidad productiva} = \textit{Tiempo productivo} \times \textit{Capacidad estándar}$$

$$\textit{Producción real} = \textit{Tiempo productivo} \times \textit{Capacidad real}$$

$$\textit{Eficiencia} = \frac{\textit{Producción real}}{\textit{Capacidad productiva}}$$

$$\textit{Calidad} = \frac{(\textit{Producción real} - \textit{Unidades defectuosas})}{\textit{Producción total}}$$

$$\textit{OEE} = \textit{Disponibilidad} \times \textit{Eficiencia} \times \textit{Calidad}$$

Fig. 2.2: Fórmulas para el cálculo del OEE.

## 2.5.ANÁLISIS DE CRITICIDAD (CA)

Es una metodología que permite jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. El Análisis de criticidad permite también identificar las áreas sobre las cuales se tendrá una mayor atención del mantenimiento en función del proceso que se realiza. [13]

La información recolectada en un estudio de criticidad puede ser usada para:

- ⇒ Priorizar ordenes de trabajo de producción y mantenimiento.
- ⇒ Dirigir las políticas de mantenimiento hacia las áreas o sistemas más críticos.
- ⇒ Definir necesidades de Mantenimiento Basado en Condición.
- ⇒ Priorizar proyectos de inversión.
- ⇒ Diseñar políticas de mantenimiento.
- ⇒ Seleccionar una política de manejo de repuestos y materiales.

Los pasos para la aplicación del Análisis de Criticidad son:

- ⇒ Identificación de los equipos a estudiar,
- ⇒ Definición de alcance y objetivo del estudio.
- ⇒ Selección del personal a entrevistar.
- ⇒ Informar al personal sobre la importancia del estudio.
- ⇒ Recolección y verificación de datos.
- ⇒ Establecimiento de la lista jerarquizada de los equipos.

La criticidad se evalúa mediante la siguiente ecuación [13]:

$$\text{CRITICIDAD} = \text{FRECUENCIA DE FALLA} * \text{CONSECUENCIA}$$

Donde:

Consecuencia = (Nivel de Producción \* MTTR \* Imp. Producción) + Costos de reparación + Impacto en Seguridad + Impacto Ambiental + Satisfacción del cliente.

- ⇒ **Frecuencia de falla:** Establece las veces que falla un componente del sistema.
- ⇒ **Impacto en la producción:** Representa en porcentual, toda la producción que se deja de hacer por día, debido a fallas ocurridas.
- ⇒ **Nivel de producción:** Muestra la producción aproximada por día de la instalación y sirve para valorar el grado de importancia de la instalación a nivel económico.

## 2.6. NIVELES DE CRITICIDAD

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla. En un eje se representa la frecuencia de fallas y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla. [14]



Fig. 2.3: Matriz de Criticidad.

## 2.7. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LA FALLA (AMEF)

Es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención. [15]

### 2.7.1. CÓMO SE COMPONE UN AMEF

Un análisis AMEF se compone de dos elementos: el análisis de modos de falla y el análisis de efectos.

Tabla 2.2: Elementos de AMEF [16]

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Modos de Falla	Se refiere a la forma concreta en la que un protocolo o pieza falla y busca responder a la pregunta: ¿qué salió mal?
Efecto de falla	Estudia las consecuencias de las fallas detectadas. El objetivo es responder a la pregunta: ¿cuáles serán las consecuencias de cada falla?

### 2.7.2. PRINCIPALES BENEFICIOS DEL AMEF

Los beneficios de la implantación del AMEF en un sistema son [17]:

- ⇒ Identificar fallas o defectos antes de que estos ocurran.
- ⇒ Incrementar la confiabilidad de los productos/servicios.
- ⇒ Conseguir procesos de desarrollo más cortos.
- ⇒ Documentar los conocimientos sobre los procesos.
- ⇒ Incrementar la satisfacción del cliente.

### **2.7.3. PASOS PARA REALIZAR UN ANÁLISIS AMEF EN MANTENIMIENTO**

Las etapas para la aplicación de un análisis AMEF en mantenimiento son [16]:

#### 1. Definir la intención del diseño de AMEF

Organiza un equipo interdisciplinario para participar en el análisis AMEF. Ten presente que vas a necesitar involucrar personas con experiencia en servicio al cliente, producción, análisis de calidad, diseño, mantenimiento, etc.

#### 2. Identificar las causas de falla

Para cada función, identifica los modos en los que podrían llegar a presentarse fallas. Esto implica que consideres procesos, sistemas y componentes, ya que siempre será posible que alguno de estos factores se vea perjudicado por fallas potenciales.

#### 3. Establecer los efectos de la falla

En esta etapa vamos a implementar los índices de severidad, ocurrencia y detección.

⇒ Determina qué tan graves son los efectos de cada falla (índice de severidad) usando una escala del 1 al 10, donde 1 es insignificante y 10 es catastrófico.

⇒ Para cada falla, identifica una causa raíz.

⇒ Identifica un plan de control para cada causa (protocolos, pruebas, herramientas de análisis predictivo, etc.).

⇒ Establece el índice de ocurrencia usando una escala del 1 al 10.

⇒ Por último, determina el índice de detección usando, nuevamente, una escala del 1 al 10.

## **2.8. ESTUDIO ERGONÓMICO**

### **2.8.1. ERGONOMÍA**

Es una ciencia que ha conseguido la comodidad y facilidad en el trabajo físico del empleado, obteniendo así mayor productividad, reduciendo a su vez, el riesgo de accidentes, al minimizar el cansancio del trabajador. [18]

## **2.9.MÉTODO REBA**

### **2.9.1. DEFINICIÓN DEL METODO REBA**

Este método se utiliza para analizar y medir aspectos relacionados con el esfuerzo físico de los trabajadores en diversas tareas. Con este método, se evalúa la el desempeño de los trabajadores durante los ciclos de trabajo y las posturas adoptadas que presenten mayor desviación respecto a las posiciones neutras dentro del tronco, cuello y piernas en un grupo (grupo A) y la postura de brazos, antebrazos y muñecas en otro grupo (grupo B).

Si se toman posiciones corporales inapropiadas de forma continua o repetida en el trabajo, se produce fatiga y problemas de salud a largo plazo. Uno de los factores de riesgo más comunes para los trastornos músculos esqueléticos es la tensión postural excesiva.

Este método se desarrolla mediante de observación y o fotografías que permitirán evaluar la postura corporal en la práctica, además que se basa básicamente en la consideración de los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo y muñeca), tronco, cuello y piernas. Puede medir la carga física de los trabajadores, antes o después de la intervención se puede hacer un análisis, lo que demuestra que se reduce el riesgo de lesiones; proporciona una evaluación rápida y sistemática del riesgo posicional de todo el cuerpo que el empleado puede experimentar debido al trabajo. [19]

### **2.9.2. OBJETIVOS**

El desarrollo del REBA pretende [20]:

- Desarrollar un sistema de análisis postural sensible para riesgos musculo esqueléticos en una variedad de tareas.
- Dividir el cuerpo en segmentos para codificarlos individualmente, con referencia a los planos de movimiento.
- Suministrar un sistema de puntuación para la actividad muscular debida a posturas estáticas (segmento corporal o una parte del cuerpo), dinámicas (acciones repetidas, por ejemplo, repeticiones superiores a 4 veces/minuto, excepto andar), inestables o por cambios rápidos de la postura.
- Reflejar que la interacción o conexión entre la persona y la carga es importante en la manipulación manual pero que no siempre puede ser realizada con las manos.
- Incluir también una variable de agarre para evaluar la manipulación manual de cargas.

- Dar un nivel de acción a través de la puntuación final con una indicación de urgencia.
- Requerir el mínimo equipamiento (es un método de observación basado en lápiz y papel).

### **2.9.3. APLICACIÓN DEL MÉTODO**

1. Determinar los ciclos de trabajo de mantenimiento y observar al trabajador durante de estos ciclos.
2. Seleccionar las posturas que se evaluarán: Se analiza las cargas de postura durante la ejecución del mantenimiento -toma de datos (fotografías).
3. Determinar si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o derecho.
4. Toma de datos ángulos requeridos: Ángulos del grupo A Y B de los trabajadores al realizar el mantenimiento de la maquinaria.
5. Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo: Recopilación de datos y análisis de ángulos adecuados de los miembros superiores e inferiores.
6. Obtención de las puntuaciones parciales y finales del método para determinar la existencia de riesgos y establecer el nivel de actuación
7. Si se requiere, determine qué tipo de medidas deben adoptar, desarrollar actividades con pausas activas que permitan realizar estiramientos durante la jornada laboral.
8. Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario: Incorporación de herramientas para la mejora.
9. En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método REBA para comprobar la efectividad de la mejora mediante la observación.

### **2.9.4. TRASTORNOS MÚSCULO-ESQUELÉTICOS (TME)**

Según la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, los trastornos musculo esqueléticos profesionales (TME) son cambios que afectan estructuras corporales como músculos, articulaciones, tendones, ligamentos, nervios, huesos y el sistema circulatorio los cuales son causados o agravados por los efectos del trabajo y el medio ambiente en el que se produce. Actualmente, las ITS relacionadas con el trabajo son una de las causas más importantes de enfermedades relacionadas con el trabajo. En Europa, el 2 % de la población afirma tener dolor de espalda y el 22,8% se queja de dolor

muscular. Las enfermedades musculares son un problema grave porque afectan la salud de los trabajadores y aumentan los costos económicos y sociales de las empresas. [21]

### 2.9.4.1. Evaluación del cuerpo

El método REBA distribuye al cuerpo en 2 grupos como son [20]:

El GRUPO A: Miembros inferiores, tiene un total de 60 combinaciones posturales de piernas, tronco y cuello, la puntuación de la tabla del grupo A esta comprendida entre 1-9; este valor se le añade la puntuación resultante de la carga/fuerza cuyo rango es de 0-3.

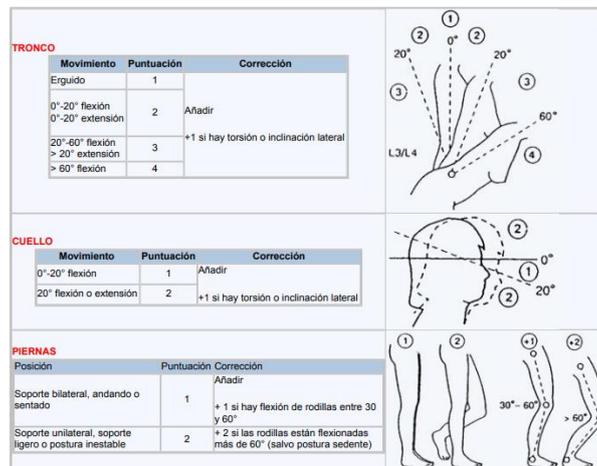


Fig. 2.4: Grupo A.

**Fuente:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo (INSHT).

**TABLA A**

	Cuello												
	1				2				3				
Piernas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

**TABLA CARGA/FUERZA**

0	1	2	+1
inferior a 5 kg	5-10 kg	10 kg	instalación rápida o brusca

Fig. 2.5: Tabla A carga/fuerza.

**Fuente:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo (INSHT).

GRUPO B: Miembros superiores, tiene un total de 36 combinaciones posturales del brazo, antebrazo, muñecas, la puntuación de la tabla del grupo B está comprendida entre 1-9; este valor se le añade la puntuación resultante del agarre cuyo rango es de 0-3 puntos.

BRAZOS		
Posición	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión/extensión	1	Añadir
> 20° extensión	2	+ 1 si hay abducción o rotación
21°-45° flexión	3	+ 1 elevación del hombro
46°-90° flexión	4	+ 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad

ANTEBRAZOS	
Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
< 60° flexión	2
> 100° flexión	2

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15° flexión/ extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

Fig. 2.6: Grupo B.

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo (INSHT).

**TABLA B**

		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
Brazo	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

**AGARRE**

0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

Fig. 2.7: Tabla B y agarre.

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo (INSHT).

El resultado de la tabla A y B se combinan en la tabla C, dando un total de 144 posibles combinaciones y se añade el resultado de la actividad para dar el resultado final REBA que indica el nivel de riesgo y de acción.

**TABLA C**

		Puntuación B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Actividad	+1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.												
	+1: Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 veces/minuto.												
	+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.												

Fig. 2.8: Tabla C/ Puntuación de la actividad.

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo (INSHT).

En la puntuación final las 144 combinaciones posturales finales hay que sumarle las puntuaciones correspondientes al concepto de puntuaciones de carga, al acoplamiento y a las actividades; ello nos dará la puntuación final REBA que estará comprendida en un rango de 1-15, lo que indicará el riesgo que supone desarrollar el tipo de tarea analizado e indicará los niveles de acción necesarios en cada caso.

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Fig. 2.9: Nivel de riesgo y acción.

**Fuente:** Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En El Trabajo (INSHT).

## 2.10. APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA MAQUINARIA

### 2.10.1. Codificación de equipos

Es una herramienta que permite asignar identificadores únicos como símbolos o caracteres el control de los equipos, maquinaria o sistemas ya sea de operación o de mantenimiento. Así también proporciona datos de los equipos como son: el área ubicada, familia a la que pertenece, características de los elementos, entre otros. Los pasos para la codificación de los equipos:

1. Se debe realizar una lista de los equipos, maquinaria, etc. de la planta, esto se realiza en relación a los niveles compuesto por la planta

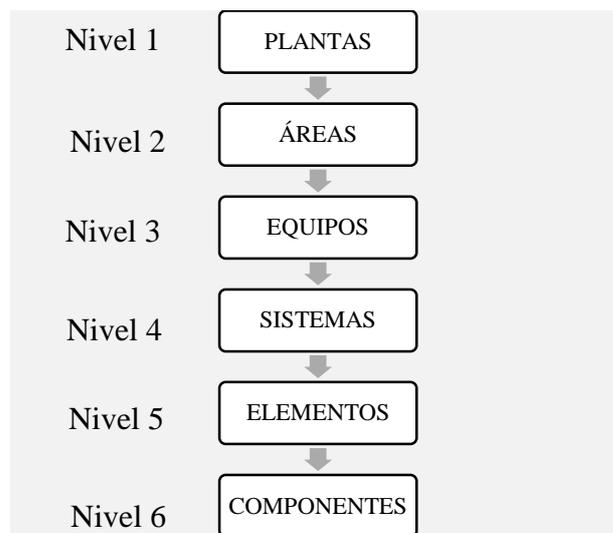


Fig. 2.10: Niveles de una organización.

2. Se procede con la codificación, mediante los códigos del equipo.

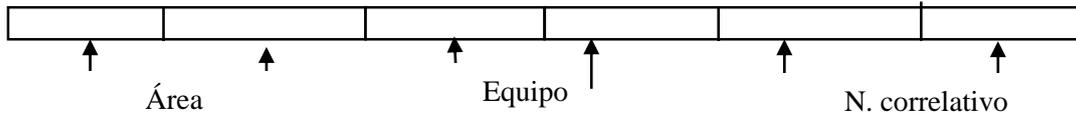


Fig. 2.11: Códigos para equipos.

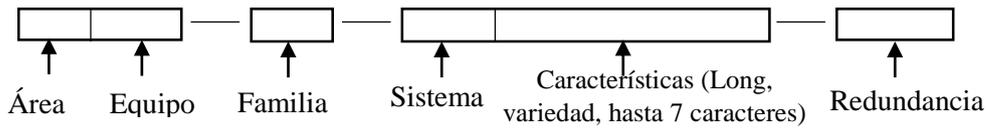


Fig. 2.12: Estructura del código de un elemento.

### 2.10.2. Análisis de Criticidad de equipos

Este sistema es importante ya que permite ubicar de manera ordenada los equipos, maquinas, sistemas e instalaciones, dentro de este estudio existen 3 tipos de criticidad que son: Críticos, Importantes y Prescindibles.

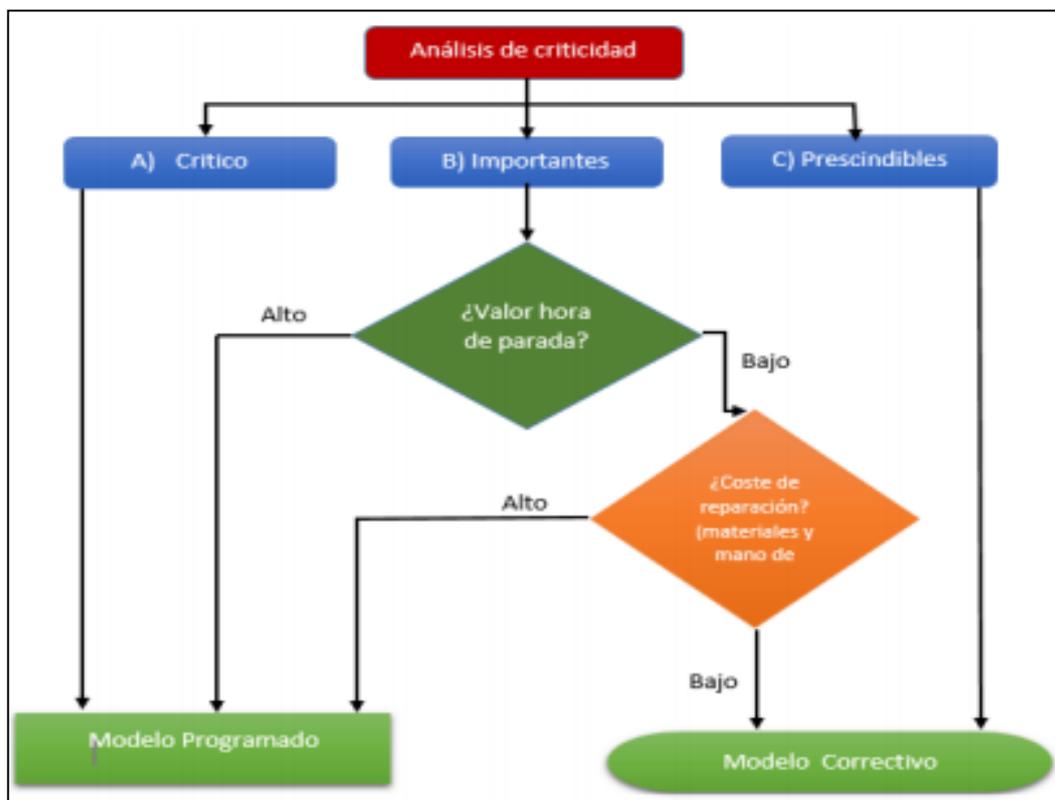


Fig. 2.13: Análisis de Criticidad.

### 2.10.3. Encuesta de Mantenimiento para conocer el grado de Criticidad

Encuesta de Mantenimiento de Equipos				
Nombre del responsable: .....				
Área: .....				
Objetivo: Conocer el grado de criticidad que presentan las máquinas.				
¿Cuál es el Factor de Frecuencia (FF) de mantenimiento que ha presentado la maquinaria o equipo?		Vibroprensadora 001	Vibroprensadora 002	Vibroprensadora 003
Descripción	Ponderación	Marcación	Marcación	Marcación
Frecuente, Mas de 3 eventos al año	5			
Probable, 1-3 eventos al año	4			
Posible, 1 evento en 3 años	3			
Improbable, 1 evento en 5 años	2			
Sumamente improbable, menos de un evento en 5 años	1			
¿Cuáles son los Factores de Consecuencia que han tenido la maquinaria o equipo durante el mantenimiento?				
Impacto Operacional (IO)	Ponderación	Marcación	Marcación	Marcación
Perdidas mayores 75% producción mes	5			
Perdidas 50% a 74% producción mes	4			
Perdidas 25% a 49% producción mes	3			
Perdidas 10% a 24% producción mes	2			
Perdidas inferiores 10% producción mes	1			
Factor flexibilidad operacional (FO)	Ponderación	Marcación	Marcación	Marcación
No existe stock, tiempo reparación altos	5			
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4			
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3			
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo	2			
Stock suficiente, tiempo reparación bajos	1			
Costo de Mantenimiento (CM)	Ponderación	Marcación	Marcación	Marcación
Costo materiales superiores 20000 USD	5			
Costo materiales superiores 10000 - 20000 USD	4			
Costo materiales superiores 3000 - 10000USD	3			
Costo materiales superiores 200 - 3000 USD	2			
Costo materiales superiores 200 USD	1			
Impacto Medio Ambiental (IMA)	Ponderación	Marcación	Marcación	Marcación
Daños irreversibles en el ambiente	5			
Daños severos al ambiente	4			
Daños medios al ambiente	3			
Daños mínimos al ambiente	2			
Sin daños al ambiente	1			
Impacto Seguridad (IS)	Ponderación	Marcación	Marcación	Marcación
Muerte o incapacidad	5			
Incapacidad parcial o permanente	4			
Daños o enfermedades severas	3			
Daños leves en personas	2			
Sin impacto en la seguridad	1			

### 2.10.4. Ficha de Equipo

Este tipo de documento debe contener información técnica del equipo o maquinaria tales como: Código del equipo y descripción, datos generales, características principales, valores de referencia, análisis de criticidad del equipo, modelo de mantenimiento recomendables, repuestos crítico, etc.

<b>FICHA TECNICA DE MAQUINARIA</b>		<i>Logo de la empresa</i>	
<b>EQUIPO:</b>		<b>MODELO:</b>	
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>			
<b>PROVEEDOR:</b>		<b>AÑO:</b>	<i>Fotografía del equipo</i>
<b>DIRECCIÓN:</b>			
<b>TELÉFONOS:</b>			
<b>DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:</b>			
<b>VALORES DE REFERENCIA</b>			
<b>Análisis de criticidad:</b>		<b>Tipo de Equipo:</b>	
<b>MODELO DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>CORRECTIVO</b>		<b>MTO.LEGAL?</b>	<b>SUBCONTRATOS NECESARIOS</b>
<b>CONDICIONAL</b>		SI	PREVENTIVO
<b>SISTEMÁTICO</b>		NO	CORRECTIVO
<b>PROGRAMADO</b>			INSPECCIONES
			OVERHAUL
<b>ELEMENTOS QUE LO COMPONENTEN</b>		<b>CONSUMIBLE</b>	
		<b>ACEITES:</b>	
		<b>FILTROS:</b>	
		<b>OTROS:</b>	
<b>REPUESTOS CRITICOS EN STOCK PERMANENTE EN PLANTA:</b>			
<b>HERRAMIENTAS ESPECIALES</b>			
<b>FORMACIÓN NECESARIA</b>		<b>ESPECIFICAR MANTENIMIENTO LEGAL</b>	
<b>SUBCONTRATOS</b>			

### 2.10.5. Orden de trabajo

Este documento es realizado por el encargado de mantenimiento en donde las actividades son verificación de inspección de alguna parte o componente de la maquinaria, tomando en cuenta las condiciones de trabajo del TPM. La orden de trabajo registra información sobre las tareas a realizar, herramientas, responsables, etc. que se utilizarán para realizar el trabajo.

