

**ANALISIS DE CRITICIDAD Y ANALISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLA
PARA LINEA DE PRENSAS HIDRAULICAS Y TROQUELADORAS DE
INDUSTRIAS PARTMO S.A.**

ALVARO JHAIR MALAGON REYES



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2014

**ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y ANALISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLA
PARA LINEA DE PRENSAS HIDRAULICAS Y TROQUELADORAS DE
INDUSTRIAS PARTMO S.A.**

ÁLVARO JHAIR MALAGON REYES

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

**DIRECTOR
PEDRO JOSÉ DÍAZ GUERRERO
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2014

DEDICATORIA

Inicialmente deseo dedicarle este trabajo especial a todas las personas que siempre creyeron en mi capacidad, capacidad que tenemos todos, es grato saber la fuerza y determinación que poseemos cuando queremos alcanzar algo.

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado la vida para lograr mis objetivos. Por ser siempre ese sentimiento de alegría, tranquilidad y serenidad en cada momento de esta etapa de vida que esta próxima a culminar, espero ser digno por tan valioso esfuerzo.

A mis dos amores regalitos del Creador, mi esposa Lizeth Rocío Cala y mi hijo primogénito Alejandro Malagón Cala, por estar a mi lado brindándome todo su amor, entrega e infinita dedicación; A ti mi amor, gracias por tenerme mucha comprensión y paciencia durante estos años de mi vida, desde que te tengo a mi lado has sido una pieza clave en mi desarrollo personal y profesional, me has hecho feliz con tu amor de mujer y me diste la mayor bendición de mi vida, el nacimiento de nuestro adorado hijo...mil gracias porque siempre me apoyas sin condiciones.

A mis padres Nelsy Reyes Rangel y Álvaro Malagón Reyes, no hay un día en el que no le agradezca a Dios el haberme colocado entre ustedes, la fortuna más grande es tenerlos conmigo y el tesoro más valioso son todos y cada uno de los valores que me inculcaron...me han dado todo lo que soy como persona, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia y el coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hermana Stephany Malagón Reyes gracias sencillamente, porque el amor de hermana no tiene sustituto, porque me conoce tal como soy, porque me acepta a pesar de todas mis faltas y aunque posiblemente piense que “no le queda de otra”, siento que siempre estará conmigo mi hermana consentida.

A mis abuelitas, Aurelia Reyes y Bárbara Rangel, por ser fuente de motivación y por dejarme la herencia más importante en mi vida: mis padres que amo con todo el corazón.

A mi nueva familia, los Cala Gómez, porque con su cariño, hermandad, convivencia y ejemplo, han sido parte fundamental para mi promoción personal.

A mi amigo hermano de toda la vida, Diego A. Forero Gómez por ofrecerme siempre esa mano desinteresada y con el pasar del tiempo, nuestra amistad sigue incondicional y transparente en todo momento.

“...se requiere de muchos estudios para ser profesional, pero se requiere de toda una vida para aprender a ser persona”

Álvaro Jhair Malagón Reyes.

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente por permitirme alcanzar tan anhelada meta.

Al Ingeniero Pedro José Díaz Guerrero quien fue mi director de proyecto, por su dedicación y acompañamiento en tan arduo trabajo, deseo expresarle mi gratitud deseándole éxito y el mayor de los augurios en su trayectoria profesional.

A la gran familia de INDUSTRIAS PARTMO S.A por darme la oportunidad de realizar este proyecto en sus instalaciones y de esta manera poder aportar soluciones en favor del mejoramiento y eficiencia de producción, engrandeciendo y reafirmando el buen prestigio y trayectoria que tienen como empresa a nivel nacional e internacional.

A todo el valioso equipo de Ingenieros Mecánicos Docentes de la Escuela de Ingeniería Mecánica por toda su ayuda y asesoría en mi formación como profesional.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.2 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.3 OBJETIVOS	23
1.3.1 Objetivo general	23
1.3.2. Objetivos específicos	23
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN	24
2. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DEL DEPARTAMENTO TECNICO DE INDUSTRIAS PARTMO S.A	26
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	26
2.2 OBJETO SOCIAL	26
2.3 MISIÓN	27
2.4 VISIÓN	27
2.5 CATÁLOGO DE PRODUCTOS	27
2.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	28
2.7 DEPARTAMENTO TÉCNICO INDUSTRIAS PARTMO	29
2.7.1. Objetivos del departamento técnico	30
2.7.2. Método para la inspección de maquinaria	30
2.7.3. Recursos del departamento técnico	31
2.7.4. Diagnóstico del departamento técnico	32

3. DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DENTRO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LAS PRENSAS HIDRAULICAS Y TROQUELADORAS DE INDUSTRIAS PARTMO S.A.	36
3.1. CLASIFICACIÓN DE LAS PRENSAS	36
3.2. ASPECTOS TEÓRICOS GENERALES DEL EMBUTIDO	41
3.2.1. Definición y conceptos generales	42
3.2.2. Clasificación de los tipos de embutición.	43
3.3 PROCESO DE EMBUTIDO DE TARRO EN INDUSTRIAS PARTMO S.A.	47
3.4. PROCESO DE TROQUELADO DE PARTES EN INDUSTRIAS PARTMO S. A.	48
4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR FACTORES DE PONDERACIÓN PARA PRENSAS HIDRÁULICAS Y TROQUELADORAS VINCULADAS AL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE INDUSTRIAS PARTMO S.A.	50
4.1 FICHAS PARA REGISTRO DE EQUIPOS GRUPO DE PRENSAS HIDRÁULICAS	58
4.1.1 Diagnostico según chequeo visual/auditivo de componentes	62
4.1.2. Seguridad industrial para las prensas hidráulicas	65
4.1.3. Lubricación	65
4.2. FICHAS PARA REGISTRO DE EQUIPOS GRUPO DE TROQUELADORAS	67
4.2.1. Diagnostico según chequeo visual/auditivo de componentes	74
4.2.2. Seguridad industrial para las troqueladoras	76
4.2.3. Lubricación	76
4.3. ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN PRENSAS HIDRÁULICAS	76
4.4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN TROQUELADORAS	80
4.5. DIAGNÓSTICO DE REPARACIONES REPETITIVAS IDENTIFICADAS Y PROCEDIMIENTOS	82

5. ESTUDIO DE CONFIABILIDAD	85
5.1 RECOLECCIÓN DE DATOS HISTÓRICOS	85
5.1.1. Datos históricos prensas hidráulicas	86
5.1.2. Datos históricos troqueladoras	98
5.2. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CON LA DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL	105
5.2.1. Cálculo de los parámetros de confiabilidad	106
5.2.2. Cálculo de los parámetros de mantenibilidad.	115
5.3. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MODELO PROBABILÍSTICO DE WEIBULL PARA ANÁLISIS DE VIDA DE LOS EQUIPOS PRENSAS HIDRÁULICAS Y TROQUELADORAS DE INDUSTRIAS PARTMO S.A.	118
5.4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LOS PARÁMETROS CALCULADOS	119
6. ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (AMEF).	121
6.1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO	121
6.1.1. Determinar y definir el sistema	122
6.1.2. Identificar y definir las funciones del sistema	122
6.1.3. Modos de falla	123
6.1.4. Efectos de falla	123
6.1.5. Causas del modo de falla	123
6.1.6. Registro de la información	124
6.2. GENERALIDADES DE FUNCIONAMIENTO DE PRENSAS HIDRÁULICAS CRÍTICAS SEGÚN ANÁLISIS DE CRITICIDAD	124
6.2.1. Prensa hidráulica Rolop, PH-01	126
6.2.2. Prensas hidráulicas Corpisan, PH-08 y PH-09.	127
6.2.3. Prensa hidráulica Partmo, PH-14.	128
6.3. GENERALIDADES DE FUNCIONAMIENTO DE TROQUELADORAS CRÍTICAS SEGÚN ANÁLISIS DE CRITICIDAD.	129
6.3.1. Troqueladora Vaptsarov PE-100M, TR-24	129

6.3.2. Troqueladora Arisa G40-IV, TR-25	131
6.4 ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA PARA PRENSAS HIDRÁULICAS.	132
6.4.1 Sistema estructural	133
6.4.2 Sistema hidráulico	134
6.4.3 Sistema eléctrico	135
6.4.4 Sistema de eyección de tarros	136
6.5 ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA PARA TROQUELADORAS	136
6.5.1. Sistema control de potencia	137
6.5.2 Sistema de embrague/freno	137
6.5.3 Árbol excéntrico	138
6.5.4 Biela	138
6.5.5 Carro porta herramienta	138
6.5.6 Sistema neumático	138
6.5.7 Sistema de alimentación	139
6.5.8 Sistema de lubricación	139
6.6. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y REGISTRO DEL AMEF.	139
7. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	140
7.1 REQUERIMIENTOS PARA IMPLEMENTAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	140
7.2 PROCEDIMIENTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN MAQUINARIA DE INDUSTRIAS PARTMO S.A.	141
7.3. FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS	143
7.4. FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	143
7.5. CRONOGRAMA ANUAL DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.	144
7.6 FICHA INSTRUCTIVA DE LUBRICACIÓN.	144

8. CONCLUSIONES.	145
9. RECOMENDACIONES	147
BIBLIOGRAFÍA	148
ANEXOS	150

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Productos Partmo	28
Figura 2. Organigrama general	29
Figura 3. Tipos de prensas mecánicas	38
Figura 4. Prensa con estructura en C	41
Figura 5. Prensa con estructura de lados rectos	42
Figura 6. Proceso de embutición	43
Figura 7. Cuadro sinóptico referente a los diferentes tipos de embutido	45
Figura 8. Embutición con prensachapas	46
Figura 9. Modelo de matriz de criticidad	56
Figura 10. Formato de encuesta análisis de criticidad Industrias Partmo S.A.	57
Figura 11. Prensa hidráulica PH-01	58
Figura 12. Prensa hidráulica PH-05	58
Figura 13. Prensa hidráulica PH-08.	59
Figura 14. Prensa hidráulica PH-09	59
Figura 15. Prensa hidráulica PH-10	60
Figura 16. Prensa hidráulica PH-11	60
Figura 17. Prensa hidráulica PH-12	61
Figura 18. Prensa hidráulica PH-13	61
Figura 19. Prensa hidráulica PH-14.	62
Figura 20. Prensa hidráulica PH-18	62
Figura 21. Troqueladora TR-10	67
Figura 22. Troqueladora TR-14	67
Figura 23. Troqueladora TR-15	68
Figura 24. Troqueladora TR-16	68
Figura 25. Troqueladora TR-17	69

Figura 26. Troqueladora TR-19	69
Figura 27. Troqueladora TR-20	70
Figura 28. Troqueladora TR-21	70
Figura 29. Troqueladora TR-22.	71
Figura 30. Troqueladora TR-23	71
Figura 31. Troqueladora TR-24	72
Figura 32. Troqueladora TR-25.	72
Figura 33. Troqueladora TR-27	73
Figura 34. Troqueladora TR-29	73
Figura 35. Troqueladora TR-30.	74
Figura 36. Módulo de registro de falla software MPC.	86
Figura 37. Papel de Weibull.	107
Figura 38. Tabla de fiabilidad	109
Figura 39. Tabla de Kolmogorov-Smirnov sobre bondad de ajuste.	111
Figura 40. Software aplicación de confiabilidad Industrias Partmo S.A.	112
Figura 41. Curvas de Weibull para análisis de confiabilidad para prensa hidráulica, PH-01.	114
Figura 42. Curvas de Weibull para mantenibilidad de la prensa hidráulica PH-01.	117
Figura 43. Subsistemas para prensas hidráulicas.	133
Figura 44. Subsistemas para troqueladoras.	137

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ponderaciones de los parámetros del análisis de criticidad	52
Tabla 2. Síntesis de datos estadísticos para el análisis de criticidad equipos de industrias Partmo S.A.	55
Tabla 3. Listado de prensas hidráulicas Industrias Partmo S.A.	77
Tabla 4. Clasificación de las prensas hidráulicas de Industrias Partmo S.A.	78
Tabla 5. Cálculo de criticidad en prensas hidráulicas de Industrias Partmo S.A.	79
Tabla 6. Listado troqueladoras de Industrias Partmo S.A.	80
Tabla 7. Cálculo de criticidad en troqueladoras de Industrias Partmo S.A.	81
Tabla 8. Clasificación de las troqueladoras de Industrias Partmo S.A.	82
Tabla 9. Datos históricos prensa hidráulica PH-01	87
Tabla 10. Datos históricos troqueladora TR-24.	99
Tabla 11. Resultados parámetros de vida.	118
Tabla 12. Resultados disponibilidad inherente.	118
Tabla 13. Especificaciones técnicas prensa hidráulica Rolop, PH-01.	127
Tabla 14. Especificaciones técnicas prensa hidráulica Corpisan, PH-08.	128
Tabla 15. Especificaciones técnicas prensa hidráulica Corpisan, PH-09.	129
Tabla 16. Especificaciones técnicas prensa hidráulica Partmo, PH-14.	129
Tabla 17. Especificaciones técnicas troqueladora Vaptsarov, TR-24.	131
Tabla 18. Especificaciones técnicas troqueladora Arisa, TR-25.	132

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Datos históricos de los equipos críticos del grupo de prensas hidráulicas.	150
Anexo B. Datos históricos del equipo medianamente crítico, troqueladora TR-25.	171
Anexo C. Gráficas de confiabilidad y mantenibilidad para las prensas hidráulicas y troqueladoras, críticas y medianamente críticas.	180
Anexo D. Hojas de trabajo del AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Falla).	190
Anexo E. Prototipo de ficha técnica y de registro de mantenimiento de equipos.	203
Anexo F. Fichas de mantenimiento autónomo para equipos críticos de Industrias Partmo S.A.	205
Anexo G. Plan anual de mantenimiento preventivo	212
Anexo H. Ficha instructivo de lubricación.	221
Anexo I. Planos de sistemas hidráulicos y neumáticos de equipos altamente críticos, Industrias Partmo S.A.	227

RESUMEN

TÍTULO: ANÁLISIS DE CRITICIDAD Y ANALISIS DE MODO Y EFECTOS DE FALLA PARA LINEA DE PRENSAS HIDRAULICAS Y TROQUELADORAS DE INDUSTRIAS PARTMO S. A *

AUTOR: Álvaro Jhair Malagón Reyes **.

PALABRAS CLAVES: Análisis de Criticidad, Distribución de Weibull, Confiabilidad, Mantenibilidad, Disponibilidad, Análisis de modo y efectos de falla, Plan de mantenimiento.

DESCRIPCIÓN:

El presente trabajo de grado realizado en Industrias Partmo tiene como objetivo identificar los equipos críticos en la línea de prensas hidráulicas y troqueladoras, mejorando prácticas de mantenimiento actuales llevadas a cabo por el departamento técnico lo que le permitirá estar al tanto de las nuevas tendencias del mantenimiento apoyándose en herramientas de confiabilidad, las cuales son importantes para la comprensión de los fenómenos de falla de los equipos no solo en la maquinaria mencionada si no en todos los demás equipos con los que cuenta la empresa en sus diferentes líneas de producción. El desarrollo de este proyecto busca inicialmente diagnosticar la situación actual del departamento técnico mediante la evaluación de sus métodos de servicio, directrices administrativas y recursos con los que dispone operativamente. Posteriormente se hace un reconocimiento de los dos grupos de maquinaria apoyado de entrevistas a personal encargado de producción, operadores y personal de mantenimiento con el fin de realizar el análisis de criticidad. Lo siguiente consiste en recopilar los datos de tiempos entre fallas y tiempos de reparación de los equipos críticos, asistidos por el departamento técnico, con estos se calculan los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad a través de la distribución Weibull. Estos indicadores permiten describir cómo se comporta cada equipo crítico teniendo en cuenta su ubicación en la curva de Davies. Más adelante se realizó un análisis de modo y efectos de falla que es otra de las herramientas de confiabilidad que junto con las herramientas anteriormente mencionadas permiten mejorar las estrategias de mantenimiento. Finalmente, el proyecto presenta la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo general para los dos grupos de maquinaria evaluada a través de fichas de mantenimiento autónomo, fichas de registro, formato de ficha técnica y cronograma de actividades periódicas.

* Trabajo de Grado.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Ing. Pedro José Díaz Guerrero

SUMMARY

TITLE: CRITICALITY ANALYSIS AND ANALYSIS OF FAILURE MODE AND EFFECTS PRESSES HYDRAULIC AND STAMPING MACHINES OF INDUSTRIAS PARTMO S.A.*

AUTHOR: Álvaro Jhair Malagón Reyes** .

KEYWORDS: Criticality Analysis, Weibull distribution, Reliability, Maintainability, Availability, Analysis of failure mode and effects, Maintenance Plan.

The following work done in Industries Partmo S.A aims to identify the critical equipment from line of hydraulic presses and stamping machines and improve current maintenance practices carried out by technical and maintenance department what will keep abreast of new trends in the maintenance building on reliability tools, these tools are important for the understanding of the phenomena of equipment failure not only in the group of machinery listed above if not also in all other equipment are there Industries Partmo S.A in different production lines. The development of this project seeks first part diagnose the current state of the technical department by evaluating their service methods, administrative guidelines and resources with which available operatively. Later a recognition, diagnosis, inventory of equipment line of hydraulic presses and stamping machines and interviewing each of the production managers, operators and maintenance personnel, this in order to realize the criticality analysis. The next thing is to collect data on time between failures and repair times for critical equipment, delivered by technical and maintenance department are calculated with these indicators of reliability, maintainability and availability through i-kaésimo method, the Weibull distribution Availability and type desired. The calculated indicators help describe how each team performs critical given its location on the Davies bath curve. Further analysis was conducted and failure effects mode is another tool of reliability with the above tools can improve maintenance strategies. Finally, the project presents a proposal for a preventive maintenance plan, each critical equipment identified in the criticality analysis, which was based on the results of the reliability study and analysis of failure modes and effects.

* Degree Work

** Faculty of Physics Mechanical Engineering School of Mechanical Engineering. Director: Ing. Pedro José Díaz Guerrero

INTRODUCCIÓN

El contexto actual y futuro de alta calidad que impone a las empresas la necesidad de modernización y mejoramiento, con el fin de elevar su productividad y condiciones competitivas, hace obligatorio la existencia de buenas políticas de mantenimiento dentro del departamento encargado de dicho servicio. Por esta razón es necesario implementar herramientas y estudios que permitan optimizar los procesos siempre pensando en la satisfacción del cliente y los objetivos misionales de la empresa.

Industrias Partmo S.A. es una empresa con 50 años de experiencia dedicada a la producción de elementos en el campo de la filtración y productos afines, la cual se ha mantenido competitiva gracias a la constante inversión en tecnología que realiza, a su visión para reconocer las falencias de su proceso productivo y el compromiso con el mejoramiento continuo.

La división de servicio técnico y mantenimiento de Industrias Partmo S.A, debe obedecer a esta renovación en políticas de mantenibilidad y apoyarse en la confiabilidad, que es una metodología de análisis que se soporta en una serie de herramientas que permite evaluar los sistemas no solo en el presente sino a futuro basado en el estudio de las fallas en los equipos. Son múltiples los mecanismos con los que cuenta la confiabilidad con el fin de proponer planes estratégicos para lograr la excelencia en las actividades de mantenimiento, evitando disminución en la calidad que se refleja en el aumento del costo del producto final, ya que equipos en mal estado generan disminución en la capacidad de producción y grandes cantidades de reclamaciones por producto no conforme.

Mantener una información actualizada recopilada diariamente permite programar actividades preventivas durante largos periodos de tiempo, conocer el estado real de las máquinas y prever los cambios de partes y repuestos debido al desgaste natural. Adicionalmente es posible generar bases de datos que ofrezcan información sobre referencias, precios, proveedores, equipos, partes, inventario existente, mínimos y máximos de consumo, etc.

Teniendo en cuenta lo anterior se evidencia la necesidad de optimizar la interpretación del registro de fallas en el sistema computarizado de uso por el departamento técnico de Industrias Partmo S.A, mediante la implementación de un modelo de confiabilidad para que el aporte informático en la gestión de mantenimiento se convierta en un valor agregado real para la empresa.

El presente trabajo pretende mediante la implementación de un análisis de criticidad, un análisis de modos y efectos de falla y la comprensión de los fenómenos de falla de los equipos con modelos probabilísticos, controlar y mejorar los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los equipos que pertenecen a los procesos de troquelado de partes como son las prensas hidráulicas y troqueladoras Industrias Partmo S.A, permitiendo al departamento técnico y de mantenimiento de máquinas y herramientas una adecuada planificación, programación y ejecución de las operaciones de mantenimiento en dichas maquinas ya que estos son equipos de producción con alta relevancia en los cuales detener su servicio perjudica de gran manera el transcurrir normal del proceso productivo.

1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El departamento técnico y de mantenimiento de máquinas y herramientas de Industrias Partmo S.A. a través de los años se constituye como una división de servicio que genera soluciones en la medida de sus capacidades y limitaciones, principalmente para el departamento de producción.

Su función primordial es la de mantener la capacidad productiva de la planta al máximo a través de la conservación de los equipos y herramientas, además por la criticidad del proceso productivo se demanda un servicio altamente eficiente del mismo. De igual manera el departamento técnico se enfrenta a la realidad del manejo de activos de alto valor, donde su fracaso operativo es perturbador y costoso, no solo por las implicaciones económicas de sostenimiento de los mismos sino también porque los procesos que cubren dichos equipos afectan directamente la eficiencia y volumen del proceso productivo.

Actualmente el departamento técnico es consciente de la necesidad en desarrollar y aplicar de manera efectiva las mejores prácticas de la industria existentes en el área de mantenimiento y sustitución de equipos e instalaciones que tiene a su cargo, requiriendo disponer herramientas que le permitan ayudar en la realización de un estudio que soporte de la mejor manera la toma de decisiones referentes al mantenimiento de la maquinaria al servicio de la planta de producción de Industrias Partmo S.A.

Por lo anterior es del interés de la empresa realizar análisis existentes en las áreas de mantenimiento y confiabilidad, que le permitan fortalecer su proceso de toma

de decisiones e iniciar planes de mantenimiento mejorados inicialmente en las prensas hidráulicas y las maquinas troqueladoras siendo éstos los equipos más críticos en su planta de producción. Meta que propone el presente trabajo de grado.

1.2 PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

El departamento técnico y de mantenimiento requiere métodos formales para asegurar y soportar la toma de decisiones respecto de sus inversiones y sus programas de operación y mantenimiento.

En los últimos años se ha venido almacenando información sin un patrón establecido de las reparaciones realizadas en la totalidad de los equipos en planta de producción y de igual manera sin un análisis detallado de la misma y de cuanto están costando dichas reparaciones no solo por los materiales y repuestos utilizados, sino también el costo que implica el tener estos equipos sin funcionar cuando las reparaciones implican tiempos largos de ejecución.

Por otra parte en este momento no se tiene establecido de manera estricta un plan de mantenimiento preventivo a seguir para la totalidad de equipos presentes en planta debiendo iniciar uno para los equipos más críticos, siendo para el alcance de este trabajo de grado el análisis en máquinas troqueladoras y prensas hidráulicas, es decir para aquellos equipos que se relacionan directamente con las herramientas de troquelado de partes.

Por ello existe la necesidad de analizar esta información de manera detallada y obtener conclusiones que contribuyan en los propósitos del departamento técnico y mantenimiento de máquinas y herramientas entre los que están:

- Mantener el mejoramiento continuo en la calidad y confiabilidad de servicios.

- Mantener un control sobre las actividades propias de la gestión de mantenimiento y obtener resultados orientados hacia una gestión óptima.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Fortalecer los vínculos entre la Universidad Industrial de Santander y la empresa Industrias Partmo S.A a través de la continuidad de proyectos de mutuo beneficio, elaborando mejoras en los procesos industriales de la empresa.

1.3.2. Objetivos específicos. Para el cumplimiento del objetivo general del proyecto se requiere lo siguiente:

- Diagnosticar y evaluar el estado actual de la gestión del mantenimiento de la empresa Industrias Partmo S.A.
- Inventariar y codificar los diferentes equipos del área de prensas hidráulicas y troqueladoras.
- Realizar una matriz de criticidad para la maquinaria de prensas hidráulicas y troqueladoras en planta, que permita jerarquizar por su importancia los equipos de este grupo sobre los cuales vale la pena dirigir recursos humanos, económicos y tecnológicos prioritariamente.
- Realizar un análisis de modos y efectos de fallas (AMEF) para los grupos de prensas hidráulicas y troqueladoras con los que cuenta Industrias Partmo S.A. en su planta de producción.
- Con base en la estadística de fallas identificar de forma gráfica en qué fase del ciclo de vida (juventud, madurez y envejecimiento) se encuentran los equipos analizados, por medio de la distribución de Weibull.
- Disponer los datos históricos de falla desde el software de mantenimiento MPC con el que cuenta la empresa actualmente permitiendo:

- Elaborar un formato estandarizado de ficha técnica para los equipos evaluados.
- Proponer un programa de mantenimiento preventivo para los grupos de prensas hidráulicas y troqueladoras con los que cuenta Industrias Partmo S.A. en su planta de producción.
- Recopilar la documentación técnica como manuales de operación, diagramas hidráulicos y neumáticos de las prensas y troqueladoras con alto nivel de criticidad.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Este trabajo de grado desea contribuir con el departamento técnico y de mantenimiento de máquinas y herramientas en su búsqueda de mecanismos que contribuyan en la utilización de las mejores prácticas para incrementar el desempeño de sus procesos.

La realización de un análisis de criticidad en las prensas hidráulicas y troqueladoras de la planta de producción de Industrias Partmo S.A. facilitará optimizar la asignación de recursos como: fuerza laboral, materiales, repuestos y prioridad en la planificación, programación y ejecución de actividades de mantenimiento por parte del departamento encargado. Resulta importante entender los objetivos de un análisis de criticidad conservando el margen que separa los conceptos de Importancia y Criticidad.

- Importancia: denota solo la definición del término. Aquellos equipos cuyas fallas se dicen que afectan severamente o frecuentemente el estado deseado del sistema y se catalogan de ser los más importantes.
- Criticidad: combina la importancia de la frecuencia de fallas de los equipos. Este desarrolla un escenario en donde un equipo o maquinaria puede que

tenga un grado bajo de “importancia” pero debido a una elevada frecuencia de fallas podría contar con un alto grado de criticidad.

Los estudios de criticidad no son solo un ejercicio teórico, son parte fundamental en la gestión de activos. El análisis de criticidad direcciona la distribución de recursos de la mejor manera posible siendo el caso para el aprovechamiento del departamento técnico de Industrias Partmo S.A.

Ejemplos de esta aplicabilidad incluyen: desarrollos de planes de mantenimiento, programación de tareas de mantenimiento, equipos seleccionados para ser incluidos dentro del programa de mantenimiento preventivo y/o predictivo, por esta razón fue la metodología seleccionada a implementar en esta tesis.

Un análisis de criticidad puede realizarse a tres niveles: sistemas, equipos y modos de falla, comenzando con la selección de equipos a realizar dicho análisis. La presente tesis se desarrollará a nivel de equipos y se tendrá en cuenta las prensas hidráulicas y maquinas troqueladoras de Industrias Partmo S.A. El análisis a este nivel mejora la claridad del panorama y reduce las tensiones que podrían producirse a través del consenso que implica este estudio.

Durante el análisis los equipos se evaluarán de acuerdo a su mantenibilidad, confiabilidad y disponibilidad.

Para conseguir un completo entendimiento de la manera como fallan este tipo de equipos con operaciones de troquelado en los procesos productivos de Industrias Partmo S.A es necesario determinar sus parámetros de falla mediante el análisis de tiempos de vida de componentes soportado por el análisis de Weibull.

2. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DEL DEPARTAMENTO TECNICO DE INDUSTRIAS PARTMO S.A

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Industrias Partmo S.A es una empresa colombiana líder en la producción y comercialización de filtros para aceite, combustible, aire, refrigerantes y otros fluidos para motores de combustión interna. Con un portafolio de más de 800 referencias de filtro, hoy industrias Partmo mantiene y afianza su liderazgo en la protección de los equipos diesel y a gasolina, con la inclusión y el desarrollo de nuevas líneas de producción, la línea de filtros súper Premium y la línea de filtros ecológicos, mayor resistencia, gran capacidad y alta eficiencia probada y comprobada por los más altos estándares de calidad y las más altas exigencias de los motores. Desde su fundación en 1962 Industrias Partmo S.A ha estado comprometida en la satisfacción total de sus clientes con productos de calidad y vocación permanente de servicio y precios competitivos.

2.2 OBJETO SOCIAL

El objeto social de Industrias Partmo S.A es fabricar y comercializar nacional e internacional toda clase de filtros, repuestos y accesorios para automotores, maquinaria y equipo industrial, y la comercialización nacional o internacional de toda clase de materias prima e insumos requeridos para la fabricación de filtros para automotores, maquinaria y equipo industrial.

2.3 MISIÓN

Satisfacer las necesidades y deseos de nuestros clientes en el campo de la filtración y productos afines; manteniendo un clima organizacional que permita disfrutar a nuestros colaboradores de su trabajo con el constante crecimiento de todos para el logro de objetivos personales y empresariales. Promover con orgullo la empresa santandereana a nivel nacional e internacional.

2.4 VISIÓN

Industrias Partmo S.A dirigirá durante los próximos cinco años sus esfuerzos hacia el cambio de pensamiento buscando la diversificación, integración y alianzas estratégicas en la fabricación y/o comercialización nacional e internacional, convirtiéndose en líderes del servicio de filtración y/o distribución de productos afines, en correspondencia con la dinamización de una cultura de mejoramiento individual y grupal de quienes la integren.

2.5 CATÁLOGO DE PRODUCTOS

Industrias Partmo posee un catálogo de 800 referencias de las cuales se manejan 85 referencias en promedio mensuales (algunas de ellas ilustradas en la figura 1) fabricadas entre:

- Línea de sellado: aceite dual, aceite completo y combustible.
- Línea de aceite de flujo parcial.
- Línea de aire pesado y aire liviano.
- Línea de flujo de agua.

Figura 1. Productos Partmo



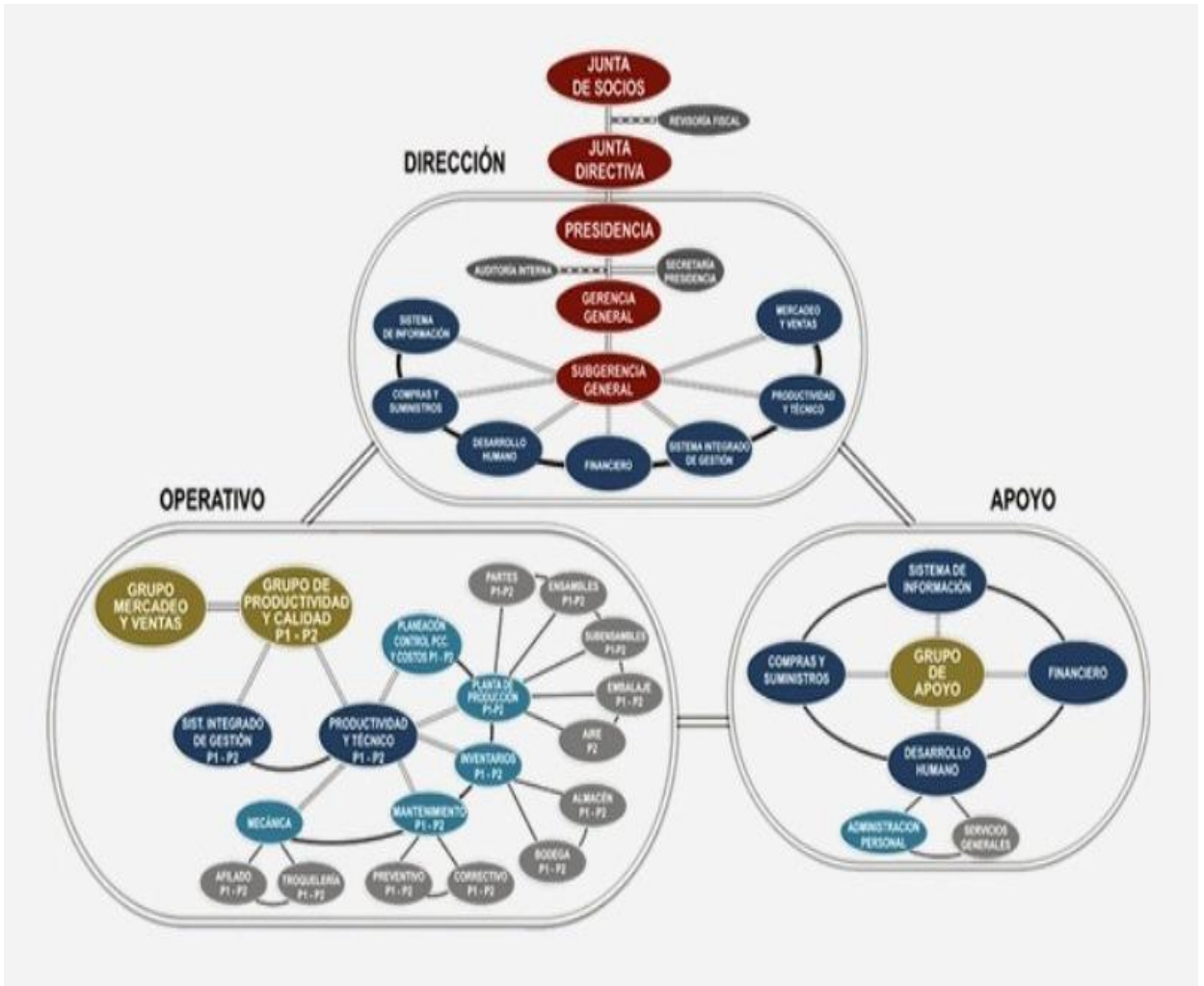
Fuente. Página www.partmo.com

2.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Es una estructura piramidal en la cual en su parte superior, se encuentran los líderes de la dirección y los líderes por departamento de la empresa. El grupo operativo que comprende producción y ventas, y por último el grupo de apoyo que son todas las actividades que conjuntamente ayudan al desarrollo y al funcionamiento de la empresa.

A continuación en las figura 2 se muestra el diagrama organizacional general de la empresa y cada una de sus divisiones.

Figura 2. Organigrama general.



Fuente. Página www.partmo.com

2.7 DEPARTAMENTO TÉCNICO INDUSTRIAS PARTMO

El análisis y planteamiento de la estructura del proceso del departamento técnico de Industrias Partmo S.A. permite establecer los puntos de cambio necesarios para dar cumplimiento a su misión eficientemente en todos sus aspectos:

- Optimización de los recursos asignados al departamento técnico, económico y funcional.

- Servicio y apoyo estratégico a la empresa para el logro de su misión.
- Generación de soluciones prácticas dentro del contexto de la empresa y su entorno.
- Autorrealización integral del personal tanto personal como colectivo.

2.7.1. Objetivos del departamento técnico

- Mantener bajo control el estado de funcionamiento de la maquinaria a través de la inspección visual y auditiva, la observación y el registro de los principales atributos y parámetros de cada equipo.
- Mantener efectivamente la capacidad productiva de los equipos al máximo ya sea con acciones correctivas programadas o manteniendo un inventario de repuestos y herramientas más críticos de la maquinaria.
- Establecer una ruta de inspección de los equipos con actividades genéricas y frecuencias específicas que permita identificar síntomas de falla, diagnosticar y generar la planeación del mantenimiento del componente, minimizando su efecto sobre la producción.
- Lograr una mejor distribución de la mano de obra.
- Controlar las condiciones de operación de los equipos y sus herramientas críticas y no se esté a la espera de las fallas.

2.7.2. Método para la inspección de maquinaria. Las inspecciones se realizan en forma sistemática con actividades y frecuencias específicas para los componentes críticos de cada máquina. Estas actividades en su mayoría consisten en inspecciones visuales y auditivas y en algunas es necesario efectuar mediciones y verificación de ajustes. El principal ejecutante es el supervisor de mantenimiento con la colaboración de los mecánicos de mantenimiento, con el fin de ir generando el entrenamiento y el desarrollo de estas rutinas. Resulta muy importante lograr corregir los defectos encontrados durante la inspección tanto

para la prevención de la falla como para alcanzar un mejor estado de funcionamiento de los equipos.

Es necesario establecer acuerdos con el departamento de producción, según su programa, la criticidad de la máquina y el nivel de la falla, para poder realizar las correcciones de los daños a tiempo.

Para la ejecución de estas actividades es necesario identificar prioridades y planear las actividades con el tiempo suficiente, con el fin de aprovechar o conseguir los recursos necesarios para su ejecución. También es importante vender la idea de estas reparaciones programadas al personal operativo en el sentido de que lo que se busca es disminuir las emergencias por parada de máquinas, lo que además se debe traducir en un mejor ambiente de trabajo, con menos presión por hacer trabajos rápidos.

La ejecución es responsabilidad del supervisor de mantenimiento, pero siempre con el respaldo y la colaboración del personal de apoyo del departamento. Así mismo las necesidades y dificultades encontradas, deben ser evaluadas conjuntamente con el jefe. Todo informe o solicitud hacerla por escrito para evitar fallas de comunicación con la persona que recibe como con la que se solicita.

2.7.3. Recursos del departamento técnico. El éxito de la gestión de mantenimiento depende en buena parte de los recursos apropiados y la óptima utilización de estos:

- **Recursos humanos.**

Para realizar labores dentro de la planta de tipo correctivo, se utilizará el personal de planta. Para la fabricación de piezas, se pueden fabricar algunas en la planta pero también se cuentan con recursos externos a nivel de contratación de

mecanizados, dependiendo del trabajo en particular. En este sentido no existe limitación por parte de la empresa en contratar los servicios que se requieran.

Para la consecución de materiales y de repuestos de maquinaria se requiere una requisición al departamento de compras.

- **Recursos económicos.**

A través de la planeación de las actividades se debe gastar sólo lo que se proyecta en el corto plazo, con el fin de mantener el inventario de materiales en vía de utilización y no almacenar por largos periodos de tiempo.

- **Recursos técnicos.**

La capacidad técnica del personal de mantenimiento, colaboradores y jefes de sección, es suficiente para la ejecución. Las actividades no requieren de equipo especializado.

2.7.4. Diagnóstico del departamento técnico. Debido a la criticidad actual del proceso productivo de Industrias Partmo, el cual debe ajustarse a la exigente dinámica del mercado actual, los servicios del departamento técnico demandan igualmente un servicio altamente eficiente de la maquinaria a disposición del departamento de producción.

Dentro de este concepto se deben evaluar cada una de las actividades que genera el departamento técnico y las más significativas que determinan su nivel de rendimiento.

- **Los equipos productivos.**

La mayoría de los equipos con los que cuenta Industrias Partmo S.A. supera los quince años de edad, lo que se traduce en una baja tecnología, poca disponibilidad de algunos de los repuestos y desempeño por debajo de la demanda.

Esto conlleva a una alta inversión en mano de obra, interrupciones continuas de producción y a una sensación de obsolescencia de los equipos.

Además existe una variedad de marcas y tipos de equipos que realizan funciones similares, lo que dificulta la estandarización de repuestos, diseño de herramientas y cuadros de máquinas

- **Inventario de repuestos.**

La variedad de equipos, las políticas de mantenimiento orientadas hacia la acción correctiva de fallas, el largo tiempo para la consecución de materiales y repuestos y la poca intervención tecnológica, ha llevado a la idea de tener un alto nivel de repuestos en inventario bajo la teoría “por si falla es mejor tenerlo disponible”.

Mantenimiento decide entonces pedir con anticipación y con prioridad todos los repuestos que su experiencia le indican que se puedan necesitar, de esta forma compensa el tiempo que la adquisición demora y obtiene disponibilidad inmediata de repuestos.

Se hace un manejo de herramientas técnicas por parte de quienes manejan el almacén de repuestos, ayudados por la sistematización, pero no una administración del inventario con políticas definidas.

- **Gestión de producción.**

El crecimiento de los niveles de producción ha llevado a una disminución de la disponibilidad de los equipos para mantenimiento lo que obliga muchas veces a llevar cada equipo hasta sus límites de funcionamiento, hasta que el equipo falle o se presente la oportunidad de pararlo y hacerle mantenimiento y/o la programación de horas extras.

- **Aplicación de técnicas administrativas.**

Las políticas del departamento técnico han estado enfocadas hacia la labor de tipo operativo, en las cuales el objetivo es ofrecer soluciones rápidas y económicas al problema diario de interrupción de producción por fallas inesperadas de los equipos.

A nivel de evaluación de costos se maneja un presupuesto (anual o mensual) de ejecución global que permiten establecer niveles de gastos pero sin estudiar la causalidad de los costos en detalle a nivel de departamento.

No se efectúan mediciones de nivel de desempeño, ya que no se han establecido estos índices llevando a un decaimiento a largo plazo de la búsqueda de superación y mejoras al trabajo y a la justificación de todo tipo de limitación, que sin duda están presentes, pero que se debe buscar la forma de superarlas.

Sin duda ha habido la preocupación por hacer planeación del trabajo, pero la operatividad constante dificulta esta labor y lo máximo que se puede hacer es programar diariamente ante las fallas de los equipos.

- **Estructura organizacional y manejo de personal.**

Actualmente existen cargos definidos dentro del departamento técnico con algunas funciones específicas, pero la falta de políticas dentro del departamento ha llevado a la pérdida de apersonamiento de cargos, además a la creación de un sistema de principios, posiciones, relaciones de trabajo y funciones diferentes a lo proyectado inicialmente, sin significar eso que no se realicen labores coordinadas entre quienes conforman el departamento.

Como consecuencia de la no existencia de políticas administrativas para un mantenimiento planeado, la administración de personal y el aprovechamiento de las capacidades del personal resulta escasa reflejándose en:

- La asignación del cargo de supervisor de mantenimiento genera buenas perspectivas en el sentido funcional como un enlace entre las políticas administrativas y la operatividad.
- Demanda altamente variable de mano de obra diariamente, dependiendo del número de equipos que fallen y de la criticidad de los mismos.
- Necesidad de trabajar en horas extras o jornadas de trabajo dominical para dar cumplimiento a reparaciones importantes identificadas por la mala operación del equipo.
- Dificultad para medir desempeño.
- No existe preocupación por el desarrollo y entrenamiento permanente del personal técnico disponible.

3. DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN DENTRO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LAS PRENSAS HIDRAULICAS Y TROQUELADORAS DE INDUSTRIAS PARTMO S.A.

3.1. CLASIFICACIÓN DE LAS PRENSAS

Independientemente de cual sea el tipo de embutición o el tipo de pieza que se quiera obtener, siempre será necesario tener una máquina que nos permita desarrollar dicho trabajo por esto las operaciones necesarias para realizar un embutido pueden ser llevadas a cabo en prensas.

Estas prensas deben ser capaces de entregar la carga o presión en una cantidad, dirección y periodo de tiempo necesario para ejecutar la acción especificada. En la gran mayoría de los casos es necesario que estos valores no sean fijos sino que la prensa pueda ejecutar diferentes tipos de trabajos. Igualmente en algunos casos es necesario que las prensas dispongan los dispositivos de alimentación y eyección de las piezas trabajadas automáticos. Las prensas en general, es decir independientemente del trabajo que se desee realizar se pueden clasificar de acuerdo a una o la combinación de las siguientes características:

Según la fuente de potencia podemos tener prensas manuales, mecánicas o hidráulicas.

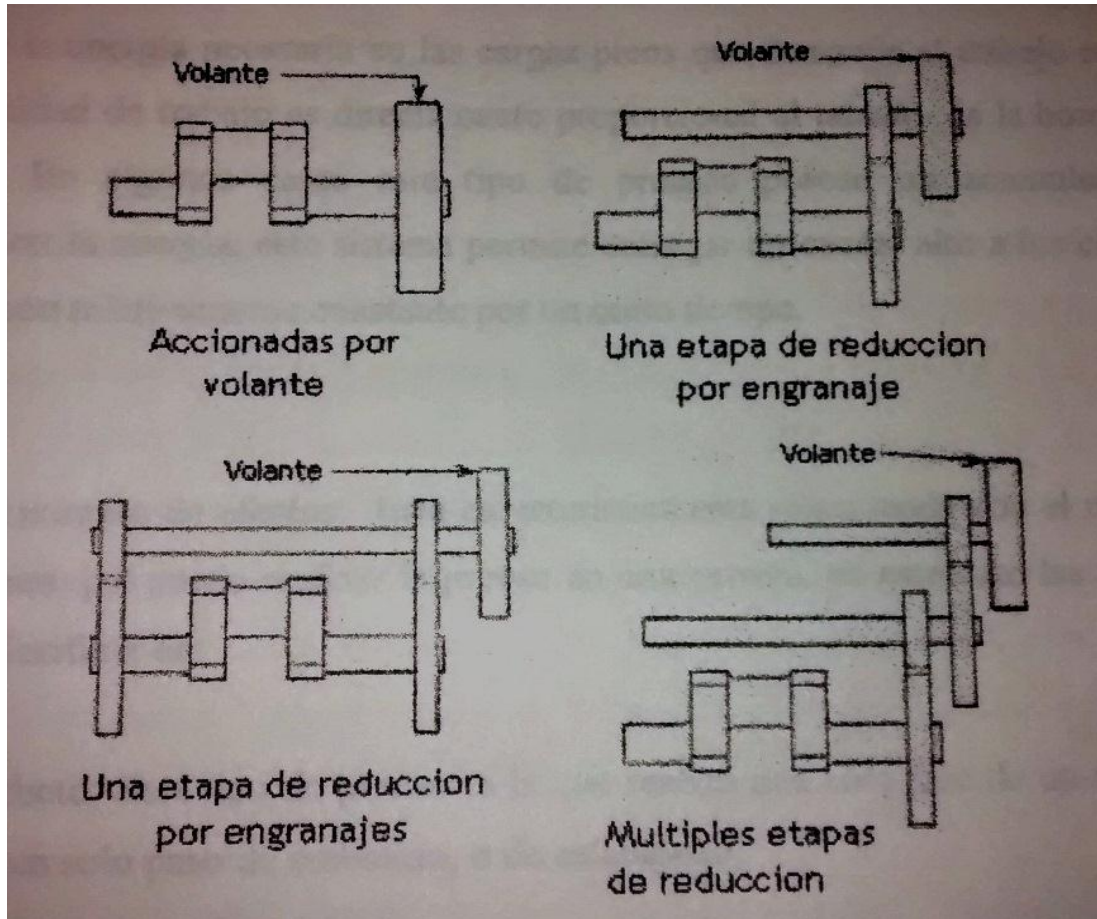
- **Prensas manuales**

Pueden ser accionadas con la mano o con el pie, a través de tornillos o engranajes. Frecuentemente estas prensas se pueden convertir para ser accionadas por cilindros hidráulicos o neumáticos.

- **Prensas mecánicas**

Existen tres tipos de prensas mecánicas, las accionadas por volante o también denominadas como sin engranajes, las de una etapa de reducción por engranajes y las de múltiples etapas de reducción por engranajes. En cualquiera de los tres tipos la energía con la cual se ejecuta el trabajo es entregada por un volante. La fuente de potencia es un motor eléctrico el cual le entrega la velocidad de operación necesaria al volante. En el caso de las prensas accionadas por volante la energía cinética entregada por el volante es transmitida directamente al eje principal de la prensa (cigüeñal). Este tipo de prensas se utilizan en operaciones de alta velocidad y de poca fuerza como el caso de los forjados suaves. En el caso de las prensa de una etapa de reducción por engranajes, la energía se transmite del volante al eje principal de la prensa a través de una pareja de engranajes, estas prensas son recomendadas para operaciones de forja fuertes y embutidos de poca profundidad. En el caso de las prensas de múltiples etapas de reducción por engranajes, la energía se transmite del volante al eje principal de la prensa a través de dos o más parejas de engranajes con el fin de reducir el número de carreras por minuto de la prensa sin reducir la velocidad del volante.

Figura 3. Tipos de prensas mecánicas



En el caso de las prensas mecánicas, estas se pueden clasificar de acuerdo a otros factores o características como: El mecanismo que origina el movimiento del útil de embutido, en este caso las prensas pueden ser de excéntricas, de cigüeñales o de levas entre otras. También se pueden clasificar de acuerdo al tipo de embrague o de freno utilizado en la prensa.

- **Prensas hidráulicas.** Este tipo de prensas utilizan la presión hidráulica de un fluido (agua o aceite) como fuentes de energía, con el fin de mover un pistón de un cilindro el cual es el encargado de realizar el trabajo. Una bomba, por lo general de desplazamiento positivo, entrega la presión necesaria al cilindro. Los mecanismos hidráulicos son capaces de mantener la presión y la velocidad

constante a través de toda la carrera de trabajo. Estas prensas deben tener una unidad hidráulica que consta de: bomba, motor eléctrico, cilindros y el circuito hidráulico. En este tipo de prensas no es necesario tener un sistema que acumule energía como el volante en las prensa mecánicas, ya que toda la energía es entregada directamente a los cilindros por la bomba. La bomba y el motor deben estar seleccionados de tal manera que puedan entregar la energía necesaria en las cargas picos que demande el trabajo realizado. La velocidad de trabajo es directamente proporcional al tamaño de la bomba y del motor. En algunos casos este tipo de prensas poseen un acumulador para suministrar la energía, este sistema permite entregar un caudal alto a los cilindros a un a presión relativamente constante por un corto tiempo.

Según el número de efectos se relaciona la cantidad de operaciones que pueda realizar la presa en una carrera, en este caso las prensas hidráulicas se clasifican en:

- a) **Simple efecto:** tipo de prensa que realiza una sola fase de un trabajo, por ejemplo un solo paso de embutido o estampado.

- b) **Doble efecto:** en este tipo de prensas se realizan dos fases de un mismo trabajo o dos diferentes por ejemplo: dos pasos de embutido, o una fase de embutido y corte. La obtención de piezas por este proceso presenta muchas ventajas. Primero, la fabricación de útiles doble resulta más barata que la de dos útiles separados. Segundo, se elimina una fase de trabajo. Tercero, la realización de un trabajo como el caso de una segunda embutición inmediatamente después de la primera es favorable desde el punto de vista de la técnica de deformación de la chapa, ya que no es necesario recocer la pieza entre las dos operaciones y se puede alcanzar una profundidad de embutición un poco mayor que cuando se realiza la embutición en dos fases de trabajo con un intervalo entre ellas.

