



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**PLAN DE MANTENIMIENTO ELECTRO-HIDRÁULICO PARA LA
EMPRESA “METALMECANICA-LOS PANCHOS'EKONVF C”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Mecatrónico

AUTOR: DIEGO MAURICIO GUALÁN SOZORANGA

TUTOR: ING. JONNATHAN DARÍO SANTOS BENÍTEZ, MSc.

Cuenca - Ecuador

2022

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Diego Mauricio Gualán Sozoranga con documento de identificación N° 1104157134 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 24 de marzo del 2022

Atentamente,

Diego Mauricio Gualán Sozoranga

1104157134

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Yo, Diego Mauricio Gualán Sozoranga con documento de identificación No. 1104157134, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto Técnico: “Plan de mantenimiento electro-hidráulico para la empresa “Metalmecanica-Los Panchos Cia. Ltda”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecatrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 24 de marzo del 2022

Atentamente,

Diego Mauricio Gualán Sozoranga

1104157134

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jonnathan