<b>FICHA DE ORDEN DE TRABAJO</b>				<i>Logo de la empresa</i>			
Área que notifica:	Fecha y hora de notificación	#Orden	Recibido por:		#Orden de Mantenimiento:		
Instalación a inspeccionar o revisar:	Mantenimiento		Tipo				
	Correctivo	Preventivo	Mecánico	Eléctrico	Neumático	Otros	
Maquina	Código		Notificación:				
Herramientas			Equipos de Protección				
Materiales:			Código de Materiales:				
Diagnostico			Acciones correctivas				
			Responsable:	Fecha y Hora Emisión:	Fecha y Hora Entrega:		
Observaciones y Recomendaciones:						Firma:	
						Fecha:	

### 2.10.6. Ficha de requerimiento de compra

Se utiliza para realizar solicitudes de compras de componentes, herramientas, repuestos y materiales que se van a utilizar durante la producción o el mantenimiento de la maquinaria.

FICHA DE ORDEN DE TRABAJO				Logo de la empresa			
Área que notifica:	Fecha y hora de notificación	#Orden	Recibido por:		#Orden de Mantenimiento:		
Instalación a inspeccionar o revisar:	Mantenimiento		Tipo				
	Correctivo	Preventivo	Mecánico	Eléctrico	Neumático	Otros	
Maquina	Código		Notificación:				
Herramientas			Equipos de Protección				
Materiales:			Código de Materiales:				
Trabajos Realizados			Acciones correctivas				
			Responsable:		Fecha y Hora Emisión:		Fecha y Hora Entrega:
			Observaciones y Recomendaciones:				
					Fecha:		



### **3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

#### **3.1.METODOLOGIA**

##### **3.1.1. Tipo De Investigación**

La investigación descriptiva permitió obtener información cuantificable de las características, elementos y funciones elementales de las maquinas en operatividad y de la misma información acerca de cómo los trabajadores obtienen posturas al realizar el mantenimiento dentro de la producción de la línea Bloqcenter, obteniendo datos para descubrir suposiciones sobre los tipos de fallos que serán corregidas con tareas y procesos de mantenimiento.

##### **3.1.2. Tipo De Método De Investigación**

Se utiliza el método de deductivo como un enfoque general de las paradas no planificadas en las máquinas debido a la presencia de fallos o averías y de esa manera tener una conclusión verídica de los componentes o elementos que estén proporcionando dichos fallos. Además, se utilizó el método de campo como obtención de información y datos reales de las máquinas presentes en esta línea de producción y de las posturas de carga forzadas al momento de realizar el mantenimiento para después estudiarlos como tal. Y finalmente el método explicativo para encontrar él porque y para que, de las causas, fallas o averías existentes en las máquinas y de las posturas inadecuadas que realizan y generar soluciones a los problemas presentes con la información obtenida en el estudio de campo.

##### **3.1.3. Técnica**

###### **3.1.3.1.Recolección de datos**

La recolección de datos permite almacenar, medir y analizar información importante de diferentes maneras como son: la actividad económica de la organización, número de trabajadores, distribución de la planta, número de máquinas que están dentro del proceso, entre otras. También se obtendrá información de manera detallada de las máquinas, como son marcas, componentes, elementos, condición en la que encuentran las máquinas, etc. Finalmente, la obtención de datos de las jornadas de trabajo que tienen el personal de mantenimiento en la planta.

### 3.1.3.2.Observación

Se realizará una observación a las maquinas vibro prensadoras con el fin de comprender, describir y tomar nota sobre sus características, elementos, componentes, con el fin de tener claro la información proporcionada por los operarios de la máquina, así también se observa al trabajador que postura obtiene al momento de realizar el mantenimiento en la matriz de la máquina.

### 3.1.3.3.Encuesta

La utilización de la encuesta, tiene como finalidad obtener respuestas claras de los trabajadores y operarios, sobre la situación actual de la maquinaria y conocer r el grado de exposición del personal de mantenimiento al riesgo por la adaptación de posturas inadecuadas o forzadas al momento de realizar el mantenimiento.

### 3.1.3.4.Materiales

Tabla 3.1: Materiales para la elaboración del proyecto de investigación.

<b>NOMBTE</b>	<b>IMAGEN</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>
Computadora		Toshiba CORE i3 Modelo del sistema: Satellite P745 Memoria ( RAM): 6 GB Pantalla: 14" HD LED Disco duro: 640 GB
Celular (Cámara)		Samsung Galaxy A20 Cámara: Dual, 13MP+5MP Pantalla: 6.4", 720 x 1560 píxeles RAM: 3GB Almacenamiento: 32GB

## 3.2. ANÁLISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 3.2.1. INFORMACIÓN GENERAL BLOQCENTER

INDUSTRIA METALICA COTOPAXI es una industria con líneas de producción enfocadas al diseño y elaboración de paneles, equipos de panadería, tachos de basura y contenedores, cajas compactadoras de basura, bloques y adoquines, dentro de sus líneas de producción: I.M.C, Hornipan, Ecu limpio, Bloqcenter.

**Bloqcenter** busca liderar la fabricación de bloques y adoquines prefabricados en concreto en el centro del país. Existe un alto nivel de demanda, pero es necesario mejorar el proceso de fabricación del producto con un sistema automatizado utilizando la tecnología, para aumentar la producción y la calidad en el producto que registre mayor dureza, fuerza y durabilidad

### 3.2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

**País:** Ecuador

**Provincia:** Latacunga

**Sector:** CHAN

**Dirección:** Bloqcenter se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi sus instalaciones se encuentran ubicados específicamente en la Panamericana E35 paso lateral sector Chan.

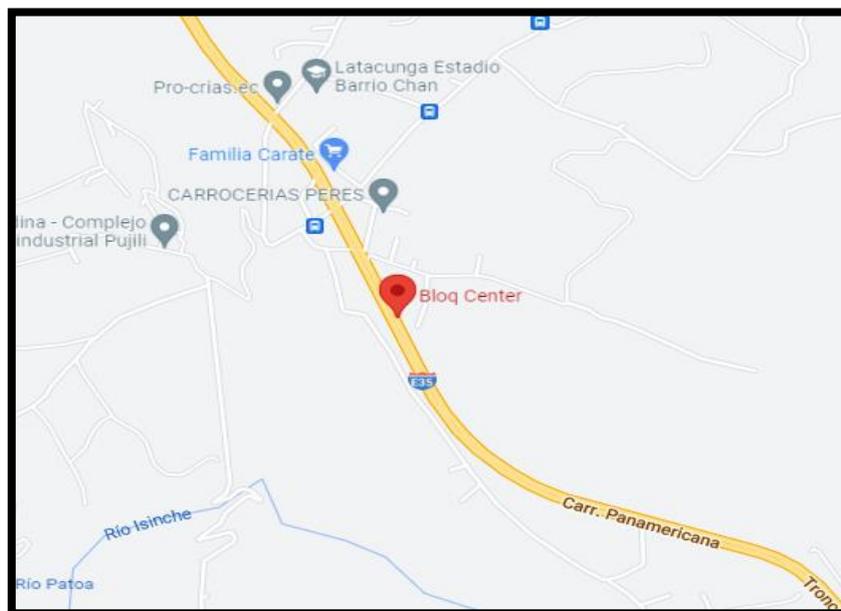


Fig. 3.1: Ubicación de la empresa Bloqcenter.

### 3.2.3. ACTIVIDAD ECONÓMICA BLOQCENTER

Tabla 3.2: Línea de productos Bloqcenter.

<b>Línea de Productos Bloqcenter</b>	
Adoquín 1 “Jaboncillo Clásico”	
Adoquín 2 “Pacífico”	
Adoquín 3 “Cóndor”	
Adoquín 4 “Tradicional”	
Adoquín 5 “Curiquingue”	
Bordillo Pesado	
Bordillo de jardín recto	
Bloque de 3	

### **3.2.4. PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO**

1. Llegada del Material: se receipta material pétreo como arena, ripio, granzón, cemento.
2. Traslado del material mediante pala mecánica hacia la línea de producción (Tolva).
3. Se realiza la mezcla respectiva en la mezcladora material como: el granzón, arena fina, chispa de 3/8, cemento y agua y de ser necesario el colorante (pigmentos).
4. Traslado de la mezcla por medio de banda transportadora.
5. Dosificar la cantidad de material para el proceso del producto.
6. Ingreso del material hacia la Vibro prensadora.
7. Moldeado (moldes de Jaboncillo Clásico, cóndor, tradicional, curiquingue y pacífico)
8. Vibro prensado, formado del adoquín a una presión de 1000 Psi.
9. Paletizado, suministro de los tableros para los adoquines.
10. Transporte del producto por medio de bandejas en monta cargas hacia el horno.
11. Apilado de los tableros con los adoquines.
12. Secado del producto en el horno por 5 horas a 120°C.
13. Hidratación al producto 3 veces al día (mayor resistencia).
14. Transporte del producto por medio de montacargas hacia el Almacenamiento.
15. Despacho

### **3.3.LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN**

#### **3.3.1. Diagrama de flujo del proceso del Producto**

Se recopiló información para realizar el diagrama de flujo, que muestra una serie de secuencia de actividades de los principales procesos que llevan a cabo para la elaboración del producto de los bloques y adoquines de inicio a fin, que esta línea de producción ofrece al mercado. Anexo II.

#### **3.3.2. Layout**

La distribución y la forma de los elementos de la planta Bloqcenter se generaron en el programa AutoCAD, al momento del diseño se ubicó por las diferentes áreas de trabajo que cuenta la planta. Anexo III.

### 3.3.3. Análisis de equipos por diferentes niveles

Se ha generado un inventario de los activos de la planta Bloqcenter que se le denomina lista de equipos, maquinarias, etc., la línea de producción está compuesta por 6 niveles como el nombre de la planta en el primer nivel, el nivel dos el área en donde se encuentra la maquinaria, el nivel tres los equipos o maquinarias que cuenta la planta, el nivel cuatro los sistemas que contiene la maquinaria (eléctrico, mecánico, hidráulico, etc.), el nivel quinto los elementos y finalmente el nivel sexto que son los componentes.

Este análisis por niveles, se realizó de manera general tomando en cuenta el nombre de la empresa: Bloqcenter, las seis áreas, las tres máquinas, las mismas que tiene sistemas, elementos y componentes, este diagrama se puede observar en el Anexo IV.

### 3.3.4. Codificación de equipos en el área de Producción

Se genera los códigos respectivos de cada equipo, tomando en cuenta dos caracteres alfabéticos y el número de la maquinaria correspondiente al área de producción.

Tabla 3.3: Codificación de la maquinaria.

Código	Máquina
VP 001	Vibro prensadora
VP 002	Vibro prensadora
VP 003	Vibro prensadora

En las siguientes tablas se genera un código correspondiente al sistema y familia de la maquinaria las mismas son codificados con dos caracteres alfabéticos para su identificación.

Tabla 3.4: Codificación del sistema.

Código	Sistema
SH	Sistema Hidráulico
SE	Sistema Eléctrico
SM	Sistema Mecánico
SS	Sistema Seguridad

Tabla 3.5: Codificación de la familia a la pertenece

Código	Familia
T	Tolva
MV	Mesa Vibratoria
BT	Banda Transportadora
A	Apilador
S	Sensores
M	Matriz
T	Tablero de control
PE	Paro de emergencia
D	Dosificador
C	Cilindros Hidráulicos
CE	Componente eléctrico
CV	Caja de vibración

En las tablas siguientes se codifica a la maquinaria o equipos por el área que se encuentra ubicada en la planta con dos caracteres alfanuméricos, el tipo de equipo por dos caracteres alfabéticos y el número correlativo por caracteres numéricos.

Tabla 3.6: Codificación de la Vibro prensadora 001

Área		Equipo		No. Correlativo.	
0	2	V	P	0	1

Tabla 3.7: Codificación de la Vibro prensadora 002.

Área		Equipo		No. Correlativo.	
0	2	V	P	0	2

Tabla 3.8: Codificación de la Vibro prensadora 003.

Área		Equipo		No. Correlativo.	
0	2	V	P	0	3

### 3.3.5. Análisis de Criticidad de equipos

#### 3.3.5.1. Cálculo de criticidad de equipos

Para calcular el nivel de criticidad se tomó como referencia la encuesta realizada al jefe producción, y se utiliza como referencia las ponderaciones de las normas SAE JA1011 Y SAE JA1012 ver en el Anexo V, además se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla, la matriz tiene un código de colores que permite identificar los

tres tipos de nivel de criticidad: rojo - Crítico, amarillo - Importante y verde – Prescindible, este nivel se realiza bajo un respectivo análisis.

CRITICIDAD																						
FRECUENCIA (FF)	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
CONSECUENCIA (CO)																						
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	

Para el cálculo de la consecuencia y de la criticidad se utilizó las siguientes formulas:

$$\text{Consecuencia} = IO + FO + CM + IS + IMA$$

$$\text{Criticidad} = FF \times \text{Consecuencia}$$

Tabla 3.9: Cálculo del Nivel de Criticidad.

Descripción	Equipos		
	Vibro prensadora 001	Vibro prensadora 002	Vibro prensadora 003
<b>FF</b>	5	4	5
<b>IO</b>	2	3	2
<b>FO</b>	4	4	4
<b>CM</b>	1	1	2
<b>IMA</b>	1	1	1
<b>IS</b>	1	1	1
<b>CONSECUENCIA</b>	9	10	10
<b>CRITICIDAD</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>50</b>

### 3.3.6. Estudio y definición del modelo de mantenimiento.

Después de haber realizar el cálculo del análisis de criticidad ubicado en la tabla 3.9, se evidencia que la Vibro prensadora 001 y la Vibro prensadora 002 son equipos Importantes, mientras que la Vibro prensadora 003 es equipo Critico.

### 3.3.6.1. Modelo de mantenimiento de la Vibro prensadora 001

El modelo de mantenimiento que requiere el equipo es un modelo programado, su aplicación correspondiente pertenece a un modelo de alta disponibilidad por motivos de su uso en general el equipo debe estar en funcionamiento la mayor parte del tiempo y por lo general presenta averías frecuentes más de 3 eventos al año, su impacto operacional determina pérdidas del 10% al mes, el procedimiento de mantenimiento de este equipo es complejo, los costos de mantenimiento está en un rango de 200 USD, no produce daño al ambiente y no presenta algún riesgo al personal de mantenimiento al realizar este trabajo

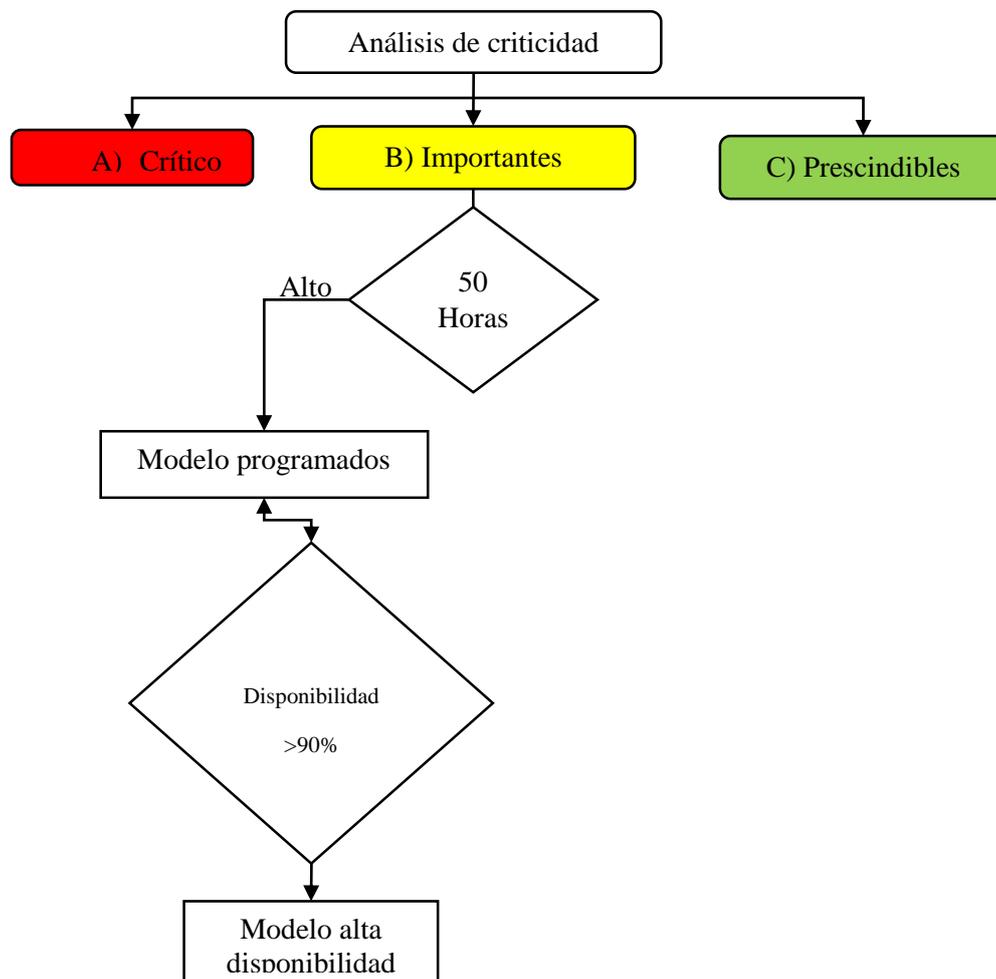


Fig. 3.2: Modelo de mantenimiento - Vibro prensadora 001.

### 3.3.6.2. Modelo de mantenimiento de la Vibro prensadora 002

El modelo de mantenimiento que requiere el equipo es un modelo programado, su aplicación correspondiente pertenece a un modelo sistemático por razones de su uso en general uso en general y por lo general presenta averías probables 1- 3 eventos al año, su impacto operacional determina pérdidas del 25% al mes, el procedimiento de mantenimiento de este equipo es complejo, los costos de mantenimiento está en un rango de 200 USD, no produce daño al ambiente y no presenta algún riesgo al personal de mantenimiento al realizar este trabajo

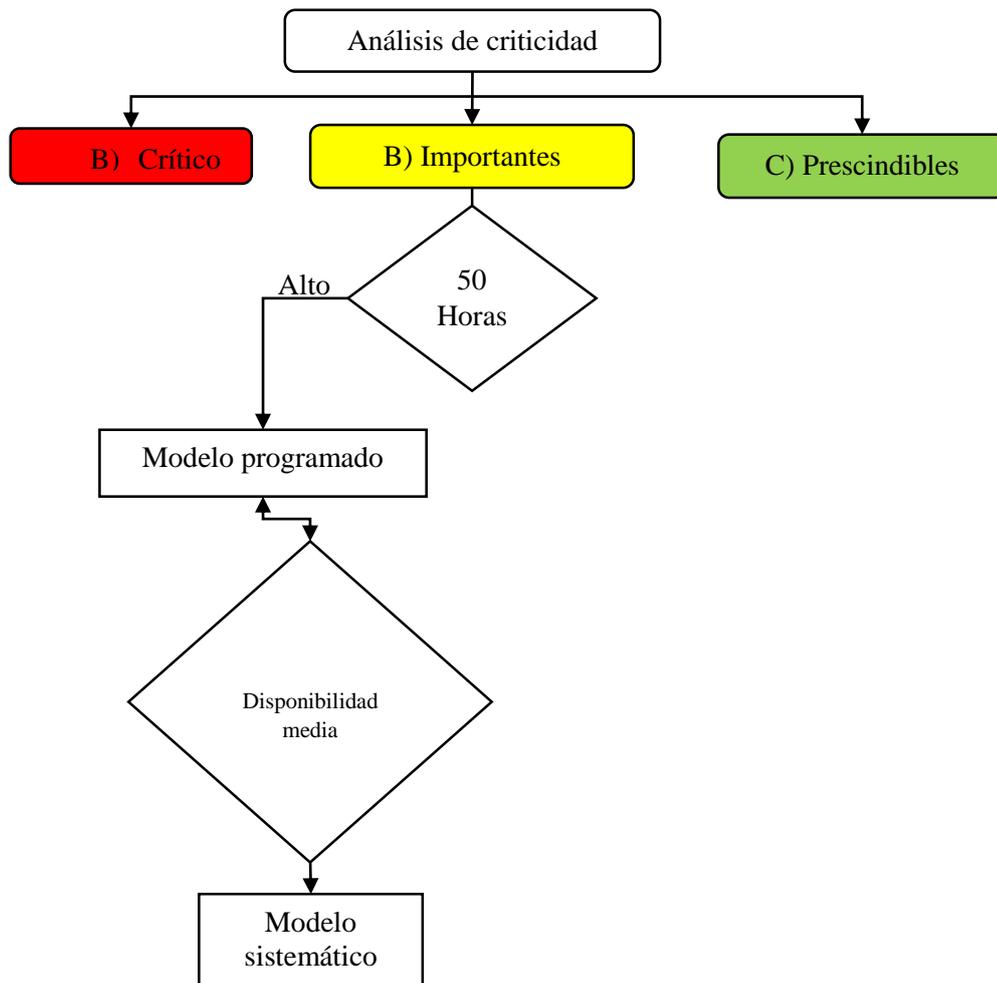


Fig. 3.3: Modelo de mantenimiento - Vibro prensadora 002.

### 3.3.6.3. Modelo de mantenimiento de la Vibro prensadora 003

El modelo de mantenimiento que requiere el equipo es un modelo programado, su aplicación correspondiente pertenece a un modelo condicional por razones de su uso en general en el proceso ya que el equipo debe estar en funcionamiento la mayor parte del tiempo y por lo general presenta averías frecuentes más de 3 eventos al año, su impacto operacional determina pérdidas del 25% al mes, el procedimiento de mantenimiento de este equipo es complejo, los costos de mantenimiento está en un rango de 200 USD, no produce daño al ambiente y no presenta algún riesgo al personal de mantenimiento al realizar este trabajo.