Según la estructura las prensas se pueden clasificar en:

- **Prensas con estructura en “C”.** Este tipo de prensas poseen una estructura que vista desde un lado tiene la forma de letra C. Este tipo de arreglo permite que la alimentación se realice de lado a lado. Igualmente este tipo de prensas pueden ser con la parte posterior cerrada o abierta. En el caso de aquellas que poseen la parte posterior abierta tienen la ventaja de permitir la alimentación del material de trabajo de la parte delantera a la parte posterior, también este tipo de prensas permite una eyección del material terminado de una forma más fácil. Este tipo de estructuras pueden venir en dos disposiciones verticales o inclinadas, en el caso de las inclinadas las piezas terminadas pueden caer por gravedad o pueden ser extraídas por una pequeña presión de aire.
- **Prensas con estructura de lados rectos.** Este tipo de prensa posee una estructura conformada por dos columnas separadas y unidas de tal forma que formen un marco, es decir que son abiertas en su parte delantera y posterior. La estructura de este tipo de prensa puede ser fundida o soldada (en una sola pieza) o conformada por diferentes piezas unidas por pasadores. Estas prensas son utilizadas para trabajo pesado pero su capacidad está limitada por la distancia entre las columnas. La alimentación del material se realiza de la parte delantera hacia la posterior. En algunos casos puede disponer de alimentación lateral si existe la disposición de este tipo en su diseño.

Figura 4. Prensa con estructura en C



3.2. ASPECTOS TEÓRICOS GENERALES DEL EMBUTIDO

El término “embutición” no responde exactamente al fenómeno, o grupo de fenómenos, que experimentan los materiales cuando aprovechando sus cualidades plásticas, se les somete a un proceso de deformación, en el cual se parte de una superficie plana. El término embutición proviene del verbo embutir, por la lejana semejanza que tiene este procedimiento de trabajo con la acción de rellenar con exceso un recipiente con una materia moldeable, adquiriendo la forma de aquel.

Figura 5. Prensa con estructura de lados rectos



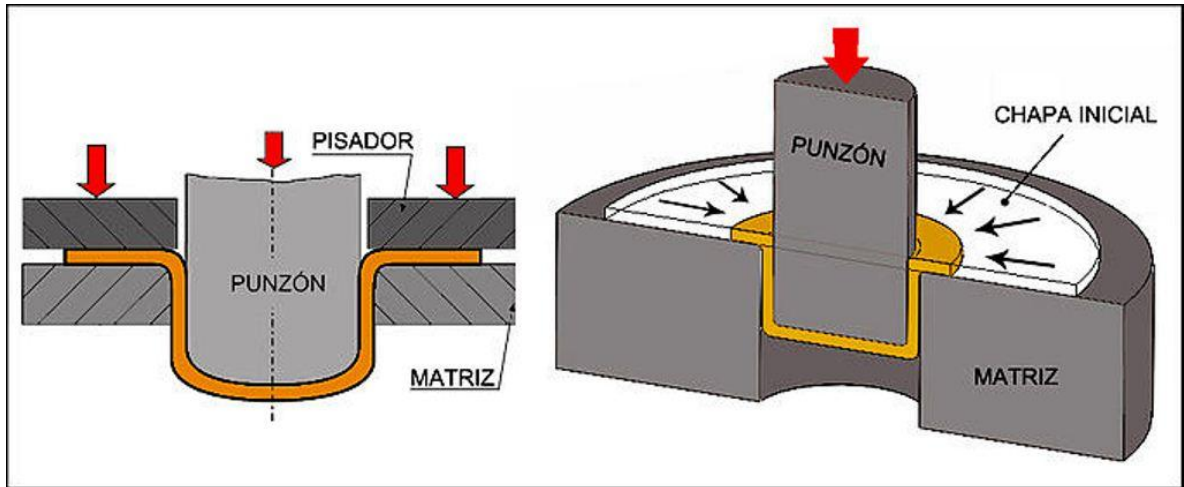
3.2.1. Definición y conceptos generales. El embutido o embutición es un proceso de deformación plástica de lámina metálica, mediante dos útiles denominados matriz y punzón con el propósito de obtener piezas en forma de copa. (Figura 6)

El punzón es una herramienta macho (convexa) que apareja con la matriz hembra (cóncava). El elemento móvil suele ser el punzón y es necesario una alineación perfecta entre el punzón y la matriz.

Durante el proceso la lámina es doblada alrededor de la punta del punzón y simultáneamente las porciones externas del disco se mueven radialmente hacia el

centro del mismo, hasta que todo el material fluye sobre el radio de la matriz, así como el disco es empujado dentro de la cavidad de la matriz por el punzón.

Figura 6. Proceso de embutición



Básicamente el proceso de embutición, es aquel en el cual un material que originalmente posee una forma plana, se transforma en un cuerpo hueco por medio de alargamiento y en parte también por medio de recalado. El cuerpo hueco obtenido está formado por el fondo y una camisa cilíndrica designada como pared lateral. El espesor inicial de la lámina solamente se conserva en el centro del fondo, ya que, debido al alargamiento, se adelgaza sensiblemente en el contorno del mismo, por lo que es en esta zona donde más a menudo sufren roturas las piezas embutidas. Una vez que el material se ha estirado por encima de la arista de embutición y ha dado lugar a la pared lateral, el espesor de la lámina o chapa aumenta gradualmente hasta el borde superior del cuerpo hueco.

3.2.2. Clasificación de los tipos de embutición. Por medio de este proceso se pueden realizar muchos trabajos y dependiendo de la geometría de los productos obtenidos, estos pueden ordenarse como se indica en la figura 7.

Aunque una división aceptada universalmente es de acuerdo a la relación entre la altura y el diámetro de la copa elaborada, para este caso el embutido se puede clasificar en:

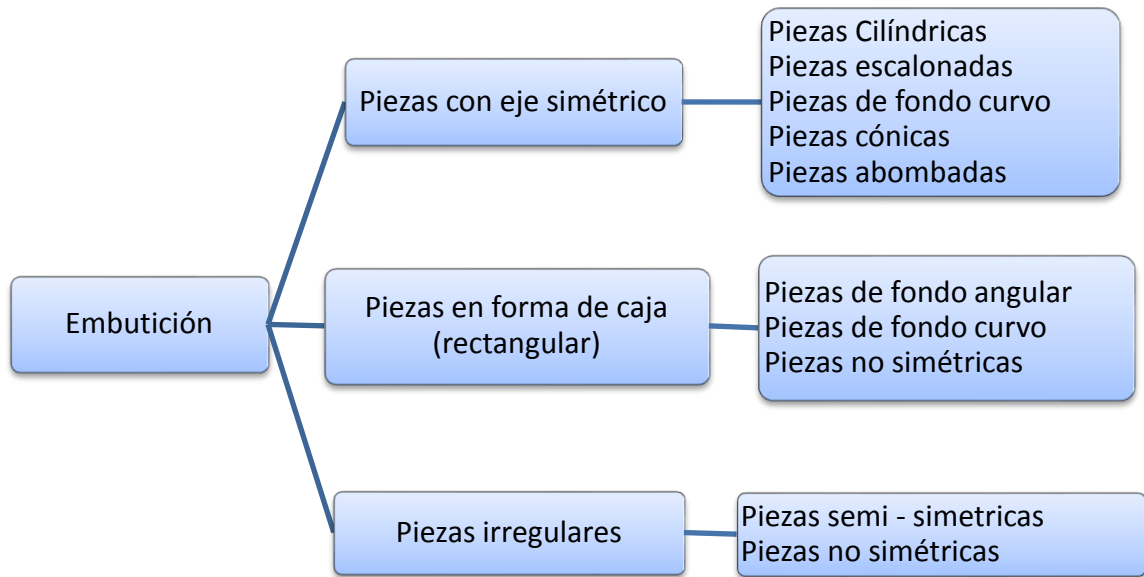
- **Embutido suave:** Se refiere generalmente a la embutición de una copa no más alta que la mitad de su diámetro con un pequeño adelgazamiento de la pared.
- **Embutido profundo:** En este la copa es más alta que la mitad de su diámetro, con un adelgazamiento de pared no necesariamente intencional y para lo cual se requiere uno o varios reembutidos, con o sin reconocidos intermedios.

Otro tipo de clasificación se realiza de acuerdo al tipo de deformación a la que esté sujeta la lámina o chapa en este caso se clasifican en:

- **Embutición con prensa chapas:** La operación en que el estirado en una dirección va acompañado de compresión normal a esta dirección se denomina embutición con prensa chapa. Tal condición representa un estirado de cizallamiento puro, suponiendo que las cargas de tracción y compresión sean iguales. A pesar de que esta condición es difícil de alcanzar en los procesos de embutición, es posible acercarse a ella hasta un punto que permite muchos mayores alargamientos que los normales.
- **Embutición sin prensachapas:** Con matrices de embutir normales, solamente pueden embutirse sin prensachapas piezas que tengan poca profundidad de embutición, es decir, con pequeña relación de embutición, como por ejemplo, tarros para los betunes y sus tapas. La altura máxima de embutido (h) que se puede obtener por este procedimiento es función del espesor de la lámina $y(s)$ y del diámetro de embutición (dp) y cumple con la siguiente igualdad empírica:

$$h \leq 0,3 \sqrt[3]{dp^2} * \sqrt{s}$$

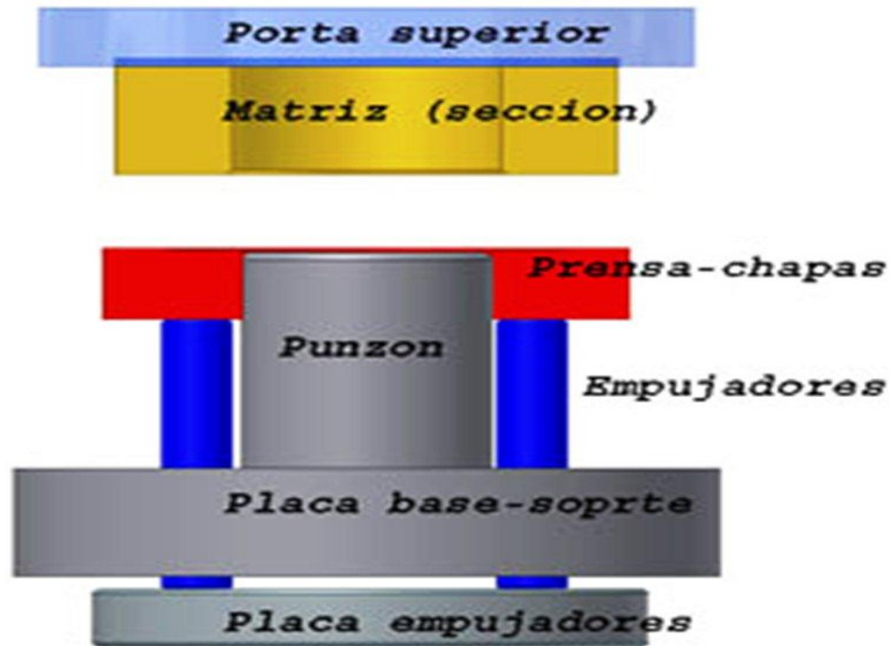
Figura 7. Cuadro sinóptico referente a los diferentes tipos de embutido



Existen otros medios para embutir piezas cilíndricas sin prensa chapas lográndose β más altos. Estos métodos consisten en redondear las aristas de embutición con curvas de catenaria o con superficies cónicas.

El caso más importante es aquel que el prensa chapa que es un anillo (figura 8), se aprieta contra el metal justamente lo necesario para evitar la formación de arrugas, sin que la presión aplicada evite el resbalamiento. A medida que desciende el punzón, el metal afluye alrededor del radio de embutición, es alargado a lo largo del eje del vaso y es comprimido en dirección circunferencial. Esta acción tiene lugar casi por completo debajo del anillo prensa disco y alrededor del radio de embutición, y no en el molde del mismo, como aparentemente podría esperarse. Este detalle hace resaltar notablemente la importancia del prensa chapa.

Figura 8. Embutición con prensachapas



El valor necesario en óptimas condiciones varia a medida que transcurre el proceso, de tal forma que al empezar debe ser menor para permitir el inicio de la operación; debe aumentar hasta un valor máximo a medida que progresa la operación y disminuir nuevamente cuando las dimensiones del flanche son pequeñas. Si la presión del prensachapas es demasiado grande, se frena el movimiento de la chapa y puede producirse una rotura de la pieza embutida a la altura del radio de embutición de la matriz al superarse el límite de rotura del material y si es suficiente da como resultado la deformación de pliegues en la pared de la pieza

En la literatura especializada se hallan especificados varias fórmulas y procedimientos para determinar el valor promedio de la presión de prensa chapa.

3.3 PROCESO DE EMBUTIDO DE TARRO EN INDUSTRIAS PARTMO S.A.

Las prensas hidráulicas conforman el grupo más importante del proceso productivo de la planta, pues en ellas se obtienen todos los tarros para los filtros. La materia prima la constituyen las láminas obtenidas mediante el corte directo o mediante el troquelado de flejes. Estas láminas pasan a las prensas hidráulicas para ser embutidas hasta obtener la longitud necesaria del tarro y posteriormente cortar la pestaña sobrante, obteniendo así el producto deseado.

Puesto que muy pocas referencias se pueden hacer en un solo paso de embutido, es necesario usar dos, tres y hasta cuatro pasos para las longitudes mayores. Esto se debe, a que la relación del embutido debe mantenerse dentro de unos márgenes determinados por el espesor, el material de la lámina y la longitud final del elemento.

Actualmente se usa el cuarto paso en cada prensa hidráulica para el corte de pestañas de los tarros ya embutidos. Esta es la última etapa que se le aplica a los tarros de todas las referencias fabricadas y elimina el sobrante de la lámina proveniente del embutido previo.

Todas las prensas están constituidas por dos pasos soportados en una misma estructura metálica, pero totalmente independientes uno del otro. Para el proceso de embutido se necesitan dos cilindros hidráulicos, uno inferior usado como colchón (o cojín) cuya función es soportar la prensachapas y uno superior al cual se acopla el troquel hembra. Este último realiza la mayor parte de trabajo por lo que requiere un suministro mayor de presión. Es necesario mantener una presión mínima en el cojín para asegurar un correcto embutido del tarro, de lo contrario puede arrugarse y no debe exceder cierto nivel para evitar que se rasgue. Estas presiones dependen de la referencia del tarro (por sus dimensiones) y de la calidad de la lámina utilizada como materia prima.

3.4. PROCESO DE TROQUELADO DE PARTES EN INDUSTRIAS PARTMO S.

A.

El grupo de troqueladoras está conformado por quince maquinas en las cuales se llevan a cabo las siguientes operaciones de troquelado de lámina en diferentes calibres con el fin de obtener el aro disco y las tapas para el ensamble del filtro:

- **Corte de disco:** troquelado del fleje de lámina en calibre diez para obtener el primer paso del disco roscado.
- **Punzonado de disco:** perforación central del disco (primer paso para embutir el cuello del disco que se va a roscar) y simultáneamente se perforan orificios en perímetro circular, en un radio intermedio entre el punzonado central y el perímetro externo del disco.
- **Embutido de disco:** estampado del punzonado central para formar la protuberancia que dará lugar a la superficie roscada del disco.
- **Aro pestañado:** troquelado de un fleje de lámina calibre veinticuatro, que da lugar a una pieza tipo arandela en la que, en su superficie se estampa una hendidura que servirá como caja para el posterior montaje del empaque del filtro.
- **Tapas y accesorios:** troquelado de flejes de lámina calibre treinta para conformar tapas, porta válvulas y cambriones, accesorios que son externos al proceso de elaboración del disco roscado y el aro pestañado.

En general las troqueladoras cuentan con una bancada y una estructura de fundición que soporta todos los elementos que constituyen la máquina, un volante de inercia, un cigüeñal y un conjunto de correas para la transmisión de potencia. Sobre el cigüeñal esta montado el porta troquel que es el encargado de alojar el troquel macho. Por su parte el troquel hembra se encuentra dispuesto sobre la mesa de la bancada y es sobre él que se coloca el material para el inicio de la operación a realizar.

Los troqueles utilizados para las diferentes operaciones realizadas por las troqueladoras son diseñados y fabricados por personal de la empresa, debiéndose a las condiciones específicas para los cuales se emplean, por lo cual no son fácilmente encontrados en el mercado. Actualmente la empresa dispone alrededor de 400 troqueles que pueden ser montados en diferentes máquinas de acuerdo a su peso y tamaño.

La condición de operación de una troqueladora consiste en la transmisión de potencia del motor al volante de inercia, mediante un conjunto de correas permitiendo al volante comenzar a girar y deslizarse sobre el cigüeñal sin generar ningún tipo de rotación de este último.

El operario controla la operación de la maquina mediante un pedal, que al ser accionado energiza una válvula direccional que alimenta un cilindro neumático encargado de embragar el volante de inercia con el cigüeñal transmitiéndole movimiento.

Como el porta troquel se encuentra montado sobre éste, el movimiento circular del cigüeñal será convertido en movimiento rectilíneo en el troquel, pues está dispuesto sobre el porta troquel y restringido su movimiento al plano vertical mediante dos guías robustas.

4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD POR FACTORES DE PONDERACIÓN PARA PRENSAS HIDRÁULICAS Y TROQUELADORAS VINCULADAS AL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE INDUSTRIAS PARTMO S.A.

Para llevar a cabo el estudio de criticidad de las prensas hidráulicas y troqueladoras de Industrias Partmo S.A. se utilizó el modelo de factores ponderados basado en el concepto del riesgo. La razón por la cual se eligió este modelo radica en la diversidad de criterios que contiene en su desarrollo, muy relevantes para un estudio de criticidad bastante preciso y más para una empresa que fundamenta su servicio en su sistema integrado de gestión que reúne planes de mejoramiento en el aspecto medio ambiental, salud ocupacional y seguridad industrial, productividad y calidad de proceso. El concepto de riesgo pretende cuantificar las consecuencias o impacto de las fallas de los componentes de un sistema y la frecuencia con que se presentan, para establecer tareas de mantenimiento en aquellas áreas que están generando mayor repercusión en la funcionalidad, confiabilidad, mantenibilidad, riesgos y costos totales, con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo.

Para alcanzar este objetivo el método del riesgo requiere en su análisis los siguientes factores ponderados:

Frecuencia de fallas: representa las veces que falla cualquier componente del equipo implicando la pérdida total de su operatividad, es decir que implique una parada. Estadística tomada de los eventos ocurridos durante un año.

Tiempo promedio para reparar: es el tiempo promedio por día empleado para reparar la falla. Se considera desde que el equipo pierde su función hasta que esté disponible para cumplirla nuevamente.

Impacto en la Producción: Representa la producción aproximada porcentualmente que se deja de obtener (por día), debido a fallas ocurridas (diferimiento de la producción). Se define como la consecuencia inmediata de la ocurrencia de la falla, que puede representar un paro total o parcial de los equipos del sistema estudiado y al mismo tiempo el paro del proceso productivo de la unidad.

Impacto satisfacción al cliente: se evalúa el impacto que la ocurrencia de una falla afectaría a las expectativas del cliente. En este caso se considera cliente a las áreas a las cuales se les suministran los servicios industriales.

Costo de reparación: se refiere al costo promedio por falla requerido para restituir el equipo a condiciones óptimas de funcionamiento, incluye labor, materiales y transporte.

Impacto en la seguridad personal: denota la posibilidad de que sucedan eventos no deseados que ocasionen daños a equipos e instalaciones y en los cuales alguna persona pueda o no resultar lesionada.

Impacto ambiental. Representa la posibilidad de que sucedan eventos no deseados que ocasionen daños a equipos e instalaciones produciendo la violación de cualquier regulación ambiental, además de ocasionar daños a otras instalaciones.

Estos factores se evalúan bajo las condiciones que se encuentran en la tabla 1, socializándose en reuniones de trabajo con la participación de las distintas personas involucradas en el contexto operacional (operaciones, mantenimiento, procesos, seguridad y ambiente). Una vez que se evalúan en consenso cada uno de los factores presentados en la tabla anterior, se introducen en la fórmula de Criticidad Total (1) y se obtiene el valor global de criticidad.

Una aplicación de este método fue desarrollada por un grupo de consultoría inglesa denominado The Woodhouse Partnership Limited—Criticality Analysis RevisitedII, [WoodhouseJhon. TheWoodhousePartnershipLimited, Newbury, England 1994]. Este es un método práctico y que presenta de forma detallada las siguientes expresiones utilizadas para calcular la criticidad:

Tabla 1. Ponderaciones de los parámetros del análisis de criticidad

FRECUENCIA DE FALLA (F)	Mayor a 52 fallas/año (mas de 1 interrupcion semanal)	6
	Entre 13-52 fallas/año (mas de 1 interrupcion cada dos semanas)	4
	Entre 2-12 fallas/año (1 interrupcion mensual)	3
	Menos de 1 fallas/año	1
TIEMPO PROMEDIO FUERA DE SERVICIO / AÑO (TR)	Mayor de 144 horas	6
	Entre 96 y 144 horas	4
	Entre 48 y 96 horas	2
	Menos de 48 horas	1
IMPACTO SOBRE LA PRODUCCION (IP)	Equipo sin sustituto. Pérdidas mayores de producción por impacto financiero a	12
	Equipo sin sustituto. Impacto financiero a nivel de la unidad de producción.	9
	Equipo con un sustituto. Impacto financiero a nivel de la unidad de producción.	6
	Equipo con mas de un sustituto. Pérdidas menores de producción (<10%) por	4
	Capacidad del proceso de producción no impactada.	2
IMPACTO EN LA SATISFACCION DEL CLIENTE (IC)	Incumplimiento al presupuesto del dpto de mercadeo y ventas del 50% al 100%	1
	Incumplimiento al presupuesto del dpto de mercadeo y ventas del 10% al 50%	0.5
	Incumplimiento al presupuesto del dpto de mercadeo y ventas del 0% al 10%	0.3
	No genera impacto considerable al presupuesto establecido por el dpto de	0.05
COSTO DE REPARACION (CR)	Mayor a \$10,000,000	25
	Entre \$ 5,000,000 y \$ 10,000,000	10
	Entre \$ 1,000,000 y \$ 5,000,000	5
	Menos de \$ 1,000,000	3
IMPACTO AMBIENTAL (IA)	SI	30
	NO	0
IMPACTO EN LA SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL (IS)	SI	35
	NO	0

- **CRITICIDAD TOTAL=** Frecuencia de falla x Consecuencia (1)
- ✓ Siendo consecuencia= a+b
- ✓ a = Costo reparación+ Impacto seguridad personal + Impacto ambiental.

- ✓ $b = \text{Impacto en la producción} * \text{Tiempo promedio entre fallas (MTBF)} * \text{Impacto satisfacción al cliente}.$

El máximo valor de criticidad que se puede obtener a partir de los factores ponderados evaluados es de 972.

Para obtener el nivel de criticidad de cada sistema se toman los valores totales individuales de cada uno de los factores principales: frecuencia y consecuencias y se ubican en la matriz de criticidad – valor de frecuencia en el eje Y, valor de consecuencias en el eje X.

La matriz de criticidad (ver figura 9) permite jerarquizar los niveles en tres áreas como se muestran a continuación:

- **Área de sistemas no críticos (NC):** Son los equipos que en el caso de fallar no repercuten de manera importante en el proceso productivo.
- **Área de sistemas de media criticidad (MC):** Son los equipos que en el caso de fallar afectan levemente el sistema productivo, ya sea en la calidad del producto o en la eficiencia del proceso, pero permite lapsos relativamente largos para reparar la avería.
- **Área de sistemas críticos (C):** Son aquellos que al fallar ocasionan el paro de la cadena productiva o de un subsistema y por lo tanto su reparación es de carácter urgente.

Para el análisis de criticidad por factores de ponderación de los equipos aquí mencionados, cabe resaltar que el valor totalizado al resolver la ecuación de riesgo en cada una de las encuestas diseñadas corresponde a un estudio de trazabilidad en los registros a partir del inicio del año 2010, hasta el final del primer semestre del año en curso desde el software de producción MAX y el software de mantenimiento MPC de industrias Partmo S.A. La síntesis de los datos

estadísticos para la calificación de cada factor de riesgo en toda la maquinaria evaluada se muestra en la tabla 2 a continuación.

Tabla 2. Síntesis de datos estadísticos para el análisis de criticidad equipos de industrias Partmo S.A.

No	EQUIPO	CODIGO	ESTADISTICAS AÑOS 2010(ENERO)-2014(JUNIO)						GENERALIDADES				
			NUMERO DE CORRECTIVOS	FRECUENCIA FALLA/AÑO	T. MINUTOS CORRECTIVO	HR PROM. REPAR./AÑO	COSTO REPARACIONES	COSTOPROM/AÑO	TIPO OPERACIÓN PROCESO PRODUCTIVO	EQUIPOS ALTERNOS	INCIDENCIA EN TIPO DE PRODUCTO	TIPO DE CONTAMINACION	TIPO DE RIESGO DE ACCIDENTALIDAD
1	PRENSA HIDRAULICA ROLOP S.A.	PH-01	465	103,33	50573	187,31	\$ 94.201.141	\$ 20.933.587	EMBUTIDO VARIABLE	0	SELLADO PREMIUM	FUGA DE ACEITE	ATRAPAMIENTO
2	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-05	155	34,44	11587	42,91	\$ 2.878.287	\$ 639.619	ACCESORIOS	1	SELLADO PREMIUM	FUGA DE ACEITE	ATRAPAMIENTO
3	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-08	288	64,00	33440	123,85	\$ 13.407.479	\$ 2.979.440	EMBUTIDO PESADO	1	SELLADO PESADO	FUGA DE ACEITE	ATRAPAMIENTO
4	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-09	238	52,89	24247	89,80	\$ 24.021.350	\$ 5.338.078	EMBUTIDO PESADO	1	SELLADO PESADO	FUGA DE ACEITE	ATRAPAMIENTO
5	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-10	205	45,56	82351	305,00	\$ 11.473.881	\$ 2.549.751	EMBUTIDO MEDIANO	2	SELLADO MEDIANO	FUGA DE ACEITE	ATRAPAMIENTO
6	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-11	188	41,78	30418	112,66	\$ 10.728.789	\$ 2.384.175	EMBUTIDO MEDIANO	2	SELLADO MEDIANO	FUGA DE ACEITE	ATRAPAMIENTO
7	PRENSA HIDRAULICA SHANGHÁI FCMEFCLS-50A	PH-12	153	34,00	32842	121,64	\$ 13.616.688	\$ 3.025.931	EMBUTIDO MEDIANO	2	SELLADO MEDIANO	FUGA DE ACEITE	ATRAPAMIENTO
8	PRENSA HIDRAULICA INTERFIL	PH-13	27	6,00	1530	5,67	\$ 2.220.514	\$ 493.447	ACCESORIOS	1	SELLADO PREMIUM	FUGA DE ACEITE	ATRAPAMIENTO
9	PRENSA HIDRAULICA PARTMO S.A.	PH-14	317	70,44	17635	65,31	\$ 11.796.354	\$ 2.621.412	EMBUTIDO LIVIANO	1	SELLADO LIVIANO	FUGA DE ACEITE	ATRAPAMIENTO
10	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-18	230	51,11	16454	60,94	\$ 18.254.291	\$ 4.056.509	EMBUTIDO LIVIANO	1	SELLADO LIVIANO	FUGA DE ACEITE	ATRAPAMIENTO
1	TROQUELADORA ULECIA RER 100	TR-10	68	15,11	8408	31,14	\$ 20.778.807	\$ 4.617.513	AROS TODOS	1	TODAS LAS LINEAS	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
2	TROQUELADORA VEB PRESSENBAN, PEEV 40.1	TR-14	138	30,67	32749	121,29	\$ 2.746.816	\$ 610.404	AROS TODOS	1	TODAS LAS LINEAS	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
3	TROQUELADORA RASKIN, 100TR-6A	TR-15	54	12,00	11935	44,20	\$ 3.484.709	\$ 774.380	EMBUTIDO LIVIANO	1	SELLADO LIVIANO	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
4	TROQUELADORA SCHULER AG, PN50-225	TR-16	183	40,67	33328	123,44	\$ 9.950.634	\$ 2.211.252	CORTE DE DISCO	1	SELLADO PESADO	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
5	TROQUELADORA RASKIN, 7S386	TR-17	118	26,22	11752	43,53	\$ 10.072.456	\$ 2.238.324	PUNZONADO	1	SELLADO PESADO	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
6	TROQUELADORA ASIDEH CHAVETA	TR-19	166	36,89	13819	51,18	\$ 23.780.235	\$ 5.284.497	CORTE DE DISCO	1	SELLADO LIVIANO	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
7	TROQUELADORA MINSTER, B1-45	TR-20	171	38,00	66795	247,39	\$ 37.874.907	\$ 8.416.646	TAPAS TODAS	1	TODAS LAS LINEAS	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
8	TROQUELADORA GUILLEM, 125-2PE	TR-21	127	28,22	5115	18,94	\$ 27.813.953	\$ 6.180.878	CORTE/PUNZONADO	1	SELLADO LIVIANO	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
9	TROQUELADORA VSS, LE-160C	TR-22	170	37,78	12902	47,79	\$ 29.758.949	\$ 6.613.100	EMBUTIDO PESADO	1	SELLADO PESADO	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
10	TROQUELADORA ARISA, RC-80	TR-23	249	55,33	19654	72,79	\$ 2.568.139	\$ 570.697	PUNZONADO	1	SELLADO LIVIANO	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
11	TROQUELADORA VAPTSAROV, PE-100M	TR-24	263	58,44	18447	68,32	\$ 24.758.657	\$ 5.501.924	EMBUTIDO PESADO	1	SELLADO PESADO	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
12	TROQUELADORA ARISA, G40-IV	TR-25	351	78,00	21817	80,80	\$ 42.303.116	\$ 9.400.692	TAPAS TODAS	1	TODAS LAS LINEAS	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
13	TROQUELADORA VEB PRESSENBAN, PEEV 25.1	TR-27	58	12,89	2547	9,43	\$ 11.101.573	\$ 2.467.016	ACCESORIOS	0	SELLADO LIVIANO	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
14	TROQUELADORA ARISA, G100RS	TR-29	178	39,56	6213	23,01	\$ 36.143.079	\$ 8.031.795	CORTE/PUNZONADO	1	SELLADO LIVIANO	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO
15	TROQUELADORA ARRIETA, PE-60	TR-30	73	16,22	4694	17,39	\$ 11.521.906	\$ 2.560.424	EMBUTIDO LIVIANO	1	SELLADO LIVIANO	AUDITIVA/CONTROLADA	ATRAPAMIENTO

Fuente. Autor del proyecto


La matriz mostrada a continuación (figura 9) será la base para poder clasificar cada uno de los equipos del análisis propuesto. Los equipos tenidos en cuenta para implementarles el plan de mantenimiento preventivo, el estudio de modo y efecto de falla y el estudio de confiabilidad, serán únicamente los equipos jerarquizados como críticos.

Figura 9. Modelo de matriz de criticidad

FRECUENCIA	6	NC	MC	C	C	C
	4	NC	MC	MC	C	C
	3	NC	NC	MC	MC	C
	1	NC	NC	NC	NC	NC
		32	65	97	129	162
		CONSECUENCIA				

Fuente. Autor del proyecto

Figura 10. Formato de encuesta análisis de criticidad Industrias Partmo S.A.

		PONDERACION DE LOS PARAMETROS DEL ANALISIS DE CRITICIDAD DE INDUSTRIAS PARTMO S.A.			
EQUIPO:					
NOMBRE:					
CARGO:					
FRECUENCIA DE FALLA/AÑO (F)					
6	Mayor a 52 fallas/año (mas de 1 interrupcion semanal)				
4	Entre 13-52 fallas/año (entre 1 y 2 interrupciones cada dos semanas)				
3	Entre 1-12 fallas/año (1 interrupcion mensual)				
1	Menos de 1 fallas/año				
TIEMPO PROMEDIO FUERA DE SERVICIO / AÑO (TR)					
6	Mayor de 144 horas				
4	Entre 96 y 144 horas				
2	Entre 48 y 96 horas				
1	Menos de 48 horas				
IMPACTO SOBRE LA PRODUCCION (IP)					
12	Parada de equipos que generan pérdidas mayores de producción por impacto financiero a nivel corporativo con interrupcion completa del proceso productivo en linea.				
9	Equipo sin sustituto. Impacto financiero a nivel de la unidad de producción. Pérdidas significantes de producción entre el 50% y el 100% por cortos períodos de tiempo (<48 horas).				
6	Equipo con un sustituto. Impacto financiero a nivel de la unidad de producción. Pérdidas de producción entre el 10% y el 50% por cortos períodos de tiempo (<48 horas).				
4	Equipo con mas de un sustituto. Pérdidas menores de producción (<10%) por cortos períodos de tiempo (<48 horas).				
2	Capacidad del proceso de producción no impactada.				
IMPACTO EN LA SATISFACCION DEL CLIENTE (IC)					
1	Incumplimiento al presupuesto del dpto de mercadeo y ventas del 50% al 100%				
0.5	Incumplimiento al presupuesto del dpto de mercadeo y ventas del 10% al 50%				
0.3	Incumplimiento al presupuesto del dpto de mercadeo y ventas del 0% al 10%				
0.05	No genera impacto directo al cumplimiento del presupuesto establecido por el dpto de mercadeo y ventas.				
COSTO DE REPARACION / AÑO (CR)					
25	Mayor a \$10,000,000				
10	Entre \$ 5,000,000 y \$ 10,000,000				
5	Entre \$ 1,000,000 y \$ 5,000,000				
3	Menos de \$ 1,000,000				
IMPACTO AMBIENTAL (IA)					
30	SI				
0	NO				
IMPACTO EN LA SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL (IS)					
35	SI				
0	NO				

4.1 FICHAS PARA REGISTRO DE EQUIPOS GRUPO DE PRENSAS HIDRÁULICAS

Figura 11. Prensa hidráulica PH-01

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Hidraulica		
CODIGO INVENTARIO	PH-01		
FABRICANTE	Rolop S.A.		
AÑO FABRICACION	1973		
CAPACIDAD CARGA/PASO	60/40/30/30 ton.		
OPERACIÓN	Embutición de lámina		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 12. Prensa hidráulica PH-05

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Hidraulica		
CODIGO INVENTARIO	PH-05		
FABRICANTE	Corpisan		
AÑO FABRICACION	1981		
CAPACIDAD CARGA/PASO	25/15 ton.		
OPERACIÓN	Desfondado/punzonado de tarro		
CARGA OPERATIVA/DIA	6 horas		

Figura 13. Prensa hidráulica PH-08.

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Hidraulica		
CODIGO INVENTARIO	PH-08		
FABRICANTE	Corpisan		
AÑO FABRICACION	1999		
CAPACIDAD CARGA/PASO	35/33/24 ton.		
OPERACIÓN	Embutición de lámina		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 14. Prensa hidráulica PH-09

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Hidraulica		
CODIGO INVENTARIO	PH-09		
FABRICANTE	Corpisan		
AÑO FABRICACION	2000		
CAPACIDAD CARGA/PASO	45/25/24 ton.		
OPERACIÓN	Embutición de lámina		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 15. Prensa hidráulica PH-10

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Hidraulica		
CODIGO INVENTARIO	PH-10		
FABRICANTE	Corpisan		
AÑO FABRICACION	2001		
CAPACIDAD CARGA/PASO	25/20/15 ton.		
OPERACIÓN	Embutición de lámina		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 16. Prensa hidráulica PH-11

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Hidraulica		
CODIGO INVENTARIO	PH-11		
FABRICANTE	Corpisan		
AÑO FABRICACION	2002		
CAPACIDAD CARGA/PASO	25/20/15 ton.		
OPERACIÓN	Embutición de lámina		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 17. Prensa hidráulica PH-12



		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Hidraulica		
CODIGO INVENTARIO	PH-12		
FABRICANTE	Shanghái FengCheng		
MODELO/AÑO	FCLS-50A/2010		
CAPACIDAD CARGA	25 ton.		
OPERACIÓN	Embutición de lámina		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 18. Prensa hidráulica PH-13

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Hidraulica		
CODIGO INVENTARIO	PH-13		
FABRICANTE	Interfil		
AÑO FABRICACION	2010		
CAPACIDAD CARGA	10 ton.		
OPERACIÓN	Punzonado de tarro		
CARGA OPERATIVA/DIA	6 horas		

Figura 19. Prensa hidráulica PH-14.

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Hidraulica		
CODIGO INVENTARIO	PH-14		
FABRICANTE	Partmo S.A.		
AÑO FABRICACION	2010		
CAPACIDAD CARGA	20 ton.		
OPERACIÓN	Embutición de lámina		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 20. Prensa hidráulica PH-18

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Hidraulica		
CODIGO INVENTARIO	PH-18		
FABRICANTE	Corpisan		
AÑO FABRICACION	2002		
CAPACIDAD CARGA/PASO	25/15/15 ton.		
OPERACIÓN	Embutición de lámina		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

4.1.1 Diagnostico según chequeo visual/auditivo de componentes. El mantenimiento preventivo responde a una ruta de chequeos por componentes

principales y partes específicas de acuerdo con el programa mensual de mantenimiento acordado con el Líder coordinador de Planta y según el formato de inspección para cada máquina generado desde el software MPC del computador del Departamento Técnico.

Marco Soporte:

Comprende el marco en sí, la base que soporta este marco, los anclajes y unas barras tensoras que aumentan la capacidad de resistencia y rigidez del marco.

El estado general de este componente para el total de equipos es bueno, libre de corrosión y fisuras. Nivelación y grados de deformación notorios únicamente en la PH-05 lo cual genera falta de paralelismo en las superficies de apoyo claves como son la mesa y la viga superior del marco causando desalineamiento en el cilindro principal.

Motor/Bomba/Acople:

Se verifican muestreos de amperaje con carga de trabajo para comparar con el estándar de consumo y no se registra ningún equipo fuera de rango. Niveles de temperatura en las unidades hidráulicas controladas por sistema de refrigeración. No se registra continuidad en ruidos anormales provenientes de la succión de las bombas por obstrucciones del filtro o bajo nivel de aceite en los tanques causando que las bombas puedan cavitarse. Hermeticidad de las conexiones en la succión de la bomba controladas con rutinas de sellado con teflón, silicona roja y ajuste de dispositivos de apriete. Acople tipo omega en bombas reemplazados periódicamente según muestreo y estado general. Taraje en válvulas de alivio en seguimiento diario observando manómetros y verificando el comportamiento de las bombas a presiones superiores a 2000 psi evaluando velocidades de los cilindros.

Resistencia de aislamiento y valores de corrientes de los motores en vacío dentro del rango esperado.

Tanque/Filtro de Succión/conexiones hidráulicas generales, mangueras, tanque superior de pre llenado, filtro de retorno, intercambiador de calor:

Las fugas en mangueras hidráulicas se convierte en el tema crítico en cuanto a falla de componentes en este grupo de equipos causado en gran manera por la degradación en los puntos de conexión y desajustes continuos, problemática que no se controla inmediatamente al evidenciar la fuga de aceite en cada equipo. Estado general de tanques, intercambiadores de calor, tanques de pre llenado aceptables. Filtros de succión operando en cada unidad hidráulica. Rutinas de muestreo de aceite y limpieza de filtros en ejecución periódica.

Válvulas direccionales, válvulas de alivio, reguladoras de flujo, válvula de pre llenado:

Rutinas de ajuste de partes mecánicas internas, nivel de ruido y calentamiento en las bobinas de las que tienen solenoides realizadas en chequeo preventivo mensual. Diagnóstico de montaje y funcionamiento dentro del estándar.

Cilindro principal/cilindro del cojín:

Se evidencia en la mayoría de equipos fugas de aceite ocasionadas por desgaste en superficie (ralladuras) de los cojines hidráulicos y cilindros principales, irregularidad que genera poco rendimiento en los dispositivos de sellado (empaquetaduras).

Sistema Eléctrico:

Comprende micro interruptores, contactores, relés de protección térmica, temporizadores, pulsadores, fusibles, cuchillas eléctricas, cableados en general. Estado aceptable en la mayoría de equipos, ya que los circuitos eléctricos dentro de los tableros de control en algunos de ellos carecen de marcación en algunos puntos y el cableado no sigue un riel guía en toda su trayectoria generando enredos y sobrantes notorios de cable. El caso más crítico de esta anomalía se registra en la PH-05.

Sistema hidráulico de refrigeración:

Comprende una torre de enfriamiento, dos bombas centrifugas de 10 y 20 hp respectivamente y un intercambiador de placas como sistema de control externo. Puntualmente en cada equipo se tiene un intercambiador de casco y tubos por cada paso. Este es un sistema que tiene registro de uso a la fecha de tres años de funcionamiento sin presentar actualmente algún tipo de falla.

4.1.2. Seguridad industrial para las prensas hidráulicas. La máquina posee un ciclo de trabajo automático que opera como se dijo, a una velocidad de aproximación rápida, una de velocidad de trabajo para el proceso que se esté efectuando ya sea embutido o corte y una velocidad de retorno rápida. Este ciclo lo controlan los micro interruptores por lo que no se deben bloquear o sacar de funcionamiento puesto que se pueden originar sobrepresiones instantáneas capaces de destruir cualquier parte del sistema lo mismo que malograr el proceso de manufactura y las mismas herramientas. Los motores tienen su relé térmico en el arrancador que protege contra altas sobrecargas del sistema que se manifiestan directamente en la corriente que consume el motor. Igualmente se tienen los fusibles del circuito de control los cuales protegen las bobinas y en general los elementos que lo componen. Por supuesto el seccionador de flujo eléctrico dispuesto dentro de la planta de producción protege de manera general cada equipo contra cortocircuito o sobrecargas instantáneas. Normalmente la estructura de la máquina soporta los esfuerzos que se generan con el trabajo y el nivel de presión que puede generar la bomba hidráulica, esta tiene su válvula de alivio que regula esta presión máxima, sin embargo cabe anotar que condiciones anormales de disposición de herramientas pueden generar igualmente esfuerzos que sobrepasen la resistencia del sistema en general. Es importante en general para la máquina que las personas que la operen conozcan esta norma de operación.

4.1.3. Lubricación. La lubricación en si para estos equipos es intrínseca o natural, puesto que el elemento que está transmitiendo la potencia y soportando esta

función es el mismo agente de lubricación por lo tanto esta función de mantenimiento se limita a mantener nivelado el tanque de cada unidad según el visor correspondiente, frecuencia cada dos turnos. Existe igualmente una revisión del estado del aceite hidráulico con una frecuencia cada 2000 horas de operación continua para determinar su contaminación, deterioro de sus propiedades específicas ante lo cual puede ser necesario cambiar todo el volumen de aceite.

Cabe anotar que es importante mantener limpias las superficies de los vástagos de los cilindros y barras guías, estas últimas si requieren lubricación con aceite o grasa cada quince días. Caso especial de lubricación es el que tiene que ver con la herramienta en el proceso de embutición, debe ser permanente en operación con beneficio tanto para la herramienta como para el acabado de la carcasa y buen desempeño del proceso de manufactura. Normalmente se usa desde taladrina, grasa animal o vegetal, hasta lubricantes sintéticos de aditivación especial. Normalmente los motores eléctricos vienen con rodamientos sellados ante lo cual su lubricación se traslada al cambio durante el desarrollo del programa de mantenimiento.

4.2. FICHAS PARA REGISTRO DE EQUIPOS GRUPO DE TROQUELADORAS

Figura 21. Troqueladora TR-10

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
ESPECIFICACIONES GENERALES		
EQUIPO	Prensa Excentrica	
CODIGO INVENTARIO	TR-10	
FABRICANTE	Ulecia	
MODELO/AÑO	RRE100/1967	
CAPACIDAD CARGA	100 ton.	
OPERACIÓN	Embutido/corte de disco	
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas	

Figura 22. Troqueladora TR-14

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS
ESPECIFICACIONES GENERALES		
EQUIPO	Prensa Excentrica	
CODIGO INVENTARIO	TR-14	
FABRICANTE	VEB	
MODELO/AÑO	PEEV 40.1/1982	
CAPACIDAD CARGA	40 ton.	
OPERACIÓN	Embutido disco/formado de aro	
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas	

Figura 23. Troqueladora TR-15

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Excentrica		
CODIGO INVENTARIO	TR-15		
FABRICANTE	Raskin		
MODELO/AÑO	100TR-6A/1981		
CAPACIDAD CARGA	100 Tn.		
OPERACIÓN	Embutido/corte de disco		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		
			

Figura 24. Troqueladora TR-16

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Excentrica		
CODIGO INVENTARIO	TR-16		
FABRICANTE	Schuler AG		
MODELO/AÑO	PN 50-225/No disponible		
CAPACIDAD CARGA	50 ton.		
OPERACIÓN	Corte de disco/formado de tapa		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		
			

Figura 25. Troqueladora TR-17

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Excentrica		
CODIGO INVENTARIO	TR-17		
FABRICANTE	Raskin		
MODELO/AÑO	7S386/1962		
CAPACIDAD CARGA	120 ton.		
OPERACIÓN	Embutido/corte de disco		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		
			

Figura 26. Troqueladora TR-19

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Excentrica		
CODIGO INVENTARIO	TR-19		
FABRICANTE	Chaveta Asideh		
MODELO/AÑO	No disponible		
CAPACIDAD CARGA	40 ton.		
OPERACIÓN	Punzonado/corte de disco		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		
			

Figura 27. Troqueladora TR-20

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Excentrica		
CODIGO INVENTARIO	TR-20		
FABRICANTE	Minster		
MODELO/AÑO	B1-45/1975		
CAPACIDAD CARGA	45 ton.		
OPERACIÓN	Formado de tapas y aros		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 28. Troqueladora TR-21

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Excentrica		
CODIGO INVENTARIO	TR-21		
FABRICANTE	Guillem		
MODELO/AÑO	125-2PE/No disponible		
CAPACIDAD CARGA	125 ton.		
OPERACIÓN	Corte y punzonado de disco		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 29. Troqueladora TR-22.

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Excentrica		
CODIGO INVENTARIO	TR-22		
FABRICANTE	VSS		
MODELO/AÑO	LE160C/1979		
CAPACIDAD CARGA	160 ton.		
OPERACIÓN	Embutido/punzonado de disco		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 30. Troqueladora TR-23

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Excentrica		
CODIGO INVENTARIO	TR-23		
FABRICANTE	Arisa		
MODELO/AÑO	RC-80/No disponible		
CAPACIDAD CARGA	80 ton.		
OPERACIÓN	Embutido/punzonado de disco		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 31. Troqueladora TR-24

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Excentrica		
CODIGO INVENTARIO	TR-24		
FABRICANTE	Vapsarov		
MODELO/AÑO	PE-100M/1994		
CAPACIDAD CARGA	100 ton.		
OPERACIÓN	Embutido/punzonado de disco		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 32. Troqueladora TR-25.

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Excentrica		
CODIGO INVENTARIO	TR-25		
FABRICANTE	Arisa		
MODELO/AÑO	G40-IV/No disponible		
CAPACIDAD CARGA	40 ton.		
OPERACIÓN	Formado de tapas y aros		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 33. Troqueladora TR-27

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Excentrica		
CODIGO INVENTARIO	TR-27		
FABRICANTE	VEB		
MODELO/AÑO	PEEV 25.1/1987		
CAPACIDAD CARGA	25 ton.		
OPERACIÓN	Formado de portavalvula		
CARGA OPERATIVA/DIA	8 horas		

Figura 34. Troqueladora TR-29

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Excentrica		
CODIGO INVENTARIO	TR-29		
FABRICANTE	Arisa		
MODELO/AÑO	G100-RS/1992		
CAPACIDAD CARGA	100 ton.		
OPERACIÓN	Corte y punzonado de disco		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

Figura 35. Troqueladora TR-30.

		FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	
ESPECIFICACIONES GENERALES			
EQUIPO	Prensa Excentrica		
CODIGO INVENTARIO	TR-30		
FABRICANTE	Arrieta		
MODELO/AÑO	PE-60/No disponible		
CAPACIDAD CARGA	60 ton.		
OPERACIÓN	Embutido/punzonado de disco		
CARGA OPERATIVA/DIA	16 horas		

4.2.1. Diagnostico según chequeo visual/auditivo de componentes. El mantenimiento preventivo responde a una ruta de chequeos por componentes principales y partes específicas de acuerdo con el programa mensual de mantenimiento acordado con el Líder coordinador de Planta y según el formato de inspección para cada máquina generado desde el software MPC del computador del Departamento Técnico.

Volante/Cigüeñal/Biela/Carro porta troquel:

En la totalidad de equipos evaluados no se evidencia algún desalineamiento notable en el movimiento rotativo del conjunto en mención, aunque cabe resaltar que las fallas reales de estos mecanismos que se dan por fatiga de materiales y/o fricción de componentes (rodamientos, bujes, casquetes, horquillas, rotula, tuerca de ajuste), solo son expuestas al desmontar las piezas en un mantenimiento programado para cada equipo o por una falla espontanea del sistema.

Motor/Bomba de lubricación:

Periódicamente se verifican muestreos de amperaje con carga de trabajo para comparar con el estándar de consumo y no se registra ningún equipo fuera de rango. Resistencia de aislamiento y valores de corrientes de los motores en vacío dentro del rango esperado. Sistemas de lubricación internos de componentes funcionando normalmente mediante bombas de accionamiento manual.

Sistema Eléctrico/Neumático:

Comprende micro interruptores, contactores, relés de protección térmica, temporizadores, pulsadores, fusibles, breaker y cableado en general. Los comandos eléctricos registran instalaciones bien elaboradas y demarcadas correctamente. Para las conexiones de tipo neumático en la mayoría de equipos resulta favorable optimizar los montajes de soporte para las electroválvulas neumáticas y guiar mediante dispositivos de fijación las conexiones de tubería flexible economizando el consumo de este recurso, mejorando la estética de las conexiones y reduciendo las pérdidas energéticas por fugas de aire debido a conexiones expuestas a desajustes imprevistos.

Sistema de embrague/Freno:

A través de inspección auditiva no se perciben ruidos extraños en los equipos de embrague mecánico que expongan mecanismos desalineados, ni tampoco ruidos que evidencien fugas de aire al momento de embragar las troqueladoras de sistema neumático lo que denunciaría rupturas del diafragma en el sistema. Mediante inspección visual todos los equipos registran un funcionamiento normal al accionar y suspender el mecanismo de embrague en forma manual y automática de operación. Mecanismos de frenado en la totalidad de equipos trabajando normalmente, con desgaste admisible y controlado mediante rutinas periódicas de mantenimiento.

4.2.2. Seguridad industrial para las troqueladoras. Las troqueladoras poseen una arandela de seguridad para protección contra sobrecargas provenientes de la solicitud que haga el trabajo que se esté realizando.

Contra sobrecargas en operación que no sobrepasen la carga de la arandela de seguridad se tiene el arrancador que mediante el térmico protege el motor y de paso las máquinas, igualmente el breaker protege contra cortocircuito

Estos equipos poseen guardas de seguridad para los elementos de transmisión de potencia. Cabe anotar que para una máquina apagada y embragada no se debe intentar arrancar con el motor porque genera una carga de arranque debido a la inercia adicional del carro porta troquel y la herramienta que esté montada, la cual puede forzar el motor y disparar el relé térmico.

En el diseño de los troqueles se tiene en cuenta de restringir el espacio de acceso a las partes vivas de la herramienta y también para el operario.