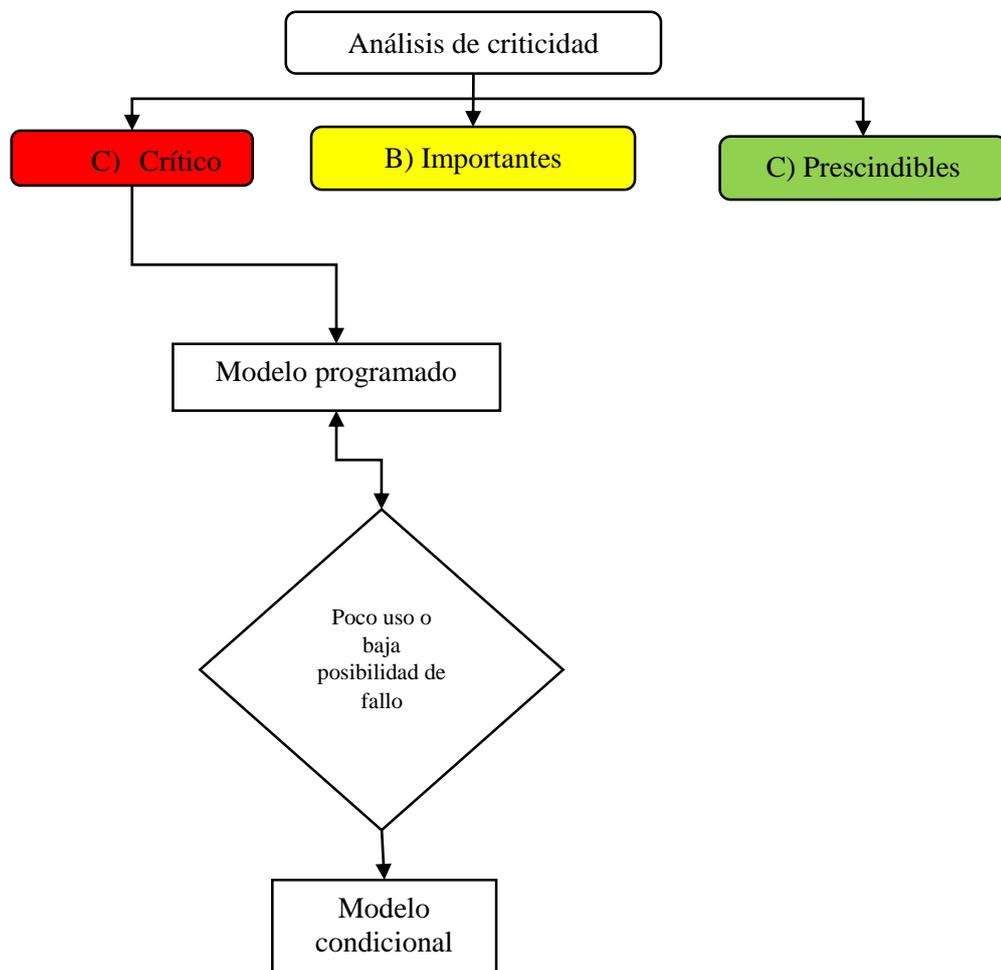


Fig. 3.4: Modelo de mantenimiento - Vibro prensadora 003.

### **3.3.7. Ficha Técnica del Equipo**

Se recolecto información de manera detallada sobre las características técnicas e importantes de las maquinarias, para este proceso se ha definido un modelo de ficha. A continuación, se presenta lo que debe contener la ficha técnica:

1. El nombre o el logotipo de la planta.
2. Datos generales del equipo
3. Características principales (especificaciones de la maquinaria) como: capacidad de fabricación del producto, sistema de vibración, etc.
4. Valores de referencia como: dimensiones, presión, potencia, frecuencia, tamaño y todo lo relacionado a las especificaciones que cuente la maquinaria.
5. Análisis de criticidad: el número obtenido en el cálculo de análisis de criticidad en la tabla.13, y se escoge el tipo de equipo (crítico, importante, prescindible).
6. Modelo de mantenimiento: el modelo de mantenimiento será alguno de los cuatro mantenimientos (correctivo, condicional, sistemático y programado), de acuerdo al nivel de criticidad.
7. Si necesita de mantenimiento legal, y se coloca las normativas de aplicación.
8. Elementos que lo compone la maquinaria.
9. Consumibles necesarios de la maquinaria (lubricantes, filtros, aceites, etc.).
10. Repuestos críticos que deben permanecer en stock, pertenecientes a la maquinaria.

Después de la recolección de todos estos datos, se ubicó en la ficha correspondiente esta información, ver en el Anexo VI.

### **3.4.Revisión del Histórico de Mantenimiento de las maquinas**

Este documento permitió conocer información necesaria de las máquinas como: si está operando de manera eficiente, que elementos de las máquinas tienen fallas y las actividades que realizaron para corregir las fallas y disminuir estos errores y la misma tenga la aprobación para el trabajo diario en la planta. Esta información servirá para la realización de la matriz AMEF (Análisis del Modo y Efectos de Fallas), este documento se detalla en el Anexo VII.

### **3.3.8. Análisis AMEF**

Para elaborar el análisis AMEF se recolecto información de manera general, para este proceso se ha definido un modelo de ficha. A continuación, se presenta lo que debe contener una ficha AMEF:

1. Ítem: Nombre del equipo.
2. Modelo: etiqueta que permita identificar al equipo.
3. Responsable del proceso: Registrar el nombre el ingeniero responsable del proceso en la planta.
4. Número de AMEF.
5. Fecha de AMEF (actual).
6. Preparado por: Registrar el nombre del ingeniero del equipo responsable de la preparación del AMEF.
7. Descripción del equipo: Nombre del componente para el análisis.
8. Función del equipo: Proceso específico que realiza el componente.
9. Modo de falla funcional: Fallas para cumplir con los requerimientos del proceso.
10. Efecto de falla: Efectos que se produce después de que una maquinaria falle.
11. Causa de la falla: Indica el como una falla puede ocurrir.
12. Clase: Resaltar los modos o causas de fallas de alta prioridad que pudieran requerir evaluaciones adicionales (critica, clave, significativa).
13. Acciones Recomendadas: Acciones de prevención (reducir el rango de severidad).
14. Área responsable: Registro del área responsable del análisis.
15. Resultados de las acciones: Resultados de las acciones terminadas y su efecto en los rangos de S, O, D y NPR.
16. Severidad: Valor asociado con el más serio efecto para el modo de falla dado.
17. Ocurrencia: Rango de probabilidad de que alguna causa de una falla ocurra.
18. Controles actuales: Controles para prevenir y detener el modo y efecto de falla.
19. Detección: Rango relativo de falla dentro del alcance del AMEF individual.
20. NPR:  $NPR = Severidad (S) \times Ocurrencia (O) \times Detección (D)$ .

### **3.3.9. Cálculo de Severidad, Ocurrencia, Detección**

Para hallar el valor de la Severidad, se realizó un análisis individual de los elementos del equipo en el proceso. Los criterios de evaluación de la severidad se deben realizar en un rango del 1 – 10 según la clase de la falla ya sea critica, clave, mayor o significativa, esto

con el fin de conocer que tan severo es la falla, es decir 1 es una severidad mínima es decir que no es nada grave, pero un 10 es una falla grave.

El valor de la Ocurrencia se determina mediante las fallas individuales de los elementos del equipo en una escala de 1 a 10, es decir que probabilidad existe para que la falla ocurra puede ser alta, muy alta, moderada, baja o muy baja, este rango de ocurrencia debe estar dentro del alcance AMEF y su criterio de evaluación es base a la Tabla 15 como una guía, dependiendo de la evaluación.

Tabla 3.10: Criterios sugeridos para Evaluación de Ocurrencia en AMEF.

<b>Probabilidad de falla</b>	<b>Rango</b>
Muy Alta	10
Alta	9
	8
	7
Moderada	6
	5
	4
Baja	3
	2
Muy Baja	1

El valor de la detección se realiza mediante el criterio de evaluación de 1 a 10, esto quiere decir si el rango es 1 quiere decir que la falla es fácil de detectar con el simple hecho de observar, mientras que si su rango es 10 la falla es difícil de detectar a simple observación.

Tabla 3.11: Criterio para la Evaluación de la Detección en AMEF.

<b>Detección de la falla</b>	<b>Rango</b>
Difícil	10
	9
	8
	7
Fácil	6
	5
	4
	3
	2
	1

Después de la recolección de todos estos datos, se ubicó en la ficha correspondiente a toda la información, que sirve para la planeación de mantenimiento, como se detalla a continuación.

3.3.9.1. Análisis AMEF para la máquina Vibro prensadoras



ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS

Ítem:		Vibro prensadoras				Número de AMEF	AMEF #1		MANT-BLOQ-CENT-001-01				
Modelo:		HFB5120A - QTA-15C – ZENITH				Fecha de AMEF (actual)	02/01/2023						
Responsable del proceso						Preparado por:							
DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	FUNCIÓN DEL EQUIPO	MODO DE FALLA	EFECTOS DE FALLAS	CAUSA DE LA FALLA	CLASE	ACCIONES RECOMENDADAS	ÁREA RESPONSABLE	SITUACIÓN ACTUAL					
								ACCIONES ACTUALES	SEVERIDAD	OCURENCIA	DETECCIÓN	NPR	
Mezcladora	Mezcla material pétreo de acuerdo a la resistencia del adoquín.	Rotura de pernos y/o aletas de mezcladora	Mezcla no uniforme o inadecuada del material pétreo	Pernos sin asegurar o mal soldados, desgaste propio del equipo	Critica	Cambio de pernos y/o aletas	Área de Mantenimiento	Acciones preventivas y correctivas tomadas ante las fallas.	10	9	5	450	
		Rotura de eje	No se mueven las aletas	Mal ajuste de pernos o dureza del material	Critica	Cambio de eje	Área de Mantenimiento		10	6	4	240	
		Bandas flojas/rotas	Sin fuerza para realizar la mezcla	Desgaste de las bandas o suciedad acumulada	Mayor	Cambio de bandas	Área de Mantenimiento		9	5	6	270	
		Conexión eléctrica defectuosa	Motor no acciona y/o recalienta	Conexiones flojas por vibraciones propias del equipo	Mayor	Limpieza conectores y ajuste	Área de Mantenimiento		9	3	2	54	
		No giran las aletas y la protección del motor se acciona	Material pétreo solidificado tiene atascado las aletas	Falta de limpieza dentro de la mezcladora, material seco	Clave	Limpieza mezcladora	Área de Mantenimiento		8	8	3	192	
		Motor recalienta	Material pétreo muy pesado o falla de una fase	Cantidades de la mezcla incorrecta, mala conexión eléctrica	Significativa	Revisión conexiones eléctricas y/o cambio de dosificación	Área de Mantenimiento		6	5	7	210	
Banda Transportadora	Se encarga del transporte de material mezclado a la Vibro prensadora.	Banda rasgada, agujereada y/o rota	Transporte ineficiente o nulo de material pétreo	Desgaste propio de la máquina y su uso	Significativa	Vulcanizado o cambio de banda	Área de Mantenimiento	6	7	6	252		
		Rodamientos defectuosos y/o atascados	Rodillos de transporte no giran	Suciedad dentro de rodamientos, sellos de rodamientos defectuosos	Critica	Cambio de rodamientos	Área de Mantenimiento	10	5	8	400		
		Bandas flojas o rotas	No gira la banda transportadora	Desgaste propio de la máquina y su uso	Mayor	Cambio de bandas	Área de Mantenimiento	9	3	4	108		

Dosificador	Alimentador a la mezcladora (material pétreo y cemento)	Atascamiento de puerta	No se dosifica material para el vibro prensado	Material pétreo atascado o seco en el mecanismo de accionamiento	Critica	Limpieza y revisión de mecanismo puerta	Área de Mantenimiento	10	3	7	210
		Nulo accionamiento de puerta	Problema en conexión eléctrica y/o neumática	Sin señal de controlador	Mayor	Limpieza y revisión de mecanismo puerta	Área de Mantenimiento	8	4	5	160
Vibro prensadora	Se compacta el adoquín.	Motores no vibran	Sin voltaje en la entrada	Conexiones flojas por vibraciones propias del equipo	Critica	Revisión conexiones eléctricas y/o cambio de dosificación	Área de Mantenimiento	10	4	4	160
		Poleas resbalan	Bandas flojas o desgastadas	Desgaste propio de la máquina y su uso	Mayor	Cambio de bandas	Área de Mantenimiento	9	3	6	162
		Vibración muy fuerte o débil	Calibración incorrecta del variador de frecuencia	Material nuevo o diferente del que se trabaja	Clave	Modificación parámetros de vibrado	Área de Mantenimiento	8	2	2	32
		Motores accionan pero no vibran	Piñones o eje excéntrico roto	Desgaste propio de la máquina y su uso	Critica	Desmontaje caja vibradora	Área de Mantenimiento	10	3	4	120
		Motores no accionan y salta la protección	Piñones o rodamientos atascados	Desgaste propio de la máquina, falla de diseño de piñones	Critica	Desmontaje caja vibradora	Área de Mantenimiento	10	3	4	120
		Sensores de final de carrera flojos o rotos	No compacta correctamente	Vibración y/o mala sujeción de los mismos	Mayor	Revisión conexiones eléctricas y/o cambio de sensores	Área de Mantenimiento	9	2	5	90
		Cremalleras y pistones defectuoso	Matriz macho desbalanceada	Desgaste propio de la máquina, falla de diseño, vibración excesiva	Significativa	Cambio de cremalleras	Área de Mantenimiento	6	5	3	90
		Calibración errónea de vibración y presión	Producto final no cumple los requerimientos	Material nuevo o diferente del que se trabaja	Clave	Modificación parámetros de vibrado	Área de Mantenimiento	9	8	3	216
		Motores no accionan	Posible sobrecalentamiento o del motor	Conexiones flojas por vibraciones propias del equipo	Critica	Revisión de conexiones eléctricas/o rebobinado de motor	Área de Mantenimiento	10	5	4	200
		Apilador	Se encarga de almacenar los tableros con adoquín en proceso.	Sensores no funcionan correctamente	Apilador no inicia su funcionamiento	Vibración y/o mala sujeción de los mismos	Significativa	Revisión conexiones eléctricas y/o cambio de sensores	Área de Mantenimiento	6	4
Cadenas rotas o desgastadas	Pallets acumulados para apilar			Desgaste propio de la máquina y su uso	Significativa	Revisión cadenas y/o cambio de cadenas	Área de Mantenimiento	6	3	5	90

### 3.10. Estudio ergonómico de posturas forzadas al personal en el área de mantenimiento mediante el Método REBA

#### 3.10.1. Encuesta al personal de mantenimiento

Para la evaluación ergonómica del personal de mantenimiento se recolecto información mediante un diseño de encuesta validada, este tipo de encuesta tiene el objetivo de conocer y en el cambio de matriz de las maquinas vibro prensadoras. Con esta información se podrá evaluar el nivel de actuación de enfermedades pre profesional. Este documento se puede observar en el Anexo X.

#### 3.10.2. Análisis de Ciclos de trabajo

Por medio de esta tabla se puede verificar las horas que se encuentran destinadas para cada actividad durante la jornada de trabajo en los cuales se detalla sus horas de almuerzo, break en la mañana y los días.

Tabla 3.12: Jornada laboral.

FORMULARIO DE REGISTRO Y CONTROL DE LA JORNADA LABORAL								
DEPARTAMENTO					Mantenimiento			
CARGO					Técnico de Mantenimiento			
AÑO					2023			
DIA	Apellidos y Nombres	HORARIO NORMAL DE TRABAJO		JORNADA	NUMERO DE HORAS			
		Desde	Hasta		ALMUERZO	break time	Jornada diaria	
		Hrs.	Hrs.		Hrs.	Hrs.	Hrs.	
LUNES	Tapicaña H/	7:00	16:00	9:00	1,00	0,15	8,00	
MARTES	Tapicaña H/	7:00	16:00	9:00	1,00	0,15	8,00	
MIÉRCOLES	Tapicaña H/	7:00	16:00	9:00	1,00	0,15	8,00	
JUEVES	Tapicaña H/	7:00	16:00	9:00	1,00	0,15	8,00	
VIERNES	Tapicaña H/	7:00	16:00	9:00	1,00	0,15	8,00	
SÁBADO	Tapicaña H/	7:00	13:00	6:00	1,00	0,15	8,00	
DOMINGO	<b>LIBRE</b>							
<b>TOTAL</b>					<b>6,00</b>	<b>0,90</b>	<b>48,00</b>	<b>SEMANALES</b>

#### 3.10.3. Análisis de las posturas mediante Mediciones angulares

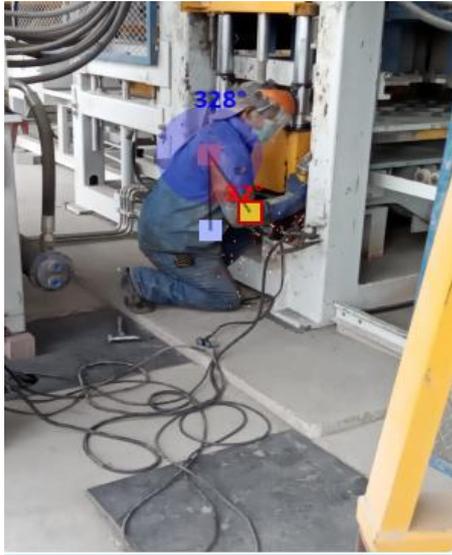
Para el estudio de posturas forzadas se utilizó el software Ergonautas que es una herramienta para medir ángulos como fotografías o imágenes, el lado que se evaluó es el lado derecho del cuerpo, para esta evaluación se registró los ángulos de las fotografías del trabajador en su puesto de trabajo al momento de realizar el mantenimiento de las máquinas en la planta Bloqcenter y aplicamos el método REBA. A continuación, se muestra el procedimiento paso a paso para evaluar con su respectiva puntuación y posición.

### 3.10.3.1. Mediciones angulares del Grupo A y B

FICHA: #1			
Información del puesto		Información del trabajador	
Identificador del puesto:	Área de producción	Nombre:	H.T
Departamento/Área:	Mantenimiento	Edad:	35 años
Empresa:	Bloqcenter	Sexo:	Hombre
Descripción:	Soldado de la base Matriz	Tiempo que ocupa el puesto por jornada:	9 horas
		Duración de la jornada laboral:	8 horas
Medición Angular			
GRUPO A			
Medición de ángulo del Tronco		Medición de ángulo del Cuello	
			
Medición de ángulo las Piernas			
			

**GRUPO B**

**Medición de ángulo del Brazo**



Ángulos: 32 ° - 328 °

**Medición de ángulo del Antebrazo**



Ángulos: 76 ° - 284 °

**Medición de ángulo de la Muñeca**



Ángulos: 14 ° - 346 °

### 3.10.4. Tabla de evaluación del Grupo A y B

#### 3.10.4.1. Tabla de Evaluación del Mantenimiento de la Soldadura de la base matriz de la Vibro prensadora

##### ➤ GRUPO A

Tabla 3.13: Puntuación Tronco.

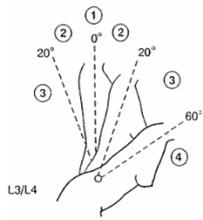
Posición	Puntuación	Corrección	
Tronco erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2		
Flexión >20° y < o = 60° extensión >20°	3		
Flexión >60°	4		

Tabla 3.14: Puntuación del cuello.

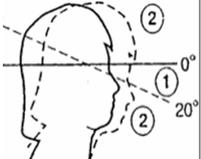
Posición	Puntuación	Corrección	
Flexión entre 0° y 20°	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
Flexión > 20° o extensión	2		

Tabla 3.15: Puntuación de las piernas.

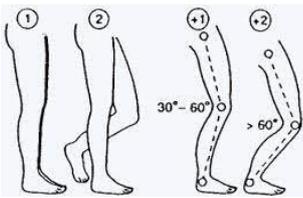
Posición	Puntuación	Corrección	
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1	+ 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60°	
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2	+ 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)	
	2+2	4	

Tabla 3.16: Puntuación de carga/fuerza.

0	1	2	+1
< 5 Kg	5 a 10 Kg	>10 Kg	Instauración rápida o brusca

## Puntuación del Grupo A

Para la puntuación del Grupo A se toma en cuenta la Tabla 3.17, y una vez obtenidas las puntuaciones individuales de cuello, piernas y tronco de la postura evaluada, se procede a obtener el valor de la Tabla A, al cruzar las tres puntuaciones. Puntuación **Tabla A = 6**

Tabla 3.17: Tabla A.

		Cuello											
		1				2				3			
Piernas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

A continuación se suma la puntuación del Grupo A con la puntuación carga/fuerza:

Puntuación A = Resultado Tabla A + carga/ fuerza

Puntuación A = 6 + 1

**Puntuación A = 7**

## ➤ GRUPO B

Tabla 3.18: Puntuación del brazo.

Posición	Puntuación	Corrección	
0 – 20° flexión/extensión	1	Añadir + 1 si hay abducción o rotación + 1 elevación del hombro - 1 si hay apoyo o postura a favor de la Gravedad	
>20° extensión 20-45° flexión	2		
45-90° flexión	3		
Flexión >90°	4		
	1+1	<b>2</b>	

Tabla 3.19: Puntuación del antebrazo.

Posición	Puntuación	
60° - 100 flexión	1	
Flexión <60° o >100°	2	

Tabla 3.20: Puntuación de la muñeca.

Posición	Puntuación	Corrección	
0° - 15° flexión/extensión	1	Añadir	
Flexión/extensión >15°	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral	
	1+1	2	

Tabla 3.21: Puntuación de agarre.

0 – Bueno	1 – Regular	2 – Malo	3 - Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incomodo, sin agarre manual inaceptable usando otras partes del cuerpo

Tabla 3.22: Puntuación de Actividad Muscular.

+1	+1	+1
Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. Aguantadas más de 1 min	Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto	Cambios posturales importantes o posturas inestables

### Puntuación del grupo B

Para la puntuación del Grupo B, se toma en cuenta la Tabla 3.23, y una vez obtenidas las puntuaciones individuales de antebrazo, brazo y muñeca de la postura evaluada, se procede a obtener el valor de la Tabla B, al cruzar las tres puntuaciones. Puntuación **Tabla B= 2.**

Tabla 3.23: Tabla B.

		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

A continuación, se suma la puntuación del Grupo B con la puntuación de agarre:

Puntuación B = Resultado Tabla A + agarre

Puntuación B = 2+0

**Puntuación B = 2**

Con las puntuaciones de las tablas A y B se obtuvo la puntuación C introduciendo los valores en la Tabla 3.24, siendo el valor de la **puntuación C = 7**.

Tabla 3.24: Tabla C

		Puntuación B											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Finalmente, la puntuación final del método REBA es el resultado de sumar a la Puntuación C con el incremento de la actividad muscular.

Puntuación Final = Puntuación C + Puntuación del tipo de actividad muscular

Puntuación Final = 7 + 1

**Puntuación Final = 8**

### 3.10.5. Tablas del nivel de actuación.

Se obtuvo las puntuaciones del Grupo A y B, estos valores obtenidos es mayor cuanto mayor sea el riesgo de exposición del trabajador, es decir si el valor indica 1 es un riesgo inapreciable y si el valor indica 15 es un riesgo muy elevado por lo que es necesario actuar de inmediato en esa actividad de mantenimiento. A continuación, en la tabla 54 se puede observar las puntuaciones para la respectiva actuación ante el trabajo realizado:

Tabla 3.25: Tabla de actuación.

Nivel de acción	Puntuación	Riesgo	Actuación
0	1	Inapreciable	No es necesaria
1	2-3	Bajo	Puede ser necesaria
2	4-7	Medio	Es necesaria
3	8-10	Alto	Necesaria pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

#### 3.10.5.1. Tabla del nivel de actuación de las actividades de Mantenimiento.

Tabla 3.26: Nivel de actuación de la soldadura de la base matriz.

Niveles de riesgo y acción	
Puntuación final REBA	8
Nivel de acción	3
Nivel de riesgo	Alto
Actuación	Es necesaria la actuación cuanto antes

### 3.11. DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

#### 3.11.1. Cálculo de la Eficiencia de las máquinas

Para el cálculo de la eficiencia se trabajó en base a datos obtenidos en campo de la empresa Bloqcenter en el área de producción de bloques y adoquines. Mediante el siguiente cálculo se define la eficiencia global de los equipos.

Se tomó los valores de 8 horas diarias de trabajo, en 1 turno con un tiempo determinado para el almuerzo, reuniones y cambio de componentes y otros turnos de parada durante el turno de trabajo.

Tabla 3.27: Eficiencia Global de la Vibro prensadora 001

<b>OEE EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO – MAQ 1</b>	
Tiempo de turno	480 min
N.º de turno	1 turno
Tiempo total	480 min
Tiempo disponible	435 min
Tiempo muerto	60 min
Tiempo productivo	375 min
<b>INDICE DE DISPONIBILIDAD</b>	86,21%
Capacidad productiva	75.000 unid
Producción real	73.750unid
<b>ÍNDICE DE EFICIENCIA</b>	98,33%
<b>CALIDAD</b>	96,67%
<b>OEE</b>	81,94%

#### Cálculo:

$$tiempo\ total = tiempo\ disponible + tiempo\ planeado$$

Total, de horas de trabajo diario que son 8 transformado en minutos durante 1 turno.

$$Tiempo\ total = (8hrs * 60\ min) = 480\ min$$

$$tiempo\ planeado = reuniones, comida\ mp, etc$$

Tiempos de almuerzo 45 min y break en la mañana

$$tiempo\ disponible = tiempo\ total - tiempo\ planeado$$

$$Tiempo\ disponible = (480min - 45min) = 435\ min$$

$$tiempo\ productivo = tiempo\ disponible - tiempo\ muerto$$

$$\text{Tiempo productivo} = (435 \text{ min} - 60 \text{ min}) = 375 \text{ min}$$

$$\text{tiempo muerto} = \text{tiempo de averia} + \text{tiempo cambio de producto}$$

Suma de total de los tiempos durante el cambio o la remoción de 1 componente o material ya que depende de la dificultad y el lugar en donde se va a ejecutar el mantenimiento el mismos que puede prologarse de 15 min a 2-3 horas por cuanto se decidió trabajar con los daños que son más repetitivos o frecuentes menores a 1 hora.

$$\text{Tiempo muerto} = 1 \text{ hora} * 60 \text{ min} = 60 \text{ min}$$

$$\text{disponibilidad} = \frac{\text{tiempo productivo}}{\text{tiempo disponible}}$$

$$\text{Disponibilidad} = 375 \text{ min} / 435 \text{ min} = 0,862069 * 100 = 86,21\% \text{ en porcentaje.}$$

$$\text{capacidad productiva} = \text{tiempo productivo} \times \text{capacidad estandar}$$

En 1 ciclo de 15 seg / se moldea 50 und por cada molde

En 60 seg (1 min) / se moldea 200 und

En 60 min (1hr) / se moldea 12000 und

$$\text{Capacidad productiva} = (375 \text{ min} * 12000 \text{ und/min}) = 75.000 \text{ und.}$$

$$\text{producción real} = \text{tiempo productivo} \times \text{capacidad real}$$

$$\text{Producción real} = (375 \text{ min} * 11.800 \text{ und/min}) / 60 \text{ min} = 73.75 \text{ und}$$

$$\text{eficiencia} = \frac{\text{producción real}}{\text{capacidad productiva}}$$

$$\text{Eficiencia} = 73.75 \text{ und} / 75.000 \text{ und} = 98,33\%$$

$$\text{calidad} = \frac{(\text{producción real} - \text{unidades defectuosas})}{\text{producción total}}$$

$$\text{Calidad} = (73.75 \text{ und} - 1.250 \text{ und}) / 75.000 = 96,66\%$$

$$\text{OEE} = \text{DISPONIBILIDAD} \times \text{EFICIENCIA} \times \text{CALIDAD}$$

$$\text{Eficiencia global de la máquina 1 de} = (86,21\% * 98,33\% * 96,66\%) = 81,94\%.$$

Tabla 3.28: Eficiencia Global de la Vibro prensadora 002

OEE EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO – MAQ 2	
Tiempo de turno	480 min
N.º de turno	1 turno
Tiempo total	480 min
Tiempo disponible	435 min
Tiempo muerto	60 min
Tiempo productivo	375 min
INDICE DE DISPONIBILIDAD	86,21%
Capacidad productiva	10.500 unid
Producción real	10.325 unid
ÍNDICE DE EFICIENCIA	98,33%
CALIDAD	90,71%
OEE	76,90%

**Cálculo:**

$$tiempo\ total = tiempo\ disponible + tiempo\ planeado$$

Total, de horas de trabajo diario que son 8 transformado en minutos durante 1 turno:

$$\mathbf{Tiempo\ total} = (8hrs * 60\ min) = 480\ min$$

$$tiempo\ planeado = reuniones, comida\ mp, etc$$

Tiempos de almuerzo 45 min y break en la mañana 45min.

$$tiempo\ disponible = tiempo\ total - tiempo\ planeado$$

$$\mathbf{Tiempo\ disponible} = (480min - 45min) = 435\ min$$

$$tiempo\ productivo = tiempo\ disponible - tiempo\ muerto$$

$$\mathbf{Tiempo\ productivo} = (435\ min - 60\ min) = 375\ min$$

$$tiempo\ muerto = tiempo\ de\ averia + tiempo\ cambio\ de\ producto$$

Suma total de los tiempos durante el cambio o la remoción de 1 componente o material ya que depende de la dificultad y el lugar en donde se va a ejecutar el mantenimiento el mismo que puede prologarse de 15 min a 2-3 horas por cuanto decidimos trabajar con los daños que son más repetitivos o frecuentes menores a 1 hora.

$$\mathbf{Tiempo\ muerto} = 1\ hora * 60\ min = 60\ min$$

$$disponibilidad = \frac{tiempo\ productivo}{tiempo\ disponible}$$

**Disponibilidad** = 375 min / 435 min = 0,8620 \*100 = 86,21% transformado ya en porcentaje.

$$\text{capacidad productiva} = \text{tiempo productivo} \times \text{capacidad estandar}$$

En 1 ciclo de 15 seg / se moldea 7 und por cada molde

En 60 seg (1 min) / se moldea 21 und

En 60 min (1hr) / se moldea 1.680 und

**Capacidad productiva** = (375 min\* 1680 und) / 60min= 10.500 und.

$$\text{producción real} = \text{tiempo productivo} \times \text{capacidad real}$$

**Producción real** = (375 min \* 1.652 und) / 60min = 10.325 und.

$$\text{eficiencia} = \frac{\text{producción real}}{\text{capacidad productiva}}$$

**Eficiencia** = 10.325 und / 10.500 und= 98,33 %

$$\text{calidad} = \frac{(\text{producción real} - \text{unidades defectuosas})}{\text{producción total}}$$

**Calidad** = (10.325 und – 800 und) / 10.500 = 90,71%

$$\text{OEE} = \text{DISPONIBILIDAD} \times \text{EFICIENCIA} \times \text{CALIDAD}$$

**Eficiencia global Máquina 2 eficiencia** = (86,21% \* 98,33% \* 90,71%) = 76.90 %.

Tabla 3.29: Eficiencia Global de la Vibro prensadora 003

<b>OEE EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO – MAQ 3</b>	
Tiempo de turno	3000 min
N.º de turno	1 turno
Tiempo total	300 min
Tiempo disponible	280 min
Tiempo muerto	30 min
Tiempo productivo	250 min
<b>INDICE DE DISPONIBILIDAD</b>	89,29%
Capacidad productiva	6.000 unid
Producción real	5.900unid
<b>ÍNDICE DE EFICIENCIA</b>	98,33%
<b>CALIDAD</b>	86,67%
<b>OEE</b>	86,09%

**Cálculo:**

$$\text{tiempo total} = \text{tiempo disponible} + \text{tiempo planeado}$$

Total, de horas de trabajo diario que son 5 transformado en minutos durante 1 turno.

$$\text{Tiempo total} = (5\text{hrs} * 60 \text{ min}) = 300 \text{ min}$$

$$\text{tiempo planeado} = \text{reuniones, comida mp, etc}$$

Tiempos de almuerzo 20 min break en la mañana.

$$\text{tiempo disponible} = \text{tiempo total} - \text{tiempo planeado}$$

$$\text{Tiempo disponible} = (300 \text{ min} - 20\text{min}) = 280 \text{ min}$$

$$\text{tiempo productivo} = \text{tiempo disponible} - \text{tiempo muerto}$$

$$\text{Tiempo productivo} = 280 \text{ min} - 30 \text{ min} = 250 \text{ min}$$

$$\text{tiempo muerto} = \text{tiempo de averia} + \text{tiempo cambio de producto}$$

Suma total de los tiempos durante el cambio o la remoción de 1 componente o material ya que depende de la dificultad y el lugar en donde se va a ejecutar el mantenimiento el mismo que puede prologa a 30 min por revisión y limpieza.

$$\text{Tiempo muerto} = 30 \text{ min}$$

$$\text{disponibilidad} = \frac{\text{tiempo productivo}}{\text{tiempo disponible}}$$

$$\text{Disponibilidad} = 250 \text{ min} / 280 \text{ min} = 0,8929 * 100 = 89,29\%$$

$$\text{capacidad productiva} = \text{tiempo productivo} \times \text{capacidad estandar}$$

En 1 ciclo de 15 seg / se moldea 6 und por cada molde

En 60 seg (1 min) / se moldea 24 und

En 60 min (1hr) / se moldea 1440 und

$$\text{Capacidad productiva} = (340 \text{ min} * 1440 \text{ und}) / 60 \text{ min} = 6.000 \text{ und}$$

$$\text{producción real} = \text{tiempo productivo} \times \text{capacidad real}$$

$$\text{Producción real} = (250 \text{ min} * 1416 \text{ und}) / 60\text{min} = 5.900 \text{ und}$$

$$\text{eficiencia} = \frac{\text{producción real}}{\text{capacidad productiva}}$$

$$\text{Eficiencia} = 58.594\text{und} / 75.00 \text{ und} = 98,33\%$$

$$\text{calidad} = \frac{(\text{producción real} - \text{unidades defectuosas})}{\text{producción total}}$$

**Calidad** = (5.900 und – 700 und) /6.000 = 86,67 %

$$OEE = DISPONIBILIDAD \times EFICIENCIA \times CALIDAD$$

**Eficiencia global 3 máquina de** = (89,29% \* 98,33% \* 86,67%) = 76,09 %

## RESULTADOS

OEE	CALIFICATIVO	CONSECUENCIA
OEE < 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad.
65% < OEE < 75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora.
75% < OEE < 85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	Bueno	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados . "World Class."
OEE > 95%	Excelente	Competitividad Excelente.

Al finalizar el análisis de las 3 maquinarias y mediante los datos recolectados de producción de cada una se obtuvo que la maquina #001 se encuentra en rango aceptable en donde se tiene pérdidas económicas ligeras, de la misma manera la maquina #002 se encuentra en un rango aceptable ya que la OEE es de 76,90% que menciona que se tiene una perdida ligera y por último la maquina #003 se encuentra en rango regular- aceptable ya que su OEE es más bajo que el resto de la maquinaria siendo el 76,09% por cuanto se necesita mejorar las eficiencia para establecer en un rango bueno y que se pueda tener valores buenos con mayor competitividad los mismos que se lograra con la ejecución del plan de mantenimiento productivo total en la línea de producción BLOQCENTER.

### 3.11.2. Revisión del catálogo de la maquinaria

Se realizó una revisión del catálogo de la maquinaria y se describe a continuación información general como: foto de la máquina, características generales, parámetros técnicos de la máquina, capacidad de los productos y finalmente la muestra de los productos que puede producir, toda esta información permitió conocer más acerca de la máquina.

### 3.11.3. Manual de operación de la Maquinaria Vibro Prensadora

Estas máquinas de fabricación de bloques y adoquines son de alta eficiencia para producir su producto de cemento, con durabilidad y fácil mantenimiento. Accionada por el sistema hidráulico y adoptada un sistema operativo de PLC. [22]



Fig. 3.5: Vibro pensadora.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

### Tecnología avanzada

Combinada con componentes mecánicos, hidráulicos y tecnología de control automático por computadora, pasando la estricta inspección de calidad: CE/ SGS/ ISO9001:2000 y con la mejor configuración de Taiwán Calyca Hydraulic y Siemens.

### Excelente diseño

Tecnología alemana: componentes de Siemens y molde de acero al manganeso, esta máquina contiene vibración de plataforma, vibración de molde y el producto es de grano muy ajustado y se producen rápidamente.

- Vibración y presión: Los bloques producidos son resistentes a la tracción de hasta 21 Mpa.
- Máquina hidráulica de aceite compacta según el estándar internacional. Piezas del

extranjero garantizan la calidad de la máquina por lo que se puede utilizar muchos años.

- El producto de bloques y adoquines terminados salen juntos y luego se pueden apilar de manera eficiente y corta el consumo de energía y la mano de obra.

### Sistema hidráulico confiable

Técnica de optimización que permite perfeccionar las piezas hidráulicas que coinciden con el diseño razonable. Esta máquina cuenta con la estación hidráulica integrada independiente, evita la vibración, a fin de garantizar la fiabilidad del sistema hidráulico.

### Estructura fuerte y estable

La estructura hydraform anfitriona de la máquina está diseñada para la estructura general del marco, utiliza la soldadura de

barra en U #12 junta, estructura compacta, fuerte resistencia a la vibración para prolongar la vida útil.

### **Control inteligente PLC**

Control inteligente PLC es decir interfaz hombre – computadora. Control lógico completo, programación de producción, sistema diagnóstico de mal funcionamiento y configuración de función de control remoto de pruebas aleatorias.

Especificaciones:

- Proceso de selección automática de control inteligente PLC avanzado extranjero.
- Entrada de datos de proceso de producto.
- Almacenamiento.
- Pantalla táctil.
- Interfaz de conversación hombre-máquina ideal y flexible.
- Componentes eléctricos e hidráulicos importados hicieron dos sistemas básicos.
  - Excelente sistema de alimentación de material

Este sistema se compone de tolva, cajas de alimentación, plataforma de alimentación y sistema transportador. El alimentador de material justo ubicado en la parte inferior de la tolva y debajo de plataforma de alimentación.

### **Buen sistema de vibración y moldeo**

#### **Líneas de producción de bloques flexibles**

Se compone de transportador de paletas, máquina de moldeo, transportador de bloques, estación hidráulica y consola electrónica para la configuración de la máquina.

#### **Bloques y adoquines de alta calidad**

Moldeo de bloques y adoquines con presión hidráulica y con presión de vibración mecánica para terminar, producidos en alta densidad y resistencia.

### **FUNCIONAMIENTO**

- Encendido de la Mezcladora.
- Dosificación de material pétreo.
- Colocar cemento mas agua (Mez).
- Encendido de apilador/tableros.
- Transporte de material dosificado a la tolva.
- Prensado de adoquin “Varia lapresion dependiendo de la Máquina”.
- Apilado de material presando.
- Transporte.

## Parámetros técnicos de la Vibro Prensadora 001

Tabla 3.30: Parámetros técnicos.

Parámetro técnico	Datos detallados
No. De modelo	HFB5120A
Dimensión general	8160*2480*1950mm
Presión nominal	21Mpa
Forma de vibración principal	Vibracion de la plataforma
Vibración	100KN
Frecuenica vibratoria	2800-5500rollos/min
Tiempode ciclo	15seg
Potencia de motores	36KW
Tamaño del palet	1020x700mm
Peso	5800KG

## Capacidad de los Productos

Tabla 3.31: Capacidad.

Características Técnicas VP001			
Tipo de bloque	Moldear Ciclo	Pc/Moldear	Pc/8 horas
Adoquín Curiquingue 22,6*17,6cm	15s	37	62300
Adoquín Jaboncillo Clásico 20*10cm	15s	50	62300
Adoquín Pacífico 20*20cm	15s	25	62300
Adoquín Cóndor 23*14cm	15s	36	62300
Adoquín Tradicional 24*22cm	15s	21	62300

## Parámetros técnicos de la Vibro Prensadora 002

Tabla 3.32: Parámetros técnicos.

Parámetro técnico	Datos detallados
No. De modelo	QTA-15C
Presión nominal	18Mpa
Forma de vibración principal	Vibracion de la plataforma
Dimensión global	8160*2480*2950 mm

Frecuencia vibratoria	2800 – 5500 r/min
Tiempo de ciclo	15seg
Potencia de motores	57.5KW
Tamaño del palet	1020*700mm
Peso	11000KG
Ciclo de moldeo	12 – 20 S/ciclo

### Capacidad de los Productos

Tabla 3.33: Capacidad

<b>Características Técnicas VP002</b>			
<b>Tipo de bloque</b>	<b>Moldear Ciclo</b>	<b>Pc/Moldear</b>	<b>Pc/8 horas</b>
Bloque hueco 400*200*200mm	12-20s	4	720-960
Bloque hueco 400*100*200mm	12-20s	7	1260-1680
Bloque hueco 400*100*200mm	12-20s	5	900-1200

### Parámetros técnicos de la Vibro Prensadora 003

Tabla 3.34: Parámetros técnicos

<b>Parámetro técnico</b>	<b>Datos detallados</b>
No. De modelo	QT10A
Presión nominal	21Mpa
Forma de vibración principal	Vibración de la plataforma
Dimensión global	9350*2320*2950mm
Frecuencia vibratoria	2800-5500r/min
Tiempo de ciclo	15seg
Potencia de motores	63,5KW
Tamaño del palet	1150x900mm
Peso	11000KG
Capacidad de producción	400*200*200mm

## Capacidad de los Productos

Tabla 3.35: Capacidad

Características Técnicas VP003			
Tipo de bloque	Moldear Ciclo	Pc/Moldear	Pc/8 horas
Bloque hueco 400*200*200mm	15s	6	19200

## Muestras de bloques y Adoquines

Las máquinas Vibroprensadoras pueden producir varios tipos de bloques, bordillos y varios tipos de colores de adoquines. A continuación en la Fig 3.3 se muestra los tipos de productos que elabora las maquinas:

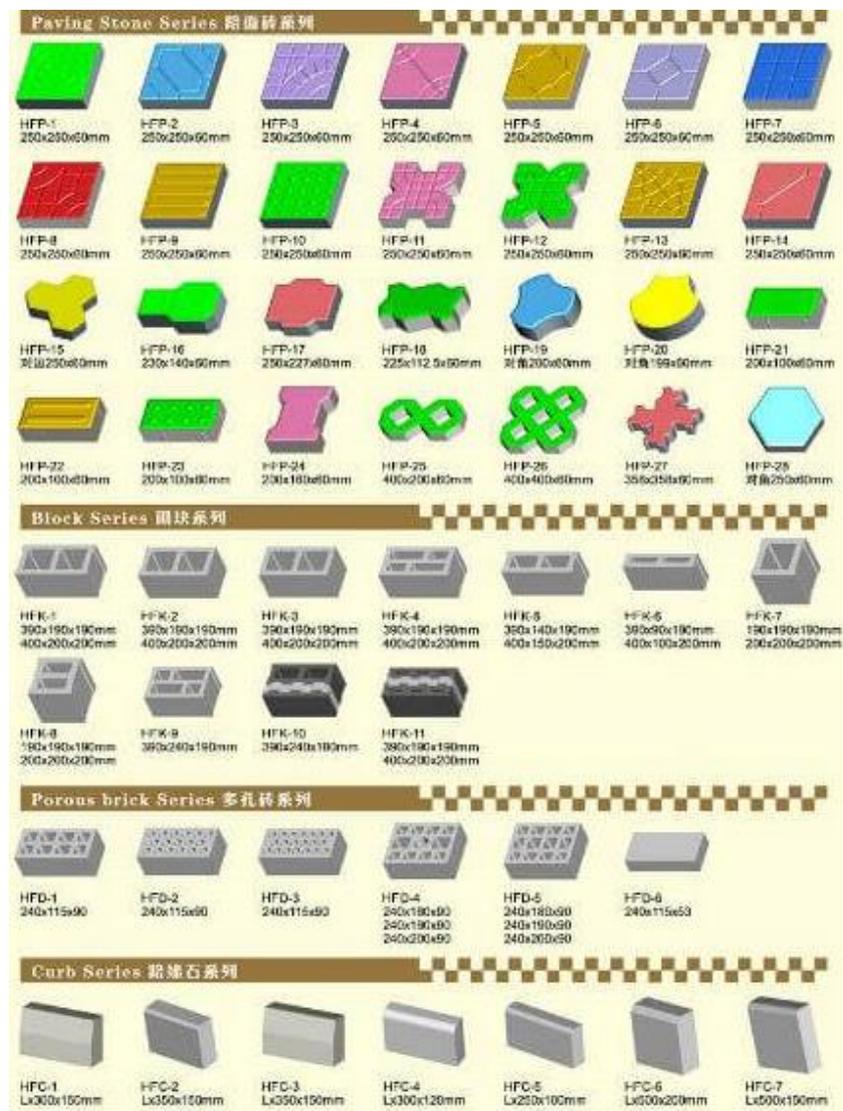


Fig. 3.6: Muestra de Producto

### 3.12. Presupuesto para el mantenimiento productivo total

Se toma en cuenta todos los costos que incurren para la obtención y estudio del mantenimiento productivo total en la empresa Bloqcenter, por cuanto se define los gastos personales por parte de los investigadores y los materiales, mano de obra, procesos de maquinado, etc. De esta manera evaluaremos los costos directos e indirectos para desarrollar el mantenimiento respectivo de las máquinas que cuenta la empresa.