4.2.3. Lubricación. La lubricación de estas máquinas se hace en gran parte a través de bombas manuales dispuestas en cada equipo. En general responde a una guía propia que determina puntos, tipo de lubricante, sistemas de lubricación y frecuencia de atención. Es importante verificar la efectividad de la lubricación.

4.3. ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN PRENSAS HIDRÁULICAS

En la tabla 3 se presenta el inventario de equipos del grupo de prensas hidráulicas de Industrias Partmo S.A. a los cuales se les va realizar el estudio de criticidad.

Tabla 3. Listado de prensas hidráulicas Industrias Partmo S.A.

No	EQUIPO	CODIGO
1	PRENSA HIDRAULICA ROLOP S.A.	PH-01
2	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-05
3	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-08
4	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-09
5	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-10
6	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-11
7	PRENSA HIDRAULICA SHANGHÁI FCMEFCLS-50A	PH-12
8	PRENSA HIDRAULICA INTERFIL	PH-13
9	PRENSA HIDRAULICA PARTMO S.A.	PH-14
10	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-18

Finalizado el análisis de criticidad al grupo de prensas hidráulicas (ver tabla 4) los equipos señalados con color rojo son los equipos que corresponden a los más críticos del grupo, los que están marcados con color naranja corresponden a los medianamente críticos y aquellos que están en color verde son los que no afectan de manera importante el proceso productivo o bien llamados no críticos.

Para realizar el análisis de modo y efecto de fallas, los estudios de confiabilidad y la propuesta del plan de mantenimiento preventivo al grupo de prensas hidráulicas solo serán tenidos en cuenta los equipos que resultaron críticos según el análisis de criticidad (ver tabla 5).

Tabla 4. Clasificación de las prensas hidráulicas de Industrias Partmo S.A.

No	EQUIPO	CODIGO	CLASIFICACION
1	PRENSA HIDRAULICA ROLOP S.A.	PH-01	CRITICO
2	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-05	MEDIANAMENTE CRITICO
3	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-08	CRITICO
4	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-09	CRITICO
5	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-10	MEDIANAMENTE CRITICO
6	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-11	MEDIANAMENTE CRITICO
7	PRENSA HIDRAULICA SHANGHÁI FCMEFCLS-50A	PH-12	MEDIANAMENTE CRITICO
8	PRENSA HIDRAULICA INTERFIL	PH-13	MEDIANAMENTE CRITICO
9	PRENSA HIDRAULICA PARTMO S.A.	PH-14	CRITICO
10	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-18	MEDIANAMENTE CRITICO

Tabla 5. Cálculo de criticidad en prensas hidráulicas de Industrias Partmo S.A.

No	EQUIPO	CODIGO	FRECUENCIA DE FALLA/AÑO (F)	TIEMPO PROMEDIO FUERA DE SERVICIO / AÑO (TR)	COSTO DE REPARACION / AÑO (CR)	IMPACTO SOBRE LA PRODUCCION (IP)	IMPACTO EN LA SATISFACCION DEL CLIENTE (IC)	IMPACTO AMBIENTAL (IA)	IMPACTO EN LA SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL (IS)	CONSECUENCIAS	CRITICIDAD
1	PRENSA HIDRAULICA ROLOP S.A.	PH-01	6	6	25	9	1	30	35	144	864
2	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-05	4	1	3	6	1	30	35	71	284
3	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-08	6	4	5	6	1	30	35	82	492
4	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-09	6	2	10	6	1	30	35	81	486
5	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-10	4	6	5	4	0	30	35	77	309
6	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-11	4	4	5	4	0	30	35	75	299
7	PRENSA HIDRAULICA SHANGHÁI FCMEFCLS-50A	PH-12	4	4	5	4	0	30	35	75	299
8	PRENSA HIDRAULICA INTERFIL	PH-13	3	1	3	6	1	30	35	71	213
9	PRENSA HIDRAULICA PARTMO S.A.	PH-14	6	2	5	6	1	30	35	76	456
10	PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-18	4	2	5	6	1	30	35	76	304

4.4. ANÁLISIS DE CRITICIDAD EN TROQUELADORAS

En la tabla 6 se presenta el inventario de equipos del grupo de troqueladoras de Industrias Partmo S.A. a los cuales se les va realizar el estudio de criticidad.

Tabla 6. Listado troqueladoras de Industrias Partmo S.A.

No	EQUIPO	CODIGO
1	TROQUELADORA ULECIA RER 100	TR-10
2	TROQUELADORA VEB PRESSENBAN, PEEV 40.1	TR-14
3	TROQUELADORA RASKIN, 100TR-6A	TR-15
4	TROQUELADORA SCHULER AG, PN50-225	TR-16
5	TROQUELADORA RASKIN, 7S386	TR-17
6	TROQUELADORA ASIDEH CHAVETA	TR-19
7	TROQUELADORA MINSTER, B1-45	TR-20
8	TROQUELADORA GUILLEM, 125-2PE	TR-21
9	TROQUELADORA VSS, LE-160C	TR-22
10	TROQUELADORA ARISA, RC-80	TR-23
11	TROQUELADORA VAPTSAROV, PE-100M	TR-24
12	TROQUELADORA ARISA, G40-IV	TR-25
13	TROQUELADORA VEB PRESSENBAN, PEEV 25.1	TR-27
14	TROQUELADORA ARISA, G100RS	TR-29
15	TROQUELADORA ARRIETA, PE-60	TR-30

Finalizado el análisis de criticidad al grupo de troqueladoras (ver tabla 8) no se registra algún equipo clasificado como crítico, los que están marcados con color naranja corresponden a los medianamente críticos y los marcados en color verde son los no críticos.

Tabla 7. Cálculo de criticidad en troqueladoras de Industrias Partmo S.A.

No	EQUIPO	CODIGO	FRECUENCIA DE FALLA/AÑO (F)	TIEMPO PROMEDIO FUERA DE SERVICIO / AÑO (TR)	COSTO DE REPARACION / AÑO (CR)	IMPACTO SOBRE LA PRODUCCION (IP)	IMPACTO EN LA SATISFACCION DEL CLIENTE (IC)	IMPACTO AMBIENTAL (IA)	IMPACTO EN LA SALUD Y SEGURIDAD PERSONAL (IS)	CONSECUENCIAS	CRITICIDAD
1	TROQUELADORA ULECIA RER 100	TR-10	4	1	5	6	1	0	35	43	172
2	TROQUELADORA VEB PRESSENBAN, PEEV 40.1	TR-14	4	4	3	6	1	0	35	50	200
3	TROQUELADORA RASKIN, 100TR-6A	TR-15	3	1	3	6	1	0	35	41	123
4	TROQUELADORA SCHULER AG, PN50-225	TR-16	4	4	5	6	1	0	35	52	208
5	TROQUELADORA RASKIN, 7S386	TR-17	4	1	5	6	1	0	35	43	172
6	TROQUELADORA ASIDEH CHAVETA	TR-19	4	2	10	6	1	0	35	51	204
7	TROQUELADORA MINSTER, B1-45	TR-20	4	6	10	6	1	0	35	63	252
8	TROQUELADORA GUILLEM, 125-2PE	TR-21	4	1	10	6	1	0	35	48	192
9	TROQUELADORA VSS, LE-160C	TR-22	4	1	10	6	1	0	35	48	192
10	TROQUELADORA ARISA, RC-80	TR-23	6	2	3	6	1	0	35	44	264
11	TROQUELADORA VAPTSAROV, PE-100M	TR-24	6	2	10	6	1	0	35	51	306
12	TROQUELADORA ARISA, G40-IV	TR-25	6	2	10	6	1	0	35	51	306
13	TROQUELADORA VEB PRESSENBAN, PEEV 25.1	TR-27	3	1	5	9	1	0	35	49	147
14	TROQUELADORA ARISA, G100RS	TR-29	4	1	10	6	1	0	35	48	192
15	TROQUELADORA ARRIETA, PE-60	TR-30	4	1	5	6	1	0	35	43	172

Para realizar el análisis de modo y efecto de fallas, los estudios de confiabilidad y la propuesta del plan de mantenimiento preventivo al grupo de troqueladoras solo serán tenidos en cuenta los dos equipos con mayor puntaje de los medianamente críticos según el análisis de criticidad (ver tabla 7).

Tabla 8. Clasificación de las troqueladoras de Industrias Partmo S.A.

No	EQUIPO	CODIGO	CLASIFICACION
1	TROQUELADORA ULECIA RER 100	TR-10	NO CRITICO
2	TROQUELADORA VEB PRESSENBAN, PEEV 40.1	TR-14	MEDIANAMENTE CRITICO
3	TROQUELADORA RASKIN, 100TR-6A	TR-15	NO CRITICO
4	TROQUELADORA SCHULER AG, PN50-225	TR-16	MEDIANAMENTE CRITICO
5	TROQUELADORA RASKIN, 7S386	TR-17	NO CRITICO
6	TROQUELADORA ASIDEH CHAVETA	TR-19	MEDIANAMENTE CRITICO
7	TROQUELADORA MINSTER, B1-45	TR-20	MEDIANAMENTE CRITICO
8	TROQUELADORA GUILLEM, 125-2PE	TR-21	NO CRITICO
9	TROQUELADORA VSS, LE-160C	TR-22	NO CRITICO
10	TROQUELADORA ARISA, RC-80	TR-23	MEDIANAMENTE CRITICO
11	TROQUELADORA VAPTSAROV, PE-100M	TR-24	MEDIANAMENTE CRITICO
12	TROQUELADORA ARISA, G40-IV	TR-25	MEDIANAMENTE CRITICO
13	TROQUELADORA VEB PRESSENBAN, PEEV 25.1	TR-27	NO CRITICO
14	TROQUELADORA ARISA, G100RS	TR-29	NO CRITICO
15	TROQUELADORA ARRIETA, PE-60	TR-30	NO CRITICO

4.5. DIAGNÓSTICO DE REPARACIONES REPETITIVAS IDENTIFICADAS Y PROCEDIMIENTOS

- **Reparación de cilindros hidráulicos.**

Al cambiar empaques de cilindros hidráulicos, es importante pulir y avellanar las cajas donde se insertan estos, a fin de evitar el cizallamiento de los empaques durante el montaje, dándose la situación de que el empaque queda mordido.

- **Reparación de embragues en troqueladoras.**

La revisión de la medida exacta de los cuñeros de los bocines que sirven de soportes laterales con respecto a la medida de la cuña en el sentido de embrague, es el aspecto vital durante un cambio de cuña por rotura, ya que un huelgo entre estas piezas permitirá el movimiento de la cuña al ser embragada la máquina, recibiendo el golpe en voladizo haciendo que se rompa la cuña.

- **Reparación de bloqueo de las prensas hidráulicas.**

Dada la gran cantidad de componentes que pueden causar esta falla, es necesario seguir un orden lógico en la detección de esta para que el tiempo de la reparación sea lo más breve posible. Según la experiencia de los mecánicos de mantenimiento que trabajan con esta máquina el procedimiento más adecuado es:

- Observar si la falla se presenta en el sistema eléctrico, probar el interruptor de encendido del motor y si este no funciona avisar al electricista para que proceda a su reparación.
- Al descartar la falla en el sistema eléctrico se procede a revisar el sistema hidráulico. Inicialmente se le pregunta al operario de la prensa cual es la falla que está presentando para hacerse una idea de las posibles causas del problema.
- Cuando la respuesta del operario no representa ninguna ayuda, es decir, el problema no parece tener una explicación fácil o lógica, se deben revisar los tornillos de los solenoides de las electroválvulas direccionales del circuito hidráulico, los cuales se aflojan debido a la vibración durante la operación. Si dichos tornillos se encuentran sueltos o flojos el solenoide no logra desplazar totalmente el carretel de la válvula y el sistema hidráulico no funciona. Al realizar esta revisión se pueden evitar tiempos de desarme y desmonte de válvulas u otros elementos del circuito.
- La principal causa de daño en el bloqueo de las prensa hidráulicas es la presencia de partículas en el aceite lo cual causa que las válvulas se peguen y no funcionen correctamente. Por lo tanto es necesario bajarlas, limpiarlas o

lavarlas y volver a montar para observar si eran la causa del bloqueo. El orden de prueba de las válvulas es:

- a) Válvula de reguladora de presión.
 - b) Válvula direccional principal tres posiciones.
 - c) Válvula reguladora de caudal.
 - d) Cheque pilotado.
 - e) Válvula de pre llenado.
- Si el operario reporta que la máquina se “escurre”, es decir el pistón de la prensa no permanece en una posición determinada al centrar la válvula direccional, las probables causas son:
 - a) Que la camisa del pistón superior tenga una fisura y se presente fuga de aceite. Por esto es necesario revisarlo y repararlo.
 - b) Que la válvula de alivio se encuentre pegada o el resorte este dañado, esto causa que el sistema no levante presión. Revisarla y reparar de ser necesario.
 - Cuando el operario reporta ruido excesivo pueden existir diversas causas:
 - a) Puede provenir de un acople motor-bomba, de cualquiera de los pasos de la prensa, por lo cual se deben revisar para verificar su estado.
 - b) El exceso de ruido también puede ser causado por el motor, cuando trabaja sobrecargado debido al taponamiento del filtro de aceite, si este es el caso es necesario reemplazar dicho filtro.

5. ESTUDIO DE CONFIABILIDAD

Para la realización del estudio de confiabilidad en los equipos críticos y medianamente críticos del grupo de prensas hidráulicas y troqueladoras de Industrias Partmo S.A. se analizarán los datos históricos de mantenimientos correctivos planificados y no planificados, suministrados por el software de mantenimiento MPC mediante el uso de la distribución Weibull mencionado en el capítulo cinco de este libro, ya que es un método muy flexible que contrariamente al modelo exponencial o a la distribución normal, cubre los casos en que la tasa de fallo (λ) es variable y permite por tanto ajustarse a los períodos de infancia y a las diferentes formas de envejecimiento. Es decir que se puede ajustar a las tres zonas (infancia, vida útil envejecimiento) de la curva de la bañera o de Davies.

5.1 RECOLECCIÓN DE DATOS HISTÓRICOS

Los datos históricos de mantenimiento de los equipos seleccionados como críticos y medianamente críticos del grupo de prensas hidráulicas y troqueladoras se encuentran registrados en el software de mantenimiento MPC, una vez dentro del programa es necesario ingresar al módulo de mantenimiento correctivo (ver figura 36) para registrar las operaciones ejecutadas por personal del departamento técnico y sus respectivos tiempos de cumplimiento por cada orden de mantenimiento elaborada por el departamento de producción. Este módulo nos brinda información del tipo de servicio, codificación de inventario del equipo, identificación del técnico asignado, estado del servicio, fechas de solicitud y cumplimiento y un espacio de texto para las diferentes observaciones que impliquen detallar, para la trazabilidad de costos de mantenimiento causada por remplazo de componentes. Toda labor de mantenimiento correctivo o preventivo

es registrada en el MPC y soportada en los formatos de control de reparación de equipos conservados en los archivos del departamento técnico. Los datos que se van a presentar pertenecen al comportamiento de los equipos como son los tiempos entre fallas (TBF) y los tiempos de reparación (TTR), estos datos se obtienen a partir de la información suministrada por el software MPC del departamento técnico de Industrias Partmo S.A., que son indispensables para calcular los tiempos medios entre fallas (MTBF) y los tiempos medios de reparación (MTTR), como también los otros parámetros de la distribución de Weibull. Hay que recordar la confiabilidad de los parámetros calculados depende de la veracidad y calidad de la información disponible en el software.

Figura 36. Módulo de registro de falla software MPC.

Reporte Mantenimiento Correctivo

Reporte Correctivo

Número: 76600 Máquina: PH-01 Fecha: 02/08/2010 Turno: MAÑANA

Operación: REVISAR BOMBA Tipo de Mantenimiento: 2

Fecha/Hora de Inicio (DD/MM/YY): 02/08/2013 06:10:00 AM Fecha/Hora Finalización (DD/MM/YY): 02/08/2013 10:01:00 AM

Observaciones:
CAMBIO DE BOMBA HIDRAULICA DEL PASO CUARTO POR UNA DE 8GPM NUEVA,

Elaboró:
ALVARO CELIS.

Cancelar Aceptar

23/07/2014

Fuente. Departamento técnico Industrias Partmo S.A.

5.1.1. Datos históricos prensas hidráulicas. Los datos históricos que se van a presentar aquí pertenecen a la prensa hidráulica PH-01, el resto de equipos

clasificados como críticos van a ser consignados en el anexo A de este libro. Los datos del registro de fallas para este grupo de maquinaria se tomaron del software de mantenimiento MPC, para un periodo desde del 01 de enero de 2010, hasta el 30 de junio de 2014.

Tabla 9. Datos históricos prensa hidráulica PH-01

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
1	09/01/2010	09/01/2010	7	1
2	15/01/2010	15/01/2010	1	1
3	15/01/2010	15/01/2010	4	1
4	18/01/2010	18/01/2010	2	1
5	19/01/2010	19/01/2010	4	1
6	22/01/2010	22/01/2010	8	1
7	29/01/2010	29/01/2010	3	1
8	31/01/2010	31/01/2010	4	1
9	03/02/2010	03/02/2010	3	1
10	05/02/2010	05/02/2010	7	1
11	11/02/2010	11/02/2010	3	1
12	13/02/2010	13/02/2010	3	1
13	15/02/2010	15/02/2010	9	1
14	23/02/2010	23/02/2010	2	1
15	24/02/2010	24/02/2010	6	1
16	01/03/2010	01/03/2010	9	1
17	09/03/2010	09/03/2010	4	1
18	12/03/2010	12/03/2010	4	1
19	15/03/2010	15/03/2010	3	1
20	17/03/2010	17/03/2010	10	1
21	26/03/2010	26/03/2010	6	1
22	31/03/2010	31/03/2010	8	1
23	07/04/2010	07/04/2010	2	1
24	08/04/2010	08/04/2010	6	1
25	13/04/2010	13/04/2010	3	1
26	15/04/2010	15/04/2010	14	1
27	28/04/2010	28/04/2010	2	1
28	29/04/2010	29/04/2010	8	1
29	06/05/2010	06/05/2010	2	1
30	07/05/2010	07/05/2010	5	1
31	11/05/2010	11/05/2010	9	1
32	19/05/2010	19/05/2010	3	1
33	21/05/2010	21/05/2010	4	1
34	24/05/2010	24/05/2010	3	1
35	26/05/2010	26/05/2010	1	1
36	26/05/2010	26/05/2010	2	1
37	27/05/2010	27/05/2010	1	1
38	27/05/2010	27/05/2010	2	1
39	28/05/2010	28/05/2010	5	1
40	01/06/2010	01/06/2010	2	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
41	02/06/2010	02/06/2010	3	1
42	04/06/2010	04/06/2010	1	1
43	04/06/2010	04/06/2010	1	1
44	04/06/2010	04/06/2010	2	1
45	05/06/2010	05/06/2010	13	1
46	17/06/2010	17/06/2010	2	1
47	18/06/2010	18/06/2010	1	1
48	18/06/2010	18/06/2010	1	1
49	18/06/2010	18/06/2010	4	1
50	21/06/2010	21/06/2010	3	1
51	23/06/2010	23/06/2010	2	1
52	24/06/2010	24/06/2010	1	1
53	24/06/2010	24/06/2010	8	1
54	01/07/2010	01/07/2010	6	1
55	06/07/2010	06/07/2010	3	1
56	08/07/2010	08/07/2010	6	1
57	13/07/2010	13/07/2010	3	1
58	15/07/2010	15/07/2010	2	1
59	16/07/2010	16/07/2010	1	1
60	16/07/2010	16/07/2010	2	1
61	17/07/2010	17/07/2010	3	1
62	19/07/2010	19/07/2010	2	1
63	20/07/2010	20/07/2010	2	1
64	21/07/2010	21/07/2010	3	1
65	23/07/2010	23/07/2010	10	1
66	01/08/2010	02/08/2010	2	2
67	02/08/2010	02/08/2010	1	1
68	02/08/2010	02/08/2010	3	1
69	04/08/2010	04/08/2010	3	1
70	06/08/2010	06/08/2010	7	1
71	12/08/2010	12/08/2010	6	1
72	17/08/2010	17/08/2010	2	1
73	18/08/2010	18/08/2010	2	1
74	19/08/2010	19/08/2010	2	1
75	20/08/2010	20/08/2010	2	1
76	21/08/2010	21/08/2010	4	1
77	24/08/2010	24/08/2010	1	1
78	24/08/2010	24/08/2010	4	1
79	27/08/2010	27/08/2010	1	1
80	27/08/2010	27/08/2010	2	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
81	28/08/2010	30/08/2010	1	3
82	28/08/2010	28/08/2010	4	1
83	31/08/2010	31/08/2010	155	1
84	01/02/2011	01/02/2011	5	1
85	05/02/2011	05/02/2011	3	1
86	07/02/2011	07/02/2011	3	1
87	09/02/2011	09/02/2011	2	1
88	10/02/2011	10/02/2011	2	1
89	11/02/2011	11/02/2011	5	1
90	15/02/2011	15/02/2011	3	1
91	17/02/2011	17/02/2011	3	1
92	19/02/2011	19/02/2011	3	1
93	21/02/2011	21/02/2011	2	1
94	22/02/2011	22/02/2011	2	1
95	23/02/2011	23/02/2011	5	1
96	27/02/2011	27/02/2011	2	1
97	28/02/2011	28/02/2011	2	1
98	01/03/2011	01/03/2011	2	1
99	02/03/2011	02/03/2011	1	1
100	02/03/2011	02/03/2011	3	1
101	04/03/2011	04/03/2011	1	1
102	04/03/2011	04/03/2011	1	1
103	04/03/2011	04/03/2011	1	1
104	04/03/2011	04/03/2011	1	1
105	04/03/2011	04/03/2011	1	1
106	04/03/2011	04/03/2011	2	1
107	05/03/2011	05/03/2011	6	1
108	10/03/2011	10/03/2011	2	1
109	11/03/2011	11/03/2011	1	1
110	11/03/2011	11/03/2011	4	1
111	14/03/2011	14/03/2011	1	1
112	14/03/2011	14/03/2011	5	1
113	18/03/2011	18/03/2011	1	1
114	18/03/2011	18/03/2011	8	1
115	25/03/2011	25/03/2011	3	1
116	27/03/2011	27/03/2011	2	1
117	28/03/2011	28/03/2011	2	1
118	29/03/2011	29/03/2011	2	1
119	30/03/2011	30/03/2011	3	1
120	01/04/2011	01/04/2011	2	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
121	02/04/2011	02/04/2011	3	1
122	04/04/2011	04/04/2011	4	1
123	07/04/2011	07/04/2011	1	1
124	07/04/2011	07/04/2011	2	1
125	08/04/2011	08/04/2011	2	1
126	09/04/2011	09/04/2011	3	1
127	11/04/2011	11/04/2011	3	1
128	13/04/2011	13/04/2011	1	1
129	13/04/2011	13/04/2011	2	1
130	14/04/2011	14/04/2011	2	1
131	15/04/2011	15/04/2011	1	1
132	15/04/2011	15/04/2011	1	1
133	15/04/2011	15/04/2011	2	1
134	16/04/2011	16/04/2011	4	1
135	19/04/2011	19/04/2011	2	1
136	20/04/2011	20/04/2011	1	1
137	20/04/2011	20/04/2011	8	1
138	27/04/2011	27/04/2011	8	1
139	04/05/2011	04/05/2011	2	1
140	05/05/2011	05/05/2011	1	1
141	05/05/2011	05/05/2011	5	1
142	09/05/2011	09/05/2011	1	1
143	09/05/2011	09/05/2011	2	1
144	10/05/2011	10/05/2011	2	1
145	11/05/2011	11/05/2011	3	1
146	13/05/2011	13/05/2011	3	1
147	15/05/2011	15/05/2011	9	1
148	23/05/2011	23/05/2011	3	1
149	25/05/2011	25/05/2011	3	1
150	27/05/2011	27/05/2011	4	1
151	30/05/2011	30/05/2011	2	1
152	31/05/2011	31/05/2011	4	1
153	03/06/2011	04/06/2011	5	2
154	07/06/2011	07/06/2011	2	1
155	08/06/2011	08/06/2011	4	1
156	11/06/2011	11/06/2011	3	1
157	13/06/2011	13/06/2011	1	1
158	13/06/2011	13/06/2011	6	1
159	18/06/2011	18/06/2011	8	1
160	25/06/2011	25/06/2011	6	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
161	30/06/2011	30/06/2011	1	1
162	30/06/2011	30/06/2011	9	1
163	08/07/2011	08/07/2011	1	1
164	08/07/2011	08/07/2011	4	1
165	11/07/2011	11/07/2011	3	1
166	13/07/2011	13/07/2011	6	1
167	18/07/2011	18/07/2011	2	1
168	19/07/2011	19/07/2011	7	1
169	25/07/2011	25/07/2011	4	1
170	28/07/2011	28/07/2011	2	1
171	29/07/2011	29/07/2011	2	1
172	30/07/2011	30/07/2011	3	1
173	01/08/2011	01/08/2011	2	1
174	02/08/2011	02/08/2011	3	1
175	04/08/2011	04/08/2011	5	1
176	08/08/2011	08/08/2011	2	1
177	09/08/2011	09/08/2011	4	1
178	12/08/2011	12/08/2011	1	1
179	12/08/2011	12/08/2011	7	1
180	18/08/2011	18/08/2011	2	1
181	19/08/2011	19/08/2011	1	1
182	19/08/2011	19/08/2011	8	1
183	26/08/2011	26/08/2011	1	1
184	26/08/2011	26/08/2011	8	1
185	02/09/2011	02/09/2011	5	1
186	06/09/2011	06/09/2011	16	1
187	21/09/2011	21/09/2011	3	1
188	23/09/2011	23/09/2011	6	1
189	28/09/2011	28/09/2011	2	1
190	29/09/2011	29/09/2011	8	1
191	06/10/2011	06/10/2011	15	1
192	20/10/2011	20/10/2011	13	1
193	01/11/2011	01/11/2011	4	1
194	04/11/2011	04/11/2011	7	1
195	10/11/2011	10/11/2011	3	1
196	12/11/2011	12/11/2011	4	1
197	15/11/2011	15/11/2011	2	1
198	16/11/2011	16/11/2011	3	1
199	18/11/2011	18/11/2011	4	1
200	21/11/2011	21/11/2011	11	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
201	01/12/2011	01/12/2011	2	1
202	02/12/2011	02/12/2011	6	1
203	07/12/2011	07/12/2011	3	1
204	09/12/2011	09/12/2011	6	1
205	14/12/2011	14/12/2011	9	1
206	22/12/2011	22/12/2011	1	1
207	22/12/2011	22/12/2011	5	1
208	26/12/2011	26/12/2011	4	1
209	29/12/2011	29/12/2011	2	1
210	30/12/2011	30/12/2011	8	1
211	06/01/2012	06/01/2012	26	1
212	31/01/2012	31/01/2012	3	1
213	02/02/2012	02/02/2012	2	1
214	03/02/2012	03/02/2012	1	1
215	03/02/2012	03/02/2012	11	1
216	13/02/2012	13/02/2012	11	1
217	23/02/2012	23/02/2012	1	1
218	23/02/2012	23/02/2012	3	1
219	25/02/2012	25/02/2012	1	1
220	25/02/2012	25/02/2012	5	1
221	29/02/2012	29/02/2012	2	1
222	01/03/2012	01/03/2012	2	1
223	02/03/2012	02/03/2012	1	1
224	02/03/2012	02/03/2012	2	1
225	03/03/2012	03/03/2012	3	1
226	05/03/2012	05/03/2012	2	1
227	06/03/2012	06/03/2012	1	1
228	06/03/2012	06/03/2012	5	1
229	10/03/2012	10/03/2012	20	1
230	29/03/2012	29/03/2012	7	1
231	04/04/2012	04/04/2012	20	1
232	23/04/2012	23/04/2012	1	1
233	23/04/2012	23/04/2012	1	1
234	23/04/2012	23/04/2012	3	1
235	25/04/2012	25/04/2012	4	1
236	28/04/2012	28/04/2012	5	1
237	02/05/2012	02/05/2012	1	1
238	02/05/2012	02/05/2012	3	1
239	04/05/2012	04/05/2012	1	1
240	04/05/2012	04/05/2012	14	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
241	17/05/2012	17/05/2012	1	1
242	17/05/2012	17/05/2012	2	1
243	18/05/2012	18/05/2012	7	1
244	24/05/2012	24/05/2012	14	1
245	06/06/2012	06/06/2012	2	1
246	07/06/2012	07/06/2012	8	1
247	14/06/2012	14/06/2012	6	1
248	19/06/2012	19/06/2012	4	1
249	22/06/2012	22/06/2012	12	1
250	03/07/2012	03/07/2012	2	1
251	04/07/2012	04/07/2012	7	1
252	10/07/2012	10/07/2012	8	1
253	17/07/2012	17/07/2012	7	1
254	23/07/2012	23/07/2012	1	1
255	23/07/2012	23/07/2012	9	1
256	31/07/2012	31/07/2012	1	1
257	31/07/2012	31/07/2012	2	1
258	01/08/2012	01/08/2012	14	1
259	14/08/2012	14/08/2012	8	1
260	21/08/2012	21/08/2012	2	1
261	22/08/2012	22/08/2012	7	1
262	28/08/2012	28/08/2012	2	1
263	29/08/2012	29/08/2012	16	1
264	13/09/2012	13/09/2012	3	1
265	15/09/2012	15/09/2012	3	1
266	17/09/2012	17/09/2012	2	1
267	18/09/2012	18/09/2012	11	1
268	28/09/2012	28/09/2012	4	1
269	01/10/2012	01/10/2012	11	1
270	11/10/2012	11/10/2012	8	1
271	18/10/2012	18/10/2012	7	1
272	24/10/2012	24/10/2012	9	1
273	01/11/2012	01/11/2012	1	1
274	01/11/2012	01/11/2012	16	1
275	16/11/2012	16/11/2012	6	1
276	21/11/2012	21/11/2012	4	1
277	24/11/2012	24/11/2012	1	1
278	24/11/2012	24/11/2012	1	1
279	24/11/2012	24/11/2012	3	1
280	26/11/2012	26/11/2012	4	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
281	29/11/2012	29/11/2012	3	1
282	01/12/2012	01/12/2012	5	1
283	05/12/2012	05/12/2012	6	1
284	10/12/2012	10/12/2012	8	1
285	17/12/2012	17/12/2012	3	1
286	19/12/2012	19/12/2012	10	1
287	28/12/2012	28/12/2012	2	1
288	29/12/2012	29/12/2012	5	1
289	02/01/2013	02/01/2013	2	1
290	03/01/2013	03/01/2013	2	1
291	04/01/2013	04/01/2013	2	1
292	05/01/2013	05/01/2013	5	1
293	09/01/2013	09/01/2013	2	1
294	10/01/2013	10/01/2013	13	1
295	22/01/2013	22/01/2013	1	1
296	22/01/2013	22/01/2013	3	1
297	24/01/2013	24/01/2013	1	1
298	24/01/2013	24/01/2013	2	1
299	25/01/2013	25/01/2013	1	1
300	25/01/2013	25/01/2013	6	1
301	30/01/2013	30/01/2013	3	1
302	01/02/2013	03/02/2013	5	3
303	05/02/2013	05/02/2013	2	1
304	06/02/2013	07/02/2013	2	2
305	07/02/2013	07/02/2013	7	1
306	13/02/2013	13/02/2013	3	1
307	15/02/2013	15/02/2013	5	1
308	19/02/2013	19/02/2013	3	1
309	21/02/2013	21/02/2013	5	1
310	25/02/2013	25/02/2013	4	1
311	28/02/2013	28/02/2013	1	1
312	28/02/2013	28/02/2013	2	1
313	01/03/2013	01/03/2013	5	1
314	05/03/2013	05/03/2013	2	1
315	06/03/2013	06/03/2013	2	1
316	07/03/2013	07/03/2013	2	1
317	08/03/2013	08/03/2013	6	1
318	13/03/2013	13/03/2013	1	1
319	13/03/2013	13/03/2013	6	1
320	18/03/2013	18/03/2013	1	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
321	18/03/2013	19/03/2013	5	2
322	22/03/2013	22/03/2013	5	1
323	26/03/2013	26/03/2013	14	1
324	08/04/2013	08/04/2013	4	1
325	11/04/2013	11/04/2013	2	1
326	12/04/2013	12/04/2013	1	1
327	12/04/2013	12/04/2013	1	1
328	12/04/2013	12/04/2013	2	1
329	13/04/2013	13/04/2013	4	1
330	16/04/2013	16/04/2013	1	1
331	16/04/2013	16/04/2013	1	1
332	16/04/2013	16/04/2013	7	1
333	22/04/2013	22/04/2013	1	1
334	22/04/2013	22/04/2013	6	1
335	27/04/2013	27/04/2013	24	1
336	20/05/2013	20/05/2013	1	1
337	20/05/2013	20/05/2013	2	1
338	21/05/2013	21/05/2013	2	1
339	22/05/2013	22/05/2013	2	1
340	23/05/2013	23/05/2013	2	1
341	24/05/2013	24/05/2013	2	1
342	25/05/2013	25/05/2013	1	1
343	25/05/2013	25/05/2013	5	1
344	29/05/2013	29/05/2013	3	1
345	31/05/2013	31/05/2013	1	1
346	31/05/2013	31/05/2013	5	1
347	04/06/2013	04/06/2013	2	1
348	05/06/2013	05/06/2013	2	1
349	06/06/2013	06/06/2013	6	1
350	11/06/2013	11/06/2013	10	1
351	20/06/2013	20/06/2013	5	1
352	24/06/2013	24/06/2013	1	1
353	24/06/2013	24/06/2013	3	1
354	26/06/2013	26/06/2013	2	1
355	27/06/2013	27/06/2013	6	1
356	02/07/2013	02/07/2013	1	1
357	02/07/2013	02/07/2013	2	1
358	03/07/2013	03/07/2013	3	1
359	05/07/2013	06/07/2013	2	2
360	06/07/2013	06/07/2013	1	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
361	06/07/2013	06/07/2013	2	1
362	07/07/2013	07/07/2013	1	1
363	07/07/2013	07/07/2013	2	1
364	08/07/2013	08/07/2013	2	1
365	09/07/2013	09/07/2013	2	1
366	10/07/2013	10/07/2013	1	1
367	10/07/2013	10/07/2013	2	1
368	11/07/2013	11/07/2013	1	1
369	11/07/2013	11/07/2013	2	1
370	12/07/2013	12/07/2013	2	1
371	13/07/2013	13/07/2013	3	1
372	15/07/2013	15/07/2013	1	1
373	15/07/2013	15/07/2013	2	1
374	16/07/2013	16/07/2013	4	1
375	19/07/2013	19/07/2013	4	1
376	22/07/2013	22/07/2013	1	1
377	22/07/2013	22/07/2013	3	1
378	24/07/2013	24/07/2013	2	1
379	25/07/2013	25/07/2013	2	1
380	26/07/2013	26/07/2013	1	1
381	26/07/2013	26/07/2013	1	1
382	26/07/2013	26/07/2013	4	1
383	29/07/2013	29/07/2013	6	1
384	03/08/2013	03/08/2013	1	1
385	03/08/2013	03/08/2013	5	1
386	07/08/2013	07/08/2013	3	1
387	09/08/2013	09/08/2013	2	1
388	10/08/2013	10/08/2013	3	1
389	12/08/2013	12/08/2013	1	1
390	12/08/2013	12/08/2013	5	1
391	16/08/2013	16/08/2013	1	1
392	16/08/2013	21/08/2013	6	6
393	21/08/2013	21/08/2013	2	1
394	22/08/2013	22/08/2013	7	1
395	28/08/2013	28/08/2013	6	1
396	02/09/2013	02/09/2013	2	1
397	03/09/2013	03/09/2013	4	1
398	06/09/2013	06/09/2013	2	1
399	07/09/2013	07/09/2013	10	1
400	16/09/2013	16/09/2013	4	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
401	19/09/2013	19/09/2013	2	1
402	20/09/2013	20/09/2013	5	1
403	24/09/2013	24/09/2013	3	1
404	26/09/2013	26/09/2013	48	1
405	12/11/2013	12/11/2013	7	1
406	18/11/2013	18/11/2013	3	1
407	20/11/2013	20/11/2013	2	1
408	21/11/2013	21/11/2013	2	1
409	22/11/2013	22/11/2013	8	1
410	29/11/2013	29/11/2013	2	1
411	30/11/2013	30/11/2013	10	1
412	09/12/2013	09/12/2013	2	1
413	10/12/2013	10/12/2013	7	1
414	16/12/2013	16/12/2013	1	1
415	16/12/2013	16/12/2013	2	1
416	17/12/2013	17/12/2013	2	1
417	18/12/2013	18/12/2013	2	1
418	19/12/2013	19/12/2013	2	1
419	20/12/2013	20/12/2013	14	1
420	02/01/2014	02/01/2014	2	1
421	03/01/2014	03/01/2014	1	1
422	03/01/2014	03/01/2014	1	1
423	03/01/2014	03/01/2014	2	1
424	04/01/2014	04/01/2014	7	1
425	10/01/2014	10/01/2014	4	1
426	13/01/2014	13/01/2014	10	1
427	22/01/2014	22/01/2014	7	1
428	28/01/2014	28/01/2014	4	1
429	31/01/2014	31/01/2014	5	1
430	04/02/2014	04/02/2014	2	1
431	05/02/2014	05/02/2014	2	1
432	06/02/2014	06/02/2014	2	1
433	07/02/2014	07/02/2014	2	1
434	08/02/2014	08/02/2014	3	1
435	10/02/2014	10/02/2014	5	1
436	14/02/2014	14/02/2014	16	1
437	01/03/2014	01/03/2014	3	1
438	03/03/2014	03/03/2014	3	1
439	05/03/2014	05/03/2014	2	1
440	06/03/2014	06/03/2014	7	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
441	12/03/2014	12/03/2014	2	1
442	13/03/2014	13/03/2014	2	1
443	14/03/2014	14/03/2014	4	1
444	17/03/2014	17/03/2014	7	1
445	23/03/2014	23/03/2014	2	1
446	24/03/2014	24/03/2014	4	1
447	27/03/2014	27/03/2014	16	1
448	11/04/2014	11/04/2014	2	1
449	12/04/2014	12/04/2014	4	1
450	15/04/2014	15/04/2014	1	1
451	15/04/2014	15/04/2014	9	1
452	23/04/2014	23/04/2014	3	1
453	25/04/2014	25/04/2014	1	1
454	25/04/2014	25/04/2014	2	1
455	26/04/2014	26/04/2014	13	1
456	08/05/2014	08/05/2014	12	1
457	19/05/2014	19/05/2014	2	1
458	20/05/2014	20/05/2014	3	1
459	22/05/2014	22/05/2014	7	1
460	28/05/2014	28/05/2014	4	1
461	31/05/2014	31/05/2014	4	1
462	03/06/2014	03/06/2014	1	1
463	03/06/2014	03/06/2014	3	1
464	05/06/2014	05/06/2014	16	1
465	20/06/2014	20/06/2014	AHORA	1

5.1.2. Datos históricos troqueladoras. Los datos históricos que se van a presentar aquí pertenecen a la troqueladora TR-24, el otro equipo con mayor puntuación del análisis de criticidad, clasificado como medianamente crítico será consignado en el anexo B de este libro. Los datos del registro de fallas para este grupo de maquinaria se tomaron del software de mantenimiento MPC, para un periodo desde del 01 de enero de 2010, hasta el 30 de junio de 2014.

Tabla 10. Datos históricos troqueladora TR-24.

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
1	05/01/2010	05/01/2010	2	1
2	06/01/2010	06/01/2010	10	1
3	15/01/2010	15/01/2010	38	1
4	21/02/2010	21/02/2010	10	1
5	02/03/2010	02/03/2010	3	1
6	04/03/2010	04/03/2010	20	1
7	23/03/2010	23/03/2010	5	1
8	27/03/2010	27/03/2010	4	1
9	30/03/2010	30/03/2010	9	1
10	07/04/2010	07/04/2010	10	1
11	16/04/2010	16/04/2010	44	1
12	29/05/2010	29/05/2010	18	1
13	15/06/2010	15/06/2010	2	1
14	16/06/2010	16/06/2010	3	1
15	18/06/2010	18/06/2010	4	1
16	21/06/2010	21/06/2010	4	1
17	24/06/2010	24/06/2010	22	1
18	15/07/2010	15/07/2010	19	1
19	02/08/2010	02/08/2010	22	1
20	23/08/2010	23/08/2010	22	1
21	13/09/2010	13/09/2010	10	1
22	22/09/2010	22/09/2010	8	1
23	29/09/2010	29/09/2010	10	1
24	08/10/2010	08/10/2010	12	1
25	19/10/2010	20/10/2010	24	2
26	11/11/2010	11/11/2010	8	1
27	18/11/2010	18/11/2010	12	1
28	29/11/2010	29/11/2010	6	1
29	04/12/2010	04/12/2010	12	1
30	15/12/2010	15/12/2010	2	1
31	16/12/2010	16/12/2010	2	1
32	17/12/2010	17/12/2010	1	1
33	17/12/2010	17/12/2010	5	1
34	21/12/2010	21/12/2010	9	1
35	29/12/2010	29/12/2010	1	1
36	29/12/2010	29/12/2010	7	1
37	04/01/2011	04/01/2011	10	1
38	13/01/2011	13/01/2011	34	1
39	15/02/2011	15/02/2011	4	1
40	18/02/2011	18/02/2011	2	1
41	19/02/2011	19/02/2011	6	1
42	24/02/2011	24/02/2011	2	1
43	25/02/2011	25/02/2011	4	1
44	28/02/2011	28/02/2011	5	1
45	04/03/2011	04/03/2011	4	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
46	07/03/2011	07/03/2011	2	1
47	08/03/2011	08/03/2011	4	1
48	11/03/2011	11/03/2011	4	1
49	14/03/2011	14/03/2011	3	1
50	16/03/2011	16/03/2011	3	1
51	18/03/2011	18/03/2011	5	1
52	22/03/2011	22/03/2011	3	1
53	24/03/2011	24/03/2011	5	1
54	28/03/2011	28/03/2011	6	1
55	02/04/2011	02/04/2011	7	1
56	08/04/2011	08/04/2011	7	1
57	14/04/2011	14/04/2011	7	1
58	20/04/2011	20/04/2011	7	1
59	26/04/2011	26/04/2011	2	1
60	27/04/2011	27/04/2011	4	1
61	30/04/2011	30/04/2011	4	1
62	03/05/2011	03/05/2011	4	1
63	06/05/2011	06/05/2011	4	1
64	09/05/2011	09/05/2011	2	1
65	10/05/2011	10/05/2011	2	1
66	11/05/2011	11/05/2011	1	1
67	11/05/2011	11/05/2011	3	1
68	13/05/2011	13/05/2011	4	1
69	16/05/2011	16/05/2011	2	1
70	17/05/2011	17/05/2011	5	1
71	21/05/2011	21/05/2011	3	1
72	23/05/2011	23/05/2011	2	1
73	24/05/2011	24/05/2011	9	1
74	01/06/2011	01/06/2011	3	1
75	03/06/2011	03/06/2011	7	1
76	09/06/2011	09/06/2011	17	1
77	25/06/2011	25/06/2011	8	1
78	02/07/2011	02/07/2011	13	1
79	14/07/2011	14/07/2011	2	1
80	15/07/2011	15/07/2011	2	1
81	16/07/2011	16/07/2011	4	1
82	19/07/2011	19/07/2011	3	1
83	21/07/2011	21/07/2011	3	1
84	23/07/2011	23/07/2011	3	1
85	25/07/2011	25/07/2011	2	1
86	26/07/2011	26/07/2011	4	1
87	29/07/2011	29/07/2011	29	1
88	26/08/2011	26/08/2011	4	1
89	29/08/2011	29/08/2011	1	1
90	29/08/2011	29/08/2011	2	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
91	30/08/2011	30/08/2011	4	1
92	02/09/2011	02/09/2011	29	1
93	30/09/2011	30/09/2011	9	1
94	08/10/2011	08/10/2011	43	1
95	19/11/2011	19/11/2011	3	1
96	21/11/2011	21/11/2011	8	1
97	28/11/2011	28/11/2011	6	1
98	03/12/2011	03/12/2011	7	1
99	09/12/2011	09/12/2011	14	1
100	22/12/2011	22/12/2011	6	1
101	27/12/2011	27/12/2011	37	1
102	01/02/2012	01/02/2012	7	1
103	07/02/2012	07/02/2012	25	1
104	02/03/2012	02/03/2012	9	1
105	10/03/2012	10/03/2012	3	1
106	12/03/2012	12/03/2012	4	1
107	15/03/2012	15/03/2012	20	1
108	03/04/2012	03/04/2012	25	1
109	27/04/2012	27/04/2012	6	1
110	02/05/2012	02/05/2012	10	1
111	11/05/2012	11/05/2012	1	1
112	11/05/2012	11/05/2012	3	1
113	13/05/2012	13/05/2012	13	1
114	25/05/2012	25/05/2012	1	1
115	25/05/2012	25/05/2012	14	1
116	07/06/2012	07/06/2012	17	1
117	23/06/2012	23/06/2012	3	1
118	25/06/2012	25/06/2012	3	1
119	27/06/2012	27/06/2012	1	1
120	27/06/2012	27/06/2012	1	1
121	27/06/2012	27/06/2012	10	1
122	06/07/2012	06/07/2012	1	1
123	06/07/2012	06/07/2012	4	1
124	09/07/2012	09/07/2012	2	1
125	10/07/2012	10/07/2012	1	1
126	10/07/2012	10/07/2012	7	1
127	16/07/2012	16/07/2012	4	1
128	19/07/2012	19/07/2012	9	1
129	27/07/2012	27/07/2012	1	1
130	27/07/2012	27/07/2012	1	1
131	27/07/2012	27/07/2012	7	1
132	02/08/2012	02/08/2012	1	1
133	02/08/2012	02/08/2012	7	1
134	08/08/2012	08/08/2012	2	1
135	09/08/2012	09/08/2012	2	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
136	10/08/2012	10/08/2012	12	1
137	21/08/2012	21/08/2012	3	1
138	23/08/2012	23/08/2012	1	1
139	23/08/2012	23/08/2012	1	1
140	23/08/2012	23/08/2012	7	1
141	29/08/2012	29/08/2012	2	1
142	30/08/2012	30/08/2012	16	1
143	14/09/2012	14/09/2012	12	1
144	25/09/2012	25/09/2012	32	1
145	26/10/2012	26/10/2012	4	1
146	29/10/2012	29/10/2012	1	1
147	29/10/2012	29/10/2012	1	1
148	29/10/2012	29/10/2012	25	1
149	22/11/2012	22/11/2012	2	1
150	23/11/2012	23/11/2012	2	1
151	24/11/2012	24/11/2012	6	1
152	29/11/2012	29/11/2012	2	1
153	30/11/2012	30/11/2012	4	1
154	03/12/2012	03/12/2012	15	1
155	17/12/2012	17/12/2012	13	1
156	29/12/2012	29/12/2012	12	1
157	09/01/2013	09/01/2013	2	1
158	10/01/2013	10/01/2013	15	1
159	24/01/2013	24/01/2013	1	1
160	24/01/2013	24/01/2013	2	1
161	25/01/2013	25/01/2013	2	1
162	26/01/2013	26/01/2013	4	1
163	29/01/2013	29/01/2013	2	1
164	30/01/2013	30/01/2013	20	1
165	18/02/2013	18/02/2013	2	1
166	19/02/2013	19/02/2013	7	1
167	25/02/2013	25/02/2013	15	1
168	11/03/2013	11/03/2013	9	1
169	19/03/2013	19/03/2013	2	1
170	20/03/2013	20/03/2013	7	1
171	26/03/2013	26/03/2013	8	1
172	02/04/2013	02/04/2013	3	1
173	04/04/2013	04/04/2013	1	1
174	04/04/2013	04/04/2013	2	1
175	05/04/2013	05/04/2013	2	1
176	06/04/2013	06/04/2013	1	1
177	06/04/2013	06/04/2013	4	1
178	09/04/2013	09/04/2013	3	1
179	11/04/2013	11/04/2013	13	1
180	23/04/2013	23/04/2013	4	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
181	26/04/2013	26/04/2013	1	1
182	26/04/2013	26/04/2013	4	1
183	29/04/2013	29/04/2013	1	1
184	29/04/2013	29/04/2013	8	1
185	06/05/2013	06/05/2013	4	1
186	09/05/2013	09/05/2013	6	1
187	14/05/2013	14/05/2013	4	1
188	17/05/2013	17/05/2013	6	1
189	22/05/2013	22/05/2013	1	1
190	22/05/2013	22/05/2013	4	1
191	25/05/2013	25/05/2013	8	1
192	01/06/2013	01/06/2013	4	1
193	04/06/2013	04/06/2013	8	1
194	11/06/2013	11/06/2013	10	1
195	20/06/2013	20/06/2013	5	1
196	24/06/2013	24/06/2013	14	1
197	07/07/2013	07/07/2013	7	1
198	13/07/2013	13/07/2013	7	1
199	19/07/2013	19/07/2013	4	1
200	22/07/2013	22/07/2013	23	1
201	13/08/2013	13/08/2013	3	1
202	15/08/2013	15/08/2013	1	1
203	15/08/2013	15/08/2013	2	1
204	16/08/2013	16/08/2013	8	1
205	23/08/2013	23/08/2013	2	1
206	24/08/2013	24/08/2013	3	1
207	26/08/2013	26/08/2013	13	1
208	07/09/2013	07/09/2013	22	1
209	28/09/2013	28/09/2013	6	1
210	03/10/2013	03/10/2013	5	1
211	07/10/2013	07/10/2013	1	1
212	07/10/2013	07/10/2013	1	1
213	07/10/2013	07/10/2013	4	1
214	10/10/2013	10/10/2013	29	1
215	07/11/2013	07/11/2013	8	1
216	14/11/2013	14/11/2013	3	1
217	16/11/2013	16/11/2013	3	1
218	18/11/2013	18/11/2013	2	1
219	19/11/2013	19/11/2013	3	1
220	21/11/2013	21/11/2013	2	1
221	22/11/2013	22/11/2013	2	1
222	23/11/2013	23/11/2013	25	1
223	17/12/2013	17/12/2013	17	1
224	02/01/2014	02/01/2014	2	1
225	03/01/2014	03/01/2014	7	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
226	09/01/2014	09/01/2014	1	1
227	09/01/2014	09/01/2014	1	1
228	09/01/2014	09/01/2014	3	1
229	11/01/2014	11/01/2014	3	1
230	13/01/2014	13/01/2014	1	1
231	13/01/2014	13/01/2014	5	1
232	17/01/2014	17/01/2014	7	1
233	23/01/2014	23/01/2014	1	1
234	23/01/2014	23/01/2014	22	1
235	13/02/2014	13/02/2014	2	1
236	14/02/2014	14/02/2014	6	1
237	19/02/2014	19/02/2014	9	1
238	27/02/2014	27/02/2014	6	1
239	04/03/2014	04/03/2014	2	1
240	05/03/2014	05/03/2014	2	1
241	06/03/2014	06/03/2014	8	1
242	13/03/2014	13/03/2014	3	1
243	15/03/2014	15/03/2014	12	1
244	26/03/2014	26/03/2014	2	1
245	27/03/2014	27/03/2014	1	1
246	27/03/2014	27/03/2014	5	1
247	31/03/2014	31/03/2014	8	1
248	07/04/2014	07/04/2014	1	1
249	07/04/2014	07/04/2014	8	1
250	14/04/2014	14/04/2014	11	1
251	24/04/2014	24/04/2014	3	1
252	26/04/2014	28/04/2014	10	3
253	05/05/2014	05/05/2014	6	1
254	10/05/2014	10/05/2014	3	1
255	12/05/2014	12/05/2014	16	1
256	27/05/2014	27/05/2014	12	1
257	07/06/2014	07/06/2014	3	1
258	09/06/2014	09/06/2014	9	1
259	17/06/2014	17/06/2014	1	1
260	17/06/2014	17/06/2014	11	1
261	27/06/2014	27/06/2014	1	1
262	27/06/2014	27/06/2014	1	1
263	27/06/2014	27/06/2014		1

5.2. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS CON LA DISTRIBUCIÓN DE WEIBULL

Teniendo los tiempos entre fallos (TBF) y los tiempos para reparar (TTR), se procedió con el cálculo de los parámetros de Weibull. Para el cálculo de estos se usó el software *MATLAB* (abreviatura de MATrixLABoratory, "laboratorio de matrices") es un software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M). Está disponible para las plataformas *Unix*, *Windows* y *Apple Mac OS X*. Entre sus prestaciones básicas se hallan: la manipulación de matrices, la representación de datos y funciones, la implementación de algoritmos, la creación de interfaces de usuario (GUI) y la comunicación con programas en otros lenguajes y con otros dispositivos hardware.