#### Costos Directos

- Costo de materiales
- Costos de elementos normales
- Costos de maquinado
- Costos de montaje

#### Costos Indirectos

- Costos no recuperables
- Costos de insumo
- Costos de ingeniería
- Costos de imprevistos

#### Costos directos de insumos personales

Se define los costos que conlleva la investigación de campo tanto en materiales como insumos. Para esto se define cada uno de los costos que se generaron en el transcurso de la elaboración e investigación del proyecto de tesis.

Tabla 3.36: Costos para la elaboración del proyecto de investigación.

<b>CLIENTE:</b>					
Planta Bloqcenter S.A.					
Dirección: Panamericana E35/ Sector Chan					
<b>CONCEPTO:</b>					
Ítem	Descripción	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total
Insumos de oficina					
2	Papel	paquete	3,75	5	\$18,75
3	Cuaderno	docena	1,75	12	\$21,00
4	Carpetas	docena	0,85	12	\$10,20
5	Instrumentos de escritura	Caja	0,75	12	\$9,00
Equipos de oficina					
6	Computadora	Unid	350	1	\$350,00
7	Impresora	Unid	200	1	\$200,00
Viáticos					
7	Transporte/alimentación	Diario	20	2	\$40,00
<b>SUB TOTAL</b>					\$648,95
<b>10%</b>					\$64,90
<b>TOTAL</b>					\$713,85

**Elaborado por:** Grupo de Trabajo.

En la tabla 3.36 se evidencia los gastos que se generan para el análisis y recolección de datos y de la misma manera costos adicionales que influyen para la movilización de cada uno de los investigadores durante un periodo de estudio de 5 meses.

### Costo de Materiales

Los materiales son más recurrentes a daños y que son parte del mantenimiento diario o semanal de cada una de las maquinas (vibro prensadoras), se define a través de daños frecuentes como: su base matriz, cajas de prensado, bandas transportadoras, poleas, engranajes, etc. Se detallan en la tabla 3.37 valores y requisiciones de materiales e insumos que permita mejorar el desempeño del personal de mantenimiento con un stock de materiales necesarios.

Tabla 3.37: Costo de Materiales para el Mantenimiento

<b>EMPRESA BLOQCENTER S.A.</b>				
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
BLOQ_CNT_001	Rodamientos	20	\$3,60	\$72,00
BLOQ_CNT_007	Aceiteros	5	\$13,00	\$65,00
BLOQ_CNT_008	Amarras grandes negras 55cm	100	\$0,08	\$8,00
BLOQ_CNT_010	Ejes	4	\$7,27	\$29,08
BLOQ_CNT_012	sensores	2	\$26,40	\$52,80
BLOQ_CNT_013	Banda V52	5	\$27,21	\$136,05
BLOQ_CNT_014	Banda V55	5	\$34,99	\$174,95
BLOQ_CNT_015	Cremalleras	6	\$29,65	\$177,90
BLOQ_CNT_017	Banda V69	5	\$12,50	\$62,50
BLOQ_CNT_020	pistones	4	\$28,10	\$112,40
BLOQ_CNT_022	Rodillos	4	\$20,00	\$80,00
BLOQ_CNT_030	cadena #60	2	\$18,00	\$36,00
BLOQ_CNT_032	chumaceras de pared 40 mm	4	\$90,00	\$360,00
BLOQ_CNT_033	cinta de face	3	\$8,50	\$25,50
BLOQ_CNT_042	Refrigerante	4	\$14,44	\$57,76
BLOQ_CNT_064	Taipe	5	\$0,60	\$3,00
BLOQ_CNT_065	Teflón rojo para cisterna de tubería	2	\$0,35	\$0,70
BLOQ_CNT_069	Tuerca de seguridad 5/8 galvanizado	5	\$8,00	\$40,00
BLOQ_CNT_081	W.D-40	10	\$5,99	\$59,90
BLOQ_CNT_082	Electrodo 60/11 (LIBRAS)	24	\$2,16	\$2,16
BLOQ_CNT_083	Electrodo 60-13 1/8 (LIBRAS)	24	\$6,00	\$6,00
BLOQ_CNT_094	Limpiador de contactos QD	2	\$5,50	\$11,00
BLOQ_CNT_099	O ring	30	\$0,13	\$3,90
BLOQ_CNT_100	Pasador de chavetas 3/16*2	50	\$2,59	\$129,50

BLOQ_CNT_113	Perno AC Negro 5/8 x2	10	\$0,07	\$0,70
BLOQ_CNT_115	Perno AC Negro 9/16 x6	9	\$0,07	\$0,63
<b>SUB TOTAL</b>				\$1.707,43
<b>IMPREVISTO (10%)</b>				\$170,74
<b>TOTAL</b>				\$1.878,17

**Elaborado por:** Grupo de Trabajo.

### Costos de Elementos Eléctricos

Son componentes que influyen en la energización de los equipos internos de la máquina, por cuanto son parte prioritaria para el mantenimiento continuo de cada una de las maquinas ya que son expuestas a trabajos diarios y al deterioro por su funcionamiento y ambiente de trabajo.

Tabla 3.38: Costo elementos eléctricos

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Material eléctrico	Borneras	20	\$0,67	\$13,40
Material eléctrico	Breaker 2 polos	4	\$21,00	\$84,00
Material eléctrico	Cable flexible AWG 16x12	2	\$30,26	\$60,52
Material eléctrico	Paro de emergencia	4	\$6,43	\$25,72
Material eléctrico	Réle térmico	2	\$40,00	\$80,00
Material eléctrico	Pulsador NA plástico 22 mm	3	\$40,00	\$120,00
<b>SUB TOTAL</b>				\$383,64
<b>IVA 10%</b>				38,364
<b>TOTAL</b>				\$422,00

**Elaborado por:** Grupo de Trabajo.

### Costos de servicios Básicos

Se define como suministros básicos necesarios para los procesos de producción dentro de una industria ya que permite el desarrollo de las actividades de manera continua y que permite el funcionamiento de cada una de las maquinarias.

Tabla 3.39: Costo elementos eléctricos

ITEM	MES	CONSUMO	PRECIO DIARIO	PRECIO TOTAL
Energía eléctrica	1 mes KWh	1000	\$68,64	\$824
Agua Potable	1 mes m3	37,5	\$30,00	\$360
Internet y teléfono	1 mes Kbps	100	\$40,00	\$480
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 1.663,68</b>

**Elaborado por:** Grupo de Trabajo.

### Costo de Mano de Obra

Se puede definir como el número de operarios que laboran dentro de la empresa en el área de mantenimiento los mismos que proporcionan sus servicios para mejorar, diseñar y reparar cada una de las maquinarias que están a disposición de la empresa en el área de producción.

Tabla 3.40: Costo de Mano de obra

Descripción	Hora	Día	Mes	Año
Jefe de mantenimiento	8	\$ 30,00	\$ 900,00	\$ 10.800,00
Técnico de mantenimiento	8	\$ 25,00	\$ 600,00	\$ 7.200,00

<b>TOTAL</b>	<b>\$ 18.000,00</b>
--------------	---------------------

**Elaborado por:** Grupo de Trabajo.

### COSTOS DE INSUMOS NO RECUPERABLES

Se define como costos irre recuperables ya que son materiales utilizados para la limpieza tanto de herramientas el uso directo dentro durante el mantenimiento.

Tabla 3.41: Costo Insumos no recuperables

Tipo	Elementos	Cantidad	Precio/Unidad	Precio/Producto
Insumos	Disco de desbaste	2	\$2,90	\$6,00
Insumos	Disco de corte	15	\$1,40	\$21,00
Insumos	Guaipes	5	\$0,89	\$4,00
Insumos	Lijas	4	\$0,60	\$2,00
Insumos	pinturas anticorrosivas	2	\$45,00	\$90
Insumos	Thinner	5	\$1,50	\$8,00
<b>SUB TOTAL</b>				\$131,15
<b>10%</b>				\$13,12

<b>TOTAL</b>	<b>\$144,27</b>
--------------	-----------------

**Elaborado por:** Grupo de Trabajo.

### Costo de Equipo

Son activos que permiten tomar acciones de corrección y mantenimiento dentro de la empresa gracias a su uso continuo y que permiten facilitar el mantenimiento de cada uno de sus máquinas o herramientas.

Tabla 3.42: Costo de equipo

Descripción	Hora	kW	\$	Mensual	Anual
Amoladora angular	3	0,95	8,58	\$ 25,74	\$ 308,88
Taladro inalámbrico	2	0,8	8,58	\$ 17,16	\$ 205,92
Soldadora	4	44	8,58	\$ 34,32	\$ 411,84
<b>TOTAL</b>					\$ 926,64

**Elaborado por:** Grupo de Trabajo.

Tabla 3.43: Costo de Herramientas

Descripción	HORA	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Juego de dados	3	\$ 60,00	\$ 180,00
Juego de llaves Stanley	3	\$ 40,00	\$ 120,00
Arco de sierra	2	\$ 5,20	\$ 10,40
Combo	2	\$ 9,00	\$ 18,00
Martillo	2	\$ 3,67	\$ 7,34
Nivel	2	\$ 3,40	\$ 6,80
Plomada	2	\$ 27,70	\$ 55,40
Escuadra	2	\$ 8,00	\$ 16,00
Pistola de pintura	2	\$ 28,40	\$ 56,80
Flexómetro 3-6 m	2	\$ 5,99	\$ 11,98
10%			\$ 48,27
<b>TOTAL</b>			\$ 530,99

**Elaborado por:** Grupo de trabajo.

### Otros Gastos

Se puede definir como el costo de adquisición de insumos personales como equipos de protección EPP, los mismos que permiten cuidar la integridad física del personal que se encuentra en esta área.

Tabla 3.44: Gastos de Inducción

Descripción	Valor un.	Cantidad	Valor total
Inducción al personal	\$ 70,00	4	\$ 280,00
Afiches con datos ergonómicos	\$ 20,00	10	\$ 200,00
<b>TOTAL</b>			\$ 480,00

**Elaborado por:** Grupo de Trabajo.

### 3.12.1. Presupuesto Total del Plan de mantenimiento productivo total

Tabla 3.45: Presupuesto total para el TPM

ITEM	DESCRIPCIÓN DE COSTOS	TOTAL
1	COSTO DE MATERIALES	\$ 1.878,17
2	COSTO DE ELEMENTOS ELECTRICOS	\$ 422,00
3	COSTO DE SERVICIOS BASICOS	\$ 1.663,68
4	COSTO DE LA MANO DE OBRA	\$ 18.000
5	COSTO DE INSUMOS NO RECUPERABLES	\$ 144,27
6	COSTOS DIRECTOS DE HERRAMIENTAS	\$ 530,99
7	COSTOS DE EQUIPOS	\$ 926,64
8	OTROS GASTOS	\$ 480,00

SUBTOTAL	\$24.045,75
Imprevistos (10%)	\$ 2.404,58
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 26.450,33</b>

**Elaborado por:** Grupo de Trabajo.

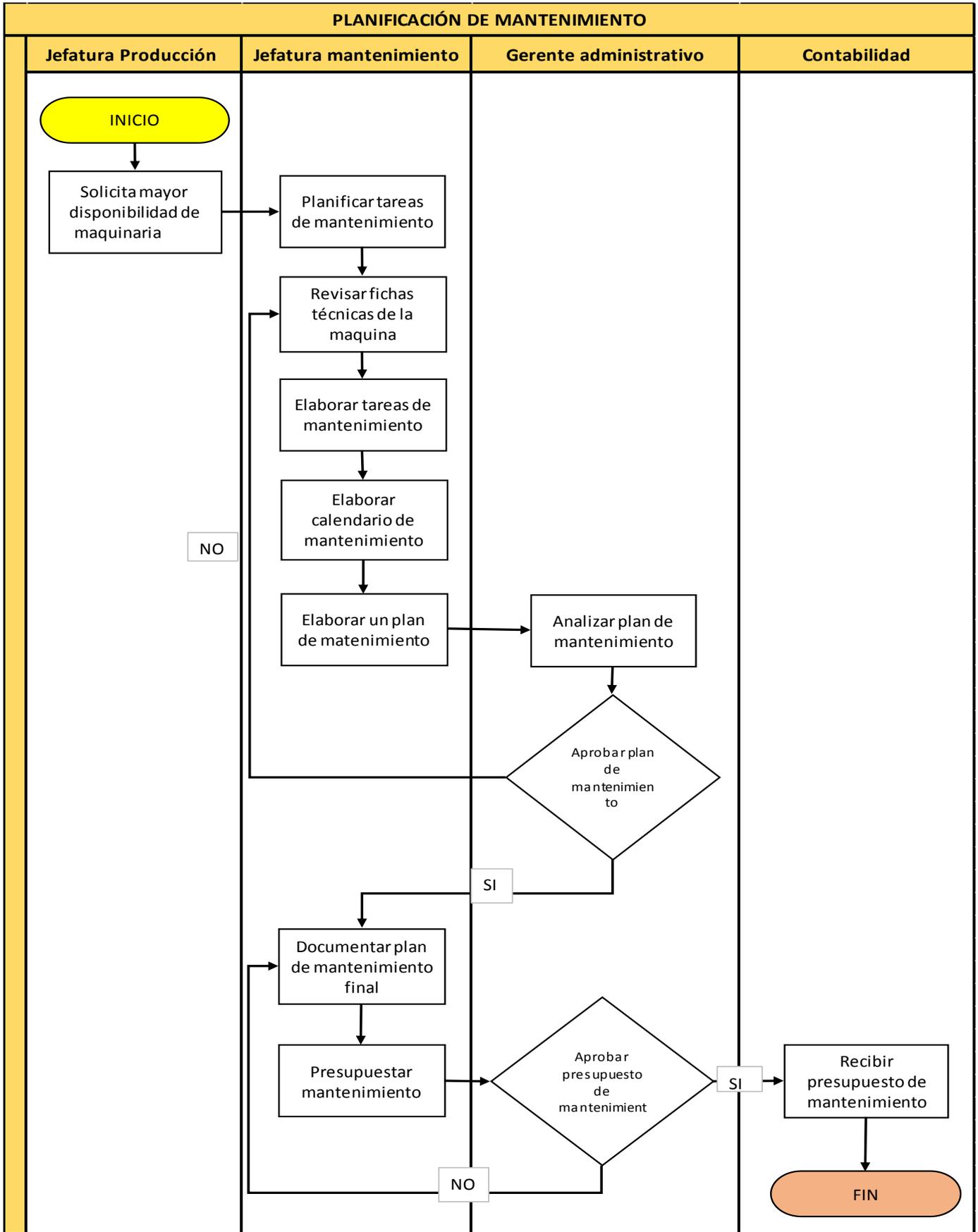
El costo total del plan de mantenimiento se identifica en la Tabla 3.45 en la cual se genera resultados de la toma de cuentas de mano de obra, materiales requeridos para el mantenimiento, servicios básicos, insumos no recuperables, costo de insumos, costo de equipos, herramientas y otros gastos los mismos que se generan a través de un periodo de 12 meses con un total de 26.450,33 dólares americanos.

### 3.13. TPM a nivel administrativo

Dentro del plan de mantenimiento productivo total se busca alcanzar objetivos que engloben al producto y servicio mediante la reducción de costos y la mejora en la calidad ya que esto permite mejorar la productividad mediante el desarrollo estratégico a largo plazo.

#### 3.13.1. Diagrama de flujo de planificación de mantenimiento

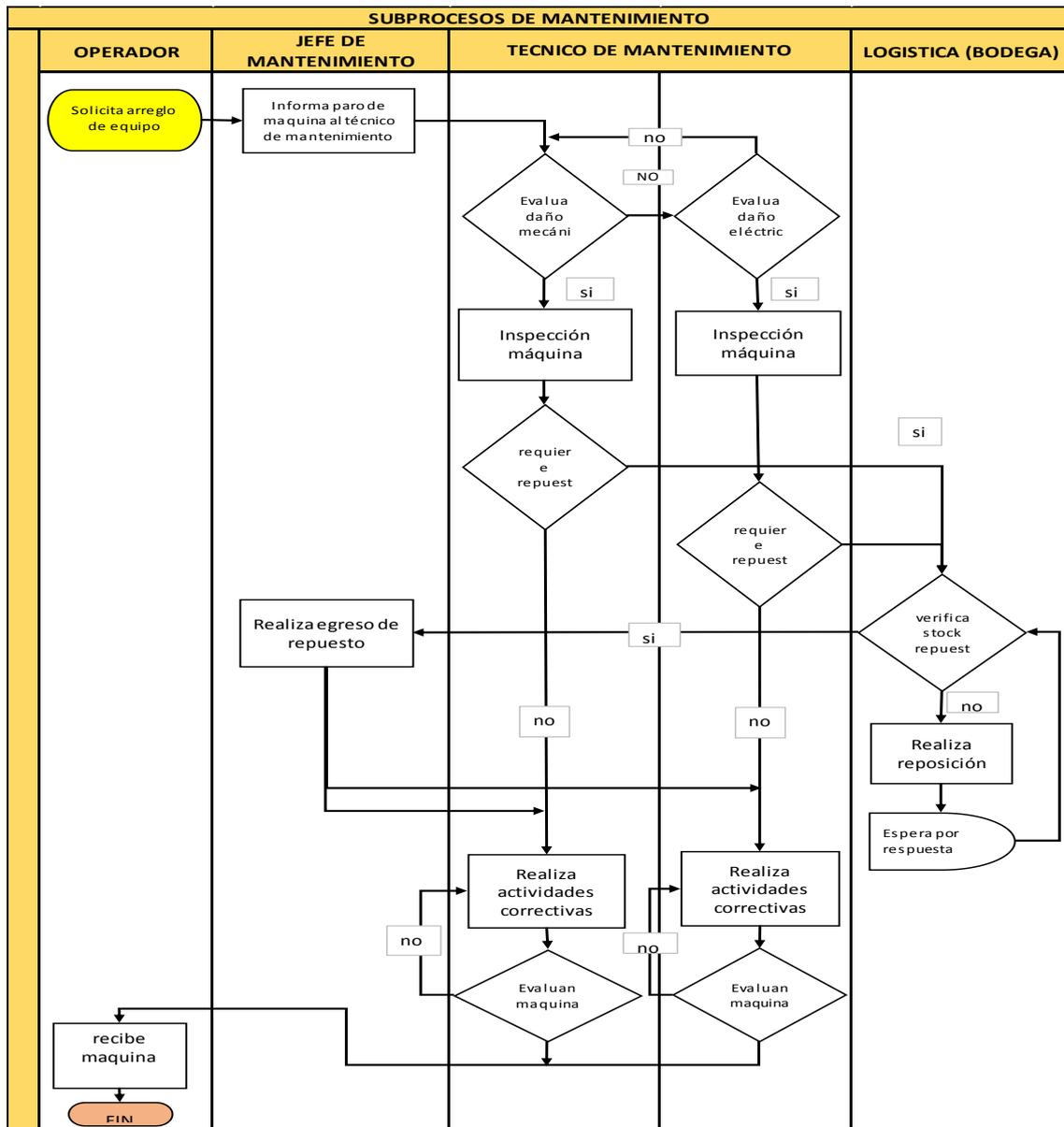
El departamento administrativo recolecta la información y le añade valor de forma que permita que la misma sea de alta calidad, precisa, de bajo costo, de manera clara y oportuna. La mejora requiere que el personal sea capacitado en conocimiento y habilidades por cuanto es necesario generar una planificación de tareas de mantenimiento de forma anual con la finalidad de reducir los paros innecesarios en las máquinas. Para esto se desarrolla una planificación con tareas que permitan ejecutar revisiones periódicas y que no generen cambios repentinos de repuestos o consumibles.



Elaborado por: Grupo de Investigación

### 3.13.2. Subprocesos de Mantenimiento

Una vez que la autorización del paro de la maquinaria se encuentra vigente, el supervisor de mantenimiento evaluará la disponibilidad del personal que realizará el mantenimiento quien ejecutará las tareas programadas en plan de mantenimiento. El personal dispondrá de la maquinaria para ejecutar trabajos y tareas como: limpieza, lubricación y ajuste de determinados componentes de la maquinaria.



Elaborado por: Grupo de Investigación

Al finalizar las tareas previstas de mantenimiento, se revisará el funcionamiento de la máquina y se determinará su correcto funcionamiento para posterior entrega al personal de producción.

Cuando se produce paros no programados se denominan subprocesos ya que se forma una cadena de comunicación donde el operador informa al jefe de producción de los problemas suscitado, y el se encarga de informar al jefe de mantenimiento quien se encarga de entregar el mensaje a técnico sobre los problemas, el mismo que analiza y determina los problemas ya sea mecánicos u eléctricos. Una vez establecido el daño analizan el problema de la máquina o instalación, evalúan si es necesario el cambio de un repuesto o componente y solicitan a bodega, es donde verifican si el repuesto está disponible o tienen que prolongar la espera y su entrega. Una vez que se dispone del repuesto se realiza las actividades correctivas de mantenimiento y se verifica el funcionamiento de la máquina para que proceda a su posterior entrega al operador y verifican el desarrollo de su proceso mediante observación.