El paquete MATLAB dispone de dos herramientas adicionales que expanden sus prestaciones, a saber, *Simulink* (plataforma de simulación multi dominio) y *GUIDE* (editor de interfaces de usuario - GUI). Además, se pueden ampliar las capacidades de MATLAB con las cajas de herramientas (toolboxes); y las de Simulink con los paquetes de bloques (blocksets).

Como primer paso para la obtención de los parámetros de Weibull y la creación de la gráfica de Weibull hay que introducir las observaciones correspondientes a los tiempos entre fallas (días), y similarmente se hace el mismo procedimiento para los tiempos para reparar (días). Para poder calcular los parámetros de la función Weibull en la maquinaria crítica de este estudio, se necesitan mínimo tres solicitudes de servicio del software de mantenimiento *MPC*, ya que con estos se tienen dos tiempos entre reparaciones. El procedimiento que se va a mostrar a continuación fue hecho para las observaciones de tiempo entre fallas (TBF) y los tiempos para reparar (TTR) de la prensa hidráulica PH-01, de Industrias Partmo S.A.

5.2.1. Cálculo de los parámetros de confiabilidad. Con los tiempos entre fallas (TBF), el código realizado en MATLAB primero organiza estos datos de menor a mayor para luego calcular los porcentajes acumulados para cada tiempo de falla mediante el método de los rangos medianos:

Que viene dada por la ecuación:

$$F(t_i) = \frac{i}{\eta + 1} = 1 - R(t)$$

Donde η es el número total de datos y i el consecutivo del dato que se evalúa. Este método es ideal para muestras pequeñas o que vayan de 2 a 100.

El objetivo de la gráfica de Weibull es proporcionar una representación en 2D de las observaciones. Ahora para aplicar la ley se deben estimar los 3 parámetros. Para ello se utiliza el método grafico Allen Plait y para este se utiliza una hoja especial llamada papel Weibull (ver figura 37) que usa las siguientes escalas:

$$X = \ln t$$

$$Y = \ln \ln \left[\frac{1}{1 - F(t_i)} \right]$$

Sabiendo que para el modelo de Weibull la confiabilidad viene dada por:

$$R(t) = e^{-\left[\frac{-t-\gamma}{\eta}\right]^\beta}$$

Tenemos la $\gamma = 0$ es equivalente a que el origen del tiempo para la ley es el mismo que el de las observaciones, y así de esa manera obtenemos la relación entre la confiabilidad y la no confiabilidad esta relación viene dada por la siguiente ecuación:

$$1 - F(t) = e^{-\left[\frac{-t}{\eta}\right]^\beta}$$

Y aplicando logaritmos neperianos a ambos lados de la ecuación se tiene que:

$$\ln \ln \left[\frac{1}{1 - F(t)} \right] = \beta \ln t - \beta \ln \eta$$

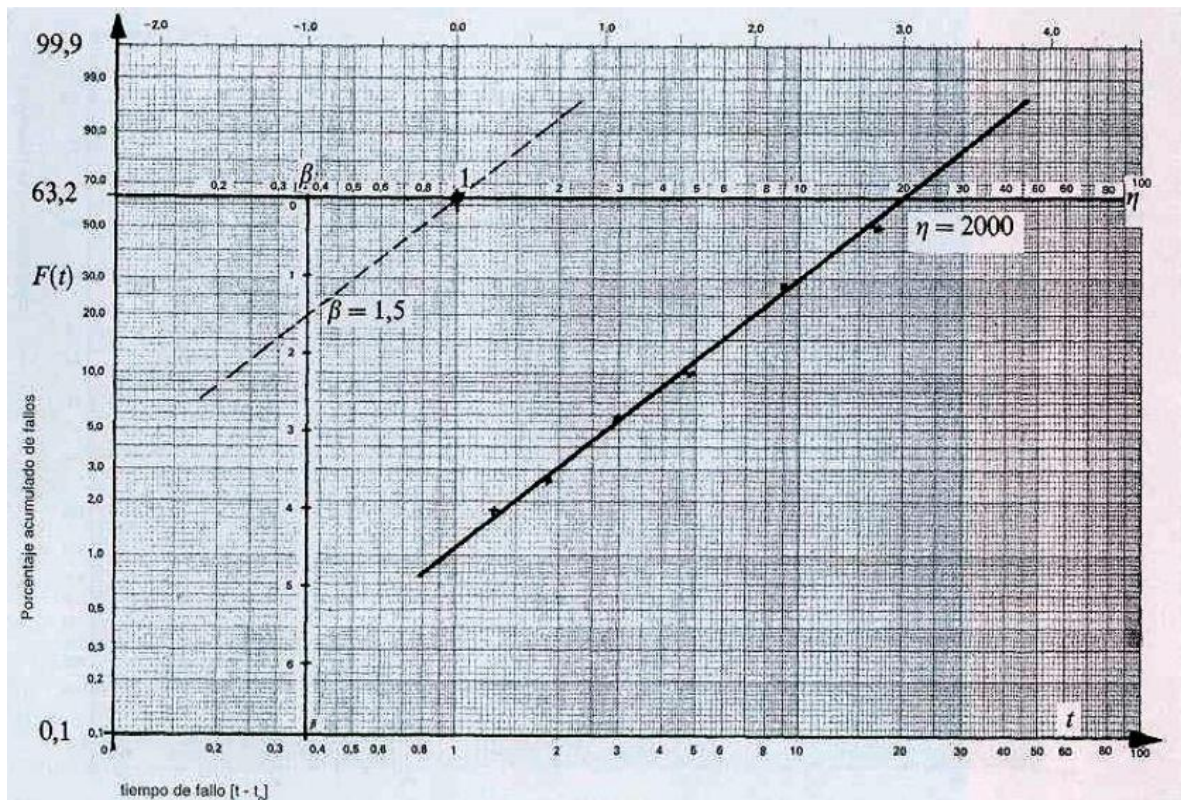
Comparando esta ecuación con la de una línea recta $Y = Ax + B$ donde A es la pendiente y B es la intersección con el eje Y . Al comparar esta ecuación con la anterior de doble logaritmo se tiene que:

$$A = \beta$$

$$B = \beta \ln \eta$$

Una distribución de Weibull con $\gamma = 0$ traza una recta en un gráfico de Weibull. Al trazar tal recta se estiman los parámetros faltantes.

Figura 37. Papel de Weibull.



Fuente: http://www.jmcprl.net/ntp/@datos/ntp_331.htm

Por medio del procedimiento anterior y montando estas ecuaciones al código que se realizó en MATLAB el calcula los parámetros de Weibull que son el factor de forma o pendiente β (beta) y la escala η (eta), entre estos hay otro factor que es importante y es el MTBF (tiempo medio entre fallos), el cual es necesario para calcular la disponibilidad del equipo. El cálculo de este parámetro se realizó con la ecuación del MTBF para la distribución de Weibull que viene dada por:

$$MTBF = \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

Donde, Γ = gamma.

Al introducir la ecuación anterior en MATLAB, el mismo programa genera los valores de la función gamma para la distribución de Weibull y de esta manera se puede hallar el MTBF.

Si este proceso se hiciera de forma manual, es decir sin la ayuda de ningún software se tendría que utilizar una tabla de fiabilidad (ver figura 38), en la que aparecen los valores de gamma, con relación al factor de forma que nos haya generado la gráfica de no confiabilidad de Weibull. La calidad de dicho procedimiento se debe verificar. Para ello primero se asume que al imponer una ley dada se incurre en algún error, pero se quiere que el riesgo de que ello ocurra sea menor. Se establece como medida el nivel de confianza, ósea la probabilidad de que el modelo sea erróneo. Para demostrar este nivel de confianza existen diversos métodos, entre estos está el test X^2 , que es utilizado para cuando se dispone al menos de cincuenta datos u observaciones. El otro test muy utilizado para la verificación de modelos de probabilidad es el de Kolmogorov-Smirnov (*KS*) utilizado en este proyecto, debido a que se puede aplicar para cualquier número de observaciones η .

El test Kolmogorov-Smirnov (KS) se basa en comparar la verdadera función de distribución con la dada por la ley propuesta; acá se usa los valores absolutos de las diferencias entre punto y punto.

Figura 38. Tabla de fiabilidad

LEY DE WEIBULL:

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{\eta} \right)^\beta \right]$$

$$MTBF = m = E(t) = \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \qquad \sigma^2 = \eta^2 \left[\Gamma \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) - \Gamma^2 \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \right]$$

β	$m/\eta = \Gamma(1+1/\beta)$	σ/η	β	$m/\eta = \Gamma(1+1/\beta)$	σ/η
0	∞	∞	2,0	0,8862	0,463
0,1	101	$\sqrt{20! - (10!)^2}$	2,1	0,8857	0,44
0,2	120	1901	2,2	0,8856	0,42
0,3	9,2605	47	2,3	0,8859	0,41
0,4	3,3234	10,43	2,4	0,8865	0,39
0,5	2,0000	4,472	2,5	0,8873	0,38
0,6	1,5046	2,645	2,6	0,8882	0,37
0,7	1,2658	1,851	2,7	0,8893	0,36
0,8	1,1330	1,428	2,8	0,8905	0,34
0,9	1,0522	1,171	2,9	0,8917	0,33
1,0	1,0000	1,000	3,0	0,8938	0,32
1,1	0,9649	0,878	3,1	0,8943	0,315
1,2	0,9407	0,785	3,2	0,8957	0,31
1,3	0,9235	0,716	3,3	0,8970	0,30
1,4	0,9114	0,659	3,4	0,8984	0,29
1,5	0,9028	0,613	3,5	0,8998	0,28
1,6	0,8966	0,594	3,6	0,9011	0,27
1,7	0,8922	0,530	3,8	0,9038	0,26
1,8	0,8893	0,512	4,0	0,9064	0,25
1,9	0,8874	0,486			

Fuente: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_331.pdf.

Sea $F'(t)$ la verdadera distribución y $F(t)$ la distribución propuesta. La discrepancia para t_i es:

$$D_{n_i} = F'(t) - F(t)$$

$F'(t)$, Puede ser estimado por el método de los rangos medios:

$$F(t_i) = \frac{i}{\eta + 1}$$

Puede demostrarse que la distribución de $D_n = \max (Dn_i)$ depende solo de η ; y se puede escribir:

$$P(\max_i |F'(t) - F(t)| < D_{n,\alpha}) \leq 1 - \alpha$$

Esto quiere decir que si el máximo valor de la discrepancia para cada uno de los tiempos evaluados es menor que el de la tabla de la bondad de ajuste de la distribución de Kolmogorov-Smirnov (ver figura 39), la hipótesis se acepta para el nivel de confiabilidad que se necesite; ejemplo una confiabilidad del 95% en este ajuste de Weibull debe verificarse con los valores de la tabla de la distribución para un $\alpha = 0.05$ y el número de datos que se tenga. Este procedimiento también se estableció en el código de MATLAB, calculando la discrepancia máxima para los TBF que se tenga, la aplicación hace la comparación y encuentra el valor que hay que comparar con la tabla de Kolmogorov-Smirnov y de esa manera verifica el nivel de confianza que tiene la distribución de Weibull.

Figura 39. Tabla de Kolmogorov-Smirnov sobre bondad de ajuste.

n	α					n	α				
	0'2	0'1	0'05	0'02	0'01		0'2	0'1	0'05	0'02	0'01
1	0'900	0'950	0'975	0'990	0'995	21	0'226	0'259	0'287	0'321	0'344
2	0'684	0'776	0'842	0'900	0'929	22	0'221	0'253	0'281	0'314	0'337
3	0'565	0'636	0'780	0'785	0'829	23	0'216	0'247	0'275	0'307	0'330
4	0'493	0'565	0'624	0'689	0'734	24	0'212	0'242	0'269	0'301	0'323
5	0'447	0'509	0'563	0'627	0'669	25	0'208	0'238	0'264	0'295	0'317
6	0'410	0'468	0'519	0'577	0'617	26	0'204	0'233	0'259	0'290	0'311
7	0'381	0'436	0'483	0'538	0'576	27	0'200	0'229	0'254	0'284	0'305
8	0'358	0'410	0'454	0'507	0'542	28	0'197	0'225	0'250	0'279	0'300
9	0'339	0'387	0'430	0'480	0'513	29	0'193	0'221	0'246	0'275	0'295
10	0'323	0'369	0'409	0'457	0'489	30	0'190	0'218	0'242	0'270	0'290
11	0'308	0'352	0'391	0'437	0'468	31	0'187	0'214	0'238	0'266	0'285
12	0'296	0'338	0'375	0'419	0'449	32	0'184	0'211	0'234	0'262	0'281
13	0'285	0'325	0'361	0'404	0'432	33	0'182	0'208	0'231	0'258	0'277
14	0'275	0'314	0'349	0'390	0'418	34	0'179	0'205	0'227	0'254	0'273
15	0'266	0'304	0'338	0'377	0'404	35	0'177	0'202	0'224	0'251	0'269
16	0'258	0'295	0'327	0'366	0'392	36	0'174	0'199	0'221	0'247	0'265
17	0'250	0'286	0'318	0'355	0'381	37	0'172	0'196	0'218	0'244	0'262
18	0'244	0'279	0'309	0'346	0'371	38	0'170	0'194	0'215	0'241	0'258
19	0'237	0'271	0'301	0'337	0'361	39	0'168	0'191	0'213	0'238	0'255
20	0'232	0'265	0'294	0'329	0'352	40	0'165	0'189	0'21	0'235	0'252
						> 40	$\frac{1'07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1'22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1'36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1'52}{\sqrt{n}}$	$\frac{1'63}{\sqrt{n}}$

Fuente. http://dm.udc.es/profesores/ricardo/Archivos/tablas_estadisticas.pdf.

Para poder realizar los cálculos de todos los parámetros de Weibull según los procedimientos vistos anteriormente se desarrolló una aplicación en MATLAB (figura 40), permitiendo obtener gráficos con las funciones de confiabilidad, probabilidad de falla y tasa de Fallas.

Figura 40. Software aplicación de confiabilidad Industrias Partmo S.A.

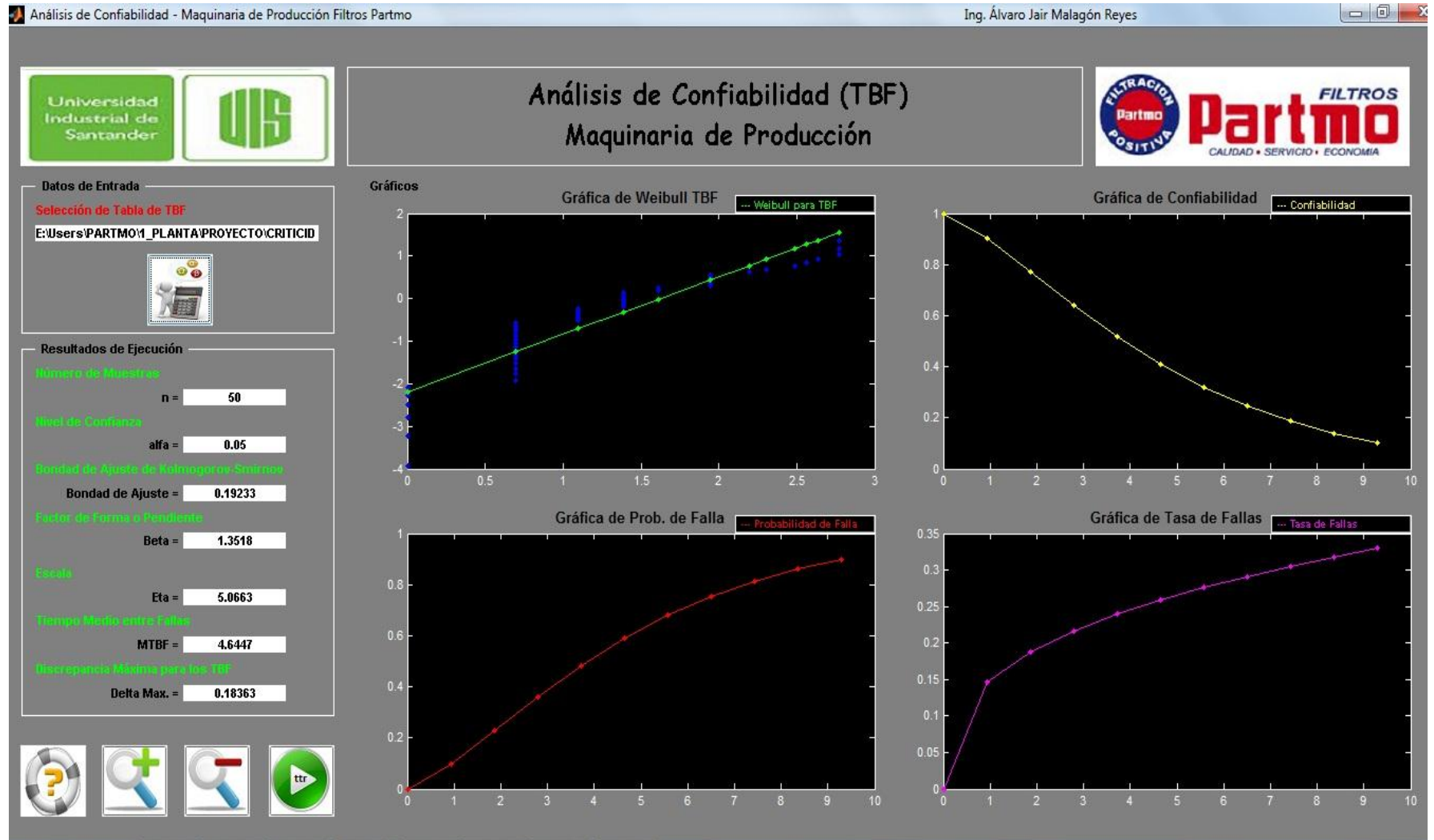


A continuación se ilustra el uso de la aplicación para el registro histórico de fallas de la prensa hidráulica PH-01, clasificada como un equipo crítico dentro del análisis de criticidad. Para el cálculo, se tomaron los cincuenta valores más recientes de los TBF de los datos históricos de este equipo y se introdujeron en la aplicación desarrollada obteniendo los siguientes resultados para cada uno de los parámetros de la distribución de Weibull para un $\alpha=0.05$ (ver figura 41):

- $\eta = 50$
- Beta = 1.3518
- Eta = 5.0665
- MTBF = 4.6447
- Bondad de ajuste (KS) = 0.19233
- Delta_max = 0.18363

El resultado Delta_max sirve para verificar el nivel de confiabilidad de los cálculos comparando este valor con la tabla de ajuste de bondad de Kolmogorov-Smirnov, encontrando que la hipótesis es válida ya que para un $\alpha = 0.05$ y $n = 50$ datos el valor es de 0.19233 que es mayor al Delta_max o discrepancia máxima de 0.18363; con esto sabemos que el cálculo con la distribución de Weibull que se realizó cuenta con un 95% de confiabilidad. Habiendo realizado los cálculos mediante el programa y con los resultados obtenidos se puede observar que con el beta obtenido en confiabilidad se determina en qué lugar de la curva de la bañera se encuentra la prensa hidráulica PH-01. Al ser el parámetro $1 < \beta < 4$, implica falla por deterioro temprano, etapa caracterizada por una tasa de errores rápidamente creciente y los fallos se producen por desgaste natural del equipo debido al transcurso del tiempo. Las acciones de mantenimiento que se deben implementar para disminuir las fallas que se ocasionan en esta etapa básicamente están constituidas por chequeos periódicos, control de calidad, análisis de modos y efectos de falla (AMEF), acciones correctivas e implementación de acciones que modifiquen su funcionamiento. Principalmente se debe enfatizar en el mantenimiento correctivo para reparar las fallas que se presenten, pero a su vez hacer análisis de estas para evitar que vuelvan a ocurrir, es decir, buscar la causa raíz de cada problema. Por otro lado, es recomendable implementar el programa de mantenimiento preventivo con chequeos e inspecciones rutinarias, que ayuden a detectar fallas inoportunas y permitan solucionarlas sin que se vea afectada la disponibilidad de los equipos, teniendo en cuenta que estos equipos deben estar al servicio del departamento de producción de Industrias Partmo S.A en cualquier momento.

Figura 41. Curvas de Weibull para análisis de confiabilidad para prensa hidráulica, PH-01.



En el anexo C se graficaron las funciones de confiabilidad, probabilidad de falla y tasa de fallas usando los parámetros calculados de esta distribución de Weibull para el resto de equipos PH-08, PH-09, PH-14, TR-24 y TR-25. Estas curvas se trazan en el intervalo desde cero hasta aproximadamente dos veces el MTBF en días y nos muestran el comportamiento esperado del equipo después de la última reparación.

5.2.2. Cálculo de los parámetros de mantenibilidad. La mantenibilidad también es importante dentro de los indicadores de confiabilidad ya que es necesario para calcular la disponibilidad, en este punto se utilizó el concepto de disponibilidad inherente, debido a que es la disponibilidad que más se acomoda a la información disponible en la base de datos del departamento Técnico de Industrias Partmo S.A. Hay que recordar que esta disponibilidad es muy útil ya que la disponibilidad inherente está basada únicamente en la distribución de fallas y la distribución de tiempo de reparación (Ebeling, 1997; 255). Hay que tener en cuenta también que esta disponibilidad no incluye las paradas por mantenimientos preventivos o predictivos, demoras en suministros, y demoras administrativas. La disponibilidad inherente está definida por la siguiente ecuación:

$$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

El MTTR para la distribución de Weibull se calculó de la misma manera que se calculó el MTBF, solo que ahora se tienen en cuenta los TTR de los cincuenta datos históricos más recientes de los equipos, y para ello se implementó la aplicación en MATLAB mencionada anteriormente (figura 42). Con los TTR de la prensa hidráulica PH-01, se obtuvieron los siguientes resultados para el factor de forma o pendiente β (beta), la escala η (eta) y el MTTR:

- $\alpha = 0.05$
- $\eta = 50$
- Beta = Indeterminado

- $\eta = 1$
- $MTTR = 1$
- Bondad de ajuste (KS) = 0.19233
- $\Delta_{max} = \text{Indeterminado}$

Para un $\alpha = 0.05$ y $\eta = 50$ datos el valor KS es menor al Δ_{max} o discrepancia máxima por lo cual la hipótesis es válida y con esto sabemos que el cálculo con la distribución de Weibull que se realizó cuenta con un 95% de confiabilidad.

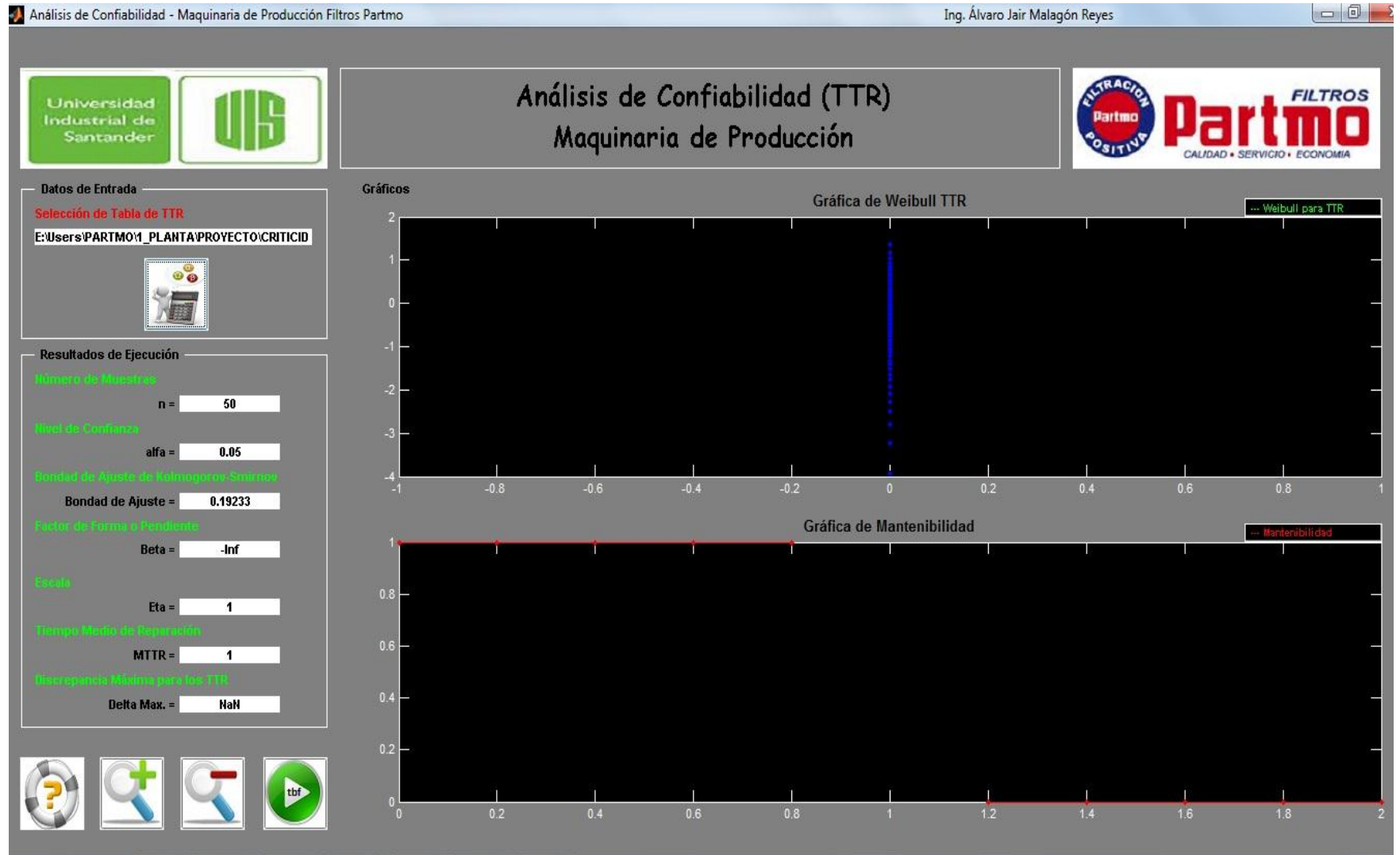
En el anexo C se obtuvo el gráfico de Weibull y la función de mantenibilidad usando los parámetros calculados de esta distribución para el caso de los equipos PH-08, PH-09, PH-14, TR-24 y TR-25.

La gráfica de mantenibilidad muestra la probabilidad de que la funcionabilidad del equipo sea recuperada en un instante de tiempo, en este caso el tiempo es en días.

Finalmente, ya habiendo obtenido el MTBF y el MTTR se pudo calcular la disponibilidad inherente para la prensa hidráulica PH-01 mediante la ecuación de disponibilidad inherente:

$$A_i = \frac{4.6447}{4.6447 + 1.0} * 100 = 82.28\%$$

Figura 42. Curvas de Weibull para mantenibilidad de la prensa hidráulica PH-01.



5.3. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL MODELO PROBABILÍSTICO DE WEIBULL PARA ANÁLISIS DE VIDA DE LOS EQUIPOS PRENSAS HIDRÁULICAS Y TROQUELADORAS DE INDUSTRIAS PARTMO S.A.

A continuación en las tablas 11 y 12, se muestran los resultados de los parámetros obtenidos mediante el modelo de Weibull para confiabilidad y mantenibilidad de los equipos críticos y medianamente críticos del grupo de prensas hidráulicas y troqueladoras.

Tabla 11. Resultados parámetros de vida.

EQUIPO	CODIGO	CONFIABILIDAD				MANTENIBILIDAD		
		BETA	ETA	MTBF	ETAPA DE VIDA	BETA	ETA	MTTR
PRENSA HIDRAULICA ROLOP	PH-01	1,3518	5,0665	4,6447	DETERIORO TEMPRANO	Ind.	1,0000	1,0000
PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-08	1,0722	10,2473	9,9745	DETERIORO TEMPRANO	1,4440	4,5310	1,3890
PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-09	0,9392	8,4868	8,4868	FALLA ALEATORIA	2,8230	1,2314	1,0969
PRENSA HIDRAULICA PARTMO	PH-14	1,0736	6,4937	6,4937	DETERIORO TEMPRANO	Ind.	1,0000	1,0000
TROQUELADORA VAPTSAROV, PE-100M	TR-24	1,1122	6,3781	6,1324	DETERIORO TEMPRANO	1,7811	1,3909	1,2376
TROQUELADORA ARISA, G40-IV	TR-25	1,0345	7,1076	6,9601	DETERIORO TEMPRANO	Ind.	1,0000	1,0000

Tabla 12. Resultados disponibilidad inherente.

EQUIPO	CODIGO	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD
PRENSA HIDRAULICA ROLOP	PH-01	4,6447	1,0000	82,28%
PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-08	9,9745	1,3890	87,78%
PRENSA HIDRAULICA CORPISAN	PH-09	8,4868	1,0969	88,55%
PRENSA HIDRAULICA PARTMO	PH-14	6,4937	1,0000	86,66%
TROQUELADORA VAPTSAROV, PE-100M	TR-24	6,1324	1,2376	83,21%
TROQUELADORA ARISA, G40-IV	TR-25	6,9601	1,0000	87,44%

5.4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LOS PARÁMETROS CALCULADOS

La confiabilidad de los parámetros calculados depende de la veracidad y calidad de la información disponible en el software de mantenimiento MPC. Por esta razón se hizo necesario, una vez calculados los parámetros de Weibull, entrar a estudiar cada una de las ordenes de trabajo del equipo junto con sus descripciones y comentarios para así determinar si los cálculos eran confiables o no. La certidumbre de los parámetros calculados depende de varios factores tales como:

- Existencia de datos suficientes para realizar el análisis estadístico.
- Reposición de equipos. Para el estudio es necesario tener conocimiento de la fecha exacta en la cual un equipo es cambiado debido a que la información solo debe ser analizada a partir de dicha fecha. El problema radica cuando no es reportado el cambio del equipo, lo que causa obtención de información errónea.

Después de verificada la veracidad de los parámetros calculados se llegó a conclusiones que luego debieron ser confrontadas con la experiencia de cada supervisor coordinador de mantenimiento para cuando hubo poca información o no se entendía de donde provenían las observaciones, se pidió también la ayuda de los operadores de los equipos y personal administrativo del departamento de producción que siguen el registro de fallas de maquinaria incidente en el desfase de la producción presupuestada, para de esa manera garantizar que las observaciones que se hicieran en el plan de mantenimiento fueran de confianza.

Para la prensa hidráulica PH-01 se encontró la mayor cantidad de solicitudes de mantenimiento correctivo con sus respectivas observaciones según la operación realizada, igualmente los argumentos por demorar más del tiempo presupuestado de reparación la entrega del equipo al departamento de producción. El beta obtenido para esta prensa hidráulica nos revela un aumento gradual en la tasa de fallas con el tiempo, esto se debe a que el equipo es más propenso a fallar a

medida que pasa el tiempo cuando se dejan de hacer intervenciones sistemáticas al equipo que sigan métodos de atención preventiva controlados, regulando ciclos de desgaste en los componentes implicados. Esto es evidente cuando vemos las solicitudes de trabajo incrementándose ya que usualmente cuando se realizan reparaciones a este equipo limitadas exclusivamente al mantenimiento correctivo del componente averiado, la confiabilidad del sistema sigue siendo escasa ya que cualquier otro componente del mismo conjunto puede fallar implicando paradas repetitivas en aumento en tiempo futuro.

Estamos en una etapa importante del equipo en la cual hay que emitir planes de mantenimiento para que no se acerque cada vez más rápido a su etapa de vejez, por el tipo de observaciones que hacen los encargados del mantenimiento al equipo se puede deducir que estos problemas se deben a fallas cuando se reacondicionan con partes nuevas, o retrasos en la consecución de repuestos. Por eso también la labor de mantenimiento demanda más tiempo y su disponibilidad no es tan alta.

6. ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (AMEF).

En este capítulo se desarrolló un análisis de modos y efectos de falla, a los equipos críticos evaluados en el estudio de criticidad para las prensas hidráulicas y troqueladoras de Industrias Partmo S.A, esto con el fin de identificar las fallas que tienen efectos no deseados en la operación de los equipos, mejorar la confiabilidad y la seguridad de los equipos, aumentar la disponibilidad y capacidad de mantenimiento, y garantizar el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo adecuado para reducir la probabilidad de falla. El AMEF como una herramienta de la confiabilidad se adapta bien al estudio de fallas de equipos, y se aplica en diversas categorías tal como eléctrica, hidráulica, mecánica, etc. Antes de iniciar la aplicación de la metodología del AMEF es necesario tener claro algunos términos importantes, para que se haga un adecuado análisis desde el principio.

6.1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

En primer lugar habría que definir si el AMEF a realizar es de proyecto o de producto/ proceso. Cuando el AMEF se aplica a un proceso determinado, hay que seleccionar los elementos clave del mismo asociados al resultado esperado. Por ejemplo si es un proceso de intercambio térmico para enfriar un reactor químico, los elementos clave a aplicar entonces en el AMEF podrían ser el propio intercambiador y la bomba de suministro de fluido refrigerante. En todo caso, cuando se habla de producto o proceso, el AMEF se centra en el análisis de elementos materiales con unas características determinadas y con unos modos de fallo que se trata de conocer y valorar.

6.1.1. Determinar y definir el sistema. En esta etapa es importante identificar el equipo o parte del proceso incluyendo todos los subsistemas y sistemas que hacen parte del equipo/proceso que se va a analizar, también se debe seleccionar el sistema para el cual es beneficioso realizar un análisis de este tipo; es decir para los equipos y/o sistemas de mediana o alta criticidad determinados en el estudio de criticidad, definir el alcance del análisis y la meta de éste. Se recomienda identificar con algún tipo de numeración los sistemas del equipo, ya que si hay gran cantidad se podrían generar confusiones. Para el AMEF de diseño se incluyen las partes del sistema en que puede subdividirse y las funciones que realiza cada una de ellas, teniendo en cuenta las interconexiones existentes. Para llevar a cabo este paso se hicieron diagramas de cada uno de los equipos críticos, describiendo los sistemas y subsistemas, como también la descripción de su funcionamiento.

6.1.2. Identificar y definir las funciones del sistema. Se debe identificar y describir la función principal del sistema o equipo analizado; es decir, la razón de ser de éste dentro del proceso productivo, y las funciones secundarias o de apoyo logístico, que son las que ayudan al sistema a realizar la función primaria de acuerdo a los estándares de funcionamiento establecidos. Por lo general la definición de la función primaria consta de un verbo y un sustantivo, por ejemplo: enfriar agua, comprimir aire, retirar calor, etc. Y los estándares de funcionamiento determinan la magnitud de la función requerida; o sea la asocia a un parámetro medible como: velocidad, volumen de producción, tiempo de inicio de un proceso, tiempo de finalización de un proceso, calidad, servicio al cliente, características técnicas, entre otros, que permiten determinar el estado de falla o no del sistema. En la hoja de trabajo, las funciones se denominan con un número entero, para facilitar su identificación. En este paso es bastante útil construir un diagrama de bloques funcional confiable que represente la operación, la interrelación y la interdependencia entre las entidades funcionales del sistema.

6.1.3. Modos de falla. El modo de fallo potencial se define como la forma en la que una pieza o conjunto pudiera fallar potencialmente a la hora de satisfacer el propósito de diseño/proceso, los requisitos de rendimiento y/o las expectativas del cliente. En esta etapa se identifican todas las formas en que una falla puede ocurrir en el nivel de jerarquización del equipo. Se postulan todos los modos probable, posible o creíble de una falla, que incluyen los mecanismos de falla que se han observado históricamente y cuyos mecanismos se han descrito, de acuerdo con el razonamiento de ingeniería. La identificación de los modos de falla se basa en el conocimiento de los componentes, las especificaciones funcionales, requisitos del equipo, esquemas o modos de falla de las piezas o partes asociadas al equipo.

6.1.4. Efectos de falla. Normalmente es el síntoma detectado por el cliente/usuario del modo de fallo, es decir si ocurre el fallo potencial como lo percibe el cliente, pero también como repercute en el sistema. En esta etapa se trata de describir las consecuencias no deseadas del fallo que se puede observar o detectar, y siempre deberían indicarse en términos de rendimiento o eficacia del producto/proceso. Es decir, hay que describir los síntomas tal como lo haría el propio usuario. Cuando se analiza solo una parte se tendrá en cuenta la repercusión negativa en el conjunto del sistema, para así poder ofrecer una descripción más clara del efecto. Si un modo de fallo potencial tiene muchos efectos, a la hora de evaluar, se elegirán los más graves.

6.1.5. Causas del modo de falla. La causa o causas potenciales del modo de falla están en el origen del mismo y constituyen el indicio de una debilidad del diseño cuya consecuencia es el propio modo de fallo. Es necesario relacionar con la mayor amplitud posible todas las causas de fallo concebibles que pueda asignarse a cada modo de fallo. Las causas deberán relacionarse de la forma más concisa y completa posible para que los esfuerzos de corrección puedan dirigirse

adecuadamente. Normalmente un modo de fallo puede ser provocado por dos o más causas encadenadas.

6.1.6. Registro de la información. La consolidación de la información se debe realizar en la hoja de trabajo FMEA, de fácil manejo, actualizable, accesible para posibles consultas, en papel o en medio electrónico, la cual debe contener; como ya se dijo, mínimo una columna para registrar cada uno de los pasos anteriores. Para cada elemento del sistema (subsistema, componente) el analista debe considerar todas las funciones de los elementos en todo sus modos operativos y preguntar si una falla del elemento puede resultar en cualquier efecto inaceptable del sistema. Si la respuesta es no, entonces no es necesario otro análisis de ese elemento Si la respuesta es sí, entonces el elemento se debe examinar más a fondo.

6.2. GENERALIDADES DE FUNCIONAMIENTO DE PRENSAS HIDRÁULICAS CRÍTICAS SEGÚN ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Las prensas están compuestas por un número determinado de pasos para cada etapa de embutición, por paso se entiende en principio un cilindro hidráulico principal en la parte superior, el cual ejerce la acción de embutido, un cilindro hidráulico inferior llamado cojín que actúa como contrabalance necesario para ejercer la fuerza del prensachapa, este no deja arrugar la lámina en su deformación progresiva hasta un tamaño de carcasa determinado, además se tiene el total del circuito electrohidráulico, en este cabe destacar la válvula de alivio que regula la presión máxima del sistema y la válvula de regulación que permite ajustar la contrapresión del cojín, así mismo los elementos que permiten el montaje de las herramientas y por supuesto las herramientas de proceso, las cuales son diferentes en cada paso.

La prensa posee dos regímenes de trabajo que son: accionamiento manual y ciclo automático, se tiene un tablero de control eléctrico en cada módulo que contiene los comandos para dos pasos, cada conjunto por separado, así: pulsador negro de arranque y uno rojo de parada de cada bomba con lámpara de señalización ON, un conmutador de dos posiciones para manual y automático con lámpara de señalización para el modo automático, un pulsador negro para bajada en el modo manual y un pulsador rojo para subir en el modo manual, además tiene un botón de emergencia rojo tipo enclavamiento que tiene la función, cuando esté enclavado y esté encendida la bomba, de mantener la herramienta arriba y caso dado que ella se baje una muy pequeña distancia, el circuito vuelve a subir el vástago y por ende la herramienta. Esta función de emergencia se recomienda básicamente para cuando se esté limpiando la herramienta o en general se esté haciendo una maniobra de ajuste o pulido en el área de embutido. El régimen o modo automático de trabajo para la prensa hidráulica es el siguiente:

Permite el desplazamiento de la herramienta desde un punto superior hasta un punto inferior y el retorno a ese punto superior en un sólo ciclo, accionando simultáneamente una sola vez dos pulsadores negros ubicados en el delantal del módulo. En caso de cualquier emergencia o a voluntad un pulsador de emergencia tipo impulsión ubicado en el centro (hay un grupo independiente de estos pulsadores para cada paso en el delantal) detiene la bajada si se acciona con un solo pulso o hace subir la herramienta hasta donde se quiera manteniéndolo pulsado.

Desde el punto de vista hidráulico y operativo el ciclo se desarrolla con una velocidad de aproximación rápida, la cual está controlada por un microinterruptor en la parte superior para el arranque y uno intermedio para cambiar a velocidad de trabajo justo antes que la herramienta entre en contacto con la lámina, terminada la carrera se acciona un microinterruptor para accionar el retorno a una velocidad rápida. Para los tres primeros pasos se dispone de un botador mecánico en la

parte superior el cual expulsa la carcasa. En el cortador se tiene el botador abajo y es accionado hidráulicamente con la subida del plato del cojín, en este movimiento se van desplazando también las velas que soportan el anillo inferior o plato. La prensa posee un marco rígido fabricado en perfiles que garantizan la rigidez ante las cargas de expansión que se generan, es vital la disposición perpendicular y alineación de los actuadores hidráulicos para el buen desempeño de las herramientas.

El sistema hidráulico lo compone una bomba de paletas de desplazamiento positivo accionada por un motor eléctrico a través de un acople flexible directo, esta toma el aceite hidráulico de un tanque a través de un filtro y lo entrega a la línea de presión donde una válvula direccional principal y otras secundarias lo administran mediante el control de un circuito eléctrico el sentido y tiempo que el fluido transmitirá la potencia a los cilindros, igualmente el retorno a tanque a través de un filtro; todo esto a través de tubería y mangueras de alta presión. En paralelo se tiene la válvula de alivio que permite ajustar la presión máxima que puede disponer el sistema, también se tiene una válvula antirretorno para evitar la caída del grupo pistón-accesorios-herramientas ante la carga positiva que representan, válvula de regulación de flujo para el cojín, un cilindro superior y uno inferior, todos relacionados de acuerdo con una lógica hidráulica funcional y asistidos por el control eléctrico que hacen elementos como contactores, microinterruptores, temporizadores, etc. También dispone el sistema de un circuito hidráulico de refrigeración para mantener el aceite a una temperatura de operación óptima, compuesto por un intercambiador de placas y una torre de enfriamiento, conjunto que realiza esta labor para toda la maquinaria dispuesta en planta de producción.

6.2.1. Prensa hidráulica Rolop, PH-01. Prensa hidráulica marca Rolop (Argentina), compuesta por dos marcos, cada uno de los cuales tiene dos pasos, especial para proceso de embutición por la cual se obtienen las carcasas o tarros para los filtros de la línea sellado combustible. Por capacidad en fuerza y por sus

dimensiones (ver tabla 13), en esta prensa se procesan carcasas para la línea mediana de Industrias Partmo S.A. Relación de referencias procesadas en esta prensa, embutido y corte en cuatro pasos: *A-1, A-23, A-243004, A-371, A-4050, AK-570, PFG-481, AS-1230.*

6.2.2. Prensas hidráulicas Corpisan, PH-08 y PH-09. Prensas hidráulicas marca Corpisan (Colombia), compuestas por un marco de doble montante, el cual tiene dos pasos, pero 3 fases de embutición, y un tercer paso auxiliar que elabora el corte sobrante de pestaña. Especiales para proceso de embutición extra profundo por el cual se obtienen las carcasas o tarros para los filtros de la línea sellado combustible. Por capacidad en fuerza y por sus dimensiones (ver tablas 14 y 15), en esta prensa se procesan carcasas para la línea pesada de Industrias Partmo S.A. Relación de referencias procesadas en esta prensa, embutido y corte en tres pasos: *A-84, A-116, AD-3000, A-777, A-408.*

Tabla 13. Especificaciones técnicas prensa hidráulica Rolop, PH-01.

ESPECIFICACIONES TECNICAS PH-01	PRIMER PASO	SEGUNDO PASO	TERCER PASO	CUARTO PASO
Fuerza/ pistón principal (ton.)	60	40	30	30
Fuerza de retorno: (ton.)	8	6	6	6
Espacio libre entre montantes:(mm.)	1300	1300	1300	1300
Dimensiones/portatroqueles:(mm.*mm.)	600*600	600*600	600*600	600*600
Carrera portatroquel movil (mm.)	600	600	700	700
Luzmax/portatroq(.maq/abierta)(mm.)	1100	1300	1400	1400
Velocidad de aproximación(mm./seg.)	250	250	250	250
Velocidad de trabajo: (mm./seg.)	25	35	50	50
Velocidad de retorno: (mm./seg.)	250	250	250	250
Potencia del motor eléctrico:(h.p.)	20	15	15	15
Fuerza del cojín (ton.)	40	20	15	15
Carrera del cojín (mm.)	250	350	350	350

6.2.3. Prensa hidráulica Partmo, PH-14. Prensa hidráulica marca Partmo (Colombia), compuesta por un marco el cual contiene dos pasos, especial para proceso de embutición de alturas cortas por la cual se obtienen las carcasas o tarros para los filtros de la línea sellado combustible. Por capacidad en fuerza y por sus dimensiones (ver tabla 16), en esta prensa se procesan carcasas para la línea liviana. Relación de referencias procesadas en esta prensa, embutido y corte en único paso: A-4053.

Tabla 14. Especificaciones técnicas prensa hidráulica Corpisan, PH-08.

ESPECIFICACIONES TECNICAS PH-08	PRIMER PASO	SEGUNDO PASO	TERCER PASO
Fuerza/ pistón principal (ton.)	35	33	24
Fuerza de retorno: (ton.)	22	20	10
Espacio libre entre montantes:(mm.)	1300	1300	1250
Dimensiones/portatroqueles:(mm.*mm.)	500*500	500*500	370*370
Carrera portatroquel movil (mm.)	630	630	510
Luzmax/portatroq(.maq/abierta)(mm.)	1300	1300	1300
Velocidad de aproximación(mm./seg.)	100	80	110
Velocidad de trabajo: (mm./seg.)	30	30	45
Velocidad de retorno: (mm./seg.)	30	90	75
Potencia del motor eléctrico:(h.p.)	17	15	10
Fuerza del cojín (ton.)	9	8	NA
Carrera del cojín (mm.)	350	350	NA

Tabla 15. Especificaciones técnicas prensa hidráulica Corpisan, PH-09.

ESPECIFICACIONES TECNICAS PH-09	PRIMER PASO	SEGUNDO PASO	TERCER PASO
Fuerza/ pistón principal (ton.)	45.5	25.5	24
Fuerza de retorno: (ton.)	8.5	14	10
Espacio libre entre montantes:(mm.)	1200	1200	1250
Dimensiones/portatroqueles:(mm.*mm.)	500*500	500*500	370*370
Carrera portatroquel movil (mm.)	630	630	510
Luzmax/portatroq(.maq/abierta)(mm.)	1200	1200	1300
Velocidad de aproximación(mm./seg.)	75	52	110
Velocidad de trabajo: (mm./seg.)	35	52	45
Velocidad de retorno: (mm./seg.)	52	82	75
Potencia del motor eléctrico:(h.p.)	12	12	10
Fuerza del cojín (ton.)	8.5	21	NA
Carrera del cojín (mm.)	400	400	NA

Tabla 16. Especificaciones técnicas prensa hidráulica Partmo, PH-14.

ESPECIFICACIONES TECNICAS PH-14	PRIMER PASO	SEGUNDO PASO
Fuerza/ pistón principal (ton.)	20	20
Fuerza de retorno: (ton.)	8.5	8.5
Espacio libre entre montantes:(mm.)	1300	1300
Dimensiones/portatroqueles:(mm.*mm.)	600*600	600*600
Carrera portatroquel movil (mm.)	700	700
Luzmax/portatroq(.maq/abierta)(mm.)	1400	1400
Velocidad de aproximación(mm./seg.)	250	250
Velocidad de trabajo: (mm./seg.)	101	101
Velocidad de retorno: (mm./seg.)	230	230
Potencia del motor eléctrico:(h.p.)	36	36
Fuerza del cojín (ton.)	15	15
Carrera del cojín (mm.)	350	350

6.3. GENERALIDADES DE FUNCIONAMIENTO DE TROQUELADORAS CRÍTICAS SEGÚN ANÁLISIS DE CRITICIDAD.

6.3.1. Troqueladora Vaptsarov PE-100M, TR-24. Prensa excéntrica con una capacidad máxima de 100 toneladas para las operaciones de doblar, acuñar, hacer

agujeros y embutir, todo en frío. De gran confiabilidad en operación, conservación de alineación y rigidez decisivas en la vida útil de las herramientas y en la producción en serie de piezas estándar. Consta de dos soportes tipo abierto y de dos árboles de disposición transversal. Su puesta en marcha se realiza por medio de un motor eléctrico el cual por medio de una transmisión por correas, transmite el movimiento al volante que se encuentra en el árbol intermedio. Por medio de un embrague flotador, el movimiento rotativo del volante se transmite al árbol intermedio el cuál por medio de la transmisión dentada pone en marcha al mecanismo de cigüeñal, biela y rotula. Con la ayuda del freno de disco montado en el árbol intermedio se puede frenar el soporte después de haber conectado el embrague en cualquier punto de su marcha hacia abajo sin desconectar el motor eléctrico. El sistema de mando de la troqueladora es electro neumático, funcionando la maquina con tres regímenes de trabajo seleccionables: golpes únicos, golpes automáticos múltiples o ajuste; con la posibilidad de dar la señal de comando con una mano, con las dos manos o con el pie. En golpes únicos después de apretar el botón de arranque el carro hace solamente una carrera, después de la cual se para alrededor del punto muerto superior independiente de si se continua apretando el botón, para la realización de otro golpe hay que liberar el botón y apretarlo nuevamente. En golpes automáticos después de oprimir el botón de arranque, el soporte continúa moviéndose hasta que se oprima el botón de “parada de golpes automáticos”. En el funcionamiento en ajuste el soporte se mueve hasta que este apretado el botón de ajuste, al liberar el botón el soporte se frenan independiente de en qué sector de la marcha se encuentre el carro porta troqueles.

Tabla 17. Especificaciones técnicas troqueladora Vaptsarov, TR-24.

ESPECIFICACIONES TECNICAS TR-24	
Max	100 ton
Golpes por minuto	60
Potencia del motor	7,5 kW
Recorrido ajustable	20-130 mm
Muesca	320 mm
Tamaño de la mesa	650x1.100 mm
Peso	7.000 kg
Año de registro	1996

6.3.2. Troqueladora Arisa G40-IV, TR-25. Troqueladora mecánica excéntrica capacidad máxima de 40 toneladas, rígida de escote (o cuello de cisne) para operaciones de estampado, formado, corte, punzonado y embutición, en el proceso de producción de partes para filtros. Bastidor en fundición gris, cigüeñal de acero forjado y tratado, gira sobre cojinetes de bronce, biela en acero encamisado con bronce, la aproximación en el tornillo regulador por tuerca-trinquete, carrera graduable, carro porta troquel de gran robustez se desliza sobre cuatro guías. Posee arandela de seguridad para sobrecargas de fácil reposición, posee dos cilindros neumáticos equilibradores del carro porta troquel. Embrague y freno neumático, a ciclo único se efectuará un sólo ciclo aunque se mantenga pisado el pedal de mando electro neumático, siendo preciso soltarlo y volver a pisarlo para un nuevo ciclo, el freno actúa cuando la corredera está llegando a su punto muerto superior, el sistema garantiza un correcto funcionamiento, la lubricación es centralizada mediante una bomba manual. La transmisión de potencia se hace desde el motor a un volante ubicado en un eje intermedio soportado sobre rodamientos de doble hilera de rolos, esto mediante cuatro correas en V tipo B, del otro lado del eje se tiene la segunda etapa de reducción a un volante que gira loco sobre el extremo del cigüeñal hasta no se active el mecanismo de embrague. Se tiene el arrancador directo con su protección térmica y un breaker trifásico de control. También la acometida neumática con su unidad

de mantenimiento vía a la válvula electro neumática que comanda el cilindro del mecanismo de embrague y en paralelo el suministro a los cilindros equilibradores del carro porta troquel.

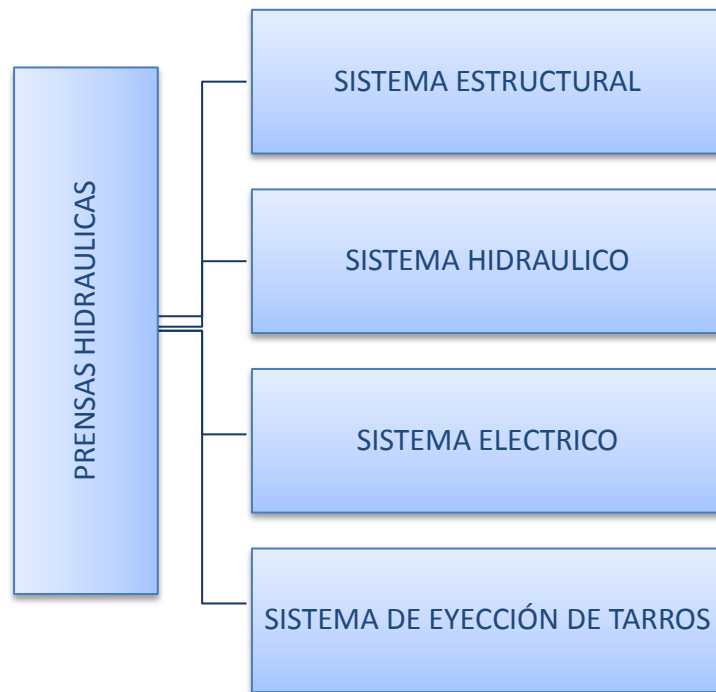
Tabla 18. Especificaciones técnicas troqueladora Arisa, TR-25.

ESPECIFICACIONES TECNICAS TR-25	
Max	40 ton.
Golpes por minuto	120
Potencia del motor	4 HP
Recorrido ajustable	16-90 mm
Muesca	340 mm
Tamaño de la mesa	800*400 mm
Peso	3200 Kg
Año de registro	N/D

6.4 ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA PARA PRENSAS HIDRÁULICAS.

El grupo de prensa hidráulicas se dividió en cuatro subsistemas (figura 43) para mejor entendimiento de su funcionamiento y una mejor identificación de las fallas al momento de realizar la hoja de información del AMEF.

Figura 43. Subsistemas para prensas hidráulicas.



6.4.1 Sistema estructural. Este sistema es el encargado de soportar las cargas y esfuerzos originados del proceso de embutición y está conformado por los siguientes componentes:

- **Estructura:** Compuesta por un conjunto de placas unidas por medio de columnas, de lados rectos sobre las cuales se soportan todos los elementos de trabajo y los esfuerzos generados durante la operación.
- **Brida:** Elemento mecánico que sostiene el cojín.
- **Velas del cojín:** Son dos elementos mecánicos que transmiten la fuerza de prensachapa a la estructura. Este elemento transmite la fuerza desde la brida hasta la viga inferior de la estructura.
- **Mesas:** Son los elementos mecánicos donde se montan los troqueles y van fijos a la estructura, por ende son las encargadas de transmitir la fuerza de embutido a esta.

- **Base:** Es la encargada de soportar el peso de la estructura y sus accesorios (mesas, troqueles, cilindros hidráulicos, etc.) Además es la encargada de transmitir y soportar las vibraciones o fluctuaciones que genere la prensa.

6.4.2 Sistema hidráulico. Constan de unidades hidráulicas independientes que controlan los diferentes modos de trabajo de simple o doble efecto según la máquina, para la embutición del tarro y en el paso final el corte de la pestaña sobrante. Básicamente cada unidad hidráulica consta de:

- **Motor eléctrico:** Encargado de suministrar la potencia adecuada para ejecutar el trabajo de embutido.
- **Bomba hidráulica:** Encargada de entregar la presión necesaria para generar las fuerzas de embutido y prensachapa y además que suministre el caudal que permita obtener el tarro en un tiempo acorde con las necesidades de productividad de la empresa.
- **Cilindros principales:** Estos cilindros son los encargados de generar la fuerza de embutido, además de portar en el extremo del vástago a la matriz. Este cilindro debe ser de doble efecto y por lo general está colocado en la parte superior de la estructura.
- **Cojines:** Son los cilindros encargados de generar las fuerzas de prensachapa. Son de simple efecto y por lo general están colocados en la parte inferior de la estructura debajo de las mesas.
- **Válvulas direccionales:** Como su nombre lo indica, sirven para controlar la dirección del caudal.
- **Válvulas reguladoras de presión:** Son las encargadas de suministrar los niveles de presión calculados y necesarios para una buena operación de embutido.
- **Manifold:** Este elemento permite una disminución del número de mangueras y accesorios utilizados en la construcción del circuito, al mismo tiempo que permita un fácil montaje y desmontaje de las válvulas direccionales.

- **Tanque de aceite:** Este elemento posee la capacidad y el tamaño adecuado para contener el volumen de aceite necesario en la operación de la prensa al igual que permite una buena disipación de la temperatura del aceite de retorno.
- **Filtro:** Este elemento permite la limpieza del aceite de acuerdo a las normas
- **Mangueras y accesorios:** Son aquellos elementos que permiten transportar el aceite entre los componentes antes mencionados.

6.4.3 Sistema eléctrico. Para un correcto funcionamiento de la lógica del sistema hidráulico, se hace necesario que los solenoides, de cada una de las válvulas del circuito hidráulico, se energicen y desenergicen en el momento adecuado. Estos sistemas cuentan con los siguientes elementos:

- **Solenoides:** Estos son dispositivos electromecánicos encargados de convertir la energía eléctrica en un movimiento mecánico lineal. Estos elementos se utilizan para accionar las válvulas direccionales.
- **Contactores o relés:** Este es un dispositivo electromagnético formado por una bobina con un núcleo de hierro dulce y contactos eléctricos encima. Cuando estos elementos se energizan permiten el flujo de corriente en la dirección deseada.
- **Pulsadores:** Permiten al operador dar los comandos para el funcionamiento de la prensa.
- **Finales de carrera:** Estos elementos al ser accionados, son los encargados de suministrar la información, en forma de corriente eléctrica, sobre la posición exacta de la matriz durante la carrera de embutido.
- **Tablero de mandos:** En este elemento están colocados los pulsadores necesarios para la operación de la prensa.
- **Tablero de control:** Lugar donde se encuentran alojados los contadores, este elemento permite un fácil mantenimiento eléctrico del sistema

- **Sistema de potencia:** Este circuito eléctrico es el encargado del óptimo funcionamiento del motor, de su arranque y apagado; al igual, del control de la corriente máxima posible que consuma el motor.

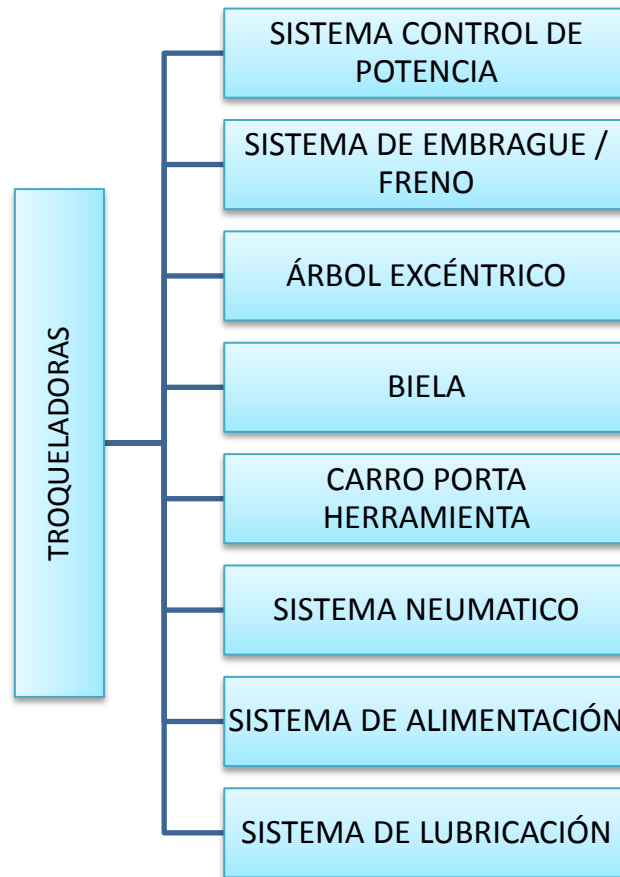
6.4.4 Sistema de eyección de tarros. Este es un sistema neumático encargado de suministrar aire a la presión necesaria, con el fin de que el tarro pueda salir de la matriz al terminar cada uno de los pasos de embutido. Este sistema consta de:

- **Electroválvulas neumáticas:** Encargadas de entregar el aire al troquel, en el momento adecuado
- **Manqueras y accesorios:** Las prensas para su funcionamiento demandan dos modos de operación, uno es el modo de operación *manual* en el cual se le permite al operador el montaje y desmontaje de los troqueles, el otro es el *automático*, este modo permite la operación normal de la prensa para la producción de tarros.

6.5 ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA PARA TROQUELADORAS

El grupo de troqueladoras se dividió en siete subsistemas (figura 44) para mejor entendimiento de su funcionamiento y una mejor identificación de las fallas al momento de realizar la hoja de información del AMEF

Figura 44. Subsistemas para troqueladoras.



6.5.1. Sistema control de potencia. La transmisión de potencia se hace desde el motor eléctrico, dándole el movimiento al eje o cigüeñal que es excéntrico por medio de un volante y este a su vez al carro porta herramientas. Se tiene igualmente el arrancador con su protección térmica y un totalizador trifásico en la alimentación.

6.5.2 Sistema de embrague/freno Ubicados a la izquierda y derecha respectivamente, del árbol intermedio en los finales de consolas. El embrague es flotante, bloqueado mecánicamente por el freno, su accionamiento es neumático de aire comprimido a 60 psi. Con este embrague solo se dispara la maquina una

sola vez aunque se mantenga apretado, lo que impide que se repita el golpe involuntario.

6.5.3 Árbol excéntrico. Dispuesto sobre dos cojinetes deslizantes, colocados simétricos a la carga, su puesta en marcha se realiza por una transmisión dentada que conecta al árbol excéntrico con el casquillo excéntrico, el cual a su vez engrana con el casquillo dentado, sujetado con un tuerca para evitar su traslación. El conjunto casquillo excéntrico, casquillo dentado y la tuerca constituyen el sistema de regulación de la marcha del carro porta troquel, por medio de la excentricidad.

6.5.4 Biela. Consiste de un cuerpo y una tapa conectados por espárragos. En el cuerpo, en el otro extremo se sitúa la rótula roscada al cuerpo y cuya longitud se varia para ajustar la altura del soporte, la regulación de la altura del carro porta troquel se realiza por medio de un perno esférico accionado por un motor eléctrico a través de un reductor doble sinfín corona, las posiciones finales del perno se limitan por dos interruptores finales de carrera, la altura se mide en una escala situada lateralmente en la biela.

6.5.5 Carro porta herramienta. Es el órgano de trabajo de la máquina, consiste de un cuerpo de hierro colado en el cual se articula por medio de una rotula la biela de la maquina En el carro se ubica debajo del apoyo esférico de la biela, una losa de corte la cual se rompe al sobrecargar la máquina. Para el apoyo de las herramientas, troqueles, el carro está provisto con canales en forma de doble T y una abertura central.

6.5.6 Sistema neumático. Situado en la parte posterior de la troqueladora. Compuesto a la entrada por una llave de paso y un filtro, de allí se divide en dos ramales, el primero va hacia los cilindros de equilibrio del carro porta troquel a través de la válvula reguladora de presión, los recipientes y un lubricador. Los

cilindros equilibrados cumplen la función de asegurar un movimiento amortiguado del carro para aumentar su duración y como medio para evitar la caída del carro debida a una avería eventual. La otra parte va hacia el embrague a través de la válvula reguladora de presión, el presostato, un lubricador, el recipiente y la válvula electromagnética de comando.

6.5.7 Sistema de alimentación. Está compuesto por un alimentador neumático que permite el avance gradual de la lámina en sincronización con los golpes de troquelado de la máquina. Su configuración permite trabajar determinados rangos de ancho para los flejes de lámina y de igual manera graduar el avance del material según el diámetro de la pieza troquelada esperada.

6.5.8 Sistema de lubricación. Posee un sistema centralizado para lubricación por bomba manual para aquellos puntos de lubricación diaria.

6.6. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y REGISTRO DEL AMEF.

Para obtener la información necesaria al momento de armar el AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Falla), se recurrió a datos del fabricante o proveedor de los equipos, listas genéricas de modos de falla, las observaciones encontradas en los registros del software MPC, personas que operan y hacen los mantenimientos a los equipos. El registro del análisis AMEF se encuentra generalizado para los dos grupos de equipos en las hojas de trabajo en el anexo D de este libro.

7. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Con base en los estudios de criticidad, estudio de confiabilidad, y el análisis de modos y efectos de falla realizados en los capítulos anteriores, en este capítulo se propuso un plan de mantenimiento preventivo para los equipos críticos del grupo de prensas hidráulicas y troqueladoras de Industrias Partmo S.A., de tal manera que permita una adecuada planificación, programación y ejecución de las actividades de mantenimiento por parte del departamento técnico.

Con las recomendaciones consignadas en los manuales de los fabricantes, la experiencia de los operarios, encargados del mantenimiento y a los estudios de las herramientas de confiabilidad usados en los capítulos anteriores se elaboró el programa de mantenimiento preventivo para los dos grupos de maquinaria evaluados.

7.1 REQUERIMIENTOS PARA IMPLEMENTAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Determinar correctamente el personal de mantenimiento preventivo y personal de mantenimiento correctivo, estableciendo sus respectivas funciones y responsabilidades
- Determinar línea de organigrama o diagrama de flujo para el intercambio de información entre personas o documentos.
- Determinar quiénes y dónde se llevarán los registros de control de mantenimiento efectuado a cada equipo, tanto físico como contable.
- Determinar los mecanismos para ordenar internamente o contratar externamente los servicios de mantenimiento.

- Disponer de cronogramas para las siguientes actividades:
 - a) Ejecución del mantenimiento preventivo.
 - b) Seguimiento de la ejecución del programa.
 - c) Acciones del comité de mantenimiento y planes de mejoramiento.
- Para que el programa funcione satisfactoriamente, debe existir un flujo coordinado de las comunicaciones y los documentos que intervienen en la aplicación del plan del mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo.

7.2 PROCEDIMIENTOS DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN MAQUINARIA DE INDUSTRIAS PARTMO S.A.

El siguiente es el ordenamiento de los pasos que se deben aplicar en el desarrollo del programa básico de mantenimiento preventivo en Industrias Partmo S.A:

- El jefe de grupo de mantenimiento con el supervisor y los técnicos, tendrán al alcance:
 - a) *Hoja de vida en software*: donde se llevará toda la información referente a reparaciones efectuadas en los equipos, tiempo y costo; servirá de guía para la modificación en las frecuencias de inspecciones.
 - b) *Ficha técnica de equipos*: ilustra los componentes principales del equipo y debe ser actualizada cada vez que se requiera a través del sistema de información.
 - d) *Ficha de mantenimiento autónomo*: ilustra las partes del equipo que deben ser inspeccionadas, la frecuencia de la inspección, y será la guía principal del encargado de la inspección. Este formato se caracteriza por ser una hoja abierta, con el propósito de que los encargados de las inspecciones anexas aquellos puntos que ellos creen deben tenerse en cuenta en dicha inspección; permite también la modificación de la frecuencia de inspección estableciendo si es necesario un menor o mayor tiempo.

- Los técnicos realizarán el mantenimiento preventivo, el cual consta básicamente de los siguientes aspectos:
 - a) *Limpieza.*
 - b) *Engrase.*
 - c) *Aceitada.*
 - d) *Inspección general.*
 - e) *Detección de fallas.*
 - f) *Registro en el formato de mantenimiento efectuado.*

- Los técnicos en caso de fallas detectadas que no puedan ser corregidas por él o que requieran intervención técnica especializada, reportará por escrito al supervisor coordinador de mantenimiento, utilizando el formato, ficha de mantenimiento autónomo

- En el caso de que la máquina o equipo se paralice a causa de un daño que requiera mantenimiento correctivo, el técnico elabora el reporte de anomalía como observación en la ficha de mantenimiento autónomo y lo entrega al supervisor coordinador de mantenimiento, dejando una copia para su control posterior.

- El supervisor coordinador de mantenimiento determina el paso a seguir, tomando a consideración las siguientes dos alternativas:
 - a) La reparación puede hacerse con personal y materiales de la empresa.
 - b) La reparación debe hacerse con recursos y materiales externos (en algunos casos puede ser con recursos humanos externos y materiales internos).

- El jefe de grupo de mantenimiento, a través del software de mantenimiento MPC, registrará la reparación efectuada en el campo, hoja de vida de la máquina.

- Semestralmente, el jefe de grupo de mantenimiento producirá un informe para el comité de mantenimiento, de aquellos equipos cuyos costos de sostenimiento sean tales que se prefiera programar su reposición
- El comité estudiará tales informes y comunicará su decisión al jefe de grupo de mantenimiento para las acciones del caso.

7.3. FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS

La información técnica de los equipos se recogió en el formato *ficha técnica y de registro de mantenimiento de equipos*, que se diseñó de acuerdo a las características de operación y de fabricación de cada uno de los equipos críticos y medianamente críticos que fueron seleccionados por los estudios de confiabilidad. En el anexo E, se muestran los prototipos de fichas técnicas que forman parte del plan de mantenimiento preventivo desarrollado en esta tesis. Se tomó como ejemplo un equipo por cada grupo de maquinaria evaluada (PH-01 y TR-25).

7.4. FICHA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

El mantenimiento preventivo propuesto se basó en las fichas de mantenimiento autónomo, ya que en este documento se recopila la información acerca de las actividades que el operario debe realizar antes, durante y después de la utilización de cada uno de los equipos. Las fichas están compuestas por revisiones antes, durante y después de la operación así como también recomendaciones y observaciones.

Los encargados directos de este mantenimiento autónomo son los técnicos mecánicos y/o electricistas direccionados siempre por el supervisor coordinador de

mantenimiento, informando de manera eficaz al Ingeniero de Mantenimiento la evolución del procedimiento para saber si está siendo efectivo o si por el contrario habrá que hacer actualizaciones y modificaciones, que ayuden a alcanzar el éxito en la prevención de fallas de los equipos críticos pertenecientes a cada uno de los dos grupos evaluados. En el anexo F, se muestran las fichas de mantenimiento autónomo para los dos grupos de equipos evaluados, esta ficha de mantenimiento autónomo se puede aplicar igualmente a equipos que tengan la misma función dentro del proceso productivo de Industrias Partmo S.A.

7.5. CRONOGRAMA ANUAL DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Para establecer el plan anual de mantenimiento de los equipos críticos del grupo de prensas hidráulicas y troqueladoras de Industrias Partmo S.A. se usó un cronograma, en el que se agruparon todas las actividades programadas para el mantenimiento preventivo que incluye el nombre y código de identificación del equipo, listado de componentes, tareas de inspección que se llevarán a cabo, frecuencia de cada tarea y calificación cualitativa del diagnóstico por componente. En el anexo G se muestra el plan anual de mantenimiento preventivo para los equipos críticos.

7.6 FICHA INSTRUCTIVA DE LUBRICACIÓN.

Lleva un control de los puntos al lubricar en cada máquina o equipo por separado, indicando el lubricante, método y frecuencia que se requieren respectivamente. En el anexo H se muestran los diagramas de lubricación para los equipos críticos.

8. CONCLUSIONES.

- Se logró determinar mediante la herramienta de confiabilidad, análisis de criticidad, que cuatro equipos de los veinticinco evaluados del grupo de prensas hidráulicas y troqueladoras son críticos, y que trece son medianamente críticos. De este último grupo solo los dos equipos con mayor puntaje de criticidad, fueron tenidos en cuenta para los análisis realizados, junto con los evaluados como críticos.
- Los factores que más predominaron al momento de evaluar la criticidad de los equipos estudiados fueron la frecuencia de fallas, la flexibilidad operacional y el impacto operacional de acuerdo a la ponderación obtenida en las encuestas realizadas a los operarios, encargados de producción y técnicos de mantenimiento de los equipos, así como también a los registros de ocurrencias de fallas por parte del software MPC.
- Con el análisis de criticidad implementado en prensas hidráulicas y troqueladoras de Industrias Partmo S.A se lograron identificar los equipos que más atención necesitan por parte del departamento técnico para la optimización de sus actividades, y para los cuales es urgente implementar un adecuado plan de mantenimiento preventivo, para evitar en situaciones futuras la reiteración de un inadecuado servicio.
- La mayoría de equipos que resultaron críticos y medianamente críticos presentaron un parámetro de forma $\beta > 1$, lo que en la curva de la bañera corresponde a fallas por deterioro temprano, esto se argumenta en que los equipos de tipo mecánico presentan su mayoría de fallas en la etapa de envejecimiento debido al desgaste de sus piezas.
- Con los parámetros de confiabilidad MTBF y el MTTR se identificaron las frecuencias de inspección más adecuadas en el plan de mantenimiento

preventivo propuesto, así como las estrategias más adecuadas para aumentar la disponibilidad de los equipos críticos y medianamente críticos.

- El uso de los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad para mejorar la gestión de mantenimiento son valiosos, porque permiten conocer el estado en que se encuentra el área de mantenimiento y si la gestión que se está realizando tiene el efecto deseado de maximizar la disponibilidad de equipos.
- Es importante tener en cuenta la parte económica y controlar los costos de ejecución, porque lograr indicadores altos con costos elevados y sobrepasando el presupuesto para mantenimiento de equipos desde el departamento técnico, no se justifica.
- Se determinó que el plan de mantenimiento que se estaba siguiendo en Industrias Partmo S.A por parte de su departamento técnico, no estaba bien orientado, ya que se enfocaba principalmente en acciones de tipo correctivo.
- El Análisis de modos y efectos de falla realizado permitió documentar la experiencia del personal de mantenimiento y los operarios, logrando una mejor comprensión del comportamiento de los equipos y su mantenimiento.
- Tener documentada la información antes descrita permite al departamento técnico de Industrias Partmo S.A organizar su información, evitando confusiones a la hora de identificar los modos de falla, sus causas, consecuencias y las acciones que se han seguido para resolver estas fallas a lo largo de la vida del equipo.

9. RECOMENDACIONES

- En los equipos que presentaron un bajo indicador de disponibilidad, es necesario que el personal de mantenimiento tenga en cuenta el análisis de modos y efectos fallas, y el plan de mantenimiento anual para que haya una mejor comprensión de las fallas.
- Realizar estudios posteriores de costo beneficio que permitan complementar los resultados obtenidos mediante los indicadores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad no solo en este grupo de maquinaria si no en los demás equipos al servicio del departamento de producción de Industrias Partmo S.A. cuyo sostenimiento está a cargo del departamento técnico.
- Se debe continuar con la implementación de las herramientas de mantenimiento que se presentaron en este proyecto, para que sea evidente un mejoramiento continuo, que optimice la gestión, planeación, ejecución y control de los servicios prestados por parte del departamento técnico de Industrias Partmo S.A.
- Actualizar las tareas del plan de mantenimiento propuesto a los equipos críticos y medianamente críticos en este proyecto, para que se garantice una buena labor de mantenimiento no solo actualmente si no a futuro.
- Garantizar que la información referente a las fallas de los equipos almacenada en la base de datos del departamento técnico de Industrias Partmo S.A. sea confiable y organizada para que los estudios de confiabilidad realizados más adelante presenten un menor grado de incertidumbre en los resultados.

BIBLIOGRAFÍA

AMÉNDOLA, Luis José. Modelos Mixtos de Confiabilidad. DATASTREAM. [En línea]. España, Valencia 2002. 4 p. [Consultado Dic 2011]. Disponible en: [mailto:http://www.pmmlearning.com/index.php?option=com_content&view=article&id=38 &Itemid=28](mailto:http://www.pmmlearning.com/index.php?option=com_content&view=article&id=38&Itemid=28)

BAUTISTA ESPINOSA, Rosa María. Modelos de mezclas en las funciones de supervivencia. Trabajo de Grado Licenciado en Estadística. Capingo Texcoco: Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Estadística Matemática y Cómputo, 2011. p. 11-24.

BESTRATÉN, Manuel y ORRIOLS, Rosa María. Análisis modal de fallos y efectos AMEF. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. NTP 679. [En línea]. [Consultado Dic 2011]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_679.pdf

CÉSPEDES AMARIZ, Jesús Alonso. Propuesta de estructura organizacional basada en modelo de gestión de mantenimiento de la división de mantenimiento tecnológico de la Universidad Industrial de Santander. Monografía de Grado Especialista en Gerencia de Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. 2010,135 p.

GONZÁLEZ B, Carlos Ramón. Conferencias de ingeniería mantenimiento. Bucaramanga. Universidad industrial de Santander, 2001. Ibíd. Pág. 194.

LUNA, Ana Eugenia. Teoría de la confiabilidad. [En línea]. Buenos Aires. Universidad de Buenos Aires. Departamento de física, 2005. 24 p. [Consultado Dic 2011]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/50927500/Weibull>. Mantenimiento Industrial. Indumento. [En línea]. 2008. 5 p. [Consultado Dic 2011]. Disponible en: <http://www.automiento.blogspot.com/>

MUÑOZ, María. Mantenimiento Industrial. Universidad Carlos III de Madrid. Área de ingeniería mecánica. [En línea]. Madrid. 5 p. [Consultado Dic 2011]. Disponible en: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>

PASCUAL, Rodrigo. Gestión moderna del mantenimiento. Universidad de Chile. Departamento de ingeniería mecánica. [En línea]. Santiago, 2002. 281 p. [Consultado Dic 2011]. Disponible en: <http://mett-con.com/manual%20del%20ingeniero%20de%20mantenimiento.pdf>

ANEXOS

Anexo A. Datos históricos de los equipos críticos del grupo de prensas hidráulicas.

Tabla 1. Datos históricos prensa hidráulica PH-08.

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
1	05/01/2010	05/01/2010	8	1
2	12/01/2010	12/01/2010	2	1
3	13/01/2010	13/01/2010	2	1
4	14/01/2010	14/01/2010	7	1
5	20/01/2010	20/01/2010	5	1
6	24/01/2010	24/01/2010	2	1
7	25/01/2010	25/01/2010	2	1
8	26/01/2010	26/01/2010	4	1
9	29/01/2010	29/01/2010	3	1
10	31/01/2010	31/01/2010	1	1
11	31/01/2010	31/01/2010	6	1
12	05/02/2010	05/02/2010	20	1
13	24/02/2010	24/02/2010	7	1
14	02/03/2010	02/03/2010	3	1
15	04/03/2010	04/03/2010	14	1
16	17/03/2010	17/03/2010	4	1
17	20/03/2010	20/03/2010	10	1
18	29/03/2010	29/03/2010	3	1
19	31/03/2010	31/03/2010	7	1
20	06/04/2010	06/04/2010	21	1
21	26/04/2010	26/04/2010	2	1
22	27/04/2010	27/04/2010	7	1
23	03/05/2010	03/05/2010	5	1
24	07/05/2010	07/05/2010	1	1
25	07/05/2010	07/05/2010	5	1
26	11/05/2010	11/05/2010	2	1
27	12/05/2010	12/05/2010	9	1
28	20/05/2010	20/05/2010	3	1
29	22/05/2010	22/05/2010	5	1
30	26/05/2010	26/05/2010	2	1
31	27/05/2010	27/05/2010	8	1
32	03/06/2010	03/06/2010	8	1
33	10/06/2010	10/06/2010	23	1
34	02/07/2010	02/07/2010	7	1
35	08/07/2010	08/07/2010	3	1
36	10/07/2010	10/07/2010	1	1
37	10/07/2010	10/07/2010	6	1
38	15/07/2010	15/07/2010	3	1
39	17/07/2010	17/07/2010	12	1
40	28/07/2010	28/07/2010	3	1
41	30/07/2010	30/07/2010	1	1
42	30/07/2010	30/07/2010	14	1
43	12/08/2010	12/08/2010	3	1
44	14/08/2010	14/08/2010	10	1
45	23/08/2010	23/08/2010	2	1
46	24/08/2010	24/08/2010	7	1
47	30/08/2010	30/08/2010	4	1
48	02/09/2010	02/09/2010	2	1
49	03/09/2010	03/09/2010	1	1
50	03/09/2010	03/09/2010	4	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
51	06/09/2010	06/09/2010	1	1
52	06/09/2010	06/09/2010	4	1
53	09/09/2010	09/09/2010	2	1
54	10/09/2010	10/09/2010	4	1
55	13/09/2010	13/09/2010	1	1
56	13/09/2010	13/09/2010	2	1
57	14/09/2010	14/09/2010	1	1
58	14/09/2010	14/09/2010	1	1
59	14/09/2010	14/09/2010	2	1
60	15/09/2010	15/09/2010	2	1
61	16/09/2010	16/09/2010	3	1
62	18/09/2010	18/09/2010	5	1
63	22/09/2010	22/09/2010	4	1
64	25/09/2010	25/09/2010	13	1
65	07/10/2010	07/10/2010	17	1
66	23/10/2010	23/10/2010	3	1
67	25/10/2010	25/10/2010	2	1
68	26/10/2010	26/10/2010	4	1
69	29/10/2010	29/10/2010	17	1
70	14/11/2010	14/11/2010	18	1
71	01/12/2010	01/12/2010	9	1
72	09/12/2010	09/12/2010	8	1
73	16/12/2010	16/12/2010	13	1
74	28/12/2010	28/12/2010	17	1
75	13/01/2011	13/01/2011	5	1
76	17/01/2011	17/01/2011	2	1
77	18/01/2011	18/01/2011	2	1
78	19/01/2011	19/01/2011	6	1
79	24/01/2011	24/01/2011	11	1
80	03/02/2011	03/02/2011	1	1
81	03/02/2011	03/02/2011	5	1
82	07/02/2011	07/02/2011	1	1
83	07/02/2011	07/02/2011	6	1
84	12/02/2011	12/02/2011	8	1
85	19/02/2011	19/02/2011	4	1
86	22/02/2011	22/02/2011	6	1
87	27/02/2011	27/02/2011	4	1
88	02/03/2011	02/03/2011	8	1
89	09/03/2011	09/03/2011	3	1
90	11/03/2011	11/03/2011	1	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
91	11/03/2011	11/03/2011	2	1
92	12/03/2011	12/03/2011	3	1
93	14/03/2011	14/03/2011	1	1
94	14/03/2011	14/03/2011	2	1
95	15/03/2011	15/03/2011	1	1
96	15/03/2011	15/03/2011	1	1
97	15/03/2011	15/03/2011	5	1
98	19/03/2011	19/03/2011	12	1
99	30/03/2011	30/03/2011	20	1
100	18/04/2011	18/04/2011	1	1
101	18/04/2011	18/04/2011	2	1
102	19/04/2011	19/04/2011	8	1
103	26/04/2011	26/04/2011	3	1
104	28/04/2011	28/04/2011	6	1
105	03/05/2011	03/05/2011	9	1
106	11/05/2011	11/05/2011	3	1
107	13/05/2011	16/05/2011	11	4
108	23/05/2011	23/05/2011	4	1
109	26/05/2011	26/05/2011	8	1
110	02/06/2011	02/06/2011	3	1
111	04/06/2011	04/06/2011	4	1
112	07/06/2011	07/06/2011	2	1
113	08/06/2011	08/06/2011	4	1
114	11/06/2011	11/06/2011	3	1
115	13/06/2011	13/06/2011	2	1
116	14/06/2011	14/06/2011	8	1
117	21/06/2011	21/06/2011	1	1
118	21/06/2011	21/06/2011	8	1
119	28/06/2011	28/06/2011	33	1
120	30/07/2011	30/07/2011	3	1
121	01/08/2011	01/08/2011	1	1
122	01/08/2011	01/08/2011	2	1
123	02/08/2011	02/08/2011	1	1
124	02/08/2011	02/08/2011	2	1
125	03/08/2011	03/08/2011	3	1
126	05/08/2011	05/08/2011	2	1
127	06/08/2011	06/08/2011	3	1
128	08/08/2011	08/08/2011	4	1
129	11/08/2011	11/08/2011	2	1
130	12/08/2011	12/08/2011	8	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
131	19/08/2011	19/08/2011	5	1
132	23/08/2011	23/08/2011	3	1
133	25/08/2011	25/08/2011	6	1
134	30/08/2011	30/08/2011	17	1
135	15/09/2011	15/09/2011	2	1
136	16/09/2011	16/09/2011	21	1
137	06/10/2011	06/10/2011	2	1
138	07/10/2011	07/10/2011	2	1
139	08/10/2011	08/10/2011	5	1
140	12/10/2011	12/10/2011	2	1
141	13/10/2011	13/10/2011	22	1
142	03/11/2011	03/11/2011	21	1
143	23/11/2011	23/11/2011	3	1
144	25/11/2011	25/11/2011	2	1
145	26/11/2011	26/11/2011	1	1
146	26/11/2011	27/11/2011	3	2
147	28/11/2011	28/11/2011	4	1
148	01/12/2011	02/12/2011	2	2
149	02/12/2011	02/12/2011	2	1
150	03/12/2011	03/12/2011	4	1
151	06/12/2011	06/12/2011	22	1
152	27/12/2011	27/12/2011	2	1
153	28/12/2011	28/12/2011	2	1
154	29/12/2011	29/12/2011	1	1
155	29/12/2011	29/12/2011	5	1
156	02/01/2012	02/01/2012	30	1
157	31/01/2012	31/01/2012	4	1
158	03/02/2012	03/02/2012	5	1
159	07/02/2012	07/02/2012	7	1
160	13/02/2012	13/02/2012	3	1
161	15/02/2012	15/02/2012	15	1
162	29/02/2012	29/02/2012	6	1
163	05/03/2012	05/03/2012	2	1
164	06/03/2012	06/03/2012	2	1
165	07/03/2012	07/03/2012	3	1
166	09/03/2012	09/03/2012	4	1
167	12/03/2012	12/03/2012	2	1
168	13/03/2012	13/03/2012	4	1
169	16/03/2012	16/03/2012	5	1
170	20/03/2012	20/03/2012	2	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
171	21/03/2012	21/03/2012	2	1
172	22/03/2012	22/03/2012	13	1
173	03/04/2012	03/04/2012	7	1
174	09/04/2012	09/04/2012	1	1
175	09/04/2012	09/04/2012	1	1
176	09/04/2012	09/04/2012	11	1
177	19/04/2012	19/04/2012	2	1
178	20/04/2012	20/04/2012	10	1
179	29/04/2012	29/04/2012	10	1
180	08/05/2012	08/05/2012	2	1
181	09/05/2012	09/05/2012	3	1
182	11/05/2012	11/05/2012	12	1
183	22/05/2012	22/05/2012	1	1
184	22/05/2012	22/05/2012	2	1
185	23/05/2012	23/05/2012	2	1
186	24/05/2012	24/05/2012	8	1
187	31/05/2012	31/05/2012	2	1
188	01/06/2012	01/06/2012	4	1
189	04/06/2012	04/06/2012	1	1
190	04/06/2012	04/06/2012	17	1
191	20/06/2012	20/06/2012	1	1
192	20/06/2012	20/06/2012	28	1
193	17/07/2012	17/07/2012	7	1
194	23/07/2012	23/07/2012	3	1
195	25/07/2012	25/07/2012	5	1
196	29/07/2012	29/07/2012	5	1
197	02/08/2012	02/08/2012	1	1
198	02/08/2012	02/08/2012	12	1
199	13/08/2012	13/08/2012	4	1
200	16/08/2012	16/08/2012	7	1
201	22/08/2012	22/08/2012	2	1
202	23/08/2012	23/08/2012	2	1
203	24/08/2012	24/08/2012	5	1
204	28/08/2012	28/08/2012	1	1
205	28/08/2012	28/08/2012	2	1
206	29/08/2012	29/08/2012	2	1
207	30/08/2012	30/08/2012	16	1
208	14/09/2012	14/09/2012	7	1
209	20/09/2012	20/09/2012	5	1
210	24/09/2012	24/09/2012	3	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
211	26/09/2012	26/09/2012	8	1
212	03/10/2012	03/10/2012	3	1
213	05/10/2012	05/10/2012	2	1
214	06/10/2012	06/10/2012	15	1
215	20/10/2012	20/10/2012	3	1
216	22/10/2012	22/10/2012	2	1
217	23/10/2012	23/10/2012	16	1
218	07/11/2012	07/11/2012	2	1
219	08/11/2012	08/11/2012	14	1
220	21/11/2012	21/11/2012	1	1
221	21/11/2012	21/11/2012	3	1
222	23/11/2012	23/11/2012	11	1
223	03/12/2012	03/12/2012	10	1
224	12/12/2012	12/12/2012	9	1
225	20/12/2012	20/12/2012	2	1
226	21/12/2012	21/12/2012	2	1
227	22/12/2012	22/12/2012	12	1
228	02/01/2013	02/01/2013	2	1
229	03/01/2013	03/01/2013	6	1
230	08/01/2013	09/01/2013	7	2
231	14/01/2013	14/01/2013	2	1
232	15/01/2013	15/01/2013	5	1
233	19/01/2013	19/01/2013	4	1
234	22/01/2013	22/01/2013	2	1
235	23/01/2013	23/01/2013	27	1
236	18/02/2013	18/02/2013	2	1
237	19/02/2013	19/02/2013	4	1
238	22/02/2013	22/02/2013	5	1
239	26/02/2013	26/02/2013	1	1
240	26/02/2013	26/02/2013	7	1
241	04/03/2013	04/03/2013	12	1
242	15/03/2013	15/03/2013	6	1
243	20/03/2013	20/03/2013	23	1
244	11/04/2013	11/04/2013	8	1
245	18/04/2013	18/04/2013	20	1
246	07/05/2013	07/05/2013	9	1
247	15/05/2013	15/05/2013	3	1
248	17/05/2013	17/05/2013	11	1
249	27/05/2013	27/05/2013	4	1
250	30/05/2013	30/05/2013	2	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
251	31/05/2013	31/05/2013	4	1
252	03/06/2013	03/06/2013	49	1
253	21/07/2013	21/07/2013	6	1
254	26/07/2013	26/07/2013	13	1
255	07/08/2013	07/08/2013	2	1
256	08/08/2013	12/08/2013	42	5
257	18/09/2013	18/09/2013	14	1
258	01/10/2013	01/10/2013	2	1
259	02/10/2013	02/10/2013	15	1
260	16/10/2013	16/10/2013	21	1
261	05/11/2013	05/11/2013	3	1
262	07/11/2013	07/11/2013	16	1
263	22/11/2013	22/11/2013	12	1
264	03/12/2013	03/12/2013	7	1
265	09/12/2013	09/12/2013	12	1
266	20/12/2013	20/12/2013	2	1
267	21/12/2013	21/12/2013	19	1
268	08/01/2014	08/01/2014	2	1
269	09/01/2014	09/01/2014	8	1
270	16/01/2014	16/01/2014	2	1
271	17/01/2014	18/01/2014	21	2
272	06/02/2014	06/02/2014	7	1
273	12/02/2014	12/02/2014	29	1
274	12/03/2014	12/03/2014	2	1
275	13/03/2014	13/03/2014	3	1
276	15/03/2014	15/03/2014	5	1
277	19/03/2014	19/03/2014	11	1
278	29/03/2014	29/03/2014	29	1
279	26/04/2014	26/04/2014	5	1
280	30/04/2014	30/04/2014	1	1
281	30/04/2014	30/04/2014	10	1
282	09/05/2014	09/05/2014	11	1
283	19/05/2014	19/05/2014	4	1
284	22/05/2014	22/05/2014	1	1
285	22/05/2014	22/05/2014	1	1
286	22/05/2014	22/05/2014	2	1
287	23/05/2014	23/05/2014	AHORA	1

Tabla 2. Datos históricos prensa hidráulica PH-09.

Nº DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
1	04/01/2010	05/01/2010	3	2
2	06/01/2010	07/01/2010	3	2
3	08/01/2010	08/01/2010	5	1
4	12/01/2010	12/01/2010	1	1
5	12/01/2010	13/01/2010	2	2
6	13/01/2010	14/01/2010	10	2
7	22/01/2010	22/01/2010	4	1
8	25/01/2010	25/01/2010	8	1
9	01/02/2010	01/02/2010	2	1
10	02/02/2010	02/02/2010	2	1
11	03/02/2010	03/02/2010	6	1
12	08/02/2010	08/02/2010	8	1
13	15/02/2010	15/02/2010	16	1
14	02/03/2010	02/03/2010	11	1
15	12/03/2010	12/03/2010	4	1
16	15/03/2010	15/03/2010	15	1
17	29/03/2010	29/03/2010	19	1
18	16/04/2010	16/04/2010	14	1
19	29/04/2010	29/04/2010	9	1
20	07/05/2010	07/05/2010	5	1
21	11/05/2010	11/05/2010	1	1
22	11/05/2010	11/05/2010	9	1
23	19/05/2010	19/05/2010	2	1
24	20/05/2010	20/05/2010	2	1
25	21/05/2010	21/05/2010	4	1
26	24/05/2010	24/05/2010	1	1
27	24/05/2010	24/05/2010	1	1
28	24/05/2010	24/05/2010	8	1
29	31/05/2010	31/05/2010	3	1
30	02/06/2010	02/06/2010	7	1
31	08/06/2010	08/06/2010	2	1
32	09/06/2010	09/06/2010	2	1
33	10/06/2010	10/06/2010	7	1
34	16/06/2010	16/06/2010	3	1
35	18/06/2010	18/06/2010	7	1
36	24/06/2010	24/06/2010	2	1
37	25/06/2010	25/06/2010	2	1
38	26/06/2010	26/06/2010	6	1
39	01/07/2010	01/07/2010	2	1
40	02/07/2010	02/07/2010	7	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
41	08/07/2010	08/07/2010	3	1
42	10/07/2010	10/07/2010	3	1
43	12/07/2010	12/07/2010	16	1
44	27/07/2010	27/07/2010	28	1
45	23/08/2010	23/08/2010	6	1
46	28/08/2010	28/08/2010	4	1
47	31/08/2010	31/08/2010	9	1
48	08/09/2010	08/09/2010	11	1
49	18/09/2010	18/09/2010	5	1
50	22/09/2010	22/09/2010	3	1
51	24/09/2010	24/09/2010	21	1
52	14/10/2010	14/10/2010	8	1
53	21/10/2010	21/10/2010	6	1
54	26/10/2010	26/10/2010	11	1
55	05/11/2010	05/11/2010	7	1
56	11/11/2010	11/11/2010	6	1
57	16/11/2010	16/11/2010	6	1
58	21/11/2010	21/11/2010	3	1
59	23/11/2010	23/11/2010	1	1
60	23/11/2010	23/11/2010	14	1
61	06/12/2010	06/12/2010	9	1
62	14/12/2010	14/12/2010	4	1
63	17/12/2010	17/12/2010	14	1
64	30/12/2010	30/12/2010	20	1
65	18/01/2011	18/01/2011	4	1
66	21/01/2011	21/01/2011	1	1
67	21/01/2011	21/01/2011	7	1
68	27/01/2011	27/01/2011	2	1
69	28/01/2011	28/01/2011	6	1
70	02/02/2011	02/02/2011	9	1
71	10/02/2011	10/02/2011	13	1
72	22/02/2011	22/02/2011	12	1
73	05/03/2011	05/03/2011	7	1
74	11/03/2011	11/03/2011	8	1
75	18/03/2011	18/03/2011	10	1
76	27/03/2011	27/03/2011	2	1
77	28/03/2011	28/03/2011	3	1
78	30/03/2011	30/03/2011	28	1
79	26/04/2011	26/04/2011	5	1
80	30/04/2011	30/04/2011	8	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
81	07/05/2011	07/05/2011	4	1
82	10/05/2011	10/05/2011	18	1
83	27/05/2011	27/05/2011	50	1
84	15/07/2011	15/07/2011	4	1
85	18/07/2011	19/07/2011	1	2
86	18/07/2011	18/07/2011	12	1
87	29/07/2011	29/07/2011	8	1
88	05/08/2011	05/08/2011	6	1
89	10/08/2011	10/08/2011	2	1
90	11/08/2011	12/08/2011	3	2
91	13/08/2011	13/08/2011	10	1
92	22/08/2011	22/08/2011	3	1
93	24/08/2011	24/08/2011	10	1
94	02/09/2011	02/09/2011	2	1
95	03/09/2011	03/09/2011	15	1
96	17/09/2011	17/09/2011	6	1
97	22/09/2011	22/09/2011	6	1
98	27/09/2011	27/09/2011	15	1
99	11/10/2011	11/10/2011	2	1
100	12/10/2011	12/10/2011	9	1
101	20/10/2011	20/10/2011	10	1
102	29/10/2011	29/10/2011	22	1
103	19/11/2011	19/11/2011	7	1
104	25/11/2011	25/11/2011	6	1
105	30/11/2011	30/11/2011	2	1
106	01/12/2011	01/12/2011	2	1
107	02/12/2011	02/12/2011	2	1
108	03/12/2011	03/12/2011	13	1
109	15/12/2011	15/12/2011	12	1
110	26/12/2011	26/12/2011	10	1
111	04/01/2012	04/01/2012	8	1
112	11/01/2012	11/01/2012	28	1
113	07/02/2012	07/02/2012	4	1
114	10/02/2012	10/02/2012	5	1
115	14/02/2012	14/02/2012	2	1
116	15/02/2012	15/02/2012	3	1
117	17/02/2012	17/02/2012	4	1
118	20/02/2012	20/02/2012	2	1
119	21/02/2012	21/02/2012	4	1
120	24/02/2012	24/02/2012	20	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
121	14/03/2012	14/03/2012	9	1
122	22/03/2012	22/03/2012	1	1
123	22/03/2012	22/03/2012	2	1
124	23/03/2012	23/03/2012	6	1
125	28/03/2012	28/03/2012	4	1
126	31/03/2012	31/03/2012	3	1
127	02/04/2012	02/04/2012	19	1
128	20/04/2012	20/04/2012	1	1
129	20/04/2012	20/04/2012	1	1
130	20/04/2012	20/04/2012	1	1
131	20/04/2012	21/04/2012	2	2
132	21/04/2012	21/04/2012	4	1
133	24/04/2012	24/04/2012	1	1
134	24/04/2012	24/04/2012	1	1
135	24/04/2012	24/04/2012	7	1
136	30/04/2012	30/04/2012	5	1
137	04/05/2012	04/05/2012	1	1
138	04/05/2012	04/05/2012	5	1
139	08/05/2012	08/05/2012	5	1
140	12/05/2012	12/05/2012	13	1
141	24/05/2012	24/05/2012	3	1
142	26/05/2012	26/05/2012	3	1
143	28/05/2012	28/05/2012	1	1
144	28/05/2012	28/05/2012	4	1
145	31/05/2012	31/05/2012	7	1
146	06/06/2012	06/06/2012	25	1
147	30/06/2012	30/06/2012	36	1
148	04/08/2012	04/08/2012	5	1
149	08/08/2012	08/08/2012	7	1
150	14/08/2012	14/08/2012	28	1
151	10/09/2012	10/09/2012	6	1
152	15/09/2012	15/09/2012	15	1
153	29/09/2012	29/09/2012	4	1
154	02/10/2012	02/10/2012	1	1
155	02/10/2012	02/10/2012	3	1
156	04/10/2012	04/10/2012	10	1
157	13/10/2012	13/10/2012	8	1
158	20/10/2012	20/10/2012	3	1
159	22/10/2012	22/10/2012	1	1
160	22/10/2012	22/10/2012	16	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
161	06/11/2012	06/11/2012	8	1
162	13/11/2012	13/11/2012	9	1
163	21/11/2012	21/11/2012	2	1
164	22/11/2012	22/11/2012	9	1
165	30/11/2012	30/11/2012	5	1
166	04/12/2012	04/12/2012	1	1
167	04/12/2012	04/12/2012	19	1
168	22/12/2012	22/12/2012	25	1
169	15/01/2013	15/01/2013	3	1
170	17/01/2013	17/01/2013	1	1
171	17/01/2013	18/01/2013	21	2
172	06/02/2013	06/02/2013	13	1
173	18/02/2013	18/02/2013	3	1
174	20/02/2013	20/02/2013	6	1
175	25/02/2013	25/02/2013	1	1
176	25/02/2013	25/02/2013	9	1
177	05/03/2013	05/03/2013	2	1
178	06/03/2013	06/03/2013	10	1
179	15/03/2013	15/03/2013	2	1
180	16/03/2013	16/03/2013	25	1
181	09/04/2013	09/04/2013	11	1
182	19/04/2013	19/04/2013	6	1
183	24/04/2013	24/04/2013	10	1
184	03/05/2013	03/05/2013	1	1
185	03/05/2013	03/05/2013	1	1
186	03/05/2013	03/05/2013	15	1
187	17/05/2013	17/05/2013	13	1
188	29/05/2013	29/05/2013	2	1
189	30/05/2013	30/05/2013	1	1
190	30/05/2013	30/05/2013	45	1
191	13/07/2013	13/07/2013	7	1
192	19/07/2013	19/07/2013	8	1
193	26/07/2013	26/07/2013	15	1
194	09/08/2013	09/08/2013	12	1
195	20/08/2013	20/08/2013	4	1
196	23/08/2013	23/08/2013	1	1
197	23/08/2013	23/08/2013	2	1
198	24/08/2013	24/08/2013	3	1
199	26/08/2013	26/08/2013	3	1
200	28/08/2013	29/08/2013	2	2

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
201	29/08/2013	29/08/2013	1	1
202	29/08/2013	29/08/2013	2	1
203	30/08/2013	30/08/2013	2	1
204	31/08/2013	31/08/2013	3	1
205	02/09/2013	02/09/2013	8	1
206	09/09/2013	09/09/2013	1	1
207	09/09/2013	09/09/2013	2	1
208	10/09/2013	10/09/2013	2	1
209	11/09/2013	11/09/2013	11	1
210	21/09/2013	21/09/2013	1	1
211	21/09/2013	21/09/2013	8	1
212	28/09/2013	28/09/2013	4	1
213	01/10/2013	01/10/2013	2	1
214	02/10/2013	02/10/2013	1	1
215	02/10/2013	02/10/2013	2	1
216	03/10/2013	03/10/2013	1	1
217	03/10/2013	03/10/2013	5	1
218	07/10/2013	07/10/2013	23	1
219	29/10/2013	29/10/2013	25	1
220	22/11/2013	22/11/2013	8	1
221	29/11/2013	29/11/2013	6	1
222	04/12/2013	04/12/2013	1	1
223	04/12/2013	04/12/2013	24	1
224	27/12/2013	27/12/2013	33	1
225	28/01/2014	28/01/2014	1	1
226	28/01/2014	28/01/2014	2	1
227	29/01/2014	29/01/2014	25	1
228	22/02/2014	22/02/2014	10	1
229	03/03/2014	03/03/2014	2	1
230	04/03/2014	04/03/2014	22	1
231	25/03/2014	25/03/2014	7	1
232	31/03/2014	31/03/2014	16	1
233	15/04/2014	15/04/2014	19	1
234	03/05/2014	03/05/2014	6	1
235	08/05/2014	08/05/2014	10	1
236	17/05/2014	17/05/2014	5	1
237	21/05/2014	21/05/2014	25	1
238	14/06/2014	14/06/2014		1

Tabla 3. Datos históricos prensa hidráulica PH-14.