3.13.3. Programa de Mantenimiento administrativo

PLANIFICACIÓN DE SEGUIMIENTO AL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL																																																				
Área a Revisar:		Área de Mantenimiento																																																		
Frecuencia:		En base a la planificación adjunta en este documento																																																		
Operador:		N/A																																																		
Elaborado por:		Arequipa Adriana / Toapanta José																																																		
SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO					PRIMER SEMESTRE												SEGUNDO SEMESTRE																																			
RESPONSABLE: <i>Nombre</i>		EJECUTADO POR: <i>Nombre</i>			MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DEC				ENE				FEB			
ACTIVIDADES	CÓDIGO	EQUIPO / ÁREA DE EJECUCIÓN	FRECUENCIA	SEMANA DE INICIO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
SOCIALIZACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	ANUAL	1ERA SEMANA DE MARZO																																																
SEGUIMIENTO Y EJECUCIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO	VP-001-002-003	VIBROPRESADORA	MESUAL	1ERA SEMANA DE MARZO																																																
REVISIÓN DE STOCK DE REPUESTOS Y MATERIALES	VP-001-002-003	BODEGA	TRIMESTRAL	3ERA SEMANA DE MAYO																																																
CAPACITACIÓN DE POSTURAS ADECUADAS AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	SEMESTRAL	1ERA SEMANA DE MARZO																																																
SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DE MEJORAS ERGONÓMICAS		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	TRIMESTRAL	2DA SEMANA DE MAYO																																																
Firmas de Responsabilidad			Ejecución:		Firma												Aprobación:				Firma																															
			Nombre														Jefe de Mantenimiento																																			

**3.14. Plan de Mantenimiento**

El Plan maestro de mantenimiento para las maquinarias, se ejecutará en 12 meses en el periodo 2023 en la línea Bloqcenter.

**3.14.1. Plan de Mantenimiento para la máquina Vibro Prensadoras.**

**PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO**



NOMBRE DE LA MAQUINARIA		VIBRO PRENSADORA	PROGRAMACIÓN																																																			
MODELO		HFB5120A - QT10A - QTA-15C																																																				
N.	ACTIVIDAD	FRECUENCIA	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
1	Revisión del motor.	Diario	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
2	Revisión de los piñones.	Diario	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				
3	Revisión de los ejes.	Diario	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				
4	Revisión de la presión hidráulica (prensado de adoquines y adoquines).	Diario	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				
5	Verificación que no exista fugas de aceite (líneas hidráulicas).	Diario	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				
6	Limpieza regular quitando excesos de polvo, partículas y basuras.	Diario	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				
7	Verificación que no exista cables sueltos.	Diario	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				
8	Revisión de conexiones mecánicas.	Diario	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				
9	Revisión Conexiones Hidráulicas.	Diario	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				
10	Verificación del Panel de control.	Diario	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				
11	Revisión de Paros de emergencias.	Diario	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D				
12	Revisión aceite Hidráulico.	Semanal	S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S					
13	Revisión de engrasada.	Semanal	S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S					
14	Revisión de conexiones eléctrica - Tolva.	Semanal	S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S		S					









#### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

##### **CONCLUSIONES**

- Mediante el análisis de criticidad y AMEF se obtuvo que la maquinaria más crítica que fue la Vibro prensadora 003, y los resultados del análisis de modo y efectos de fallos realizado para cada uno de los elementos el componente concluyo que los fallos con mayor índice de prioridad de riesgo se encuentran: en la Mezcladora por la rotura de pernos o aletas con un NPR=450, Banda transportadora por Rodamientos defectuosos o atascados con un NPR=400 y no permiten que los rodillos de transporte no giran, Dosificador por el atascamiento de puerta con un NPR= 210 y finalmente la en Vibro prensadora por el sobrecalentamiento del motor por el motor con un NPR=200.
- Mediante la evaluación ergonómica de las posturas forzadas aplicando el método REBA se pudo determinar que el personal de mantenimiento presenta un alto índice de nivel riesgo al momento de realizar el mantenimiento en las maquinas por lo sé que requiere la actuación cuando antes, ya que las puntuaciones finales REBA fueron 9 – 8 y en la tabla de actuación nos indica que este resultado alto.
- Con el estudio de las eficiencias de cada máquina se logró identificar que durante las 8 horas de trabajo la vibro prensadora dispone de una eficiencia global del 81,94%, la vibro prensadora 002 una eficiencia de 76,90% y la vibro prensadora 003 la misma que dispone de 5 horas de trabajo una eficiencia global de 76,09% es decir que después del estudio se debe ejecutar mejoras en los tiempos no productivos, analizar el funcionamiento de la máquina y mediante la implementación del plan propuesto dentro de la línea de producción mejorar estas eficiencias para mayor disponibilidad del equipo..

##### **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a la empresa llevar un registro del mantenimiento realizado mensual, diaria, semestral, trimestral y anual, así como se tenga el manual de operación de la maquinas en la oficina de administración.
- Para la implementación de un plan de mantenimiento en la empresa, se debe evaluar los fallos que se presentan las máquinas, para que de esta manera generen órdenes de trabajo y la ficha de requerimiento del material necesario para realizar el mantenimiento adecuadamente y con esto minimizar el costo, tiempo y mejorar la producción.

- Se recomienda desarrollar capacitaciones continuas sobre el manejo, limpieza, lubricación e inspección de los componentes, equipos y maquinaria a través del manejo adecuado de manuales de cada una de las mismas, y adecuar los puestos de trabajo mediante la implementación de afiches.
- Capacitar al personal de mantenimiento, sobre temas ergonómicos ya que no deben optar por posturas inadecuadas en la actividad que realicen y que debe existir pausas activas durante la jornada para mejorar la salud y evitar riesgos altos en lesiones musculoesqueléticas.
- Se recomienda realizar la toma de datos y el análisis de las OEE ya que mediante este método se busca mejorar la eficiencia, calidad, y disponibilidad de los equipos y máquinas, y de esta manera optimizar recursos y mejorar la productividad de manera sistemática a través de la mejora continua y la eliminación de paros no programados.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. A. Lozada Cepeda, «Elaboración de un plan de mantenimiento basado en el mantenimiento productivo total para la maquinaria de recuperación de turbinas del CIRT,» pp. 1-190, 2017.
- [2] «Diseño de un plan de mantenimiento productivo total para incrementar la operatividad de las máquinas en la empresa Trapani Cultivares del Perú,» pp. 1-140, 2022.
- [3] O. A. Moreira Pino, «Aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) para el mejoramiento de los procesos operativos del taller mecánico industrial en una unidad educativa de la ciudad de Guayaquil,» 2022. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22961/1/UPS-GT003900.pdf>. [Último acceso: Diciembre 13 2022].
- [4] O. E. J. Godoy, «Diseño de un Plan de Mantenimiento Productivo Total para una máquina empacadora de cereales,» Marzo 2007. [En línea]. Available: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0425\\_MI.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0425_MI.pdf). [Último acceso: 21 Diciembre 2022].
- [5] E. N. Reyes Povich, «Repositorio Universitario, Universidad Tecnológica del Perú,» 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3126>. [Último acceso: 21 Diciembre 2022].
- [6] L. A. Llontop Mendoza, «Usat,» 2018. [En línea]. Available: [https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1426/1/TM\\_LlontopMendozaLucio.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1426/1/TM_LlontopMendozaLucio.pdf). [Último acceso: 25 Diciembre 2022].

- [7] B. Salazar, «Ingeniería Industrial,» 1 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>. [Último acceso: 9 Noviembre 2022].
- [8] E. Acuña, 2009. [En línea]. Available: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7276/Tesis262.pdf>. [Último acceso: 9 11 2022].
- [9] C. Gómez Santos, *Mantenimiento Productivo Total*, U.L.P.G.C.
- [10] P. Méndez Cajas, «PROPUESTA PARA LA APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL ADMINISTRADO POR EL SISTEMA DE PLANIFICACIÓN,» pp. 1-208, Octubre 2006.
- [11] R. Yavarone, «La importancia del diagnóstico eficiente en el mantenimiento industrial,» *Mantenimiento Industrial*, n° 11, pp. 1-5, Marzo 2019.
- [12] B. Salazar López, «Ingeniería Industrial,» 4 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/eficiencia-global-de-los-equipos-oe/>. [Último acceso: 31 Diciembre 2022].
- [13] O. García Palencia, *Gestión moderna del Mantenimiento Industrial*, Bogota: Ediciones de la U, 2012.
- [14] O. A. León Rivera, «Propuesta de un plan de mantenimiento productivo total en la operación logística de una empresa cementera mexicana,» Julio 2019. [En línea]. Available: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/49350/LeonRiveraOscar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 12 Noviembre 2022].
- [15] B. Salazar Fuente, «Ingeniería Industrial,» 1 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>. [Último acceso: 26 Noviembre 2022].
- [16] G. Mancuzo, «Comparasoft,» 17 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://blog.comparasoft.com/evolucion-del-mantenimiento/#Historia-del-Mantenimiento>. [Último acceso: 20 Octubre 2022].
- [17] «Blog especializado en Seguridad,» 13 Julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.pmg-ssi.com/2019/06/el-metodo-amef-en-el-sector-industrial/>. [Último acceso: 27 Noviembre 2022].
- [18] A. Fernandez, «Ceupe,» [En línea]. Available: <https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-ergonomia.html>. [Último acceso: 04 Diciembre 2022].
- [19] D. Mas y J. A. , «fundamentos del método REBA,» *Ergonautas*, Valencia, 2015.
- [20] S. Nogreda, «NTP 601: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment),» 2001. [En línea]. Available: [https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp\\_601.pdf/2989c14f-2280-4eef-9cb7-f195366352ba](https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_601.pdf/2989c14f-2280-4eef-9cb7-f195366352ba). [Último acceso: 18 Enero 2023].

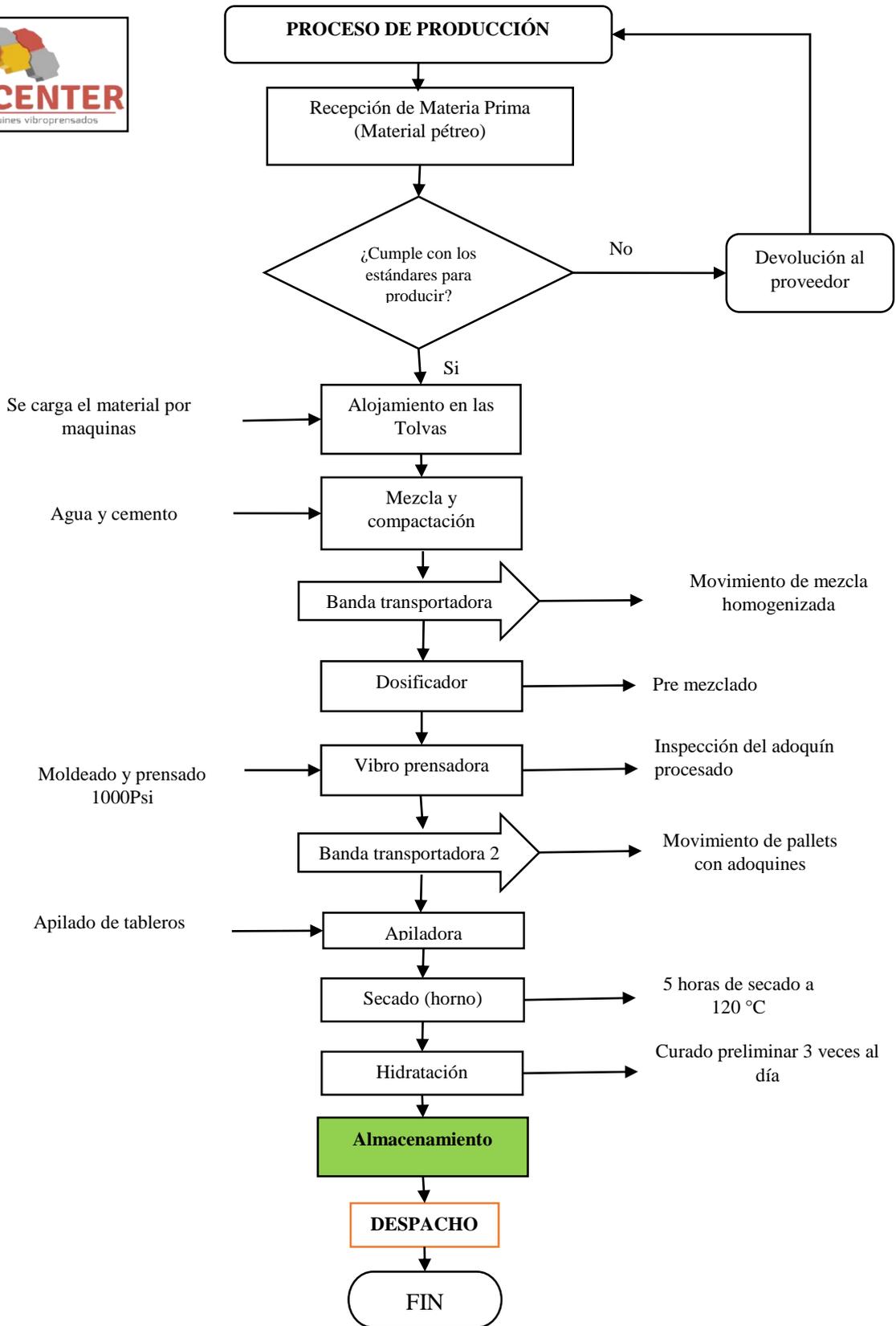
- [21] Agencia Europea para la seguridad y salud en el trabajo, «Los trastornos musculoesqueléticos,» EU-OSHA, 2020.
- [22] «Hongfa Machine,» [En línea]. Available: <https://www.hfmachines.com/automatic-block-machine-hfb5115a/>.
- [23] S. García, Organización y gestión integral de mantenimiento, Madrid: Díaz de Santos, S.A, 2010.
- [24] F. A. Pérez Rondon, Conceptos generales en la gestión del Mantenimiento Industrial, Colombia: USTA, 2021.
- [25] F. Gómez de León, Tecnología del Mantenimiento Industrial, España: Universidad de Murcia, Servicio de Publicaciones, 1998.
- [26] A. Céspedes Ruiz, Principios de Mantenimiento, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- [27] «Hacemos Mantenimiento,» [En línea]. Available: <https://hacemosmantenimiento.com/mantenimiento-correctivo/#>. [Último acceso: 10 Noviembre 2022].
- [28] Martín, «ComparaSoftware,» 19 Julio 2022. [En línea]. Available: <https://blog.comparasoftware.com/que-es-mantenimiento-predictivo/#Caracteristicas-del-mantenimiento-predictivo>. [Último acceso: 10 Noviembre 2022].
- [29] G. Mancuzo, «Blog.ComparaSoftware,» 24 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://blog.comparasoftware.com/amef/#Como-se-compone-un-AMEF>. [Último acceso: 27 Noviembre 2022].
- [30] M. Villar, «Procedimiento para la evaluación de los riesgos ergonómicos,» pp. 1-4.
- [31] S. Nogareda, «Evaluación de las condiciones de trabajo:método del análisis ergonómico del puesto de trabajo,» pp. 1-10.

## ANEXOS

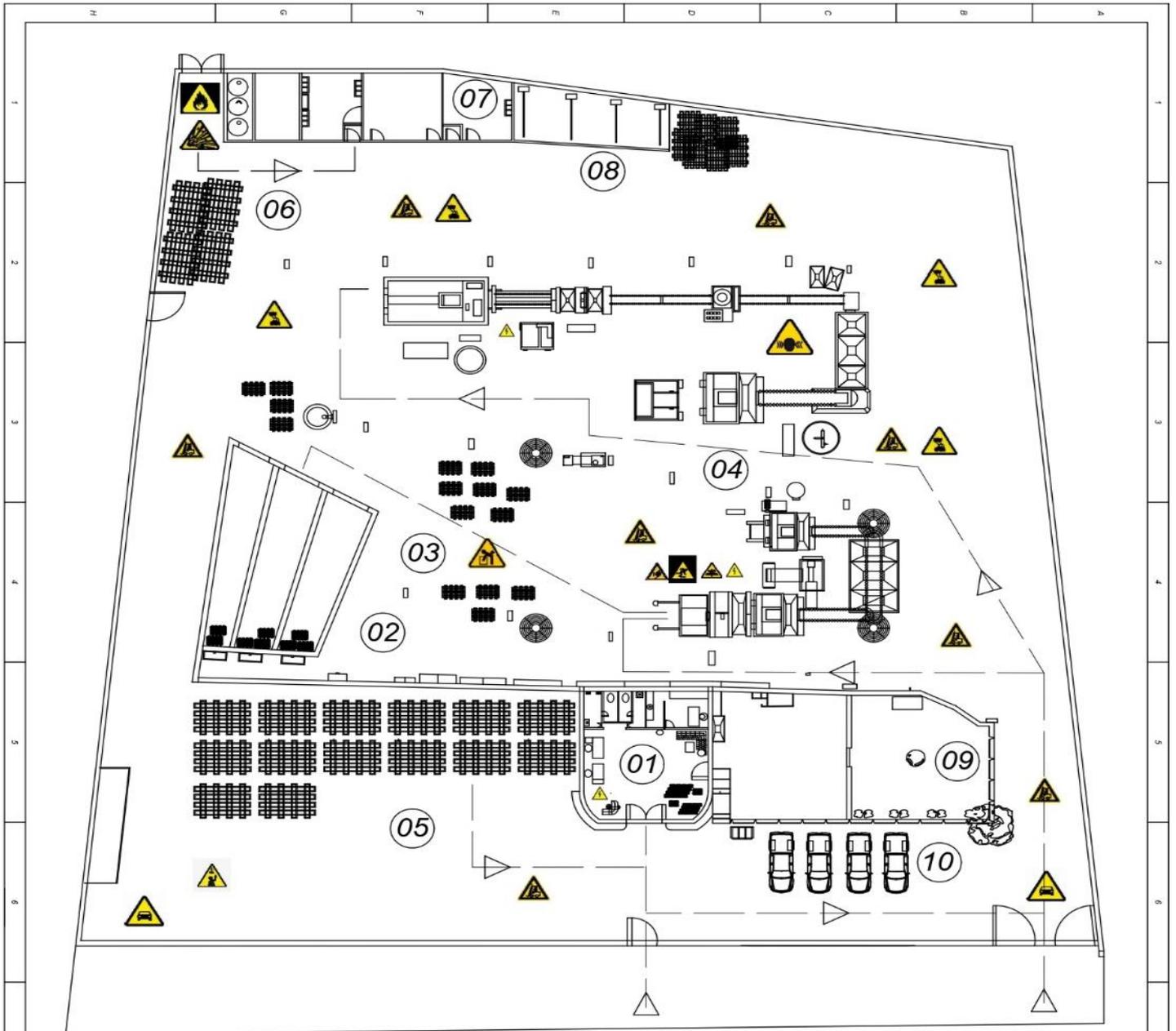
### ANEXO I. INFORME ANTI PLAGIO PROYECTO DE TITULACIÓN

Facultad:	Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas												
Carrera:	Ingeniería Industrial												
Nombre del docente evaluador que emite el informe:	MSc. Ing. Eugenio Pilliza Cristian Iván												
Documento evaluado:	Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial												
Autores del documento:	Srta. Arequipa Tandalla Adriana Maribel Sr. Toapanta Iza José Luis												
Programa de similitud utilizado:	Sistema URKUND												
Porcentaje de similitud según el programa utilizado:	2%												
Observaciones: Calificación de originalidad atendiendo a los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"><li>• El documento cumple criterios de originalidad, sin observaciones.</li><li>• El documento cumple criterios de originalidad, con observaciones.</li><li>• El documento no cumple criterios de originalidad.</li></ul>	-X- --- ---												
Fecha de realización del informe:	02/15/2023 10:30:00 PM												
Captura de pantalla del documento analizado:													
<div style="border: 2px solid black; padding: 10px;"><p><b>Document Information</b></p><table><tr><td>Analyzed document</td><td>Trabajo de Titulación_Arequipa Adriana y Toapanta José-Tutor Cristian Eugenio.docx (D158737702)</td></tr><tr><td>Submitted</td><td>2/15/2023 10:30:00 PM</td></tr><tr><td>Submitted by</td><td></td></tr><tr><td>Submitter email</td><td>cristian.eugenio@utc.edu.ec</td></tr><tr><td>Similarity</td><td>2%</td></tr><tr><td>Analysis address</td><td>cristian.eugenio.utc@analysis.urkund.com</td></tr></table></div>		Analyzed document	Trabajo de Titulación_Arequipa Adriana y Toapanta José-Tutor Cristian Eugenio.docx (D158737702)	Submitted	2/15/2023 10:30:00 PM	Submitted by		Submitter email	cristian.eugenio@utc.edu.ec	Similarity	2%	Analysis address	cristian.eugenio.utc@analysis.urkund.com
Analyzed document	Trabajo de Titulación_Arequipa Adriana y Toapanta José-Tutor Cristian Eugenio.docx (D158737702)												
Submitted	2/15/2023 10:30:00 PM												
Submitted by													
Submitter email	cristian.eugenio@utc.edu.ec												
Similarity	2%												
Analysis address	cristian.eugenio.utc@analysis.urkund.com												
<p>----- MSc. Ing. Eugenio Pilliza Cristian Iván Director del proyecto de investigación</p>													