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
1	05/01/2010	05/01/2010	10	1
2	14/01/2010	14/01/2010	19	1
3	01/02/2010	01/02/2010	8	1
4	08/02/2010	08/02/2010	9	1
5	16/02/2010	16/02/2010	10	1
6	25/02/2010	25/02/2010	7	1
7	03/03/2010	03/03/2010	10	1
8	12/03/2010	12/03/2010	4	1
9	15/03/2010	15/03/2010	23	1
10	06/04/2010	06/04/2010	2	1
11	07/04/2010	07/04/2010	2	1
12	08/04/2010	08/04/2010	15	1
13	22/04/2010	22/04/2010	35	1
14	26/05/2010	26/05/2010	6	1
15	31/05/2010	31/05/2010	7	1
16	06/06/2010	06/06/2010	25	1
17	30/06/2010	30/06/2010	28	1
18	27/07/2010	27/07/2010	3	1
19	29/07/2010	29/07/2010	35	1
20	01/09/2010	01/09/2010	4	1
21	04/09/2010	04/09/2010	3	1
22	06/09/2010	06/09/2010	6	1
23	11/09/2010	11/09/2010	13	1
24	23/09/2010	23/09/2010	7	1
25	29/09/2010	29/09/2010	6	1
26	04/10/2010	04/10/2010	2	1
27	05/10/2010	05/10/2010	1	1
28	05/10/2010	05/10/2010	1	1
29	05/10/2010	05/10/2010	1	1
30	05/10/2010	06/10/2010	3	2
31	07/10/2010	07/10/2010	2	1
32	08/10/2010	08/10/2010	2	1
33	09/10/2010	09/10/2010	13	1
34	21/10/2010	21/10/2010	5	1
35	25/10/2010	25/10/2010	10	1
36	03/11/2010	03/11/2010	2	1
37	04/11/2010	04/11/2010	21	1
38	24/11/2010	24/11/2010	1	1
39	24/11/2010	24/11/2010	13	1
40	06/12/2010	06/12/2010	22	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
41	27/12/2010	27/12/2010	1	1
42	27/12/2010	27/12/2010	3	1
43	29/12/2010	29/12/2010	1	1
44	29/12/2010	29/12/2010	10	1
45	07/01/2011	07/01/2011	9	1
46	15/01/2011	15/01/2011	14	1
47	28/01/2011	28/01/2011	7	1
48	03/02/2011	03/02/2011	1	1
49	03/02/2011	03/02/2011	2	1
50	04/02/2011	04/02/2011	61	1
51	05/04/2011	05/04/2011	1	1
52	05/04/2011	05/04/2011	30	1
53	04/05/2011	04/05/2011	4	1
54	07/05/2011	07/05/2011	17	1
55	23/05/2011	23/05/2011	24	1
56	15/06/2011	15/06/2011	1	1
57	15/06/2011	15/06/2011	10	1
58	24/06/2011	24/06/2011	26	1
59	19/07/2011	19/07/2011	18	1
60	05/08/2011	05/08/2011	20	1
61	24/08/2011	24/08/2011	1	1
62	24/08/2011	24/08/2011	1	1
63	24/08/2011	24/08/2011	7	1
64	30/08/2011	30/08/2011	2	1
65	31/08/2011	31/08/2011	6	1
66	05/09/2011	05/09/2011	27	1
67	01/10/2011	01/10/2011	18	1
68	18/10/2011	18/10/2011	4	1
69	21/10/2011	21/10/2011	1	1
70	21/10/2011	21/10/2011	6	1
71	26/10/2011	26/10/2011	1	1
72	26/10/2011	26/10/2011	2	1
73	27/10/2011	27/10/2011	5	1
74	31/10/2011	31/10/2011	1	1
75	31/10/2011	31/10/2011	16	1
76	15/11/2011	15/11/2011	11	1
77	25/11/2011	25/11/2011	2	1
78	26/11/2011	26/11/2011	10	1
79	05/12/2011	05/12/2011	7	1
80	11/12/2011	11/12/2011	3	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
81	13/12/2011	13/12/2011	9	1
82	21/12/2011	21/12/2011	8	1
83	28/12/2011	28/12/2011	6	1
84	02/01/2012	02/01/2012	11	1
85	12/01/2012	12/01/2012	7	1
86	18/01/2012	18/01/2012	1	1
87	18/01/2012	18/01/2012	1	1
88	18/01/2012	18/01/2012	3	1
89	20/01/2012	20/01/2012	2	1
90	21/01/2012	21/01/2012	10	1
91	30/01/2012	30/01/2012	1	1
92	30/01/2012	30/01/2012	3	1
93	01/02/2012	01/02/2012	2	1
94	02/02/2012	02/02/2012	1	1
95	02/02/2012	02/02/2012	15	1
96	16/02/2012	16/02/2012	15	1
97	01/03/2012	01/03/2012	1	1
98	01/03/2012	01/03/2012	2	1
99	02/03/2012	02/03/2012	6	1
100	07/03/2012	07/03/2012	2	1
101	08/03/2012	08/03/2012	5	1
102	12/03/2012	12/03/2012	2	1
103	13/03/2012	13/03/2012	3	1
104	15/03/2012	15/03/2012	14	1
105	28/03/2012	28/03/2012	3	1
106	30/03/2012	30/03/2012	18	1
107	16/04/2012	16/04/2012	2	1
108	17/04/2012	17/04/2012	5	1
109	21/04/2012	21/04/2012	12	1
110	02/05/2012	02/05/2012	1	1
111	02/05/2012	02/05/2012	9	1
112	10/05/2012	10/05/2012	1	1
113	10/05/2012	10/05/2012	2	1
114	11/05/2012	11/05/2012	1	1
115	11/05/2012	11/05/2012	5	1
116	15/05/2012	15/05/2012	3	1
117	17/05/2012	17/05/2012	1	1
118	17/05/2012	17/05/2012	6	1
119	22/05/2012	22/05/2012	16	1
120	06/06/2012	06/06/2012	2	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
121	07/06/2012	07/06/2012	6	1
122	12/06/2012	12/06/2012	2	1
123	13/06/2012	13/06/2012	3	1
124	15/06/2012	15/06/2012	7	1
125	21/06/2012	21/06/2012	1	1
126	21/06/2012	21/06/2012	3	1
127	23/06/2012	23/06/2012	6	1
128	28/06/2012	28/06/2012	7	1
129	04/07/2012	04/07/2012	2	1
130	05/07/2012	05/07/2012	1	1
131	05/07/2012	05/07/2012	2	1
132	06/07/2012	06/07/2012	2	1
133	07/07/2012	07/07/2012	4	1
134	10/07/2012	10/07/2012	1	1
135	10/07/2012	10/07/2012	2	1
136	11/07/2012	11/07/2012	1	1
137	11/07/2012	11/07/2012	3	1
138	13/07/2012	13/07/2012	4	1
139	16/07/2012	16/07/2012	1	1
140	16/07/2012	16/07/2012	1	1
141	16/07/2012	16/07/2012	2	1
292	17/07/2012	17/07/2012	5	1
142	21/07/2012	21/07/2012	3	1
143	23/07/2012	23/07/2012	2	1
144	24/07/2012	24/07/2012	2	1
145	25/07/2012	25/07/2012	2	1
146	26/07/2012	26/07/2012	3	1
147	28/07/2012	28/07/2012	3	1
148	30/07/2012	30/07/2012	4	1
149	02/08/2012	02/08/2012	1	1
150	02/08/2012	02/08/2012	2	1
151	03/08/2012	03/08/2012	1	1
152	03/08/2012	03/08/2012	2	1
153	04/08/2012	04/08/2012	3	1
154	06/08/2012	06/08/2012	3	1
155	08/08/2012	08/08/2012	3	1
156	10/08/2012	10/08/2012	2	1
157	11/08/2012	11/08/2012	1	1
158	11/08/2012	11/08/2012	11	1
159	21/08/2012	21/08/2012	8	1
160	28/08/2012	28/08/2012	1	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
161	28/08/2012	28/08/2012	1	1
162	28/08/2012	28/08/2012	3	1
163	30/08/2012	30/08/2012	1	1
164	30/08/2012	30/08/2012	2	1
165	31/08/2012	31/08/2012	1	1
166	31/08/2012	31/08/2012	1	1
167	31/08/2012	31/08/2012	4	1
168	03/09/2012	03/09/2012	4	1
169	06/09/2012	06/09/2012	1	1
170	06/09/2012	06/09/2012	1	1
171	06/09/2012	06/09/2012	2	1
172	07/09/2012	07/09/2012	1	1
173	07/09/2012	07/09/2012	2	1
174	08/09/2012	08/09/2012	3	1
175	10/09/2012	10/09/2012	3	1
176	12/09/2012	12/09/2012	1	1
177	12/09/2012	12/09/2012	2	1
178	13/09/2012	13/09/2012	2	1
179	14/09/2012	14/09/2012	1	1
180	14/09/2012	14/09/2012	4	1
181	17/09/2012	17/09/2012	2	1
182	18/09/2012	18/09/2012	2	1
183	19/09/2012	19/09/2012	3	1
184	21/09/2012	21/09/2012	4	1
185	24/09/2012	24/09/2012	4	1
186	27/09/2012	27/09/2012	7	1
187	03/10/2012	03/10/2012	4	1
188	06/10/2012	06/10/2012	1	1
189	06/10/2012	06/10/2012	1	1
190	06/10/2012	06/10/2012	3	1
191	08/10/2012	08/10/2012	1	1
192	08/10/2012	08/10/2012	1	1
193	08/10/2012	08/10/2012	2	1
194	09/10/2012	09/10/2012	3	1
195	11/10/2012	11/10/2012	3	1
196	13/10/2012	13/10/2012	4	1
197	16/10/2012	16/10/2012	1	1
198	16/10/2012	16/10/2012	1	1
199	16/10/2012	16/10/2012	1	1
200	16/10/2012	16/10/2012	2	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
201	17/10/2012	17/10/2012	1	1
202	17/10/2012	17/10/2012	2	1
203	18/10/2012	18/10/2012	2	1
204	19/10/2012	19/10/2012	1	1
205	19/10/2012	19/10/2012	1	1
206	19/10/2012	19/10/2012	2	1
207	20/10/2012	20/10/2012	3	1
208	22/10/2012	22/10/2012	1	1
209	22/10/2012	22/10/2012	7	1
210	28/10/2012	28/10/2012	3	1
211	30/10/2012	30/10/2012	9	1
212	07/11/2012	07/11/2012	11	1
213	17/11/2012	17/11/2012	4	1
214	20/11/2012	20/11/2012	2	1
215	21/11/2012	21/11/2012	2	1
216	22/11/2012	22/11/2012	7	1
217	28/11/2012	28/11/2012	3	1
218	30/11/2012	30/11/2012	3	1
219	02/12/2012	02/12/2012	2	1
220	03/12/2012	03/12/2012	1	1
221	03/12/2012	03/12/2012	4	1
222	06/12/2012	06/12/2012	1	1
223	06/12/2012	06/12/2012	2	1
224	07/12/2012	07/12/2012	1	1
225	07/12/2012	07/12/2012	1	1
226	07/12/2012	07/12/2012	4	1
227	10/12/2012	10/12/2012	2	1
228	11/12/2012	11/12/2012	2	1
229	12/12/2012	12/12/2012	25	1
230	05/01/2013	05/01/2013	4	1
231	08/01/2013	08/01/2013	4	1
232	11/01/2013	11/01/2013	1	1
233	11/01/2013	11/01/2013	2	1
234	12/01/2013	12/01/2013	3	1
235	14/01/2013	14/01/2013	4	1
236	17/01/2013	17/01/2013	2	1
237	18/01/2013	18/01/2013	2	1
238	19/01/2013	19/01/2013	19	1
239	06/02/2013	06/02/2013	1	1
240	06/02/2013	06/02/2013	1	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
241	06/02/2013	06/02/2013	4	1
242	09/02/2013	09/02/2013	3	1
243	11/02/2013	11/02/2013	4	1
244	14/02/2013	14/02/2013	2	1
245	15/02/2013	15/02/2013	7	1
246	21/02/2013	21/02/2013	5	1
247	25/02/2013	25/02/2013	10	1
248	06/03/2013	06/03/2013	6	1
249	11/03/2013	11/03/2013	58	1
250	07/05/2013	07/05/2013	3	1
251	09/05/2013	09/05/2013	12	1
252	20/05/2013	20/05/2013	9	1
253	28/05/2013	28/05/2013	15	1
254	11/06/2013	11/06/2013	3	1
255	13/06/2013	13/06/2013	1	1
256	13/06/2013	13/06/2013	28	1
257	10/07/2013	10/07/2013	2	1
258	11/07/2013	11/07/2013	3	1
259	13/07/2013	13/07/2013	7	1
260	19/07/2013	19/07/2013	1	1
261	19/07/2013	19/07/2013	13	1
262	31/07/2013	31/07/2013	1	1
263	31/07/2013	31/07/2013	2	1
264	01/08/2013	01/08/2013	2	1
265	02/08/2013	02/08/2013	12	1
266	13/08/2013	13/08/2013	2	1
267	14/08/2013	14/08/2013	14	1
268	27/08/2013	27/08/2013	12	1
269	07/09/2013	07/09/2013	4	1
270	10/09/2013	10/09/2013	1	1
271	10/09/2013	10/09/2013	3	1
272	12/09/2013	12/09/2013	5	1
273	16/09/2013	16/09/2013	1	1
274	16/09/2013	16/09/2013	9	1
275	24/09/2013	24/09/2013	3	1
276	26/09/2013	26/09/2013	7	1
277	02/10/2013	02/10/2013	1	1
278	02/10/2013	02/10/2013	2	1
279	03/10/2013	03/10/2013	1	1
280	03/10/2013	03/10/2013	3	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
281	05/10/2013	05/10/2013	4	1
282	08/10/2013	08/10/2013	2	1
283	09/10/2013	09/10/2013	4	1
284	12/10/2013	12/10/2013	5	1
285	16/10/2013	16/10/2013	4	1
286	19/10/2013	19/10/2013	3	1
287	21/10/2013	21/10/2013	4	1
288	24/10/2013	24/10/2013	6	1
289	29/10/2013	29/10/2013	3	1
290	31/10/2013	31/10/2013	2	1
291	01/11/2013	01/11/2013	26	1
293	26/11/2013	26/11/2013	8	1
294	03/12/2013	03/12/2013	2	1
295	04/12/2013	04/12/2013	32	1
296	04/01/2014	04/01/2014	27	1
297	30/01/2014	30/01/2014	3	1
298	01/02/2014	01/02/2014	11	1
299	11/02/2014	11/02/2014	14	1
300	24/02/2014	24/02/2014	18	1
301	13/03/2014	13/03/2014	3	1
302	15/03/2014	15/03/2014	5	1
303	19/03/2014	19/03/2014	16	1
304	03/04/2014	03/04/2014	7	1
305	09/04/2014	09/04/2014	1	1
306	09/04/2014	09/04/2014	16	1
307	24/04/2014	24/04/2014	1	1
308	24/04/2014	24/04/2014	2	1
309	25/04/2014	25/04/2014	8	1
310	02/05/2014	02/05/2014	16	1
311	17/05/2014	17/05/2014	1	1
312	17/05/2014	17/05/2014	1	1
313	17/05/2014	17/05/2014	3	1
314	19/05/2014	19/05/2014	2	1
315	20/05/2014	20/05/2014	8	1
316	27/05/2014	27/05/2014	16	1
317	11/06/2014	11/06/2014	9	1
318	19/06/2014	19/06/2014	2	1
319	20/06/2014	20/06/2014	1	1
320	20/06/2014	20/06/2014		1

**Anexo B. Datos históricos del equipo medianamente crítico, troqueladora
TR-25.**

Tabla 1. Datos históricos troqueladora TR-25.

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
1	10/11/2009	10/11/2009	1	1
2	10/11/2009	10/11/2009	57	1
3	05/01/2010	05/01/2010	8	1
4	12/01/2010	12/01/2010	2	1
5	13/01/2010	13/01/2010	10	1
6	22/01/2010	22/01/2010	1	1
7	22/01/2010	22/01/2010	3	1
8	24/01/2010	24/01/2010	2	1
9	25/01/2010	25/01/2010	2	1
10	26/01/2010	26/01/2010	1	1
11	26/01/2010	26/01/2010	2	1
12	27/01/2010	27/01/2010	1	1
13	27/01/2010	27/01/2010	2	1
14	28/01/2010	28/01/2010	1	1
15	28/01/2010	28/01/2010	2	1
16	29/01/2010	29/01/2010	1	1
17	29/01/2010	29/01/2010	4	1
18	01/02/2010	01/02/2010	1	1
19	01/02/2010	01/02/2010	19	1
20	19/02/2010	19/02/2010	1	1
21	19/02/2010	19/02/2010	2	1
22	20/02/2010	20/02/2010	1	1
23	20/02/2010	20/02/2010	11	1
24	02/03/2010	02/03/2010	1	1
25	02/03/2010	02/03/2010	2	1
26	03/03/2010	03/03/2010	10	1
27	12/03/2010	12/03/2010	8	1
28	19/03/2010	19/03/2010	2	1
29	20/03/2010	20/03/2010	7	1
30	26/03/2010	26/03/2010	1	1
31	26/03/2010	26/03/2010	2	1
32	27/03/2010	27/03/2010	3	1
33	29/03/2010	29/03/2010	3	1
34	31/03/2010	31/03/2010	14	1
35	13/04/2010	13/04/2010	1	1
36	13/04/2010	13/04/2010	3	1
37	15/04/2010	15/04/2010	5	1
38	19/04/2010	19/04/2010	1	1
39	19/04/2010	19/04/2010	19	1
40	07/05/2010	07/05/2010	18	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
41	24/05/2010	24/05/2010	5	1
42	28/05/2010	28/05/2010	4	1
43	31/05/2010	31/05/2010	2	1
44	01/06/2010	01/06/2010	3	1
45	03/06/2010	03/06/2010	1	1
46	03/06/2010	03/06/2010	1	1
47	03/06/2010	03/06/2010	2	1
48	04/06/2010	04/06/2010	2	1
49	05/06/2010	05/06/2010	1	1
50	05/06/2010	05/06/2010	11	1
51	15/06/2010	15/06/2010	2	1
52	16/06/2010	16/06/2010	1	1
53	16/06/2010	16/06/2010	5	1
54	20/06/2010	20/06/2010	2	1
55	21/06/2010	21/06/2010	2	1
56	22/06/2010	22/06/2010	8	1
57	29/06/2010	29/06/2010	2	1
58	30/06/2010	30/06/2010	10	1
59	09/07/2010	09/07/2010	18	1
60	26/07/2010	26/07/2010	18	1
61	12/08/2010	12/08/2010	6	1
62	17/08/2010	17/08/2010	2	1
63	18/08/2010	18/08/2010	6	1
64	23/08/2010	23/08/2010	1	1
65	23/08/2010	23/08/2010	11	1
66	02/09/2010	02/09/2010	7	1
67	08/09/2010	08/09/2010	2	1
68	09/09/2010	09/09/2010	5	1
69	13/09/2010	13/09/2010	5	1
70	17/09/2010	17/09/2010	2	1
71	18/09/2010	18/09/2010	7	1
72	24/09/2010	24/09/2010	4	1
73	27/09/2010	27/09/2010	2	1
74	28/09/2010	28/09/2010	4	1
75	01/10/2010	01/10/2010	5	1
76	05/10/2010	05/10/2010	5	1
77	09/10/2010	09/10/2010	3	1
78	11/10/2010	11/10/2010	5	1
79	15/10/2010	15/10/2010	5	1
80	19/10/2010	19/10/2010	15	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
81	02/11/2010	02/11/2010	16	1
82	17/11/2010	17/11/2010	4	1
83	20/11/2010	20/11/2010	15	1
84	04/12/2010	04/12/2010	11	1
85	14/12/2010	14/12/2010	4	1
86	17/12/2010	17/12/2010	1	1
87	17/12/2010	17/12/2010	1	1
88	17/12/2010	17/12/2010	7	1
89	23/12/2010	23/12/2010	15	1
90	06/01/2011	06/01/2011	9	1
91	14/01/2011	14/01/2011	32	1
92	14/02/2011	14/02/2011	2	1
93	15/02/2011	15/02/2011	8	1
94	22/02/2011	22/02/2011	4	1
95	25/02/2011	25/02/2011	4	1
96	28/02/2011	28/02/2011	2	1
97	01/03/2011	01/03/2011	4	1
98	04/03/2011	04/03/2011	1	1
99	04/03/2011	04/03/2011	1	1
100	04/03/2011	04/03/2011	2	1
101	05/03/2011	05/03/2011	5	1
102	09/03/2011	09/03/2011	7	1
103	15/03/2011	15/03/2011	9	1
104	23/03/2011	23/03/2011	3	1
105	25/03/2011	25/03/2011	2	1
106	26/03/2011	26/03/2011	4	1
107	29/03/2011	29/03/2011	7	1
108	04/04/2011	04/04/2011	2	1
109	05/04/2011	05/04/2011	1	1
110	05/04/2011	05/04/2011	3	1
111	07/04/2011	07/04/2011	2	1
112	08/04/2011	08/04/2011	2	1
113	09/04/2011	09/04/2011	6	1
114	14/04/2011	14/04/2011	2	1
115	15/04/2011	15/04/2011	2	1
116	16/04/2011	16/04/2011	20	1
117	05/05/2011	05/05/2011	2	1
118	06/05/2011	06/05/2011	2	1
119	07/05/2011	07/05/2011	3	1
120	09/05/2011	09/05/2011	11	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
121	19/05/2011	19/05/2011	12	1
122	30/05/2011	30/05/2011	16	1
123	14/06/2011	14/06/2011	2	1
124	15/06/2011	15/06/2011	3	1
125	17/06/2011	17/06/2011	14	1
126	30/06/2011	30/06/2011	3	1
127	02/07/2011	02/07/2011	4	1
128	05/07/2011	05/07/2011	2	1
129	06/07/2011	06/07/2011	3	1
130	08/07/2011	08/07/2011	1	1
131	08/07/2011	08/07/2011	1	1
132	08/07/2011	08/07/2011	1	1
133	08/07/2011	08/07/2011	2	1
134	09/07/2011	09/07/2011	1	1
135	09/07/2011	09/07/2011	1	1
136	09/07/2011	09/07/2011	13	1
137	21/07/2011	21/07/2011	12	1
138	01/08/2011	01/08/2011	3	1
139	03/08/2011	03/08/2011	6	1
140	08/08/2011	08/08/2011	12	1
141	19/08/2011	19/08/2011	5	1
142	23/08/2011	23/08/2011	2	1
143	24/08/2011	24/08/2011	1	1
144	24/08/2011	24/08/2011	4	1
145	27/08/2011	27/08/2011	1	1
146	27/08/2011	27/08/2011	1	1
147	27/08/2011	27/08/2011	5	1
148	31/08/2011	31/08/2011	8	1
149	07/09/2011	07/09/2011	2	1
150	08/09/2011	08/09/2011	1	1
151	08/09/2011	08/09/2011	2	1
152	09/09/2011	09/09/2011	4	1
153	12/09/2011	12/09/2011	11	1
154	22/09/2011	22/09/2011	2	1
155	23/09/2011	23/09/2011	4	1
156	26/09/2011	26/09/2011	2	1
157	27/09/2011	27/09/2011	3	1
158	29/09/2011	29/09/2011	2	1
159	30/09/2011	30/09/2011	1	1
160	30/09/2011	30/09/2011	2	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
161	01/10/2011	01/10/2011	3	1
162	03/10/2011	03/10/2011	2	1
163	04/10/2011	04/10/2011	3	1
164	06/10/2011	06/10/2011	8	1
165	13/10/2011	13/10/2011	9	1
166	21/10/2011	21/10/2011	5	1
167	25/10/2011	25/10/2011	7	1
168	31/10/2011	31/10/2011	3	1
169	02/11/2011	02/11/2011	1	1
170	02/11/2011	02/11/2011	8	1
171	09/11/2011	09/11/2011	3	1
172	11/11/2011	11/11/2011	2	1
173	12/11/2011	12/11/2011	5	1
174	16/11/2011	16/11/2011	2	1
175	17/11/2011	17/11/2011	2	1
176	18/11/2011	18/11/2011	5	1
177	22/11/2011	22/11/2011	3	1
178	24/11/2011	24/11/2011	2	1
179	25/11/2011	25/11/2011	5	1
180	29/11/2011	29/11/2011	3	1
181	01/12/2011	01/12/2011	2	1
182	02/12/2011	02/12/2011	4	1
183	05/12/2011	05/12/2011	1	1
184	05/12/2011	05/12/2011	8	1
185	12/12/2011	12/12/2011	1	1
186	12/12/2011	12/12/2011	7	1
187	18/12/2011	18/12/2011	2	1
188	19/12/2011	19/12/2011	16	1
189	03/01/2012	03/01/2012	2	1
190	04/01/2012	04/01/2012	2	1
191	05/01/2012	05/01/2012	28	1
192	01/02/2012	01/02/2012	7	1
193	07/02/2012	07/02/2012	1	1
194	07/02/2012	07/02/2012	4	1
195	10/02/2012	10/02/2012	2	1
196	11/02/2012	11/02/2012	17	1
197	27/02/2012	27/02/2012	2	1
198	28/02/2012	28/02/2012	8	1
199	06/03/2012	06/03/2012	2	1
200	07/03/2012	07/03/2012	15	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
201	21/03/2012	21/03/2012	11	1
202	31/03/2012	31/03/2012	31	1
203	30/04/2012	30/04/2012	9	1
204	08/05/2012	08/05/2012	4	1
205	11/05/2012	11/05/2012	14	1
206	24/05/2012	24/05/2012	5	1
207	28/05/2012	28/05/2012	2	1
208	29/05/2012	29/05/2012	4	1
209	01/06/2012	01/06/2012	7	1
210	07/06/2012	07/06/2012	8	1
211	14/06/2012	14/06/2012	9	1
212	22/06/2012	22/06/2012	9	1
213	30/06/2012	30/06/2012	4	1
214	03/07/2012	03/07/2012	5	1
215	07/07/2012	07/07/2012	4	1
216	10/07/2012	10/07/2012	1	1
217	10/07/2012	10/07/2012	2	1
218	11/07/2012	11/07/2012	1	1
219	11/07/2012	11/07/2012	6	1
220	16/07/2012	16/07/2012	2	1
221	17/07/2012	17/07/2012	3	1
222	19/07/2012	19/07/2012	5	1
223	23/07/2012	23/07/2012	2	1
224	24/07/2012	24/07/2012	3	1
225	26/07/2012	26/07/2012	2	1
226	27/07/2012	27/07/2012	4	1
227	30/07/2012	30/07/2012	1	1
228	30/07/2012	30/07/2012	1	1
229	30/07/2012	30/07/2012	1	1
230	30/07/2012	30/07/2012	10	1
231	08/08/2012	08/08/2012	9	1
232	16/08/2012	16/08/2012	28	1
233	12/09/2012	13/09/2012	1	2
234	12/09/2012	12/09/2012	3	1
235	14/09/2012	14/09/2012	18	1
236	01/10/2012	01/10/2012	9	1
237	09/10/2012	09/10/2012	19	1
238	27/10/2012	27/10/2012	3	1
239	29/10/2012	29/10/2012	25	1
240	22/11/2012	22/11/2012	7	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
241	28/11/2012	28/11/2012	3	1
242	30/11/2012	30/11/2012	1	1
243	30/11/2012	30/11/2012	2	1
244	01/12/2012	01/12/2012	7	1
245	07/12/2012	07/12/2012	4	1
246	10/12/2012	10/12/2012	1	1
247	10/12/2012	10/12/2012	5	1
248	14/12/2012	14/12/2012	8	1
249	21/12/2012	21/12/2012	1	1
250	21/12/2012	21/12/2012	2	1
251	22/12/2012	22/12/2012	13	1
252	03/01/2013	03/01/2013	3	1
253	05/01/2013	05/01/2013	5	1
254	09/01/2013	09/01/2013	2	1
255	10/01/2013	10/01/2013	5	1
256	14/01/2013	14/01/2013	15	1
257	28/01/2013	28/01/2013	3	1
258	30/01/2013	30/01/2013	2	1
259	31/01/2013	31/01/2013	2	1
260	01/02/2013	01/02/2013	6	1
261	06/02/2013	06/02/2013	1	1
262	06/02/2013	06/02/2013	9	1
263	14/02/2013	15/02/2013	5	2
264	18/02/2013	18/02/2013	8	1
265	25/02/2013	25/02/2013	4	1
266	28/02/2013	28/02/2013	5	1
267	04/03/2013	04/03/2013	3	1
268	06/03/2013	06/03/2013	1	1
269	06/03/2013	06/03/2013	6	1
270	11/03/2013	11/03/2013	4	1
271	14/03/2013	14/03/2013	1	1
272	14/03/2013	14/03/2013	5	1
273	18/03/2013	18/03/2013	3	1
274	20/03/2013	20/03/2013	13	1
275	01/04/2013	01/04/2013	3	1
276	03/04/2013	03/04/2013	2	1
277	04/04/2013	04/04/2013	5	1
278	08/04/2013	08/04/2013	2	1
279	09/04/2013	09/04/2013	3	1
280	11/04/2013	11/04/2013	12	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
281	22/04/2013	22/04/2013	18	1
282	09/05/2013	09/05/2013	6	1
283	14/05/2013	14/05/2013	1	1
284	14/05/2013	14/05/2013	5	1
285	18/05/2013	18/05/2013	1	1
286	18/05/2013	18/05/2013	3	1
287	20/05/2013	20/05/2013	8	1
288	27/05/2013	27/05/2013	9	1
289	04/06/2013	04/06/2013	1	1
290	04/06/2013	04/06/2013	5	1
291	08/06/2013	08/06/2013	13	1
292	20/06/2013	20/06/2013	1	1
293	20/06/2013	20/06/2013	1	1
294	20/06/2013	20/06/2013	26	1
295	15/07/2013	15/07/2013	11	1
296	25/07/2013	26/07/2013	7	2
297	31/07/2013	31/07/2013	3	1
298	02/08/2013	02/08/2013	4	1
299	05/08/2013	05/08/2013	4	1
300	08/08/2013	08/08/2013	2	1
301	09/08/2013	09/08/2013	2	1
302	10/08/2013	10/08/2013	3	1
303	12/08/2013	12/08/2013	1	1
304	12/08/2013	12/08/2013	2	1
305	13/08/2013	13/08/2013	2	1
306	14/08/2013	14/08/2013	4	1
307	17/08/2013	17/08/2013	15	1
308	31/08/2013	31/08/2013	3	1
309	02/09/2013	02/09/2013	3	1
310	04/09/2013	04/09/2013	1	1
311	04/09/2013	04/09/2013	2	1
312	05/09/2013	05/09/2013	3	1
313	07/09/2013	07/09/2013	17	1
314	23/09/2013	23/09/2013	2	1
315	24/09/2013	24/09/2013	7	1
316	30/09/2013	30/09/2013	5	1
317	04/10/2013	04/10/2013	33	1
318	05/11/2013	05/11/2013	8	1
319	12/11/2013	12/11/2013	7	1
320	18/11/2013	18/11/2013	9	1

N° DATO	FECHA SOLICITUD (DD/MM/AA)	FECHA CUMPLIMIENTO (DD/MM/AA)	TBF (DIAS)	TTR (DIAS)
321	26/11/2013	26/11/2013	11	1
322	06/12/2013	06/12/2013	4	1
323	09/12/2013	09/12/2013	36	1
324	13/01/2014	13/01/2014	1	1
325	13/01/2014	13/01/2014	38	1
326	19/02/2014	19/02/2014	7	1
327	25/02/2014	25/02/2014	1	1
328	25/02/2014	25/02/2014	18	1
329	14/03/2014	14/03/2014	5	1
330	18/03/2014	18/03/2014	25	1
331	11/04/2014	11/04/2014	6	1
332	16/04/2014	16/04/2014	6	1
333	21/04/2014	21/04/2014	10	1
334	30/04/2014	30/04/2014	1	1
335	30/04/2014	30/04/2014	3	1
336	02/05/2014	02/05/2014	4	1
337	05/05/2014	05/05/2014	1	1
338	05/05/2014	05/05/2014	2	1
339	06/05/2014	06/05/2014	1	1
340	06/05/2014	06/05/2014	4	1
341	09/05/2014	09/05/2014	1	1
342	09/05/2014	09/05/2014	6	1
343	14/05/2014	14/05/2014	6	1
344	19/05/2014	19/05/2014	4	1
345	22/05/2014	22/05/2014	8	1
346	29/05/2014	29/05/2014	1	1
347	29/05/2014	29/05/2014	6	1
348	03/06/2014	03/06/2014	4	1
349	06/06/2014	06/06/2014	2	1
350	07/06/2014	07/06/2014	14	1
351	20/06/2014	20/06/2014		1

Anexo C. Gráficas de confiabilidad y mantenibilidad para las prensas hidráulicas y troqueladoras, críticas y medianamente críticas.

Figura 1. Curvas de Weibull para análisis de confiabilidad para prensa hidraulica, PH-08

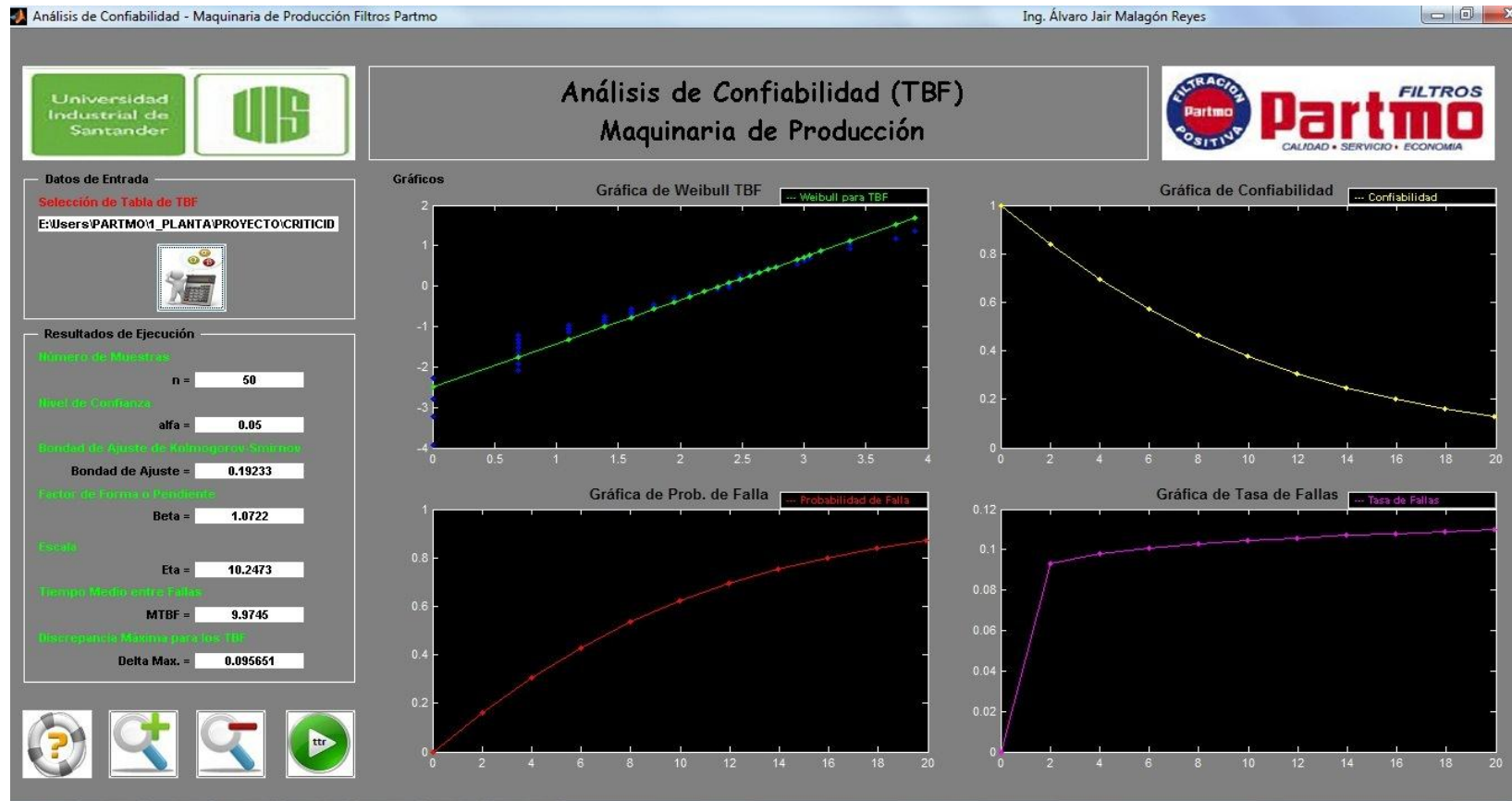


Figura 2. Curvas de Weibull para mantenibilidad de la prensa hidráulica PH-08.

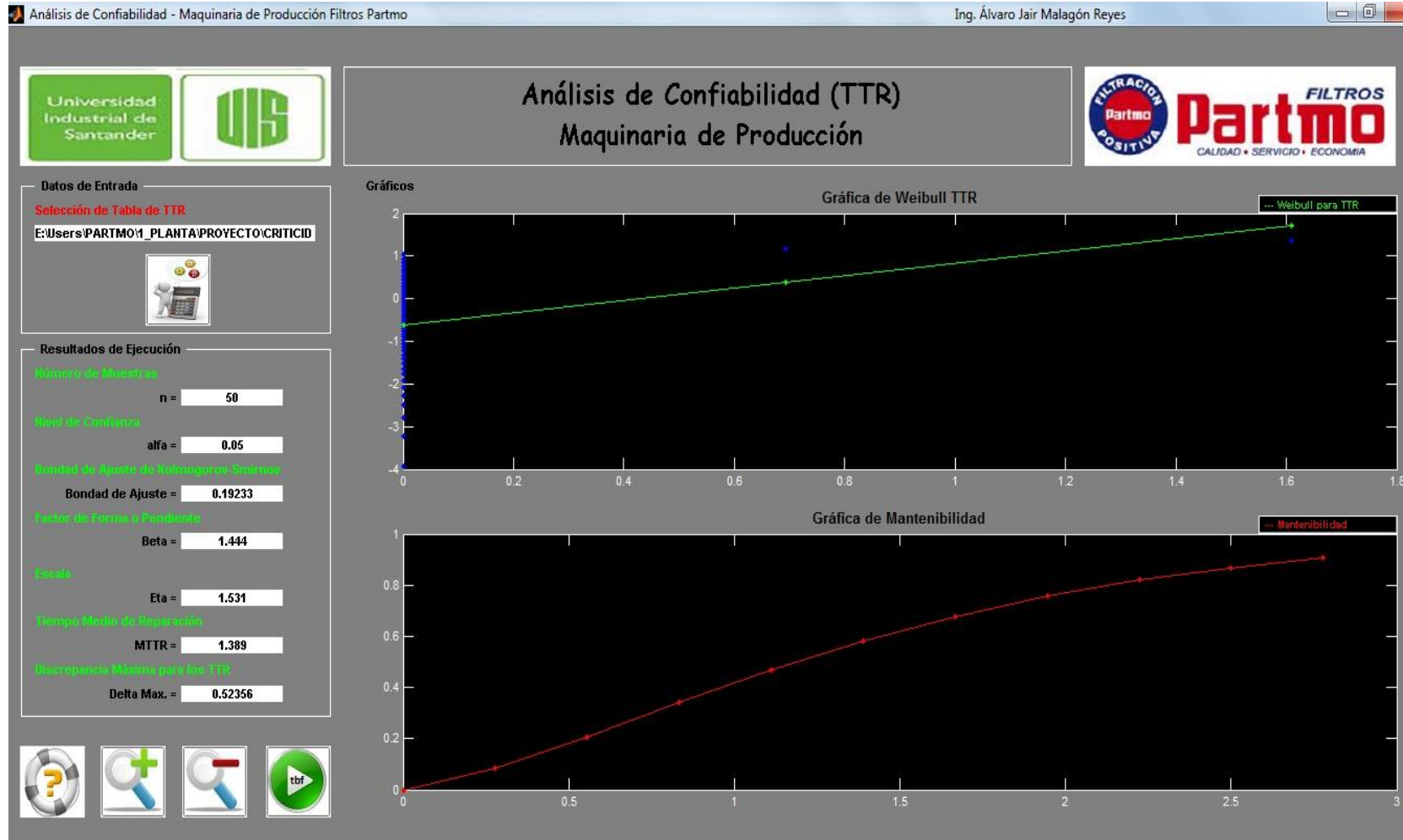


Figura 3. Curvas de Weibull para análisis de confiabilidad para prensa hidráulica, PH-09

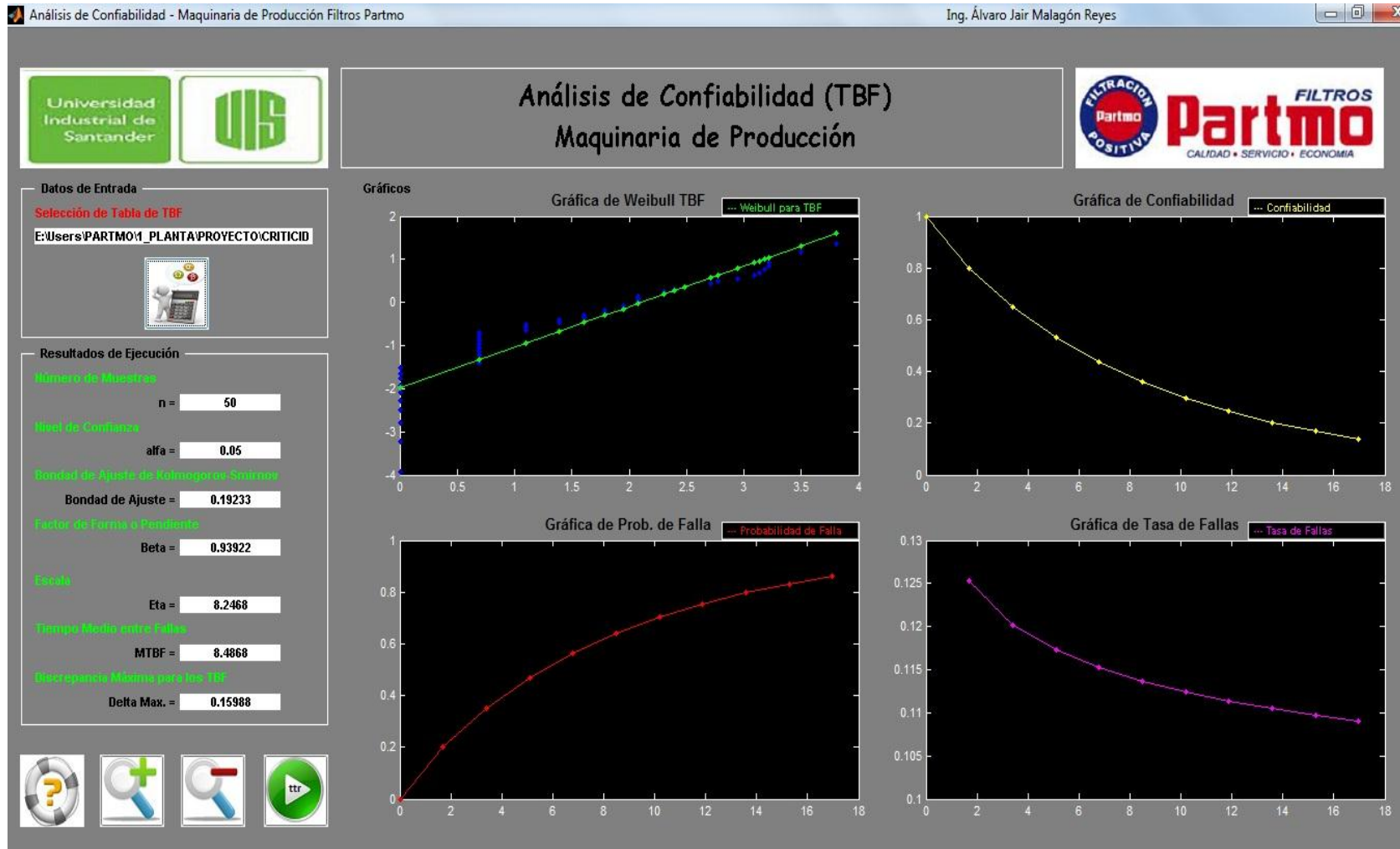


Figura 4. Curvas de Weibull para mantenibilidad de la prensa hidráulica PH-09.

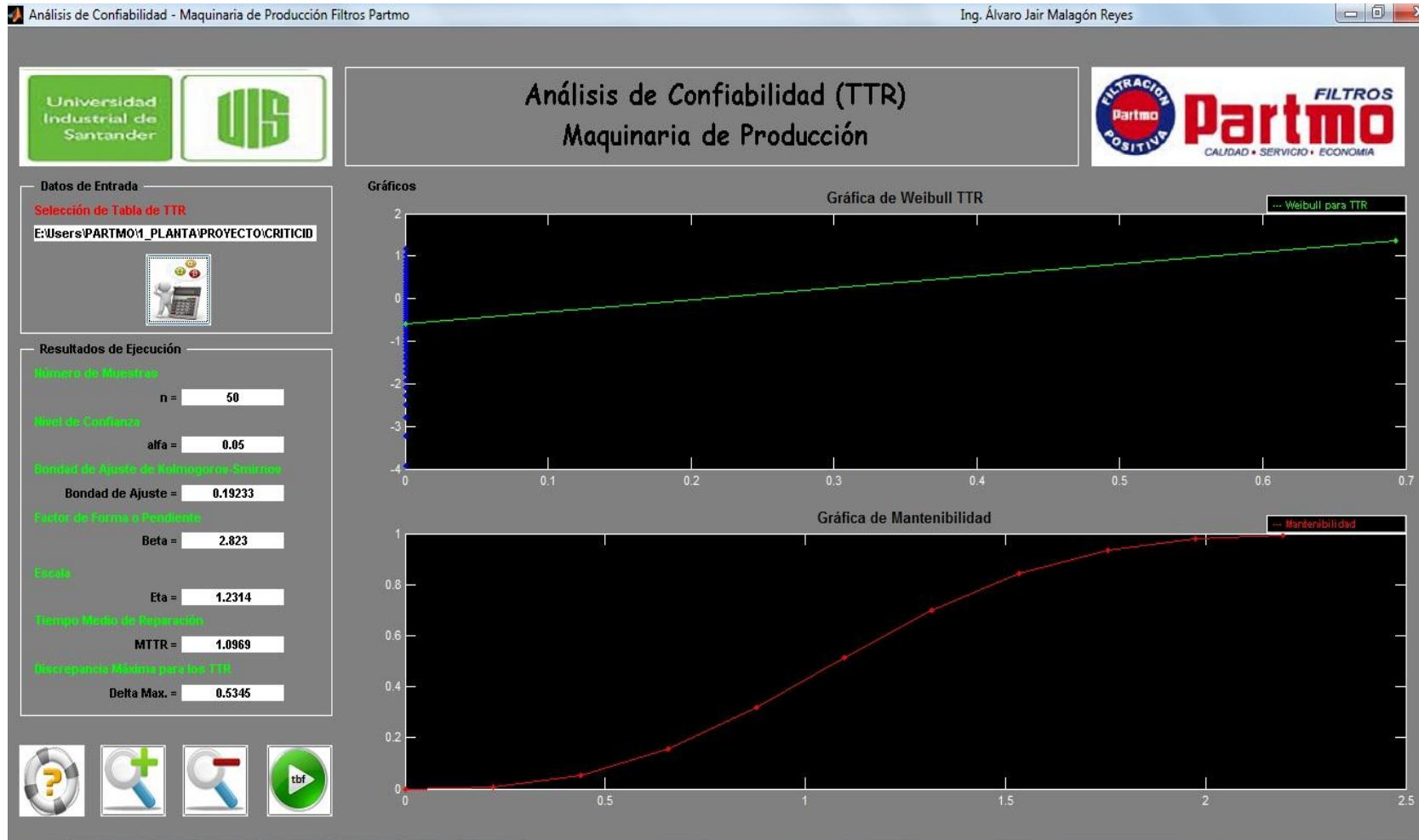


Figura 5. Curvas de Weibull para análisis de confiabilidad para prensa hidráulica, PH-14.

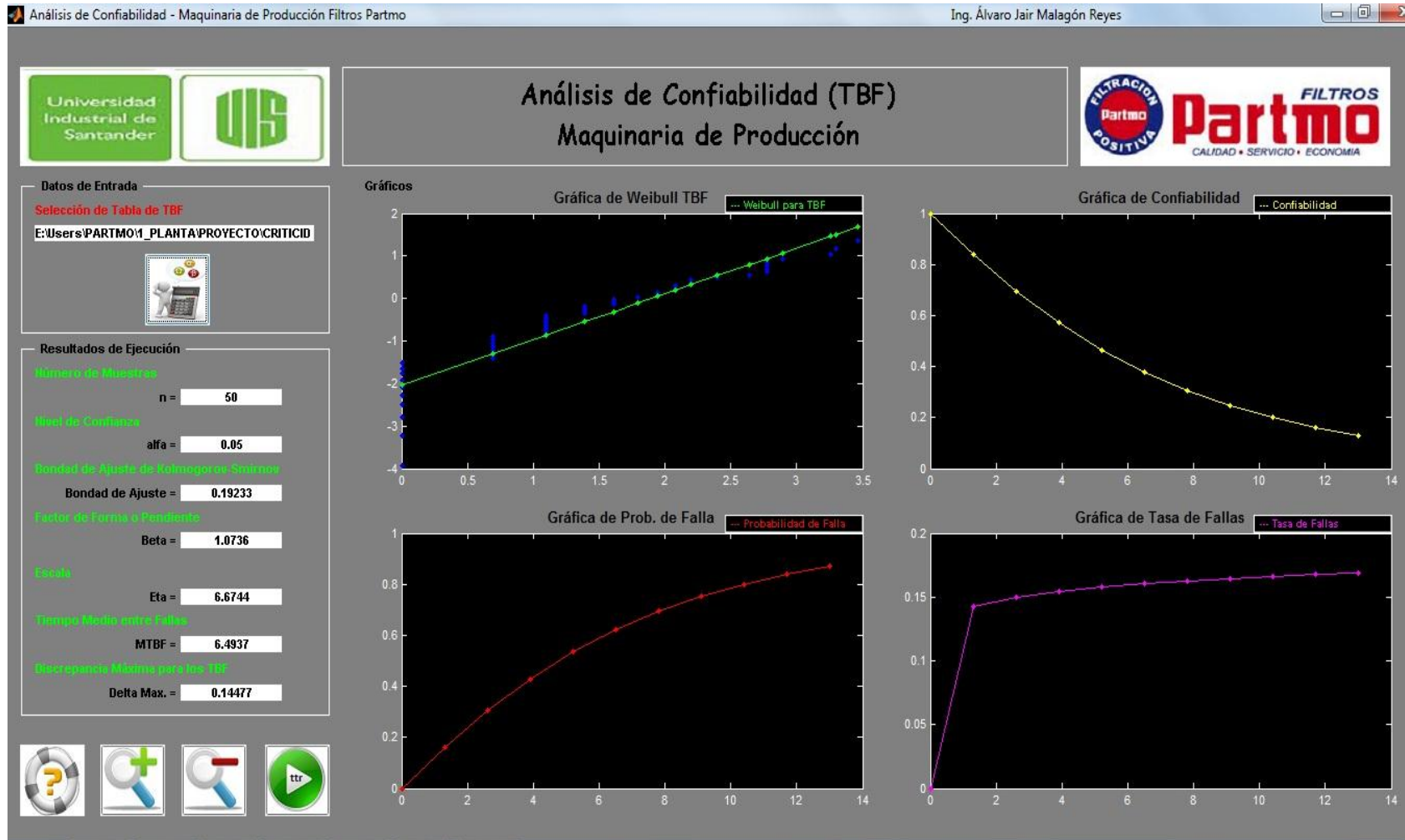


Figura 6. Curvas de Weibull para mantenibilidad de la prensa hidráulica PH-14.

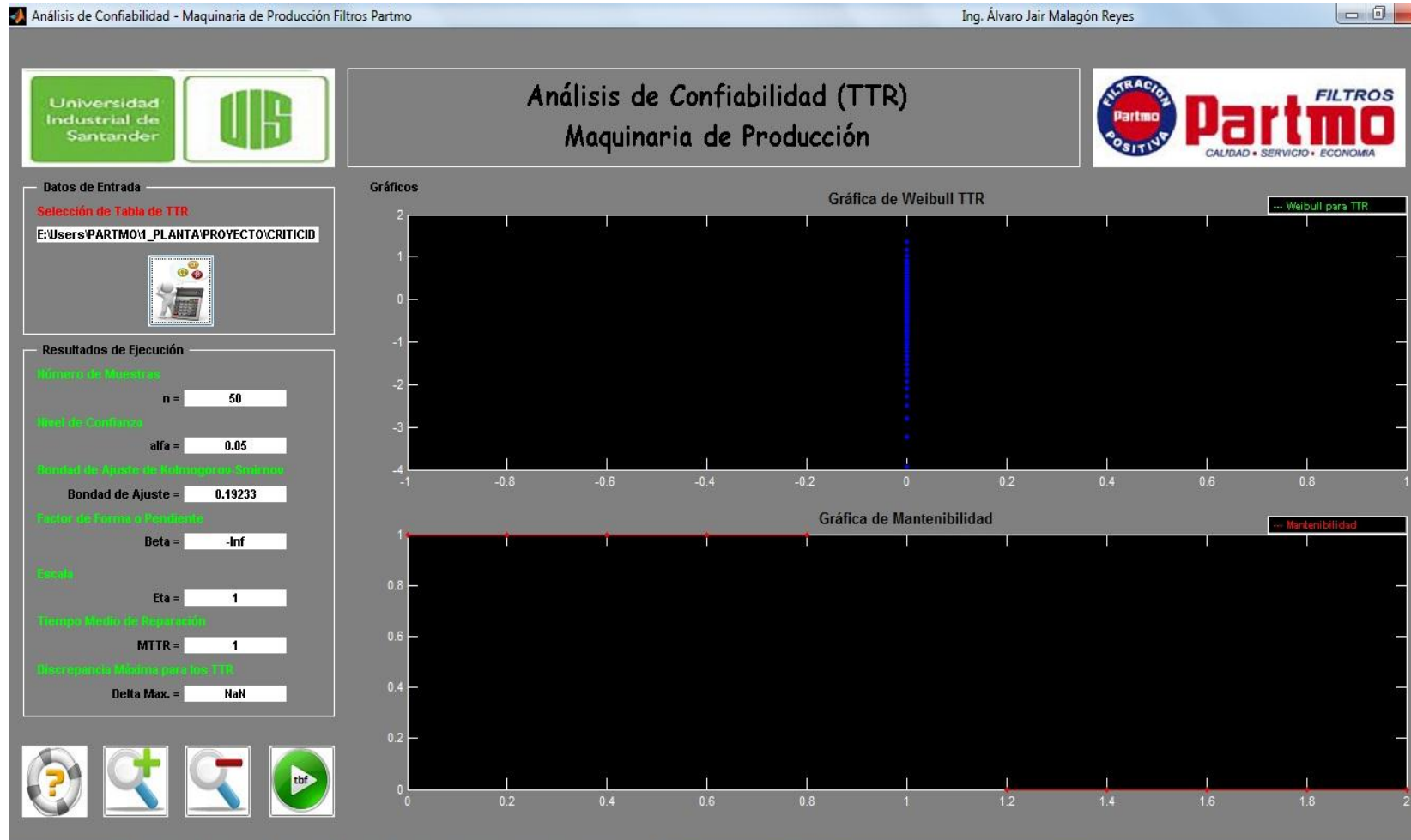


Figura 7. Curvas de Weibull para análisis de confiabilidad para troqueladora, TR-24.

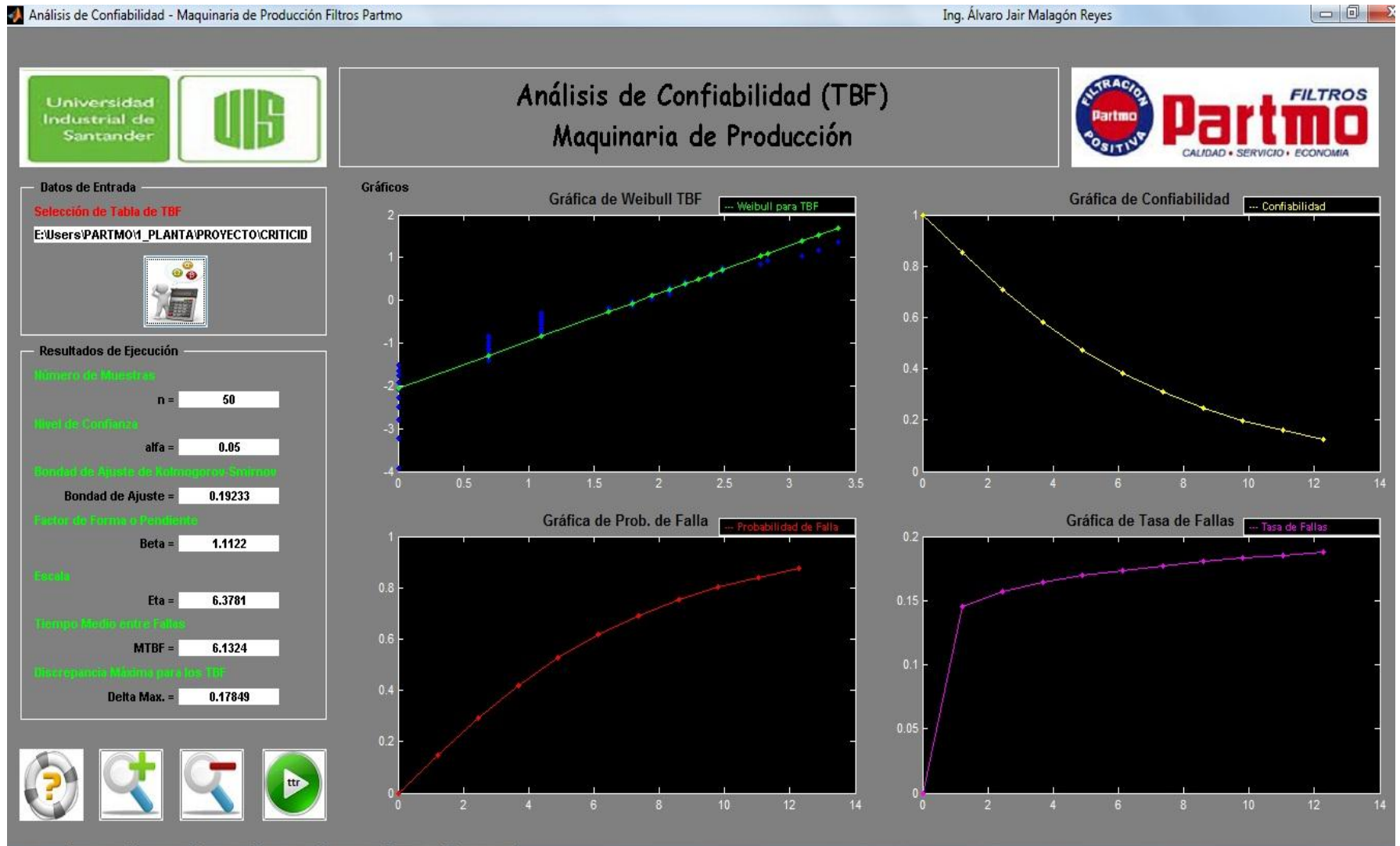


Figura 8. Curvas de Weibull para mantenibilidad de la troqueladora TR-24.

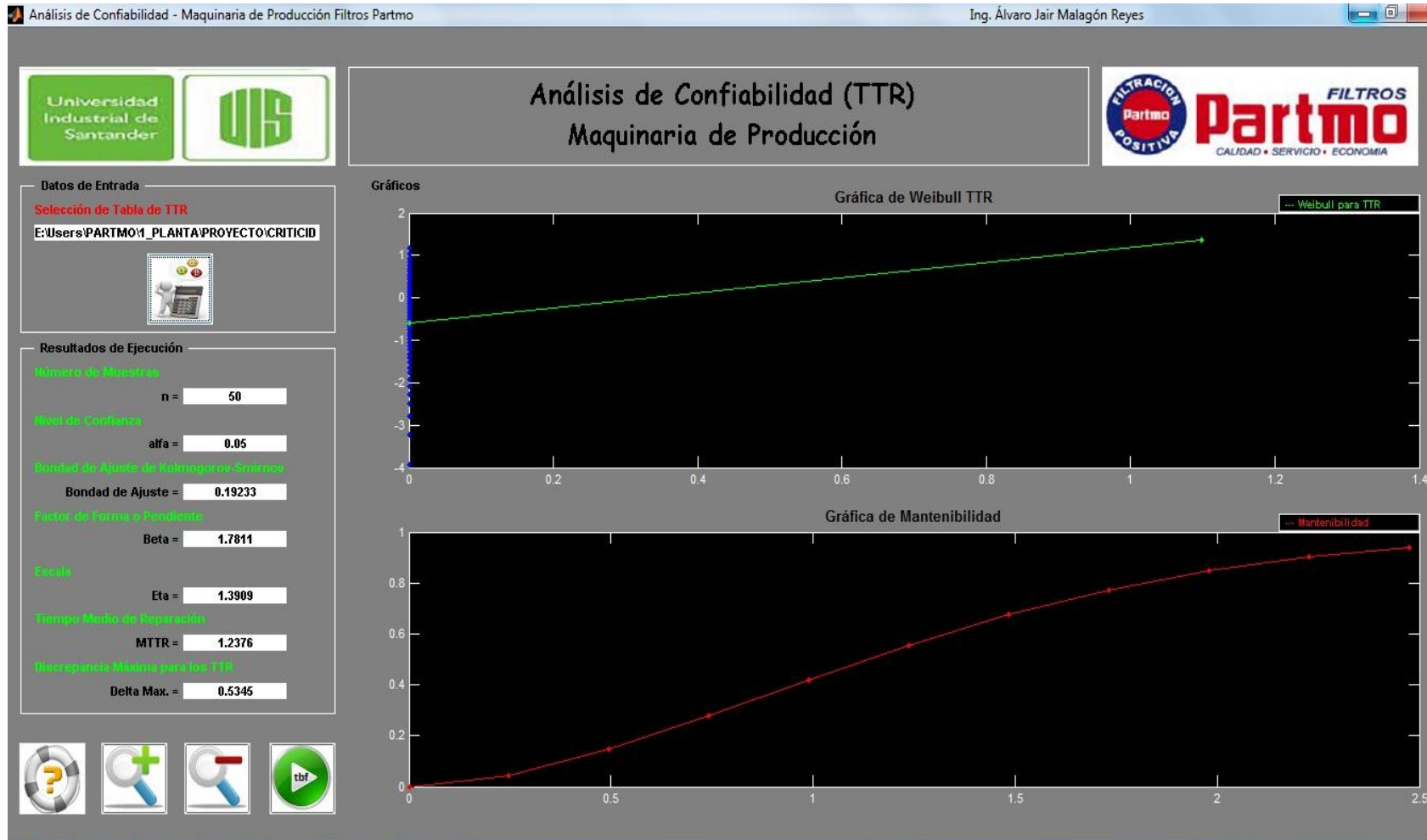


Figura 9. Curvas de Weibull para análisis de confiabilidad para troqueladora, TR-25.

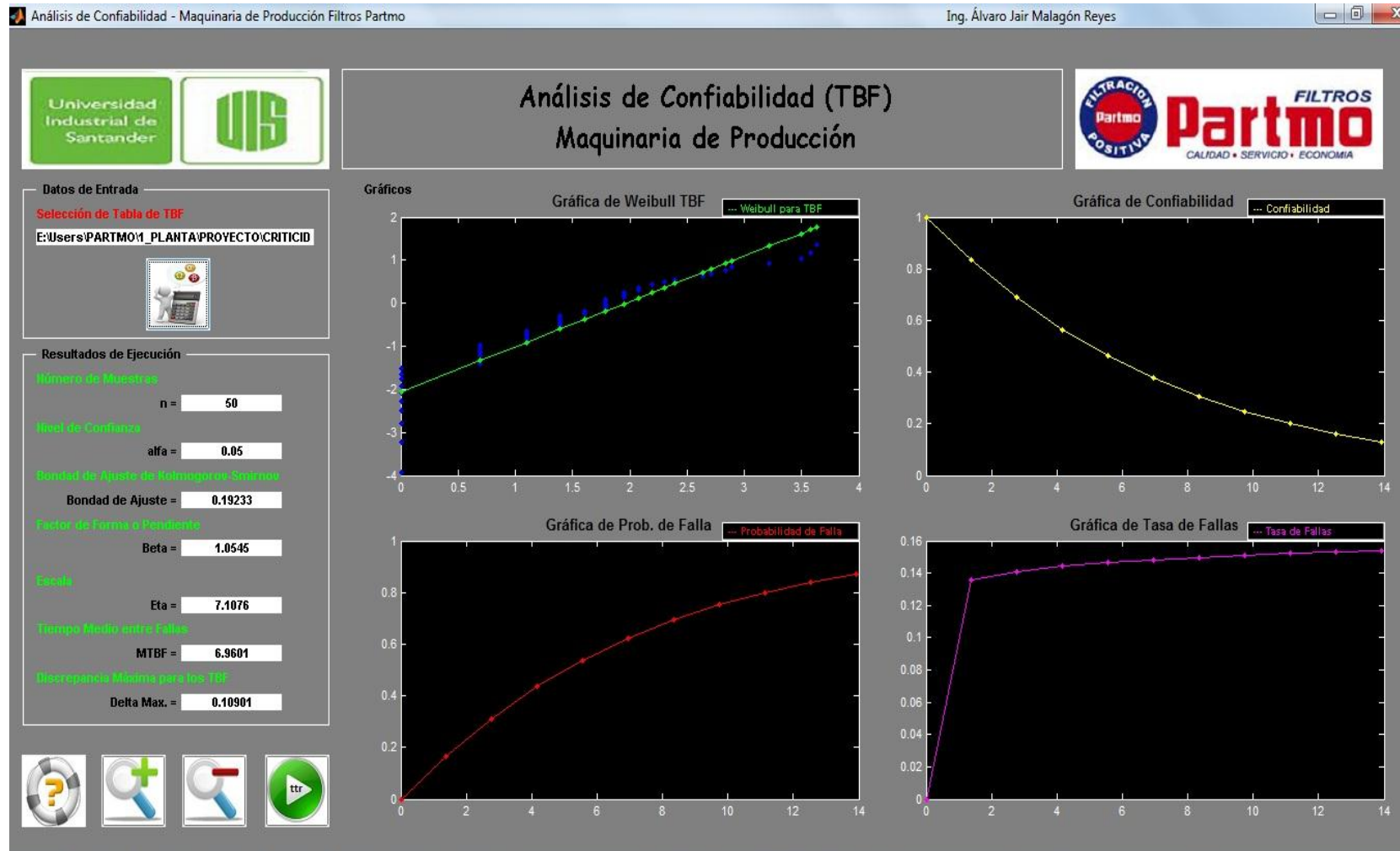
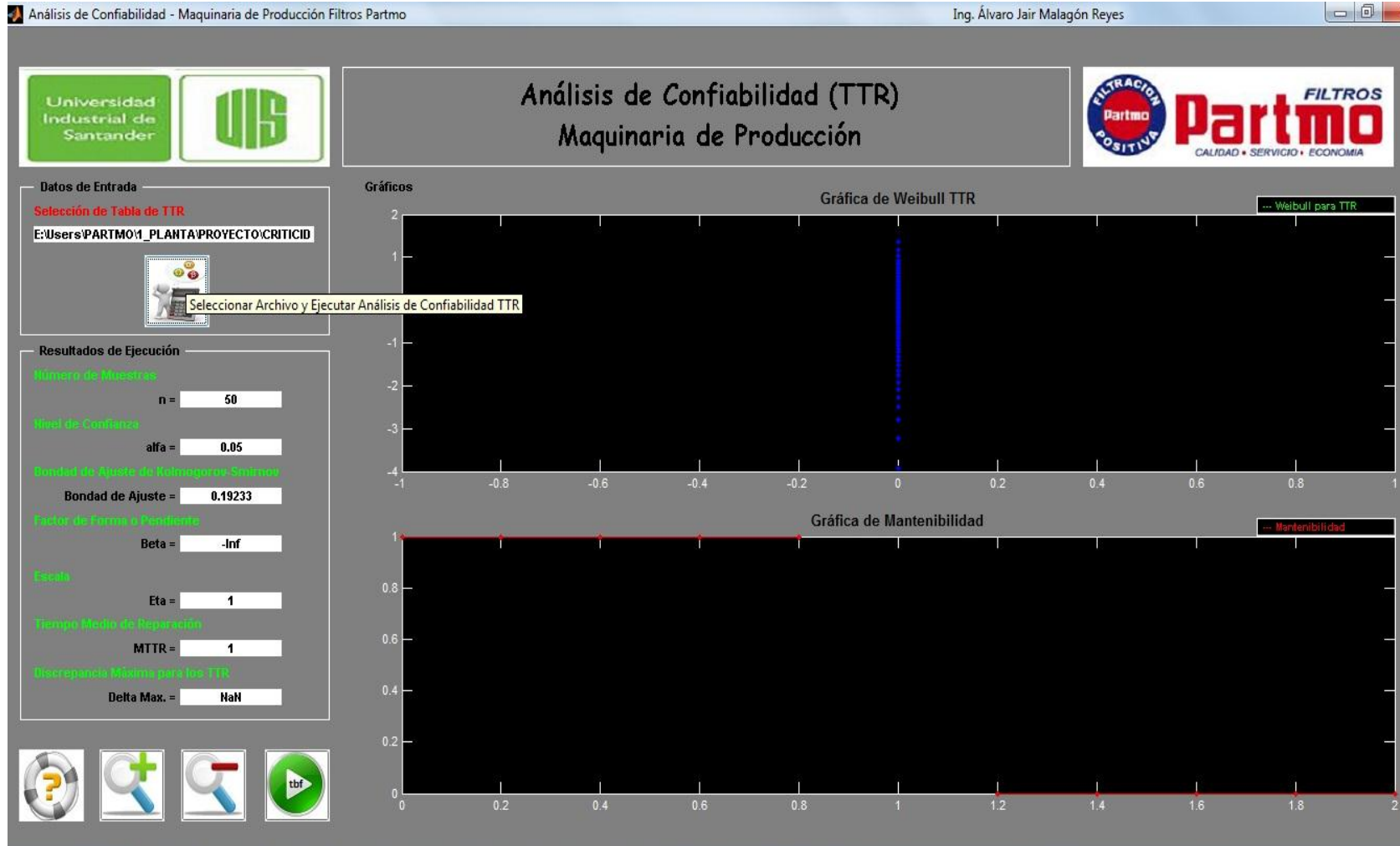


Figura 10. Curvas de Weibull para mantenibilidad de la troqueladora TR-25.



Anexo D. Hojas de trabajo del AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Falla).

Tabla 1. Hojas de trabajo del AMEF (Prensas Hidráulicas).

Proceso productivo:	Embuticion de carcasa para filtro.		Fecha de realizacion:	25/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Prensas Hidraulicas.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema Estructural		Hoja:	1 de 1	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Estructura	1.1	Deformacion en marco estructural	Dificultad para hacer cuadros precisos de herramienta.	Sobrepresiones por recorridos mal calculados de los cilindros.	Elaborar refuerzos en uniones con soldadura o placas atornilladas.
			Defomacion en actuadores, recorridos no alineados.	Vibraciones constantes durante la operación del equipo.	
Brida	2.1	Brida suelta	No es posible fijar la herramienta.	Daño en la rosca de la brida o del vastago del cilindro.	Si existe daño en la superficie roscada de la brida evaluar si se cambia al ajuste por medio de tornilleria.
				Tornilleria averiada.	Recuperar roscado en vastago.
Velas del cojin	3.1	Desigualdad en medidas de longitud en las velas.	Desnivel del plato inferior del troquel.	Fatiga de material por impactos.	Homologar dimensiones en la totalidad del conjunto de velas.
			Embuticion no homogenea, arrugas.	Recorridos de embuticion no eculizados correctamente.	
Mesas	4.1	Perdida de la perpendicularidad.	Dificultad para fijar la herramienta.	Deformacion de la mesa causada por impactos repetitivos de operación.	Rectificar la mesa y ajustarla correctamente a la estructura de la maquina.
	4.2	Desalineacion.	Embutido defectuoso, tarro roto.		
Base	5.1	Inestabilidad del marco estructural	Movimiento de la estructura al operar la maquina	Deficiencia de los anclajes del marco estructural.	Evaluar refuerzos a traves de soldadura y platinas atornilladas.
				Fatiga del material por vibraciones.	Establecer si es necesario nuevos puntos de anclaje de la estructura o darles mejor ajuste a los existentes
				Fractura en uniones de marco estructural.	

Proceso productivo:	Embuticion de carcasa para filtro.		Fecha de realizacion:	25/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Prensas Hidraulicas.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema Hidraulico		Hoja:	2 de 8	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Motores electricos	1.1	No enciende electricamente	No se puede operar el equipo.	Daños en tablero de control.	Revision de señales electricas.
	1.2	Sobrecalentamiento.	Daño en rodamientos.	Movimientos forzados de rotacion por demanda de flujo hidraulico desde la bomba.	Limpieza externa, lubricacion y recuperacion de sistema de ventilacion/aspas.
	1.3	Vibracion.	Desalineamiento del eje acoplado a la bomba	Acoples en mal estado o montajes mal alineados.	Cambio de rodamientos y comprobacion en alineacion del eje.
	1.4	Ruidos anormales.	Bobinado del motor averiado.	Operación del motor con protecciones termicas por encima de su corriente nominal.	
Bombas hidraulicas	2.1	No envia caudal al sistema.	No hay movimiento del sistema.	Restricciones de flujo hidraulico desde la unidad de almacenamiento.	Revision del filtro de succion, apertura correcta de la llave del tanque de almacenamiento.
	2.2	Goteo de aceite.	Perdida de potencia util, presion.	Desgaste de aletas y/o rotor.	Evaluar estado de acoples del conjunto bomba-motor y reparar o cambiar si es necesario.
	2.3	Cavitacion.	Contaminacion por fluido hidraulico.	Perdida en hermeticidad de sellos. Montaje inadecuado del circuito de aspiracion desde el tanque.	Desmontar y remplazar sellos deteriorados.
Cilindros superiores	3.1	Se escurren los cilindros.	Riesgo de atrapamiento para el operador	Empaques desgastados.	Revisar señales electricas hacia los selenoides y valvulas. En caso de normalidad funcional solo reponer empaques y tareas de limpieza.
	3.2	Contrapresiones del sistema	Desplazamiento truncado de los cilindros.	Valvulas cheque/direccionales operando erroneamente.	Evaluar tolerancias de desgaste en camisas de cilindros hidraulicos y en vastagos para reposicion.
	3.3	Fugas de aceite.	Contaminacion por fluido hidraulico.	Señales de control mal configuradas desde el PLC. Herramientas con montajes equivocados para los desplazamientos preestablecidos de los cilindros.	

Proceso productivo:	Embuticion de carcasa para filtro.		Fecha de realizacion:	25/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Prensas Hidraulicas.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema Hidraulico		Hoja:	3 de 8	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Cojines hidraulicos.	4.1	Fugas de aceite.	Contaminacion por fluido hidraulico.	Empaques en mal estado.	Revisar valvulas evaluando reposicion, en caso de normalidad funcional solo reponer empaques y limpieza de componentes.
	4.2	No genera contrapresion.	Embutido mal elaborado, tarro arrugado.	Perdida de tolerancias en camisas de los cojines hidraulicos.	Evaluar tolerancias de desgaste en camisas de cilindros hidraulicos y en vastagos para reposicion.
				Rayaduras de superficies en contacto de cojines hidraulicos. Insercion de aire no deseado al interior del cilindro seguido a desmontajes del cojin hidraulico.	Desmontar conexiones y accionar para purgar el aire del cojin hidraulico.
Valvulas direccionales	5.1	No se evidencia desplazamiento de los actuadores	Conjunto de actuadores sin señal de movimiento por ausencia de flujo hidraulico.	Ausencia de señal electrica desde el tablero de control.	Revisar señales de control y cambiar selenoides si es necesario.
	5.2	No energiza alguno de los selenoides	Valvula direccional sin conmutacion.	Empaques deteriorados por cambiar.	Revisar estado de las bobinas y/o cambiar nucleos.
	5.3	Spool sin movimiento axial.		Spool obstruido por contaminacion. Bobinas de valvulas averiadas.	Realizar maniobras de limpieza en partes mecanicas de la valvula direccional, cambiar empaques.
Valvulas reguladoras de presion/manometros	6.1	Evidencia en manometros de presiones por encima del nominal del sistema.	Presiones del sistema fuera del rango preestablecido para la operación, riesgo de accidentes por sobrepresiones.	Deterioro de tornillo y tuerca de regulacion.	Desarmar y limpiar , revisar tolerancias y cambiar componentes desajustados o dañados.
	6.2	Valvula con tornillo regulador no da ajuste.	Embutido mal elaborado.	Agujero de paso hidraulico con taponamiento. Resorte de accionamiento averiado.	Realizar un barrido con flujo de aire presurizado en los agujeros internos evaluando efectividad del resorte.

Proceso productivo:	Embuticion de carcasa para filtro.		Fecha de realizacion:	25/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Prensas Hidraulicas.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema Hidraulico		Hoja:	4 de 8	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Manifold	7.1	No existe distribucion del flujo hidraulico hacia algun componente.	Sistema hidraulico sujeto a sobrepresiones por flujos truncados.	Taponamiento en trazados internos de distribucion hidraulica.	Desmotar componentes y realizar limpieza interna y externa del manifold.
			No llega flujo hidraulico a los actuadores.		
Tanque de almacenamiento	8.1	Fugas de aceite.	Contaminacion por fluido hidraulico.	Perdida de hermeticidad en uniones de paredes del tanque.	Ubicar puntos de fuga para rellenar con soldadura o epoxico.
			Perdida del nivel ideal de fluido hidraulico.	Ausencia de sellador en acoples conectados al tanque.	Restituir sellamiento de conexiones al tanque de almacenamiento.
				Paredes porosas o con fisuras.	
Filtro de succion/retorno	9.1	Fuga de aceite	Contaminacion por fluido hidraulico.	Filtro obstruido por residuos/particulas contaminantes.	Limpiar filtro de succion y cambiar filtro de retorno.
	9.2	Obstrucion del flujo hidraulico al entrar o salir del tanque de almacenamiento, taponamiento.	Sistema hidraulico sujeto a sobrepresiones por flujos truncados.		
	9.3	Fuga de aceite.	Contaminacion por fluido hidraulico.		
	9.4	Poca eficiencia de filtracion.	Contaminacion por impurezas al tanque.		
Mangueras hidraulicas/Accesorios	10.1	Fugas por conexiones, perdida de hermeticidad.	Perdida de presion util de embuticion.	Deterioro en acoples de mangueras.	Evaluar mangueras y accesorios por reposicion.
	10.2	Ruptura en mangueras.	Contaminacion por fluido hidraulico.	Mangueras de cubierta para baja presion utilizadas en lineas de alta presion.	Realizar montajes de mangueras evitando al maximo los enrollamientos y mantener linealidad en los puntos de conexión.
			Riesgo de deslizamiento por aceite al piso.	Diametros de mangueras mal calculados según la presion de trabajo. Continuos enrollamientos de las mangueras en su trayectoria y en los puntos de conexión.	Restituir sellamiento de conexiones que registren buen estado.

Proceso productivo:	Embuticion de carcasa para filtro.		Fecha de realizacion:	25/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Prensas Hidraulicas.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema Electrico		Hoja:	5 de 8	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Contactores/rees	1.1	Accionamiento interrumpido espontaneamente.	Continuidad de alarmas por corriente electrica por encima de la nominal del sistema.	Contactos sulfatados , bobinas con alimentacion defectuosa.	Revisar voltaje de alimentacion, continuidad entre contactos, resistencia de la bobina y correcto ajuste de cableado.
	1.2	Protecciones termicas del contactor entrando continuamente.	Sistema deshabilitado electricamente.	Ajustes incompletos en conexiones.	Realizar limpieza de contactos y/o cambiar relevos o contactores averiados.
	1.3	Sonidos extraños en selenoides.			
Selenoides	2.1	No hay conmutacion de mando electrico.	Conjunto de actuadores sin señal de movimiento por inhabilidad del sistema de control	Falta de señal electrica por bobina abierta o averiada.	Revisar resistencia de la bobina y evaluar reposicion. Revisar voltaje de alimentacion y ajustar correctamente conexiones.
Pulsadores	3.1	Pulsadores en mal estado, enclavamientos no deseados.	No existe control ideal de mando electrico.Riesgo de accidente operativo.	Conexiones averiadas. Elementos por restituir.	Revisar conexiones de cables,continuidad de contactos y evaluar reposicion.
Finales de carrera	4.1	No existen cambios de velocidad coordinados en los actuadores.	Recorridos ineficientes de los actuadores hidraulicos. Desplazamientos lentos.	Ausencia de alimentacion electrica.	Revisar tension de alimentacion del sensor y/ relevo, conmutacion y encendido del led de señalizacion.
	4.2	Reccorridos indeseados de los actuadores.	Longitudes de embuticion fuera de norma.	Sensores con mal funcionamiento por conexiones desajustadas o anclajes de fijacion mal posicionados.	Asegurar que el elemento referente este dentro del rango de detencion del sensor.
	4.3	No se recepciona señales de recorridos finalizados en el PLC.	No existe control de los recorridos programados desde el PLC.	Relevos averiados.	Ajustar correctamente conexiones revisando continuidad hacia los sensores, evaluar reposicion.

Proceso productivo:	Embuticion de carcasa para filtro.		Fecha de realizacion:	25/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Prensas Hidraulicas.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema Electrico		Hoja:	6 de 8	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Tablero de mandos	5.1	Falta de señalizacion para los pulsadores.	Confusion de operatividad para el operario encargado.	Deterioro en señalizacion impresa en el tablero de mandos.	Cambiar cubierta de señalizacion.
	5.2	Demarcacion de colores según normativa en pulsadores mal utilizada.	Riesgo de accidente operativo por mala conduccion de los mandos electricos.	Cambios de elementos apresurados que no contemplan mantener la normativa de colores según la funcion.	
Tablero de control	6.1	Marcado incorrecto de cableado.	Mantenimientos poco eficientes en tiempos de ejecucion.	Despues de reparaciones se dejan extraviar los marcadores de conexión.	Implementar mecanismo claro de identificacion para los trazados elctricos pero de dificil desmontaje.
	6.2	Calentamiento de componentes.	Seguimientos de señal electrica y de control dificiles de realizar.	Tableros de control con espacios muy reducidos. Poca circulacion de aire.	Implementar planos electricos por cada tablero de control al respaldo de la puerta del sistema electrico del equipo.
			Riesgo de accidentalidad por incineracion de cableado o componentes del circuito.	Cableados fuera de norma para instalacion de instrumentacion electrica.	Instalar sistemas de extraccion de aire para tableros de control demasiado confinados.
Sistema de potencia	7.1	Motor averiado.	Corriente nominal del motor excedida durante la operación de la unidad hidraulica.	Montajes de rele termicos sin la correcta estimacion de la corriente de trabajo.	Revisar tension de linea, continuidad en los contactos y en el selenoide del contactor.
	7.2	Motor no enciende.	Circuito estrella-trianguulo de arranque no conmuta correctamente.	Contactores del circuito estrella-trianguulo averiados.	Revisar la correcta parametrizacion de las protecciones de los contactores
Conexiones desajustadas, contaminadas o sulfatadas.				Realizar ajustes eficientes en conexiones de contactores y demas instrumentos.	

Proceso productivo:	Embuticion de carcasa para filtro.		Fecha de realizacion:	25/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Prensas Hidraulicas.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema de eyección de tarros		Hoja:	7 de 7	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Electrovalvulas neumaticas	1.1	Conmutacion incorrecta del flujo neumatico.	No hay expulsion del tarro al final del ciclo de embutido.	Spool contaminado o desajustado.	Revisar señales electricas del relevo que conmuta la electrovalvula.
				Empaques por reposicion.	Realizar labores de limpieza y lubricacion para elementos mecanicos de la elctrovalvula. Revisar tolerancias de ajuste, cambiar empaques.
Mangueras flexibles y accesorios	2.1	Fugas de aire presurizado.	Desperdicio del volumen de aire util de trabajo. Perdidas de presion del sistema.	Desajuste en manómetros, racores y uniones.	Evaluar ajuste de conexiones neumaticas para reposicion por eficiencia de hermeticidad.
			Gastos adicionales de consumo energetico debido a fugas neumaticas.	Mangueras deterioradas.	Restituir todos los manómetros en mal estado y la tuberia flexible averiada.

Tabla 2. Hojas de trabajo del AMEF (Troqueladoras).

Proceso productivo:	Troquelado de discos/aros/tapas para filtros		Fecha de realizacion	24/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Troqueladoras.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema control de potencia		Hoja:	1 de 8	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Motor electrico	1.1	No trabaja.	Funcionamiento del equipo inhabilitado.	Sensor de barrera activado.	Cerrar la puerta de la cabina del troquel.
				Presion no suficiente en el sistema neumatico	Regular la presion de aire.
				Se quema el bobinado del motor.	Devanar nuevamente.
				Defectos en la instalacion electrica, contactores y/o sistema de control.	Correcciones de cableado en tablero de control y conexiones del motor electrico. Evaluar continuidad en señales de control a contactores y relevos. Evaluar reposicion de componentes.
Correas	2.1	No arrastran el volante.	No hay transmision de movimiento del motor al volante.	Correas en mal estado por deterioro o con desajuste sobre el volante.	Realizar ajuste de correas y si el deterioro es evidente remplazar.
Volante	3.1	Ruido durante el trabajo o golpes que se observan.	No hay transmision de movimiento del volante al cigueñal.	Cojinete rotativo averiado.	Remplazar cojinete.
	3.2	No gira		Escasa lubricacion en el cojinete.	Revisar estado de lubricacion del cojinete.
				Correas con escasa adherencia.	Reposicion de correas.

Proceso productivo:	Troquelado de discos/aros/tapas para filtros		Fecha de realizacion	24/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Troqueladoras.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema de embrague/freno		Hoja:	2 de 8	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Embrague	1.1	El embrague no conecta o desliza durante la operación.	No se da inicio al ciclo de trabajo del equipo.	Regulacion incorrecta.Presion no suficiente del aire.	Se regula correctamente la presion de aire del sistema según parametros de trabajo.
				Ausencia de densidades en la tuberia del aire	Independizar lineas de distribucion neumatica.
				Deslizamiento en consecuencia por paastillas desgastadas.	Reposicion de pastillas.
				Membrana rota.	Reposicion de membrana.
				Deslizamiento durante el trabajo en consecuencia de sobrecargas.	Parar la troqueladora y corregir inmediatamente razones de la sobrecarga. Evaluar disposicion de la herramienta en operación.
				Insercion de lubricacion entre las pastillas.	Se limpian las superficies en friccion y se repara la filtracion.
				Empaques deteriorados	Reposicion de empaques.
Freno	2.1	El freno no desengrana o no engrana.	Sistema de frenado inhabilitado.	Regulacion inadecuada del sistema.	Se regula correctamente la presion de aire del sistema según parametros de trabajo.
				Resortes flojos o rotos.	Reposicion de resortes.
	2.2	El freno no funciona.	Riesgo de accidentalidad por atrapamiento de herramienta.	Pastillas desgastados, deslizamiento indeseado al frenar.	Cambio po desgaste de las pastillas de frenado.
				Insercion de lubricacion entre las pastillas.	Se limpian las superficies en friccion y se repara la filtracion.

Proceso productivo:	Troquelado de discos/aros/tapas para filtros		Fecha de realizacion	24/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Troqueladoras.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema de arbol excentrico		Hoja:	3 de 8	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Cigüeñal	1.1	Presion aumentada de la biela o de los cojinetes basicos del arbol.	Discontinuidad en la fuerza de trabajo y el recorrido del conjunto biela-soporte.	Lubricacion en poca cantidad causando friccion del cojinete.	Se regula la penetracion de lubricacion, en caso de friccion se regulan los cojinetes.
	1.2	El soporte no se detiene en el punto muerto superior.		Regulacion incorrecta de la lamina de alimentacion.	Se traslada la lamina y se reinicia el ciclo de rotacion del soporte.
				Pastillas desgastadas del freno.	Reposicion de pastillas de frenado.
				Resortes debiles o rotos.	Reposicion de resortes.
				Resortes apretados desigualmente	Regular la presion de cada resorte.
			Penetracion de lubricante entre las superficies frotantes.	Quitar el lubricante y limpiar las superficies.	
1.3	Movimiento rotativo inusual del eje, evidencia de desalineamiento.	Ruidos por recorridos forzados del eje y conjunto desalineado.	Deformaciones por fatiga de material a causa de sobrecargas de trabajo.	Restituir parte o completamente el cigüeñal según criticidad y ubicación de la deformacion	
			Desgaste en bujes.	Sustituir bujes.	

Proceso productivo:	Troquelado de discos/aros/tapas para filtros		Fecha de realizacion	24/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Troqueladoras.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema biela		Hoja:	4 de 8	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Biela	1.1	Recorrido discontinuo del carro portaherramienta.	Discontinuidad del proceso productivo por ajustes repetitivos en recorrido de la biela.	Arandela para ajuste de excentrica averiada, dientes desgastados.	Revisar ajuste correcto, estado de la rosca, base y esferica de la rotula. Evaluar reposicion.
	1.2	Ruidos por desajuste en movimiento de la rotula	Estampados de discos poco homogeneos. Rechazos por calidad de partes.	Casquetes en bronce ajustados sin libre deslizamiento.	Revisar estado de la arandela de ajuste y deterioro de hilos de la rosca. Evaluar reposicion.
				Rotula con desajuste por desgaste. Hilos de la rosca deteriorados.	Revisar desgaste en superficies internas de casquetes de bronce y tolerancias de ajuste. Evaluar reposicion.
				Escasa lubricacion en casquetes	Evaluar estado de conductos de lubricacion internos. Estado de mangueras flexibles.

Proceso productivo:	Troquelado de discos/aros/tapas para filtros		Fecha de realizacion	24/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Troqueladoras.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema carro portaherramienta		Hoja:	5 de 8	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Soporte	1.1	Se mueve dificilmente o bien a empujones.	Desalineamiento de recorrido de carro porta herramientas	Muy apretadas las guias directrices.	Regular correctamente la tolerancia de libre movimiento para las guias directrices.
				Mala lubricacion de guias directrices.	Revisar mecanismos y evaluar rutinas de lubricacion para las guias directrices
				Friccion excesiva en guias del carro portaherramienta.	Revisar la presencia de deformaciones de las guias de recorrido por golpes o por friccion desmedida de elementos.

Proceso productivo:	Troquelado de discos/aros/tapas para filtros		Fecha de realizacion	24/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Troqueladoras.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema neumatico		Hoja:	6 de 8	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Valvula electromagnetica	1.1	Funcionamiento incorrecto de la valvula.	Perdida de presion neumatica en el sistema.	Iman electrico defectuoso.	Sustituir iman.
				Resorte sin rigidez o averiado.	Reemplazar resorte.
	1.2	Conmutacion incorrecta del flujo neumatico.	Desperdicio del volumen de aire util de trabajo. Perdidas de presion del sistema.	Spool contaminado o desajustado.	Revisar señales electricas del relevo que conmuta la electrovalvula.
				Empaques por reposicion.	Realizar labores de limpieza y lubricacion para elementos mecanicos de la electrovalvula. Revisar tolerancias de ajuste, cambiar empaques.
	1.3	Fugas de aire presurizado.	Gastos adicionales de consumo energetico debido a fugas neumaticas.	Desajuste en manómetros, racores y uniones.	Evaluar ajuste de conexiones neumaticas para reposicion por eficiencia de hermeticidad.
				Mangueras deterioradas.	Restituir todos los manómetros en mal estado y la tubería flexible averiada.

Proceso productivo:	Troquelado de discos/aros/tapas para filtros		Fecha de realizacion	24/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Troqueladoras.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema de alimentacion		Hoja:	7 de 8	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Alimentador neumatico/Desenrollador de lamina	1.1	Alimentacion continua de lamina interrumpida en ciclo automatico.	Improductividad del proceso por ciclos de troquelado interrumpidos.	Problema en programacion de parametros del PLC para sincronizar golpes de la troqueladora respecto al avance del sistema de alimentacion de lamina.	Revisar continuidad de las señales electricas y de control. Revisar conmutacion correcta de los sensores respecto a los parametros establecidos en el PLC. Revisar estado funcional del PLC y evaluar parametrizacion correcta para el trabajo deseado.

Proceso productivo:	Troquelado de discos/aros/tapas para filtros		Fecha de realizacion	24/07/2014	
Grupo de maquinaria:	Troqueladoras.		Realizado por:	Alvaro J. Malagon Reyes.	
Sistema:	Sistema de lubricacion		Hoja:	8 de 8	
Componente/Pieza	N°	Modo de falla	Efecto del modo de falla	Causa de la falla	Accion correctiva
Bomba de lubricacion	1.1	Lubricacion escasa o nula de los mecanismos de la maquina.	Mecanismos averiados por fricciones excesivas. Desgaste prematuro de componentes mecanicos.	Bomba lubricante averiada. Mecanismos de distribucion con taponamiento o con escapes de fluido lubricador.	Revisar tipo de aceite lubricante, conexiones ajustadas, empaques de la bomba y nivel optimo de aceite en tanque de la bomba.

Anexo E. Prototipo de ficha técnica y de registro de mantenimiento de equipos.

Tabla 1. Ficha Prensa hidráulica Rolop, PH-01.




 FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
Prensa Hidraulica Rolop										
ESPECIFICACIONES GENERALES								CÓDIGO		
MARCA	ROLOP S.A		MODELO	No disponible						PH-01
CAPACIDAD	60/40/30/30 ton.		VALOR INICIAL	No disponible						
FECHA DE ADQUISICION	1973		FECHA INSTALACION	No disponible						
PROCESO	EMBUTIR TARRO		CRITICIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Baja				
INTESIDAD DE TRABAJO	Turnos	2	Horas día	16						
SISTEMAS DE LA MÁQUINA										
HIDRAÚLICO		NEUMÁTICO		ELÉCTRICO		ESTRUCTURA				
Presión	1800 PSI	Presión	90 psi	Voltaje	220V	Peso	3500 kg.			
Bombas	4	Caudal		Corriente	89 amp.	Dimensiones frente	460*380 cm			
Caudal	9/8/8/6 Gpm			Frecuencia	60 HZ	Dimensiones lateral	110*380 cm			
MOTORES ELÉCTRICOS UTILIZADOS										
PASO	VOLTAJE	AMPERAJE	POTENCIA	VELOCIDAD	Nº FASES	MARCA	SERIE	MODELO	TIPO	
1	220 V	38Amp	15HP	1750 RPM	3	CORRADI				
2	220 V	26.8 Amp	10-HP	1750 RPM	3	CORRADI				
3	221 V	26.8 Amp	10-HP	1750 RPM	3	CORRADI				
4	222 V	26.8 Amp	10-HP	1750 RPM	3	CORRADI				
ESPECIFICACIONES DE TRABAJO						PRIMER PASO	SEGUNDO PASO	TERCER PASO	CUARTO PASO	
Fuerza pistón principal (ton)						60	40	30	30	
Fuerza de retorno:(ton)						8	6	6	6	
Espacio libre entre montantes:(mm)						1300	1300	1300	1300	
Dimensiones portatroqueles:(mm*mm)						600*600	600*600	600*600	600*600	
Carrera portatroquel movil (mm)						600	600	700	700	
Luzmax/portatroq (maq/abierta)(mm)						1100	1300	1400	1400	
Velocidad de aproximación(mm./seg.)						250	250	250	250	
Velocidad de trabajo:(mm./seg.)						25	35	50	50	
Velocidad de retorno:(mm./seg.)						250	250	250	250	
Potencia del motor eléctrico:(h.p)						20	15	15	15	
Fuerza del cojín (ton)						40	20	15	15	
Carrera del cojín (mm)						250	350	350	350	





Tabla 2. Ficha Troqueladora Arisa G40IV, TR-25.

 FICHA TÉCNICA Y DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
Troqueladora Arisa										
ESPECIFICACIONES GENERALES									CÓDIGO	
MARCA	Arisa			MODELO	G40-IV					TR-25
CAPACIDAD	40 ton.			VALOR INICIAL	No disponible					
FECHA DE ADQUISICION	No disponible			FECHA INSTALACION	1982					
PROCESO	Troquelar tapas/aros			CRITICIDAD	<input checked="" type="checkbox"/> Alta	<input type="checkbox"/> Media	<input type="checkbox"/> Baja			
INTENSIDAD DE TRABAJO	Turnos	2		Horas día	16					
SISTEMAS DE LA MÁQUINA										
HIDRAÚLICO		NEUMÁTICO		ELÉCTRICO		ESTRUCTURA				
Presión	No aplica		Presión	90 psi		Voltaje	220 V		Peso	3200 kg.
Bombas	No aplica		Caudal			Corriente	12 amp.		Dimensiones frente	250*140 cm
Caudal	No aplica					Frecuencia	60 Hz		Dimensiones lateral	250*160 cm
MOTORES ELÉCTRICOS UTILIZADOS										
#	VOLTAJE	AMPERAJE	POTENCIA	VELOCIDAD	Nº FASES	MARCA	SERIE	MODELO	TIPO	
1	220V	12A	4CV	1200RPM	3	IBERICA				
ESPECIFICACIONES DE TRABAJO										
Fuerza total							40 ton.			
Punto de fuerza							2.2 mm			
Paso para montantes							340mm			
Superficie de la placa de la mesa							800*400mm			
Superficie del carro							400*275mm			
Curso variable							De 16 a 90			
Altura de cierre sobre la placa mesa							260 mm			
Regulacion del carro							56 mm			
Altura de la mesa al suelo							800 mm			
Numero de golpes por minuto							120			
Energia total del volante							220 Kgm			
Energia disponible en golpe a golpe							95 Kgm			
Tiempo de marcha en inercia							0.15 seg			
Potencia del motor principal							4 Cv/1000rpm			
Tension de conexión							380 volt.			
Altura total sobre el suelo							2500 mm			
Peso aproximado							3200 Kg.			