## ANEXO II. MAPEO DE PROCESO DE PRODUCCIÓN EMPRESA “BLOQCENTER”



# ANEXO III. LAYOUT BLOQCENTER



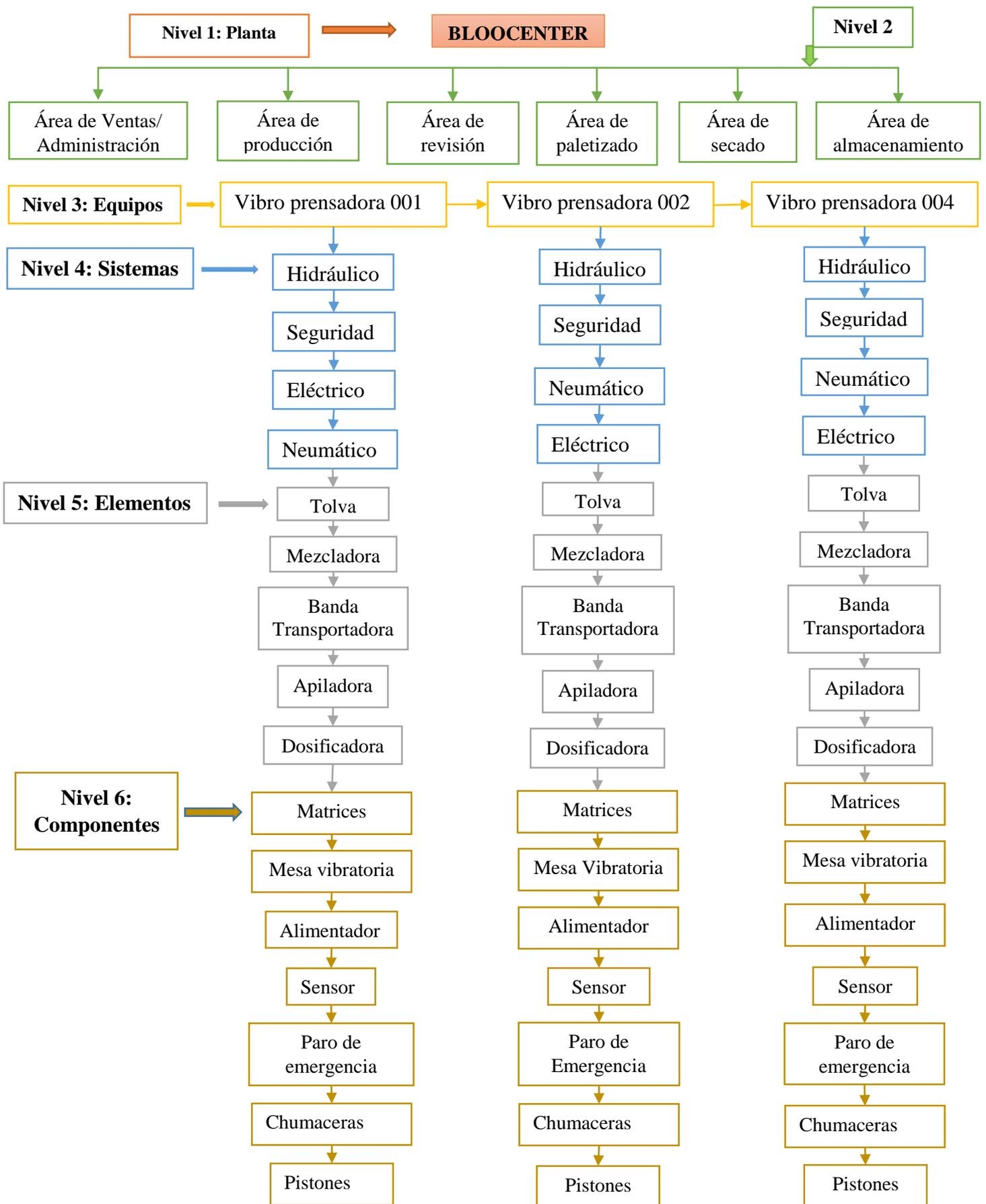
### SIMBOLOGÍA

	EXPOSICIÓN AL RUIDO		CORTES Y LASTIMADURAS		CAÍDAS DEL MISMO NIVEL		RIESGO ERGONÓMICO
	RIESGO ELÉCTRICO		CAÍDAS DE OBJETOS		INCENDIO		TRANSITO DE VEHÍCULOS
	ATRAPAMIENTO		PELIGRO DE EXPLOSIÓN		PASO DE MONTACARGAS		MÁQUINA PESADA EN MOVIMIENTO

Nº	ÁREAS DE PLANTA BLOQ. CENTER
01	Área Administrativa
02	Área de Secado
03	Área de Carga
04	Área de Producción
05	Área de Almacenamiento
06	Área de Bodega
07	Área de Mantenimiento
08	Área de Manejo de Desechos
09	Área de Máquinas Pesadas
10	Área de Estacionamiento

		<b>BLOQ. CENTER</b> <b>MAPA DE RECURSOS</b>	
Elaborado por:	REV.	TUTOR	Nº.
Jose Luis Toapanta		MSC. ING. Cristian Ivan Eugenio Pilliza	01
Adriana Araque	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE IQUITO

## ANEXO IV. ANÁLISIS POR NIVELES COMPUESTO POR LA PLANTA



## ANEXO V. ENCUESTA DE MANTENIMIENTO PARA CONOCER EL GRADO DE CRITICIDAD DE LAS MÁQUINAS

Encuesta de Mantenimiento de Equipos

Nombre del responsable: Hector Tapicana  
 Área: Mantenimiento

Objetivo: Conocer el grado de criticidad que presentan las máquinas.

¿Cuál es el Factor de Frecuencia (FF) de mantenimiento que ha presentado la maquinaria o equipo?		Vibroprensadora 001	Vibroprensadora 002	Vibroprensadora 003	
Descripción	Ponderación	Marcación	Marcación	Marcación	
Frecuente, Mas de 3 eventos al año	5	X		X	
Probable, 1-3 eventos al año	4		X		
Posible, 1 evento en 3 años	3				
Improbable, 1 evento en 5 años	2				
Sumamente improbable, menos de un evento en 5 años	1				
¿Cuáles son los Factores de Consecuencia que han tenido la maquinaria o equipo durante el mantenimiento?					
Impacto Operacional (IO)		Ponderación	Marcación	Marcación	Marcación
Perdidas mayores 75% producción mes	5				
Perdidas 50% a 74% producción mes	4				
Perdidas 25% a 49% producción mes	3		X		
Perdidas 10% a 24% producción mes	2	X		X	
Perdidas inferiores 10% producción mes	1				
Factor flexibilidad operacional (FO)		Ponderación	Marcación	Marcación	Marcación
No existe stock, tiempo reparación altos	5				
Stock parcial, procedimiento reparación complejo	4	X	X	X	
Stock parcial, procedimiento reparación sencillo	3				
Stock suficiente, procedimiento reparación complejo	2				
Stock suficiente, tiempo reparación bajos	1				
Costo de Mantenimiento (CM)		Ponderación	Marcación	Marcación	Marcación
Costo materiales superiores 20000 USD	5				
Costo materiales superiores 10000 - 20000 USD	4				
Costo materiales superiores 3000 - 10000USD	3				
Costo materiales superiores 200 - 3000 USD	2			X	
Costo materiales superiores 200 USD	1	X	X		
Impacto Medio Ambiental (IMA)		Ponderación	Marcación	Marcación	Marcación
Daños irreversibles en el ambiente	5				
Daños severos al ambiente	4				
Daños medios al ambiente	3				
Daños mínimos al ambiente	2				
Sin daños al ambiente	1	X	X	X	
Impacto Seguridad (IS)		Ponderación	Marcación	Marcación	Marcación
Muerte o incapacidad	5				
Incapacidad parcial o permanente	4				
Daños o enfermedades severas	3				
Daños leves en personas	2				
Sin impacto en la seguridad	1	X	X	X	





## ANEXO VI. FICHAS TÉCNICAS DE LAS MAQUINAS

<b>FICHA TECNICA DE MAQUINARIA</b>			
<b>REALIZADO POR:</b>		Arequipa Adriana / Toapanta José	
<b>EQUIPO:</b>	Vibro prensadora 001	<b>MODELO:</b>	HFB5120A
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>			
<b>PROVEEDOR:</b>	China Guangxi Hongfa Heavy Machinery Co.Ltd.	<b>AÑO:</b> 2020	
<b>DIRECCIÓN:</b>	Panamericana E35 – Sector Chan		
<b>TELÉFONOS:</b>	0983272228		
<b>DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b> Máquina para la fabricación de productos prefabricados en concreto que registra mayor dureza, fuerza y durabilidad.			
<b>CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máquina de construcción robusta.</li> <li>- Capacidad de fabricación de productos como bloques y adoquines.</li> <li>- Sistema de vibración en frecuencia.</li> <li>- Producto estándar ejecutivo: JC/T920 – 2003.</li> </ul>			
<b>VALORES DE REFERENCIA</b>			
Frecuencia de vibración: 2800 – 5500 r/min		Potencia: 36 KW	
Dimensión: 8160*2480*2950 mm		Presión hidráulica nominal: 21 Mpa	
Ciclo de moldeo: 12 – 20 S/cycle		Tamaño de pallet: 1020 x 700 mm	
<b>Análisis de criticidad:</b>	45		<b>Tipo de Equipo:</b> Importante

<b>MODELO DE MANTENIMIENTO</b>		<b>MTO.LEGAL?</b>		<b>SUBCONTRATOS NECESARIOS</b>	
CORRECTIVO		SI		PREVENTIVO	
CONDICIONAL		NO	X	CORRECTIVO	
SISTEMÁTICO				INSPECCIONES	
PROGRAMADO	X			OVERHAUL	
<b>ELEMENTOS QUE LO COMPONENTEN</b>			<b>CONSUMIBLE</b>		
Tolva Tablero de control Mezcladora			<b>ACEITES:</b> ISO 68 Color Ámbar		

Dosificador Apilador Banda Transportadora Mesa vibradora	<b>FILTROS: FELPA</b>  <b>OTROS: Grasas, Lubricante SP40</b>
<b>REPUESTOS CRITICOS EN STOCK PERMANENTE EN PLANTA:</b>	
Engranajes Cremalleras Matriz Élisés de la mezcladora Ejes auxiliares de subida Pernos Chavetas	
<b>HERRAMIENTAS ESPECIALES</b>	
Juego de racha Juego de llaves mixtas Destornilladores Llaves de pico Llaves de tubo Calibrador Flexómetro	
<b>FORMACIÓN NECESARIA</b>  Conocimientos básicos en Equipos Industriales y automatización.	<b>ESPECIFICAR MANTENIMIENTO LEGAL</b>   <i>NO APLICA</i>
<b>SUBCONTRATOS</b>  <i>NO APLICA</i>	

<b>FICHA TECNICA DE MAQUINARIA</b>			
<b>REALIZADO POR:</b>		Arequipa Adriana / Toapanta José	
<b>EQUIPO:</b>	Vibro prensadora 002	<b>MODELO:</b>	QT4-15C
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>			
<b>PROVEEDOR:</b>	HONGFA MACHINE	<b>AÑO:</b>	2017
<b>DIRECCIÓN:</b>	Panamericana E35 – Sector Chan		
<b>TELÉFONOS:</b>	0983272228		
<b>DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b> Máquina para la fabricación de productos prefabricados en concreto que registra mayor dureza, fuerza y durabilidad.			
<b>CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Máquina de construcción robusta.</li> <li>- Capacidad de fabricación de productos como bloques y adoquines.</li> <li>- Sistema de vibración en frecuencia.</li> <li>- Producto estándar ejecutivo: JC/T920 – 2003.</li> </ul>			
<b>VALORES DE REFERENCIA</b>			
Frecuencia de vibración: 2800 – 5500 r/min		Potencia: 57.5KW	
Dimensión: 8160*2480*2950 mm		Presión hidráulica nominal: 18 Mpa	
Ciclo de moldeo: 12 – 20 S/ciclo		Tamaño de pallet: 1020 x 700 mm	
<b>Análisis de criticidad:</b>	40		<b>Tipo de Equipo:</b> Importante
<b>MODELO DE MANTENIMIENTO</b>		<b>MTO.LEGAL?</b>	
CORRECTIVO		SI	
CONDICIONAL		NO	X
SISTEMÁTICO			
PROGRAMADO	X		
<b>ELEMENTOS QUE LO COMPONENTEN</b>		<b>CONSUMIBLE</b>	
Tolva Tablero de control		<b>ACEITES:</b> ISO 68 Color Ámbar	



Mezcladora Dosificador Apilador Banda Transportadora Mesa vibradora	<b>FILTROS:</b> FELPA
	<b>OTROS:</b> Grasas, Lubricante SP40
<b>REPUESTOS CRITICOS EN STOCK PERMANENTE EN PLANTA:</b>	
Engranajes Cremalleras Matriz Élisés de la mezcladora Ejes auxiliares de subida Pernos Chavetas	
<b>HERRAMIENTAS ESPECIALES</b>	
Juego de racha Juego de llaves mixtas Destornilladores Llaves de pico Llaves de tubo Calibrador Flexómetro	
<b>FORMACIÓN NECESARIA</b>  Conocimientos básicos en Equipos Industriales y automatización.	<b>ESPECIFICAR MANTENIMIENTO LEGAL</b>  <i>NO APLICA</i>
<b>SUBCONTRATOS</b>  <i>NO APLICA</i>	

<b>FICHA TECNICA DE MAQUINARIA</b>					
<b>REALIZADO POR:</b>			Arequipa Adriana / Toapanta José		
<b>EQUIPO:</b>	Vibro prensadora 003	<b>MODELO:</b>	QT10A		
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>					
<b>PROVEEDOR:</b>	ZENITH	<b>AÑO:</b>	2021		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Panamericana E35 – Sector Chan				
<b>TELÉFONOS:</b>	0983272228				
<b>DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b> Móvil de fabricación superpuesta, ideal para la fabricación de bloques, bovedillas, adoquines, bordillos.					
<b>CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso de la maquina host 10T</li> <li>- Tolva de pesaje volumen 1200L</li> <li>- Capacidad de Producción: 400*200*200mm Bloques 14400-19200 Piezas/8horas.</li> </ul>					
<b>VALORES DE REFERENCIA</b>					
Fuerza de vibración: 100kn			Potencia: 63,5 KW		
Dimensión: 9350*2320*2950mm			Presión hidráulica nominal: 21 MP		
Tiempo de ciclo: 15s			Tamaño de pallet: 1150 x 900 mm		
<b>Análisis de criticidad:</b>	30		<b>Tipo de Equipo:</b>	Importante	
<b>MODELO DE MANTENIMIENTO</b>		<b>MTO.LEGAL?</b>		<b>SUBCONTRATOS NECESARIOS</b>	
CORRECTIVO	X	SI		PREVENTIVO	
CONDICIONAL		NO	X	CORRECTIVO	
SISTEMÁTICO				INSPECCIONES	
PROGRAMADO				OVERHAUL	
<b>ELEMENTOS QUE LO COMPONEN</b>			<b>CONSUMIBLE</b>		



<p>Tolva          Tablero de control          Mezcladora          Dosificador          Apilador          Banda Transportadora          Mesa vibradora</p>	<p><b>ACEITES:</b> ISO 68 Color Ámbar</p>
	<p><b>FILTROS:</b> FELPA</p>
	<p><b>OTROS:</b> Grasas, Lubricante SP40</p>
<p align="center"><b>REPUESTOS CRITICOS EN STOCK PERMANENTE EN PLANTA:</b></p>	
<p>Engranajes          Cremalleras          Matriz          Élisés de la mezcladora          Ejes auxiliares de subida          Pernos          Chaveta</p>	
<p align="center"><b>HERRAMIENTAS ESPECIALES</b></p>	
<p>Juego de racha          Juego de llaves mixtas          Destornilladores          Llaves de pico          Llaves de tubo          Calibrador          Flexómetro</p>	
<p align="center"><b>FORMACIÓN NECESARIA</b></p> <p align="center">Conocimientos básicos en Equipos Industriales y automatización.</p>	<p align="center"><b>ESPECIFICAR MANTENIMIENTO LEGAL</b></p> <p align="center"><i>NO APLICA</i></p>
<p align="center"><b>SUBCONTRATOS</b></p> <p align="center"><i>NO APLICA</i></p>	

## ANEXO VII. HISTÓRICO DEL REGISTRO DE GESTIÓN Y MANTENIMIENTO

BLOQCENTER		GESTION DE OPERACION Y MANTENIMIENTO							Responsable:				
		Dependencia: MANTENIMIENTO			Procedimiento: REVISION Y APROBACION DE MAQUINARIA PARA TRABAJO								
		Fecha: 14/11	Hora: 07:30	Codigo: MTTO BLOQ REVMAQ001		Edición: 01	Pagina 1 de 1						
Planta	Area	Maquina		Pedidos	Revision/Checklist		Riesgo	Actividades realizadas	Duracion	Observacion	Fotos / Anexo solicitudes ordenes	Responsable	
BQ	MQ	<b>Vibroprensadora 01</b>			Paros de Emergencia:	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTO	Ajuste de bande Revisión visual Check list	Tiempo			Operador	
		Tolva 01	<input checked="" type="checkbox"/>		Aceite Hidraulico	<input checked="" type="checkbox"/>			MEDIO				60 min Planificado para
		Alimentador	<input checked="" type="checkbox"/>		Engrasado:	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Mesa vibradora	<input checked="" type="checkbox"/>		Conx. Electricas:	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Matrices	<input checked="" type="checkbox"/>		Conx. Hidraulicas:	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Prensado	<input checked="" type="checkbox"/>		Conx. Neumatica	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Palletizado	<input checked="" type="checkbox"/>		Pernos asegurados	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Otros:	<input checked="" type="checkbox"/>		Bandas	<input checked="" type="checkbox"/>							
BQ.BQ. MQ VP01		Otros:											
BQ	MQ	<b>Vibroprensadora 02</b>			Paros de Emergencia:	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTO	Revisión visual Check list	Tiempo			Operador	
		Tolva 01	<input checked="" type="checkbox"/>		Aceite Hidraulico	<input checked="" type="checkbox"/>			MEDIO				40 min Planificado para
		Alimentador	<input checked="" type="checkbox"/>		Engrasado:	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Mesa vibradora	<input checked="" type="checkbox"/>		Conx. Electricas:	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Matrices	<input checked="" type="checkbox"/>		Conx. Hidraulicas:	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Prensado	<input checked="" type="checkbox"/>		Conx. Neumatica	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Palletizado	<input checked="" type="checkbox"/>		Pernos asegurados	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Otros:	<input checked="" type="checkbox"/>		Bandas	<input checked="" type="checkbox"/>							
BQ.BQ. MQ VP02		Otros:											
BQ	MQ	<b>Vibroprensadora 03</b>			Paros de Emergencia:	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTO	—	Tiempo			Operador	
		Tolva 01	<input checked="" type="checkbox"/>		Aceite Hidraulico	<input checked="" type="checkbox"/>			MEDIO				Planificado para
		Alimentador	<input checked="" type="checkbox"/>		Engrasado:	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Mesa vibradora	<input checked="" type="checkbox"/>		Conx. Electricas:	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Matrices	<input checked="" type="checkbox"/>		Conx. Hidraulicas:	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Prensado	<input checked="" type="checkbox"/>		Conx. Neumatica	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Palletizado	<input checked="" type="checkbox"/>		Pernos asegurados	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Otros:	<input checked="" type="checkbox"/>		Bandas	<input checked="" type="checkbox"/>							
BQ.BQ. MQ VP03		Otros:	Central Hidraulica										
BQ	MQ	<b>Vibroprensadora 04</b>			Paros de Emergencia:	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTO	Ajuste de bande Ajuste de Pernos Revisión visual Check list	Tiempo			Operador	
		Tolva 01	<input checked="" type="checkbox"/>		Aceite Hidraulico	<input checked="" type="checkbox"/>			MEDIO				60 min Planificado para
		Alimentador	<input checked="" type="checkbox"/>		Engrasado:	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Mesa vibradora	<input checked="" type="checkbox"/>		Conx. Electricas:	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Matrices	<input checked="" type="checkbox"/>		Conx. Hidraulicas:	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Prensado	<input checked="" type="checkbox"/>		Conx. Neumatica	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Palletizado	<input checked="" type="checkbox"/>		Pernos asegurados	<input checked="" type="checkbox"/>							
		Otros:	<input checked="" type="checkbox"/>		Bandas	<input checked="" type="checkbox"/>							
BQ.BQ. MQ VP04		Otros:											

BLOQCENTER		GESTION DE OPERACION Y MANTENIMIENTO								Responsable:		
		Dependencia: MANTENIMIENTO			Procedimiento: REVISION Y APROBACION DE MAQUINARIA PARA TRABAJO							
		Fecha: 21/11/22	Hora:	Codigo: MTT0 BLOQ REVMAQ001		Edición: 01	Pagina 1 de 1					
Planta	Area	Maquina		Pedidos	Revision/Checklist		Riesgo	Actividades realizadas	Duracion	Observacion	Fotos / Anexo solicitudes ordenes	Responsable
BQ	MQ	Vibroprensadora 01			Paros de Emergencia:	/	ALTO	Revisión Visual Check List Planificación MTTO PREVENTIVO 22014	Tiempo			Operador
		Tolva 01	/	Aceite Hidraulico	/	Planificado para						
		Alimentador	/	Engrasado	/							
		Mesa vibradora	/	Conx. Electricas:	/	MEDIO						
		Matrices	/	Conx. Hidraulicas:	/							
		Prensado	/	Conx. Neumatica	/							
		Palletizado	/	Pernos asegurados	/	BAJO						
		Otros:	/	Bandas	/							
BQ.BQ. MQ VP01		Otros:			23/11							
BQ	MQ	Vibroprensadora 02			Paros de Emergencia:	/	ALTO	Revisión Visual Check List MTTO PREVENTIVO 22014	Tiempo			Operador
		Tolva 01	/	Aceite Hidraulico	/	Planificado para						
		Alimentador	/	Engrasado:	/							
		Mesa vibradora	/	Conx. Electricas:	/	MEDIO						
		Matrices	/	Conx. Hidraulicas:	/							
		Prensado	/	Conx. Neumatica	/							
		Palletizado	/	Pernos asegurados	/	BAJO						
		Otros:	/	Bandas	/							
BQ.BQ. MQ VP02		Otros:			24/11							
BQ	MQ	Vibroprensadora 03			Paros de Emergencia:	X	ALTO	Edison Jimmi Repotencia	Tiempo			Operador
		Tolva 01	X	Aceite Hidraulico	X	Planificado para						
		Alimentador	X	Engrasado:	/							
		Mesa vibradora	X	Conx. Electricas:	X	MEDIO						
		Matrices	X	Conx. Hidraulicas:	X							
		Prensado	X	Conx. Neumatica	X							
		Palletizado	X	Pernos asegurados	X	BAJO						
		Otros:	X	Bandas	X							
BQ.BQ. MQ VP03		Otros:										
BQ	MQ	Vibroprensadora 04			Paros de Emergencia:	/	ALTO	Revisión Visual Check List MTTO PREVENTIVO	Tiempo			Operador
		Tolva 01	/	Aceite Hidraulico	/	Planificado para						
		Alimentador	/	Engrasado:	/							
		Mesa vibradora	/	Conx. Electricas:	/	MEDIO						
		Matrices	/	Conx. Hidraulicas:	/							
		Prensado	/	Conx. Neumatica	/							
		Palletizado	/	Pernos asegurados	/	BAJO						
		Otros:	/	Bandas	/							
BQ.BQ. MQ VP04		Otros:			25/11							