**Anexo F. Fichas de mantenimiento autónomo para equipos críticos de
Industrias Partmo S.A.**

Tabla 1. Ficha mantenimiento autónomo para troqueladoras.

		FICHA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO		SECCIÓN		
				Troqueladoras		
No.	Componente	Frecuencia de inspección	Descripción de la inspección	Diagnostico		
				Bueno	Regular	Malo
1	Deposito de aceite	Diario	Es preciso asegurarse ante todo del nivel de aceite dentro del depósito, que no deberá descender más debajo de la línea encarnada del visor; agregar aceite si es necesario.			
2	Bomba de aceite	Diario	Verificar con atención todos los racores de canalización primaria; si presentan roturas o pérdidas importantes corregir o reemplazar.			
3	Tuberias flexibles	Diario	Verificar estado, reemplazar en caso de desgaste excesivo, fugas importantes.			
4	Correas v	Semanal	Verificar tensión y corregir si es necesario			
		Semestral	Verificar estado, si presentan desgaste excesivo, quebraduras, reemplazarlas.			
5	Carro porta herramientas	Diario	Verificar limpieza de las guías y de las herramientas			
		Anual	Verificar estado de las guías.			
6	Circuito neumatico	Diario	Verificar fugas de aire en tuberías, racores, sellos; corregirlas o reemplazar los elementos que presentes deterioro excesivo.			
		Anual	Verificar estado de las paredes internas del cilindro			
		Anual	Verificar estado del pistón.			
		Anual	Verificar estado de los elementos de las válvulas: émbolo, O Ring, empaques.			
7	Volante	Mensual	Verificar ajuste y alineamiento; menor frecuencia si es necesario			
		Anual	Verificar estado de los cojinetes de deslizamiento			

		FICHA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO		SECCIÓN		
				Troqueladoras		
No.	Componente	Frecuencia de inspección	Descripción de la inspección	Diagnostico		
				Bueno	Regular	Malo
8	Motor electrico	Semanal	Verificar limpieza			
		Mensual	Verificar estado del soporte.			
		Semestral	Verificar °T chumaceras de la carcaza.			
		Anual	Controlar resistencia de aislamiento del bobinado.			
9	Freno	Semestral	Verificar estado de las zapatas; si presentan desgaste excesivo reemplazar.			
		Semestral	Verificar estado del rodamiento, bulones, resorte, en caso de presentar daños, corregir o reemplazar.			
10	Volante polea y polea motriz	Semanal	Verificar limpieza de las ranuras, que esten libres de polvo, aceite o grasa, ya que ocasionan patinamiento.			
		Semestral	Verificar estado de las ranuras de las poleas; las paredes internas deben estar lisas, rectas y dispuestas en los ángulos adecuados, la correa no debe tocar el fondo de la ranura.			
11	Pedal	Trimestral	Verificar estado de los componentes de accionamiento, reemplazar si presentan desgaste excesivo: resorte, barras, bulones.			
		Trimestral	Si es de accionamiento neumático; verificar estado de las mangueras de aire; reemplazar si se presenta entupidas, quebradizas, infladas; verifique corrosión y desintegración; verificar fugas de aire tanto en las mangueras como en el cilindro y las válvulas; verificar estado del cilindro y de las válvulas: sellos, asientos, resortes.			





		FICHA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO		SECCIÓN		
				Troqueladoras		
No.	Componente	Frecuencia de inspección	Descripción de la inspección	Diagnostico		
				Bueno	Regular	Malo
12	Carro porta herramientas	Semestral	Verificar desgaste, ajustar colizas tensando tornillos de reglaje para un deslizamiento suave.			
13	Husillo	Semestral	Ajustar el husillo sin holgura.			
14	Embrague	Mensual	Verificar desgaste de la cuña, desmontar para rectificado si es necesario.			
		Semestral	Verificar estado de los elementos que componen el embrague, corregir o reemplazar aquellos que presenten daños o desgastes excesivos.			
15	Inspeccion general	Anual	Verificar estado de los cojinetes de delizamiento de los organos principales.			
		Anual	Verificar estado del eje del cigüeñal: realizar pulido para rayas no profundas, realizar rectificado para desgaste excesivo.			
		Anual	Verificar desalineamientos, ajustes, corregirlos.			
		Anual	Verificar limpieza general de la máquina.			
		Anual	Todos aquellos elementos que presenten un desgaste excesivo deben ser reemplazados, reparar aquellos que tengan arreglo.			

Tabla 2. Ficha mantenimiento autónomo para prensas hidráulicas.

		FICHA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO		SECCIÓN		
				Prensas hidráulicas		
No.	Componente	Frecuencia de inspección	Descripción de la inspección	Diagnostico		
				Bueno	Regular	Malo
1	Tanque	Diario	Verificar el nivel del aceite.			
		Diario	Verificar el aspecto del aceite: la presencia de espuma indica que se ha producido una entrada de aire. Un aspecto turbio indica la presencia de agua. La presencia de espuma se acompaña generalmente de un funcionamiento ruidoso de la bomba.			
		Mensual	Sacar muestras de aceite; verificar su estado.			
		Anual	Vaciar, limpiar la paredes y asegurarse de que la pared superior no presente señales de oxidacion; cepillar toda señal de oxidacion; pintar si fuera necesario; limpiar los cristales de los niveles de aceite y elementos filtrantes del filtro de aire; montar las puertas de inspeccion y tener la preocupacion de cambiar las juntas.			
2	Circuito en general	Diario	Anotar todo principio de fuga; sea en un aparato; sea en una tubería.			
		Diario	Ajustar presiones de funcionamiento y corregir todo taraje que haya podido desarreglarse.			
		Semanal	Verificar el apriete de los elementos de fijacion.			
		Anual	Verificar el buen estado de todos los aparatos incorporados en el circuito.			
3	Filtros	Diario	Verificar el atascamiento de los filtros no sumergidos, observando la posición de los indicadores de atascamiento.			
		Diario	Anotar las indicaciones de los manómetros a la entrada y la salida de los filtros; una caída de presión fuera del rango permisible (20 psi), sugiere remplazo del elemento filtrante.			
		Semanal	Limpia los filtros montados en la aspiracion de las bombas: La limpieza de los filtros de aspiracion se hace por inmersion en un disolvente, cepillando con un pincel no metalico y secando con aire seco. Para la limpieza de los filtros montados en la linea de retorno, los cartuchos son remplazados despues de un cierto numero de horas de funcionamiento, de acuerdo con las instrucciones que lleva sobre la ficha de mantenimiento y segun la atmosfera en la que trabaje la instalacion.			
		Semestral	Verificar estado del filtro: carcaza, elemento filtrante.			

		FICHA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO		SECCIÓN		
				Prensas hidraulicas		
No.	Componente	Frecuencia de inspección	Descripción de la inspección	Diagnostico		
				Bueno	Regular	Malo
4	Termometro.	Diario	Anotar temperatura del aceite; una variacion importante puede tener su origen en la obstruccion del haz de tubos del intercambiador.			
5	Fugas	Semanal	Reparar las fugas anotadas en la lista en el curso de los dias precedentes, durante el periodo de funcionamiento.			
		Semanal	No intentar reparar una fuga apretando exageradamente los elementos de racordaje.			
		Semanal	Cambiar los elementos defectuosos, juntas, anillos, bridas, racores, etc.			
6	Cilindros hidraulicos	Semanal	Verificar la buena fijacion.			
		Semanal	Verificar que los alineamientos sean buenos.			
		Anual	Desmontarlos y verificar:estado de paredes internas del cilindro. Estado de los pistones; si presentan señales de rayaduras se rectifican o pulen antes de ser montados nuevamente.			
		Anual	Verificar desgaste de diametro interior del cilindro.			
		Anual	Verificar desgaste diametro externo, anillos de presion, anillos de aceite.			
		Anual	Verificar estanqueidad de cada cilindro antes de colocarlo en su reemplazamiento.			
7	Acoples	Semanal	Verificar estado de los acoplamientos (semestral para acoples del tipo cadena bajo carter).			
		Semestral	Verificar ajuste y alineamiento.			
8	Motores electricos	Diario	Verificar limpieza.			
		Mensual	Verificar estado del soporte.			
		Semestral	Verificar temperatura en chumaceras de la carcaza.			
		Anual	Controlar resistencia de aislamiento del bobinado.			

		FICHA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO		SECCIÓN		
				Prensas hidraulicas		
No.	Componente	Frecuencia de inspección	Descripción de la inspección	Diagnostico		
				Bueno	Regular	Malo
9	Bombas hidraulicas	Diario	Verificar limpieza.			
		Mensual	Verificar ajuste, vibraciones, fugas.			
		Anual	Verificar estado de las diferentes piezas en movimiento.			
		Anual	Limpiar con un desengrasante las piezas nuevas de recambio.			
		Anual	Apretar tornillos de fijacion según aprietes recomendados.			
		Anual	Reemplazar juntas, cojinetes si es necesario.			
10	Valvulas	Anual	Desmontar y limpiar las piezas.			
		Anual	Verificar el buen estado de los asientos, correderas, reemplazar elementos que presenten desajustes importantes.			
		Anual	Pulir marcas ligeras sobre las correderas con punta de lapidar, eliminando despues los residuos de la misma.			
		Anual	Verificar los o-ring, reemplazar si es necesario.			
		Anual	Verificar los cuerpos de las valvulas.			
		Anual	Limpiar las roscas de los orificios.			
		Anual	Verificar el buen funcionamiento de los selenoides.			
11	Manometros	Anual	Proceder a su verificacion; efecto retardado indica su mal funcionamiento.			
12	Tuberias	Semanal	Hacer un examen de estanqueidad de todas las tuberias rígidas y flexibles no accesibles durante el funcionamiento. En tuberias flexibles, toda señal de transpiracion de aceite cerca de los extremos debe llevar consigo el cambio inmediato del elemento defectuoso.			
		Anual	Durante toda la inspeccion de los aparatos es indispensable cerrar los orificios de las tuberias con tapones metalicos. Finalmente todos los soportes y tuberias deben montarse y apretarse convenientemente.			

		FICHA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO		SECCIÓN		
				Prensas hidraulicas		
No.	Componente	Frecuencia de inspección	Descripción de la inspección	Diagnostico		
				Bueno	Regular	Malo
13	Intercambiadores de calor	Diario	Verificar fugas externas.			
		Semestral	Verificar estado del casco.			
		Anual	Verificar limpieza interna (tubos).			
14	Estructura	Semestral	Verificar estado; nivelacion, anclaje, grietas, limpieza.			
		Anual	Verificar estado de la pintura.			
15	Sistema Electrico	Semanal	Inspeccion de las luces piloto.			
		Mensual	Ajuste y limpieza de contactores.			
		Mensual	Revisión y limpieza de pulsadores de comando.			
		Mensual	Inspeccion de finales de carrera.			
		Trimestral	Inspeccion general de cableado en el circuito de control y de potencia.			
16	Tanque de prellenado	Mensual	Verificar fugas; corregirlas.			
		Anual	Verificar estado, limpieza, nivel.			
17	Sistema de aire	Semanal	Verificar principios de fugas.			
		Semestral	Verificar estado.			
18	Foso	Anual	Verificar limpieza; menor frecuencia si es necesario.			
19	Pedales	Semestral	Verificar limpieza.			
		Semestral	Verificar estado: fugas de aire, partes deterioradas.			

Anexo H. Ficha instructivo de lubricación.

Tabla 1. Carta de lubricación para prensa hidráulica, PH-01

		<h1>CARTA DE LUBRICACION</h1>			
CODIGO	PH-01	NOMBRE	PRENSA HIDRAULICA	REVISO	_O_
DIAGRAMA DE LUBRICACION					
FRONTAL					
					
ESPECIFICACIONES DE LUBRICACION					
No	PARTE A LUBRICAR	METODO	LUBRICANTE	CANTIDAD	FRECUENCIA
1	GUIAS DE PRENSADO	MANUAL	GRASA COPA	3 VECES	1 MES
2	TANQUE	BOMBA	A.HIDRAULICO	NIVEL	3 MESES
OBSERVACIONES					

Tabla 2. Carta de lubricación para prensa hidráulica, PH-08.



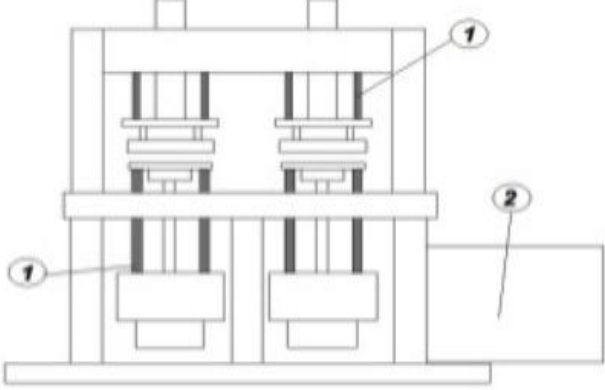
		<h1>CARTA DE LUBRICACION</h1>			
CODIGO	PH-08	NOMBRE	PRENSA HIDRAULICA	REVISO	_0_
DIAGRAMA DE LUBRICACION					
FRONTAL					
					
ESPECIFICACIONES DE LUBRICACION					
No	PARTE A LUBRICAR	METODO	LUBRICANTE	CANTIDAD	FRECUENCIA
1	CILINDRO GUIA DE PRENSADO	MANUAL	GRASA COPA	3 VECES	1 MES
2	TANQUE	BOMBA	A.HIDRAULICO	NIVEL	3 MESES
OBSERVACIONES					

Tabla 3. Carta de lubricación para prensa hidráulica, PH-09.



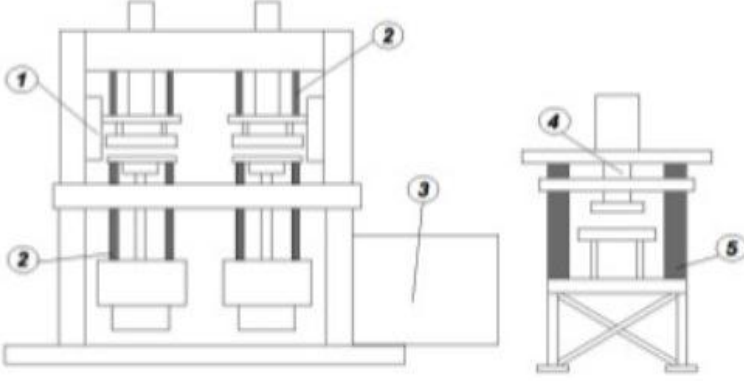


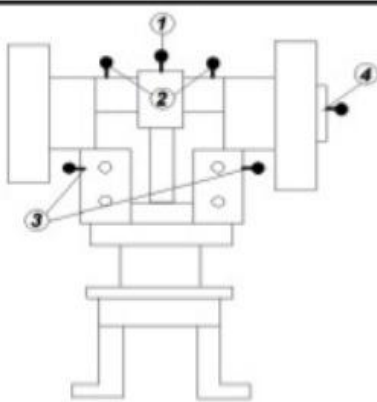
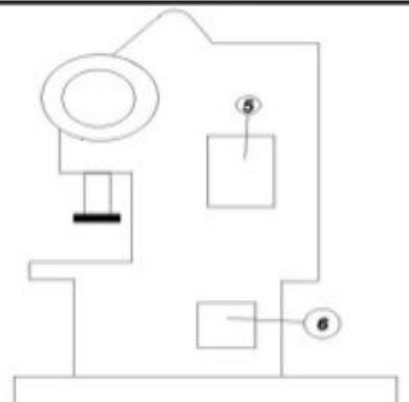
		<h1>CARTA DE LUBRICACION</h1>			
CODIGO	PH-09	NOMBRE	PRESA HIDRAULICA	REVISO	_0_
DIAGRAMA DE LUBRICACION					
FRONTAL					
					
ESPECIFICACIONES DE LUBRICACION					
No	PARTE A LUBRICAR	METODO	LUBRICANTE	CANTIDAD	FRECUENCIA
1	GUIAS DE PENSADO	MANUAL	GRASA COPA	3 VECES	1 MES
2	CILINDRO DE PENSADO	MANUAL	GRASA COPA	3 VECES	1 MES
3	TANQUE	BOMBA	A.HIDRAULICO	NIVEL	3 MESES
4	EJE DE PRESA-CORTE	MANUAL	GRASA COPA	3 VECES	1 MES
5	CILINDRO DE GUIA DE CORTE	MANUAL	GRASA COPA	3 VECES	1 MES
OBSERVACIONES					

Tabla 4. Carta de lubricación para prensa hidráulica, PH-14.



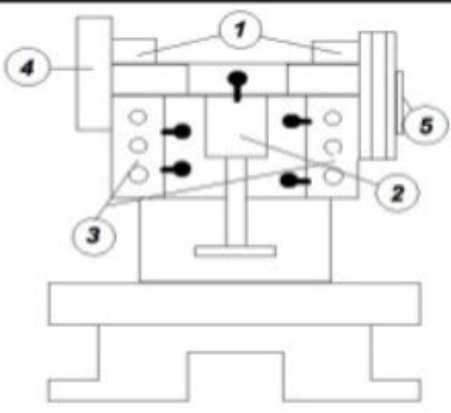
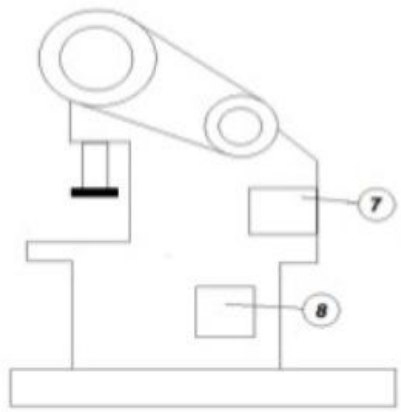
		<h1>CARTA DE LUBRICACION</h1>			
CODIGO	PH-14	NOMBRE	PRENSA HIDRAULICA	REVISO	_0_
DIAGRAMA DE LUBRICACION					
FRONTAL					
					
ESPECIFICACIONES DE LUBRICACION					
No	PARTE A LUBRICAR	METODO	LUBRICANTE	CANTIDAD	FRECUENCIA
1	CILINDRO GUIA DE PENSADO	MANUAL	GRASA COPA	3 VECES	1 MES
2	TANQUE	BOMBA	A.HIDRAULICO	NIVEL	3 MESES
OBSERVACIONES					

Tabla 5. Carta de lubricación para troqueladora, TR-24.

		<h1>CARTA DE LUBRICACION</h1>			
CODIGO	TR-24	NOMBRE	TROQUELADORA VARTSAROV	REVISO	_0_
DIAGRAMA DE LUBRICACION					
FRONTAL			LATERAL		
					
ESPECIFICACIONES DE LUBRICACION					
No	PARTE A LUBRICAR	METODO	LUBRICANTE	CANTIDAD	FRECUENCIA
1	BIELA	BOMBA	80W90	5 BOMBAZOS	DIARIO
2	COJINETE CIGÜEÑAL	BOMBA	80W90	5 BOMBAZOS	DIARIO
3	GUIAS	BOMBA	80W90	5 BOMBAZOS	DIARIO
4	VOLANTE	BOMBA	80W90	5 BOMBAZOS	DIARIO
5	BOMBA	MANUAL	80W90	NIVEL	6 DIAS
6	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	AUTOMATICO	80W90	¼ NIVEL	1 MES
OBSERVACIONES					

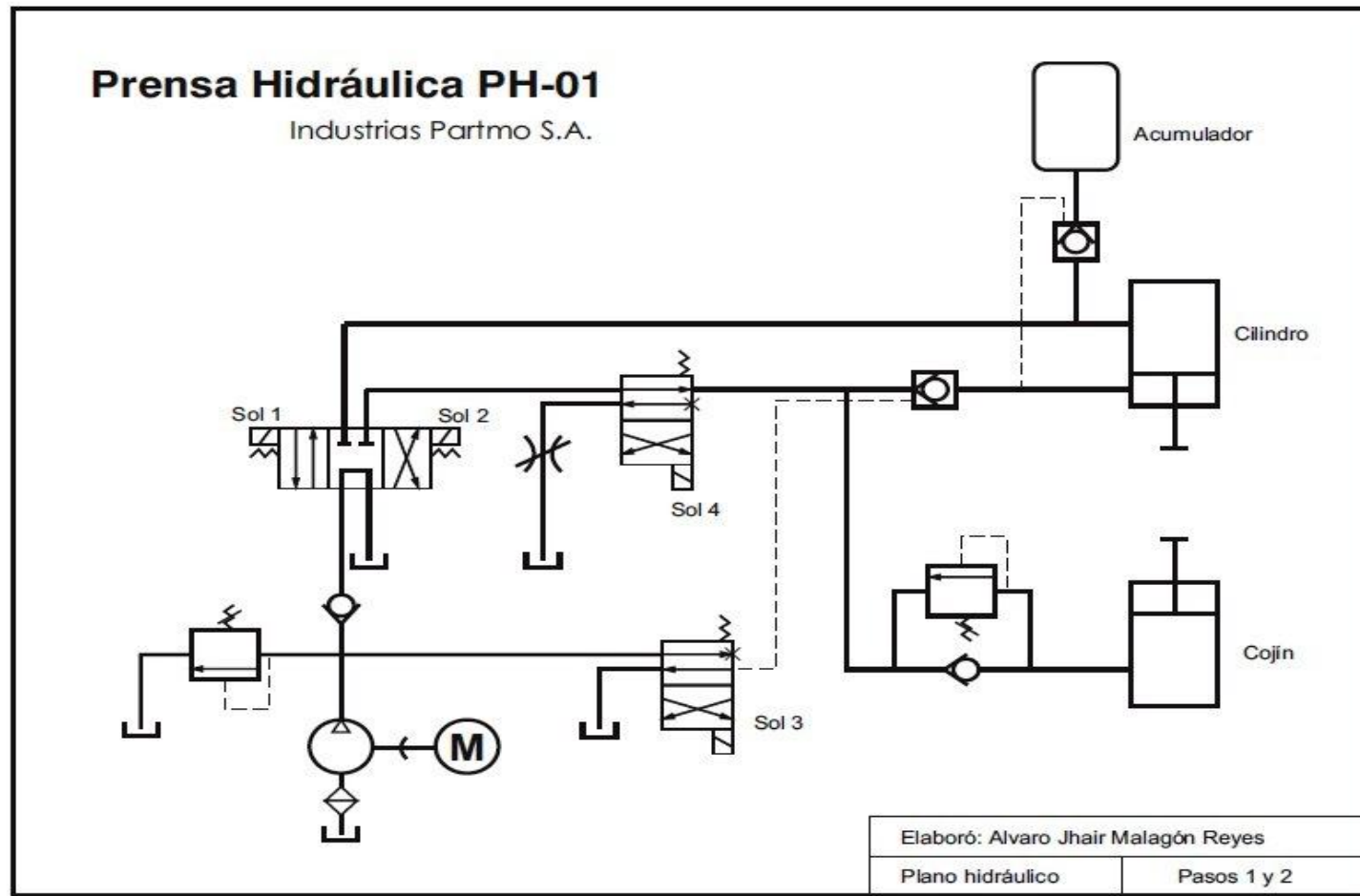
Fuente. Autor del proyecto.

Tabla 36. Carta de lubricación para troqueladora, TR-25.

		<h1>CARTA DE LUBRICACION</h1>			
CODIGO	TR-25	NOMBRE	TROQUELADORA ARISA	REVISO	_0_
DIAGRAMA DE LUBRICACION					
FRONTAL			LATERAL		
					
ESPECIFICACIONES DE LUBRICACION					
No	PARTE A LUBRICAR	METODO	LUBRICANTE	CANTIDAD	FRECUENCIA
1	COJINETE CIGÜEÑAL	MANUAL	GRASA COPA	3 VECES	3 DIAS
2	BUJES BIELA	MANUAL	GRASA COPA	4 VECES	3 DIAS
3	GUIA BIELA	MANUAL	GRASA COPA	4 VECES	SEMANAL
4	FRENO	MANUAL	GRASA COPA	4 VECES	1 MES
5	TAPA VOLANTE	BOMBA	80W90	4 BOMBASO	DIARIO
6	BOMBA	MANUAL	80W90	NIVEL	3 DIAS
7	UNIDAD DE MANTENIMIENTO	AUTOMATICO	80W90	% NIVEL	1 MES
OBSERVACIONES					

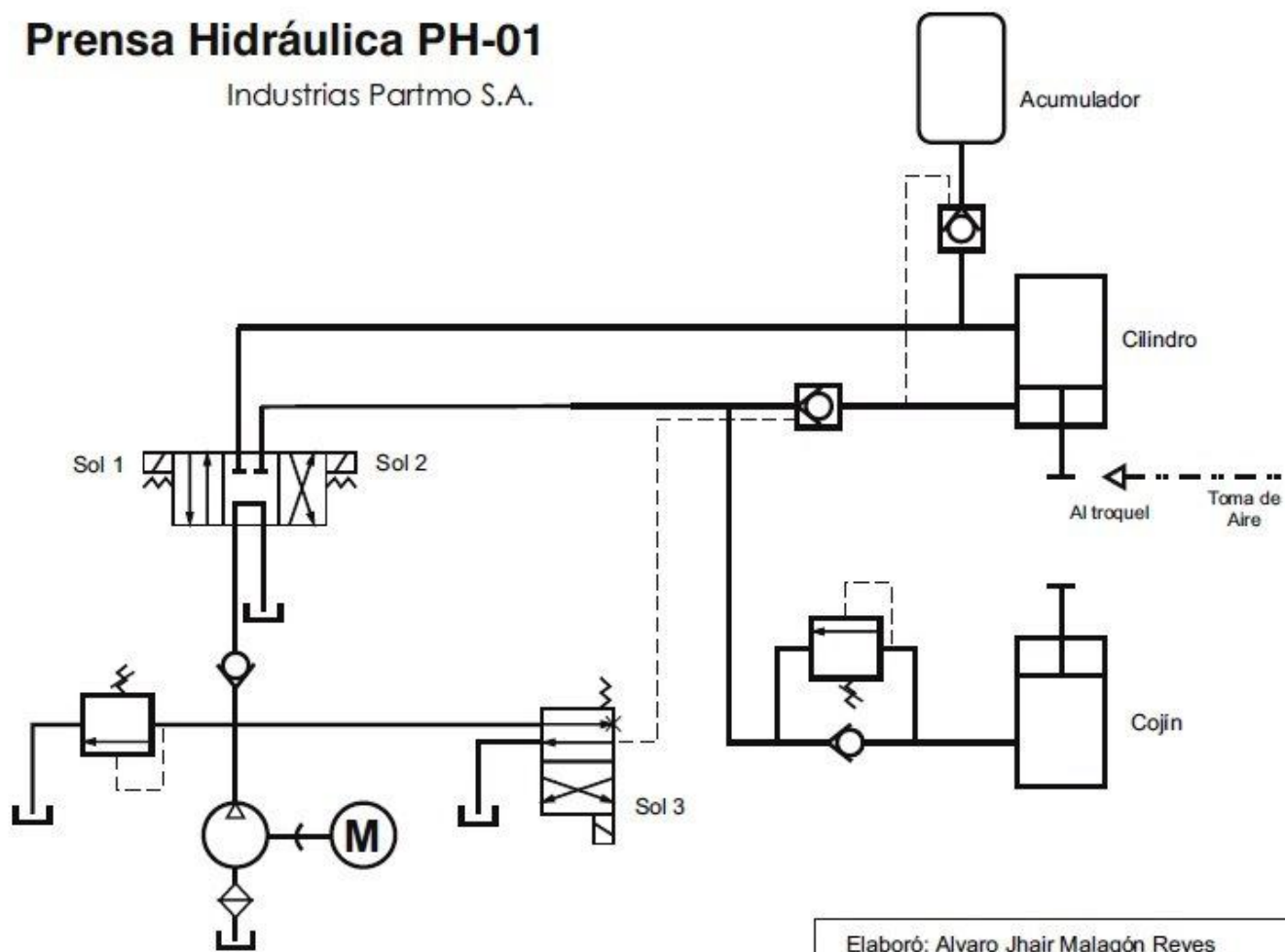
Anexo I. Planos de sistemas hidráulicos y neumáticos de equipos altamente críticos, Industrias Partmo S.A.

Figura 1. Planos sistema hidráulico prensa, PH-01.



Prensa Hidráulica PH-01

Industrias Partmo S.A.



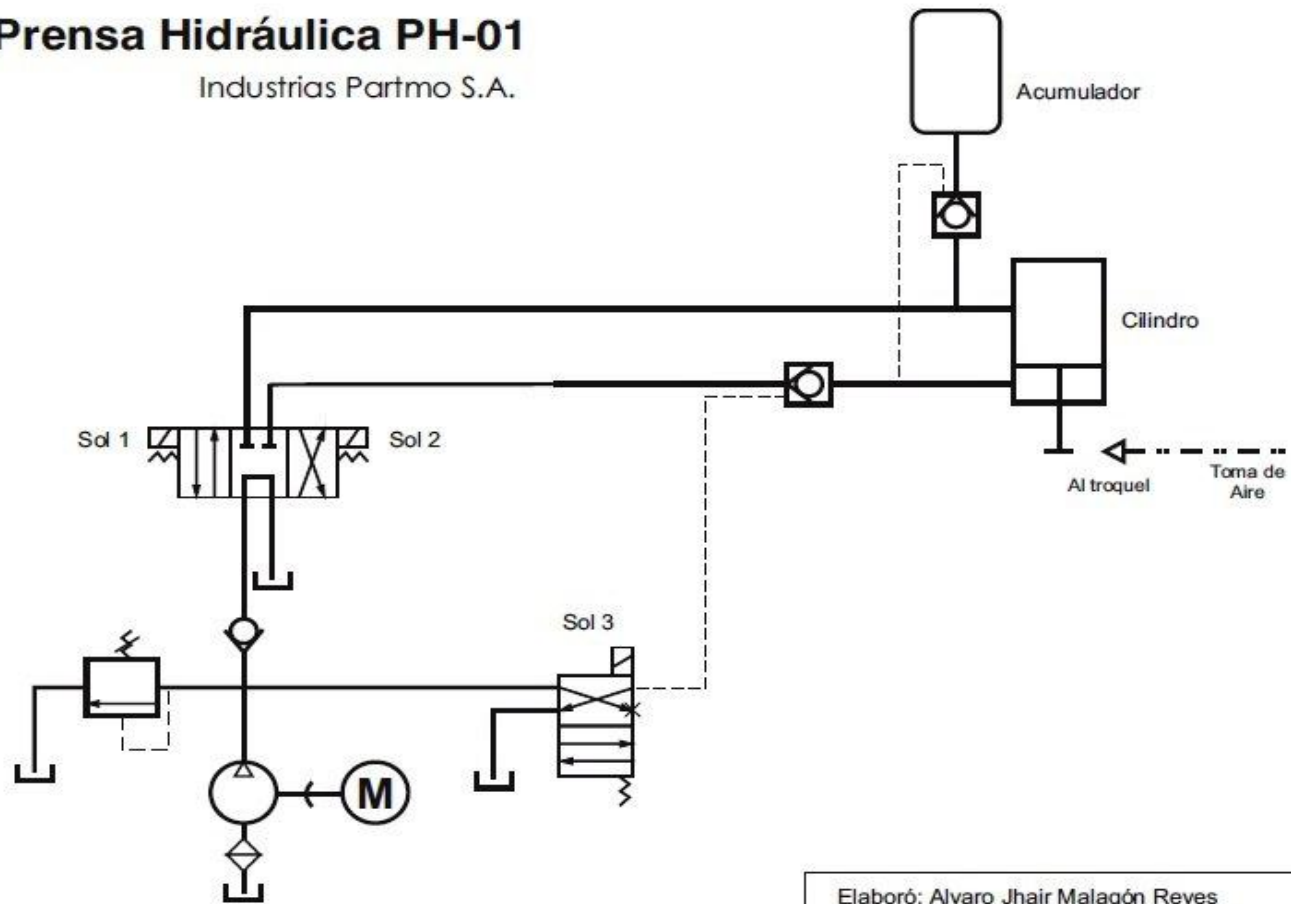
Elaboró: Alvaro Jhair Malagón Reyes

Plano hidráulico

Paso 3

Prensa Hidráulica PH-01

Industrias Partmo S.A.

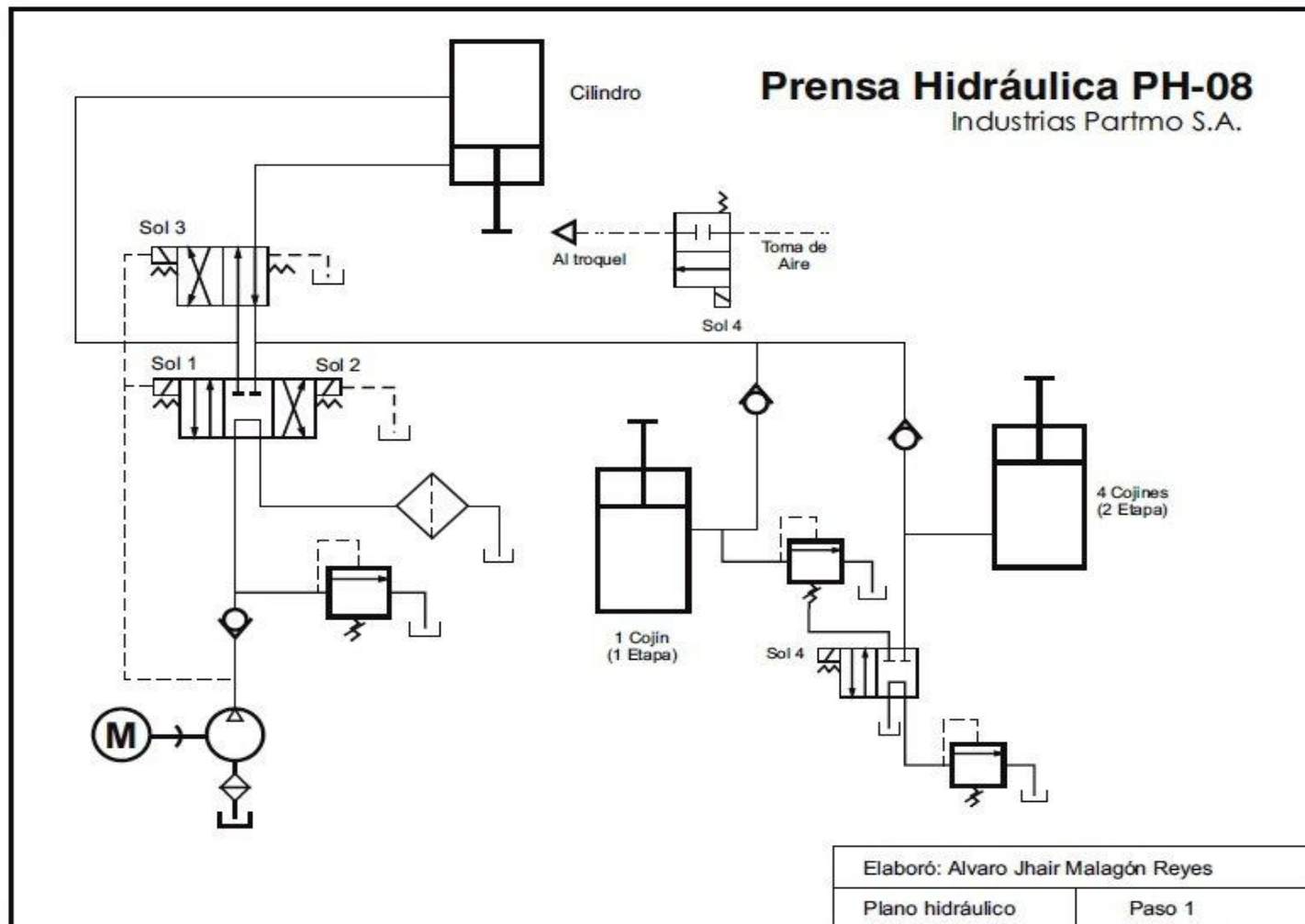


Elaboró: Alvaro Jhair Malagón Reyes

Plano hidráulico

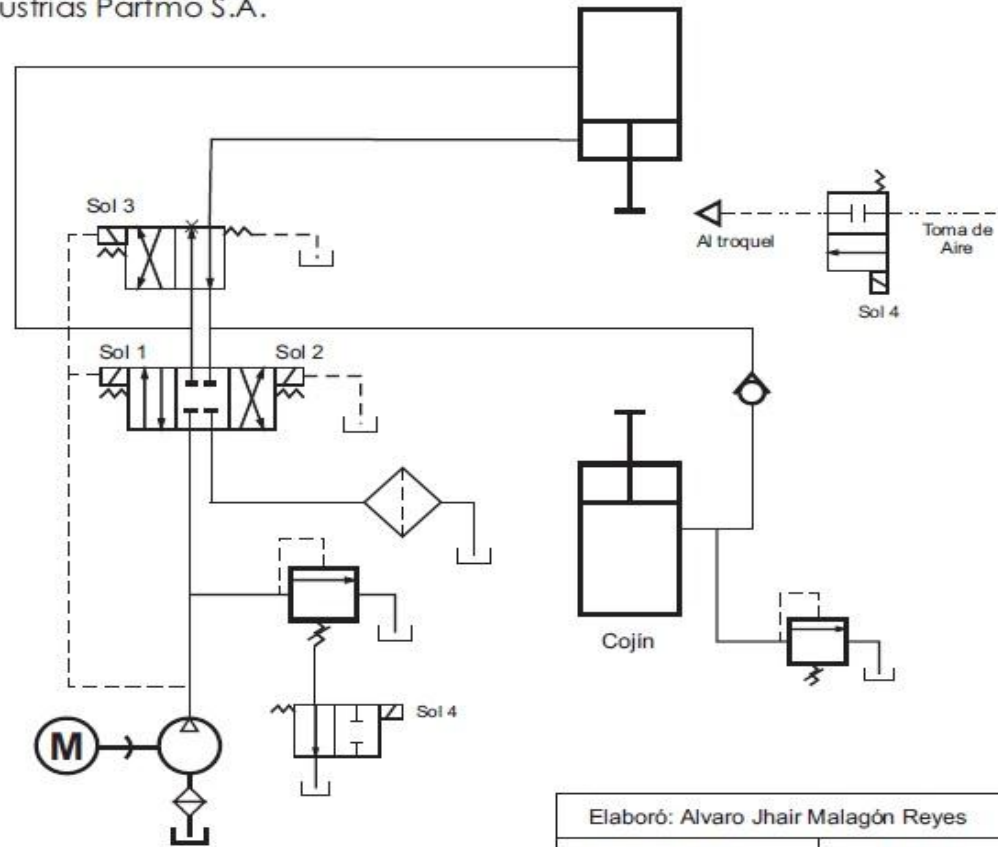
Paso 4 (Cortador)

Figura 2. Planos sistema hidráulico prensa, PH-08.



Prensa Hidráulica PH-08

Industrias Partmo S.A.



Elaboró: Alvaro Jhair Malagón Reyes

Plano hidráulico

Paso 2

Figura 3. Planos sistema hidráulico prensa, PH-09.

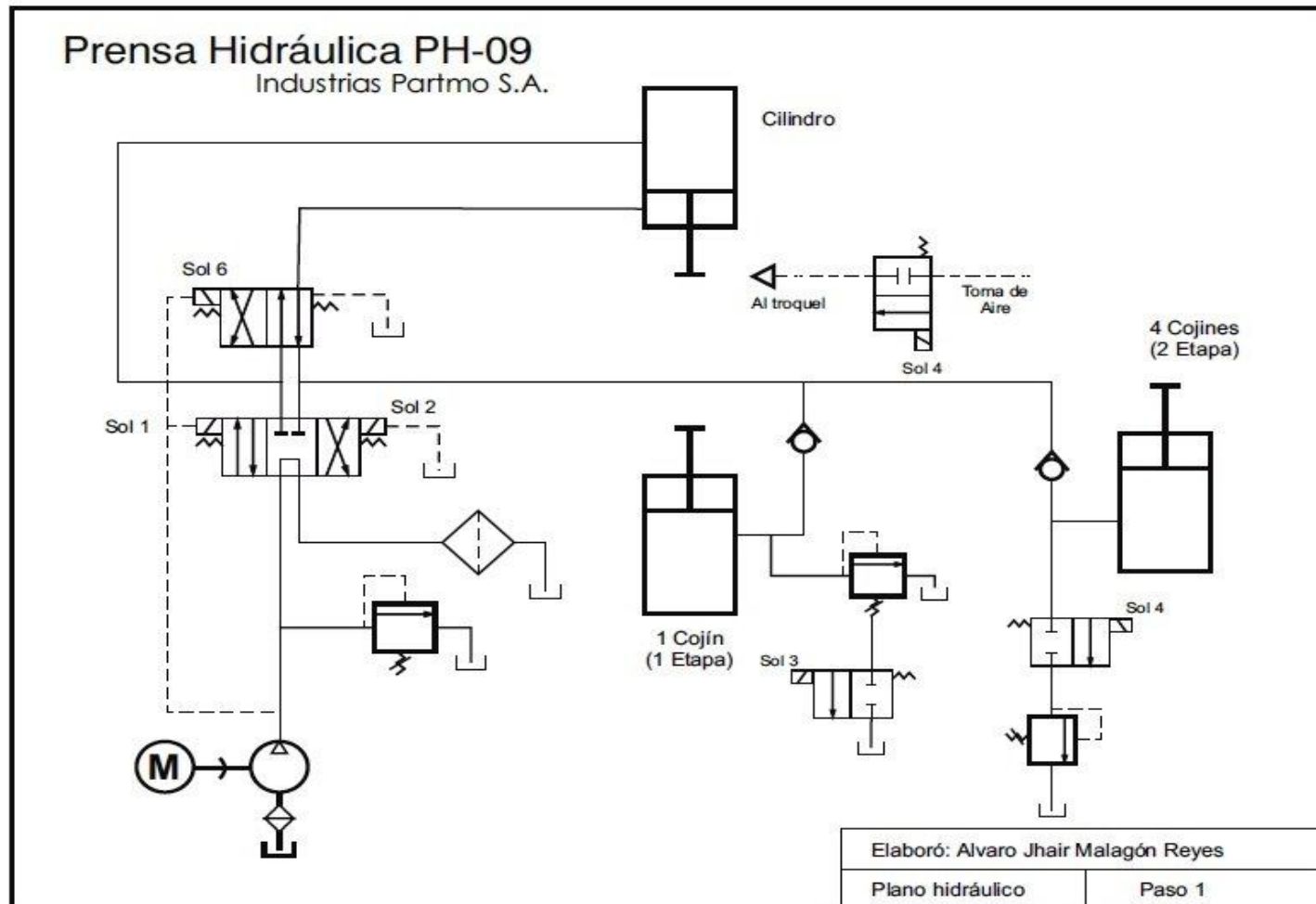


Figura 4. Planos sistema hidráulico prensa, PH-14

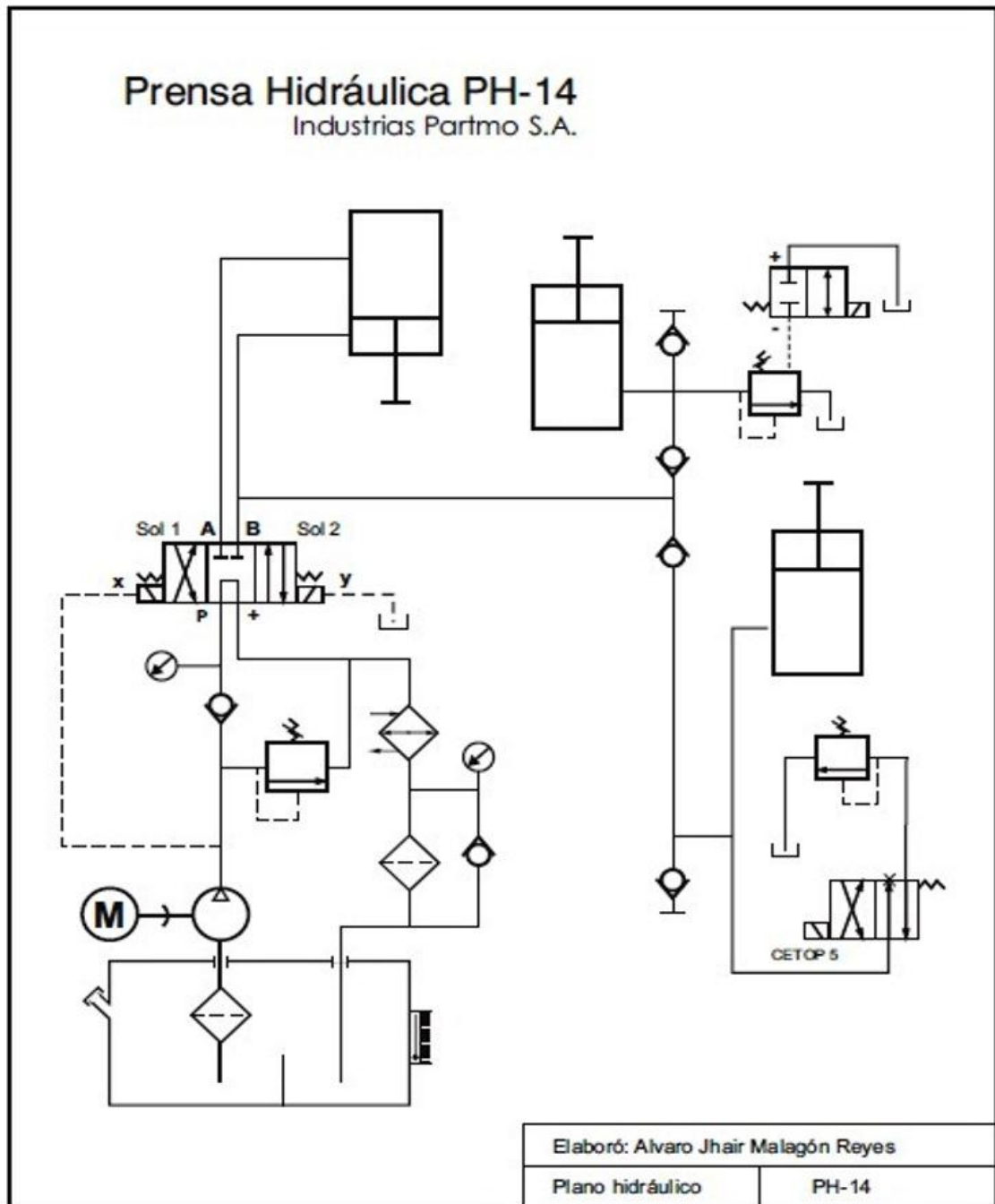


Figura 5. Planos sistema neumático troqueladora, TR-24

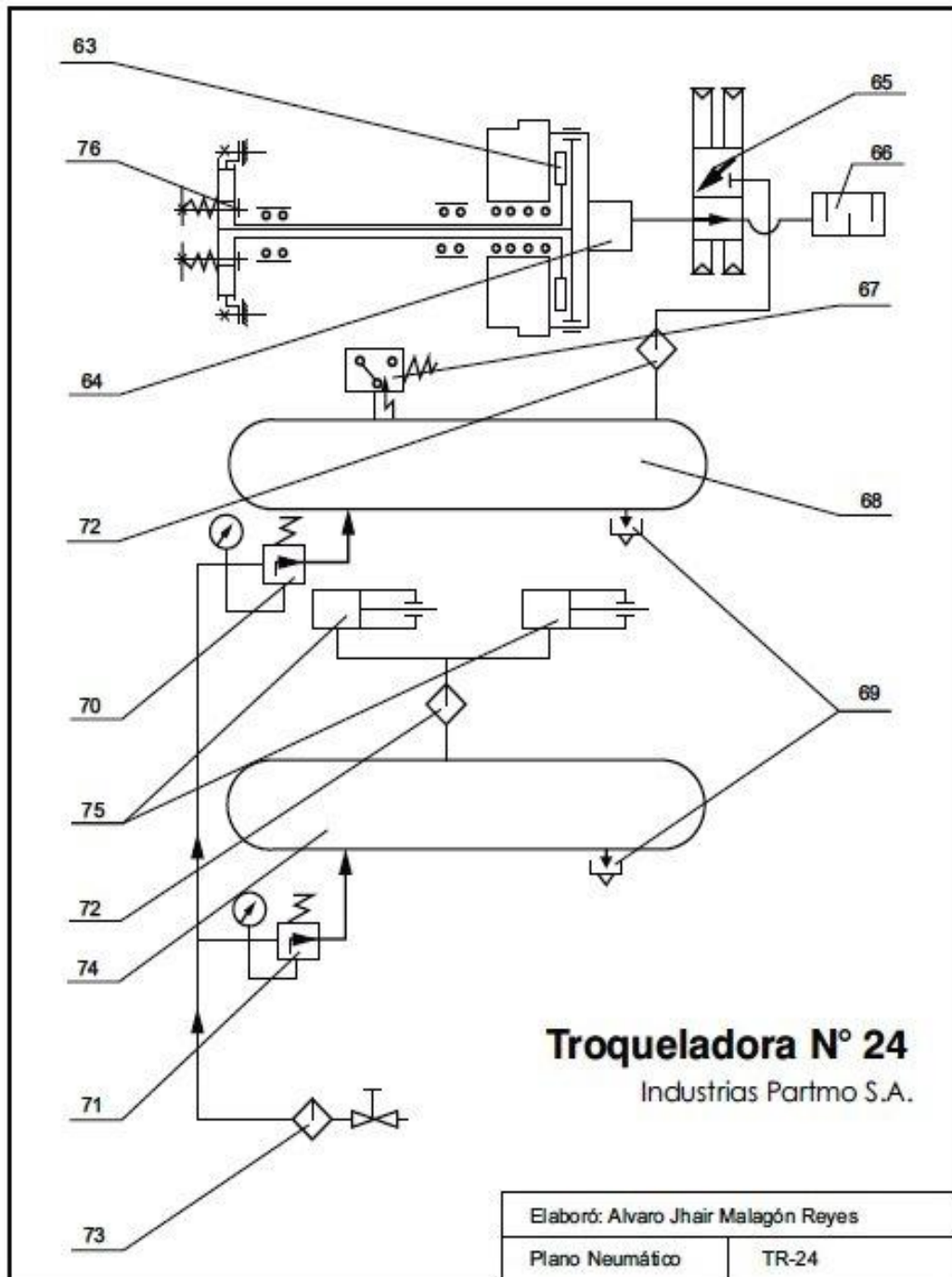


Figura 6. Planos sistema neumático troqueladora, TR-25.