## ANEXO VIII. ORDENES DE TRABAJO

FICHA DE ORDEN DE TRABAJO						
<b>Área que notifica:</b> Administrativa	<b>Fecha y hora de notificación</b>	<b>#Orden</b>	<b>Recibido por:</b> Héctor Taipicaña ( Jefe de producción)		<b>#Orden de Mantenimiento:</b> #1	
	13/01/2023	MV001				
<b>Instalación a inspeccionar o revisar:</b>	<b>Mantenimiento</b>		<b>Tipo</b>			
	<b>Correctivo</b>	<b>Preventivo</b>	<b>Mecánico</b>	<b>Eléctrico</b>	<b>Neumático</b>	<b>Otros</b>
<b>Maquina</b>	<b>Código</b>		<b>Notificación:</b>			
Vibro prensadora 001	001		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de trabajos o acciones correctivas a realizar</li> <li>- Mantenimientos preventivos a realizarse</li> </ul>			
<b>Herramientas</b>			<b>Equipos de Protección</b>			
Juego de racha Juego de llaves mixtas Destornilladores Llaves de pico Llaves de tubo Calibrador Flexómetro			Orejeras Guantes Casco Zapatos Puntas de acero Gafas			
<b>Materiales:</b>			<b>Código de Materiales:</b>			
Plancha metálica Electrodo Disco de corte Disco de desbaste			N/A 60-11 , 70-18 7" 1/8 7" 1/4			
<b>Trabajos a Realizar</b>			<b>Acciones correctivas</b>			
Cambio de rodamiento en eje excéntrico de la caja de vibración.			Verificar núcleos de aceite y gioseros para el fin funcionamiento			
			<b>Responsable:</b> Rubén Chango	<b>Fecha y Hora Emisión:</b> 9:00 am	<b>Fecha y Hora Entrega:</b> 16: 00pm	
<b>Observaciones y Recomendaciones:</b> Verificar semanalmente niveles de aceite y que los engranajes se mantengan con grasa.					<b>Firma:</b>	

Fecha:22/12/22

FICHA DE ORDEN DE TRABAJO



<b>Área que notifica:</b> Administrativa		<b>Fecha y hora de notificación</b> 13/01/2023	<b>#Orden</b> MV002	<b>Recibido por:</b> Héctor Taipicaña ( Jefe de producción)		<b>#Orden de Mantenimiento:</b> #1	
<b>Instalación a inspeccionar o revisar:</b>	<b>Mantenimiento</b>		<b>Tipo</b>				
	<b>Correctivo</b>	<b>Preventivo</b>	<b>Mecánico</b>	<b>Eléctrico</b>	<b>Neumático</b>	<b>Otros</b>	
<b>Maquina</b>	<b>Código</b>		<b>Notificación:</b>				
Vibro prensadora 002	VP 002		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimientos preventivos a realizarse</li> <li>- Revisión de tablero eléctrico de la tolvera.</li> </ul>				
<b>Herramientas</b>			<b>Equipos de Protección</b>				
Multímetro Desarmador Llaves mixtas			Orejas Guantes látex Casco Zapatos Puntas de acero Gafas				
<b>Materiales:</b> Tape Contact Cleanec			<b>Código de Materiales:</b> N/A N/A				
<b>Trabajos a Realizar</b>			<b>Acciones correctivas</b>				
Ajuste de conexiones eléctricas. Revisión de pulsadores			Limpieza de pulsadores y check de puntos de conexión				
			<b>Responsable:</b> Rubén Chango	<b>Fecha y Hora Emisión:</b> 9:00 am	<b>Fecha y Hora Entrega:</b> 16: 00pm		
<b>Observaciones y Recomendaciones:</b> N/A						<b>Firma:</b>	
						Fecha:22/12/22	

FICHA DE ORDEN DE TRABAJO							
<b>Área que notifica:</b> Administrativa	<b>Fecha y hora de notificación</b> 13/01/2023	<b>#Orden</b> MV003	<b>Recibido por:</b> Héctor Taipicaña ( Jefe de producción)		<b>#Orden de Mantenimiento:</b> #3		
	<b>Instalación a inspeccionar o revisar:</b>		<b>Mantenimiento</b>		<b>Tipo</b>		
		<b>Correctivo</b>	<b>Preventivo</b>	<b>Mecánico</b>	<b>Eléctrico</b>	<b>Neumático</b>	<b>Otros</b>
<b>Maquina</b> Vibro prensadora 003	<b>Código</b> VP 003		<b>Notificación:</b> - Limpieza y lubricación de pistones				
<b>Herramientas</b>			<b>Equipos de Protección</b>				
Wiper Contenedor desengrasante industrial Guantes Graseo Aceitero			Guantes de látex azul/negro Trajes de protección Lentes de protección				
<b>Materiales:</b> Grasa azul Aceite ISO 68 Desengrasante			<b>Código de Materiales:</b> BLOQ-CNT-005 BLOQ-CNT-006 BLOQ-CNT-007				
<b>Trabajos a Realizar</b>			<b>Acciones correctivas</b>				
Limpieza de pistones y engranajes Revisión de seguridad engranajes Revisión de pistones (rayones) Revisión contextura de la grasa			Cambio de grasa y limpieza				
			<b>Responsable:</b> Rubén Chango	<b>Fecha y Hora Emisión:</b> 9:00 am	<b>Fecha y Hora Entrega:</b> 16: 00pm		
<b>Observaciones y Recomendaciones:</b> N/A						<b>Firma:</b>	
						<b>Fecha:</b> 22/12/22	

## ANEXO IX. FICHA DE REQUERIMIENTO DE COMPRA DE MATERIALES

<b>FICHA DE REQUERIMIENTO DE COMPRA</b>		
<b>MANT-BLOQ-CENT-001-01</b>		
Nombre del solicitante:	Héctor Taipicaña / Jefe de producción	
Planta de producción:	Bloqcenter	
Requerimiento de material o compra:		
Código	Cantidad	Descripción
NJ 2308C3	4	Rodamiento de palillos
BLOQ-CNT 056	20	Rodela plug M10
BLOQ-CNT 060	15	Rodela plug ¾ (negra)
BLOQ-CNT 075	15	Tuerca H6 ¾
BLOQ-CNT 072	20	Tuerca seguridad (M10)
BLOQ-CNT 016	4	Banda V60
Utilización de la compra requerida ( en donde se va a utilizar el material):	Caja de vibración VP 001 – VP 002 – VP 003	
Tiempo estipulado de compra:	Emergente: Urgente	Programado:
Firma y Fecha del solicitud:	13/ 01/ 2023	
Aprobación del Jefe de área / encargado:	Aprobado por Rubén Chango	
Aprobación de Jefatura de compra:	<u>Firma</u>	

**ANEXO X. ENCUESTA DE DOLENCIAS DE ORIGEN MUSCULO ESQUELETICOS**



**CUESTIONARIO DE DIAGNOSTICO**

**DE DOLENCIAS DE ORIGEN MUSCULO ESQUELETICOS**

Empresa: *Blog Center*

Área: *Mantenimiento*

Cargo: *Supervisor*

Edad: *35 años*

Tiempo de servicio: *2 años*

**Objetivo:** Conocer el grado de exposición del trabajador al riesgo por la adopción de posturas inadecuadas al momento de realizar el mantenimiento.

**Instrucciones:** Complete las opciones según corresponda, hay opciones de una sola opción como múltiples, verificar la pregunta antes de marcar.

1. ¿En los últimos tres meses, ha sentido dolor en alguna parte del cuerpo mientras ejecutaba su labor en su puesto de trabajo? (Marque la casilla que corresponda)

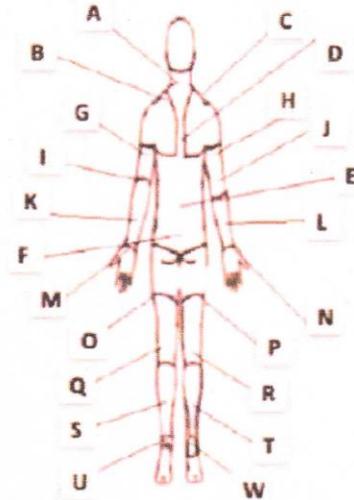
a) si

b) no

2. Mediante un check marque las casillas si ha sentido o no dolor en las partes del cuerpo que se detallan. (Utilice el grafico como guía)

Identificar	Partes del cuerpo implicada	Si	No
A	Cuello	X	
B	Hombro/Omoplato derecho		X
C	Hombro/Omoplato izquierdo		X
D	Espalda superior		X
E	Espalda inferior		X
F	Cadera		X

G	Brazo derecho		X
H	Brazo izquierdo		X
I	Codo derecho		X
J	Codo izquierdo		X
K	Antebrazo derecho		X
L	Antebrazo izquierdo		X
M	Muñeca derecha		X
N	Muñeca izquierda		X
O	Muslo derecho		X
P	Muslo izquierdo		X
Q	Rodilla derecha	X	
R	Rodilla Izquierda	X	
S	Pierna derecha		X
T	Pierna Izquierda		X
U	Tobillo/pie derecho		X
W	Tobillo/pie izquierdo		X



**CUESTIONARIO NÓRDICO DE SÍNTOMAS MUSCULO-TENDINOSO.**

1. ¿Ha tenido molestias en...?

Cuello		Hombro		Dorsal o lumbar		codo o antebrazo		Muñeca o mano	
Si	no	Si	Izdo.	si	no	Si	Izdo.	Si	Izdo.
X		No	drcho.			No	drcho.	No	drcho.
							ambas		ambas

Si ha contestado NO a la pregunta 1, no conteste más y devuelva la encuesta.

2. ¿Desde hace cuánto tiempo?

Cuello	Hombro	Dorsal o lumbar	codo o antebrazo	Muñeca o mano
1 semana				

3. ¿Ha necesitado cambiar de puesto de trabajo?

Cuello		Hombro		Dorsal o lumbar		codo o antebrazo		Muñeca o mano	
Si	no	si	no	si	no	si	no	si	no
	X								

4. ¿Ha tenido molestias en los últimos 12 meses?

Cuello		Hombro		Dorsal o lumbar		codo o antebrazo		Muñeca o mano	
Si	no	si	no	si	no	si	no	si	no
X									

Si ha contestado NO a la pregunta, no conteste más y devuelva la encuesta

5. ¿Cuánto tiempo ha tenido molestias en los últimos 12 meses?

Cuello	Hombro	Dorsal o lumbar	codo o antebrazo	Muñeca o mano
1-7 días X	1-7 días	1-7 días	1-7 días	1-7 días
8-30 días				
>30 días, no seguidos				
Siempre	Siempre	Siempre	Siempre	siempre

6. ¿Cuánto dura cada episodio?

Cuello	Hombro	Dorsal o lumbar	codo o antebrazo	Muñeca o mano
< 1 hora X	< 1 hora	< 1 hora	< 1 hora	< 1 hora
1 a 24 horas	1 a 24 horas	1 a 24 horas	1 a 24 horas	1 a 24 horas
1 a 7 días	1 a 7 días	1 a 7 días	1 a 7 días	1 a 7 días
1 a 4 semanas	1 a 4 semanas	1 a 4 semanas	1 a 4 semanas	1 a 4 semanas
> 1 mes	> 1 mes	> 1 mes	> 1 mes	> 1 mes

7. ¿cuánto tiempo estas molestias le han impedido hacer su trabajo en los últimos 12 meses?

Cuello	Hombro	Dorsal o lumbar	codo o antebrazo	Muñeca o mano
0 día X	0 día	0 día	0 día	0 día



1 a 7 días				
1 a 4 semanas				
> 1 mes				

8. ¿Ha recibido tratamiento por estas molestias en los últimos 12 meses?

Cuello		Hombro		Dorsal o lumbar		codo o antebrazo		Muñeca o mano	
Si	no	si	no	si	No	si	no	si	no

9. ¿Ha tenido molestias en los últimos 7 días?

Cuello		Hombro		Dorsal o lumbar		codo o antebrazo		Muñeca o mano	
Si	no	si	no	si	No	si	no	si	no

10. Póngales nota a sus molestias entre 0 (sin molestia) y 5 (molestias muy fuertes)

Cuello	Hombro	Dorsal o lumbar	codo o antebrazo	Muñeca o mano
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5

11. ¿A qué atribuye estas molestias?

Cuello	Hombro	Dorsal o lumbar	codo o antebrazo	Muñeca o mano
x				

Puede agregar cualquier comentario de su interés aquí debajo de la hoja. Muchas gracias

por su cooperación. Exceso de trabajo y presión en pedidos de producción.

*S. Hector Tapia*



## ANEXO XI. EVALUACIÓN MÉTODO REBA

FICHA: #2			
Información del puesto		Información del trabajador	
Identificador del puesto:	Área de producción	Nombre:	R.C
Departamento/Área:	Mantenimiento	Edad:	32 años
Empresa:	Bloqcenter	Sexo:	Hombre
Descripción:	Esmerilado de la base Matriz	Tiempo que ocupa el puesto por jornada:	9 horas
		Duración de la jornada laboral:	8 horas
Medición Angular			
GRUPO A			
Medición de ángulo del Tronco		Medición de ángulo del Cuello	
 <p style="text-align: center;">Ángulos: 56° - 304°</p>		 <p style="text-align: center;">Ángulos: 73° - 287°</p>	
Medición de ángulo las Piernas			
 <p style="text-align: center;">Ángulos: 22° - 338°</p>			

**GRUPO B**

**Medición de ángulo del Brazo**



Ángulos: 8° - 352°

**Medición de ángulo del Antebrazo**



Ángulos: 74° - 286°

**Medición de ángulo de la Muñeca**



Ángulos: 20° - 340°

## Tabla de evaluación del Grupo A y B

### Tabla De Evaluación del Mantenimiento de Esmerilado de la base matriz de la Vibro prensadora

#### ➤ GRUPO A

Tabla X.1. Puntuación Tronco

Posición	Puntuación	Corrección	
Tronco erguido	1	Añadir <b>+1</b> si hay torsión o inclinación lateral	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2		
Flexión >20° y < 60° extensión >20°	<b>3</b>		
Flexión >60°	4		
	3+1	<b>4</b>	

Tabla X.2. Puntuación del cuello.

Posición	Puntuación	Corrección	
Flexión entre 0° y 20°	1	Añadir <b>+1</b> si hay torsión o inclinación lateral	
Flexión > 20° o extensión	<b>2</b>		
	2+1	<b>3</b>	

Tabla X.3. Puntuación de las piernas.

Posición	Puntuación	Corrección	
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	<b>1</b>	Añadir <b>+1</b> si hay flexión de rodillas entre 30 y 60° + 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)	
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	2		
	1+1	<b>2</b>	

Tabla X.4. Puntuación de carga/fuerza.

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>+1</b>
< 5 Kg	5 a 10 Kg	>10 Kg	Instauración rápida o brusca

### Puntuación del Grupo A

Para la puntuación del Grupo A se toma en cuenta la tabla X.5, y una vez obtenidas las puntuaciones individuales de cuello, piernas y tronco de la postura evaluada, se procede a obtener el valor de la Tabla A, al cruzar las tres puntuaciones. Puntuación **Tabla A = 7**

Tabla X.5. Tabla A.

		Cuello											
		1				2				3			
Piernas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

A continuación, se suma la puntuación del Grupo A con la puntuación carga/fuerza:

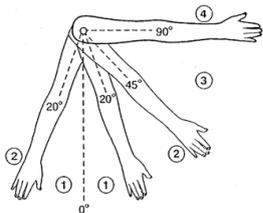
Puntuación A = Resultado Tabla A + carga/ fuerza

Puntuación A = 7+ 1

**Puntuación A = 8**

### ➤ GRUPO B

Tabla X.6. Puntuación del brazo.

Posición	Puntuación	Corrección	
0 – 20° flexión/extensión	1	Añadir	
>20° extensión 20-45° flexión	2	+ 1 si hay abducción o rotación	
45-90° flexión	3	+ 1 elevación del hombro	

Flexión >90°	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la Gravedad	
	1+1	<b>2</b>	

Tabla X.7. Puntuación del antebrazo.

Posición	Puntuación	
60° - 100 flexión	<b>1</b>	
Flexión <60° o >100°	2	

Tabla X.8. Puntuación de la muñeca.

Posición	Puntuación	Corrección	
0° - 15° flexión/extensión	1	Añadir	
Flexión/extensión >15°	<b>2</b>	<b>+ 1</b> si hay torsión o desviación lateral	
	2+1	<b>3</b>	

Tabla X.9. Puntuación de agarre.

<b>0 – Bueno</b>	<b>1 – Regular</b>	<b>2 – Malo</b>	<b>3 – Inaceptable</b>
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incomodo, sin agarre manual inaceptable usando otras partes del cuerpo

Tabla X.10. Puntuación de Actividad muscular.

<b>+1</b>	<b>+1</b>	<b>+1</b>
Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. Aguantadas más de 1 min	Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto	Cambios posturales importantes o posturas inestables

### Puntuación del grupo B

Para la puntuación del Grupo B, se toma en cuenta la tabla X.11, y una vez obtenidas las puntuaciones individuales de antebrazo, brazo y muñeca de la postura evaluada, se procede a obtener el valor de la Tabla B, al cruzar las tres puntuaciones. Puntuación **Tabla B= 3**.

Tabla X.11. Tabla B.

		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

A continuación, se suma la puntuación del Grupo B con la puntuación de agarre:

Puntuación B = Resultado Tabla B + agarre

Puntuación B = 3+0

**Puntuación B = 3**

Con las puntuaciones de las tablas A y B se obtuvo la puntuación C introduciendo los valores en la tabla X.12, siendo el valor de la **puntuación C = 8**.

Tabla X.12. Tabla C

		Puntuación B											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Puntuación A	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11

	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Finalmente, la puntuación final del método REBA es el resultado de sumar a la Puntuación C con el incremento de la actividad muscular.

Puntuación Final = Puntuación C + Puntuación del tipo de actividad muscular

Puntuación Final = 8 + 1

**Puntuación Final = 9**

Tabla X.13. Nivel de actuación del esmerilado de la base matriz.

Niveles de riesgo y acción	
Puntuación final REBA	9
Nivel de acción	3
Nivel de riesgo	Alto
Actuación	Es necesaria la actuación cuanto antes

Ficha: #3

Información del puesto		Información del trabajador	
Identificador del puesto:	Área de producción	Nombre:	H.T
Departamento/Área:	Mantenimiento	Edad:	32 años
Empresa:	Bloqcenter	Sexo:	Hombre
Descripción:	Apilado de la base Matriz	Tiempo que ocupa el puesto por jornada:	9 horas
		Duración de la jornada laboral:	8 horas

**Medición Angular**

**GRUPO A**

**Angulo del Tronco**



**Angulo del Cuello**



**Angulo de las piernas**



**GRUPO B**

Angulo del Brazo	Angulo del Antebrazo
	

**Tabla de Evaluación de Mantenimiento del Apilado de la base matriz de la Vibro prensadora**

➤ **GRUPO A**

Tabla X.14. Puntuación Tronco.

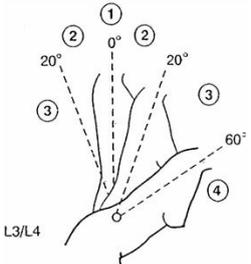
Posición	Puntuación	Corrección	
Tronco erguido	1	Añadir <b>+1</b> si hay torsión o inclinación lateral	
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2		
Flexión >20° y < o = 60° extensión >20°	<b>3</b>		
Flexión >60°	4		
	3+1	<b>4</b>	

Tabla X.15. Puntuación del cuello.

Posición	Puntuación	Corrección	
Flexión entre 0° y 20°	1	Añadir <b>+1</b> si hay torsión o inclinación lateral	
Flexión > 20° o extensión	<b>2</b>		
	2+1	<b>3</b>	

Tabla X.16. Puntuación de las piernas.

Posición	Puntuación	Corrección	
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1	<b>+ 1</b> si hay flexión de rodillas entre 30 y 60°	
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.	<b>2</b>	+ 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)	
	2+1	<b>3</b>	

Tabla X.17. Puntuación carga/fuerza.

<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>+1</b>
< 5 Kg	5 a 10 Kg	>10 Kg	Instauración rápida o brusca

### Puntuación del Grupo A

Para la puntuación del Grupo A se toma en cuenta la tabla X.18, y una vez obtenidas las puntuaciones individuales de cuello, piernas y tronco de la postura evaluada, se procede a obtener el valor de la Tabla A, al cruzar las tres puntuaciones. Puntuación **Tabla A = 8**.

Tabla X.18. Tabla A.

		Cuello											
		1				2				3			
Piernas		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

A continuación, se suma la puntuación del Grupo A con la puntuación carga/fuerza:

Puntuación A = Resultado Tabla A + carga/ fuerza

Puntuación A = 8 + 0

**Puntuación A = 8**

➤ **GRUPO B**

Tabla X.19. Puntuación del brazo.

Posición	Puntuación	Corrección	
0 – 20° flexión/extensión	1	Añadir + 1 si hay abducción o rotación + 1 elevación del hombro - 1 si hay apoyo o postura a favor de la Gravedad	
>20° extensión 20-45° flexión	2		
45-90° flexión	3		
Flexión >90°	4		
	1+1	2	

Tabla X.20. Puntuación del antebrazo.

Posición	Puntuación	
60° - 100 flexión	1	
Flexión <60° o >100°	2	

Tabla X.21. Puntuación de la muñeca.

Posición	Puntuación	Corrección	
0° - 15° flexión/extensión	1	Añadir + 1 si hay torsión o desviación lateral	
Flexión/extensión >15°	2		

Tabla X.22. Puntuación del agarre.

0 – Bueno	1 – Regular	2 – Malo	3 - Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incomodo, sin agarre manual inaceptable usando otras partes del cuerpo

Tabla X.23. Puntuación de Actividad Muscular.

+1	+1	+1
Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. Aguantadas más de 1 min	Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto	Cambios posturales importantes o posturas inestables

### Puntuación del grupo B

Para la puntuación del Grupo B, se toma en cuenta la tabla X.24, y una vez obtenidas las puntuaciones individuales de antebrazo, brazo y muñeca de la postura evaluada, se procede a obtener el valor de la Tabla B, al cruzar las tres puntuaciones. Puntuación **Tabla B= 1**.

Tabla X.24. Tabla B.

		Antebrazo					
		1			2		
Muñeca		1	2	3	1	2	3
Brazo	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

A continuación, se suma la puntuación del Grupo B con la puntuación de agarre:

Puntuación B = Resultado Tabla B + agarre

Puntuación B = 1+1

**Puntuación B = 2**

Con las puntuaciones de las tablas A y B se obtuvo la puntuación C introduciendo los valores en la tabla X.25, siendo el valor de la **puntuación C = 8**.

Tabla X.25. Tabla C

		Puntuación B											
Puntuación A		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Finalmente la puntuación final del método REBA es el resultado de sumar a la Puntuación C con el incremento de la actividad muscular.

Puntuación Final = Puntuación C + Puntuación del tipo de actividad muscular

Puntuación Final = 8 + 1

**Puntuación Final = 9**

Tabla X.26. Nivel de actuación del apilado de la base matriz.

<b>Niveles de riesgo y acción</b>	
Puntuación final REBA	9
Nivel de acción	3
Nivel de riesgo	Alto
Actuación	Es necesaria la actuación cuanto antes

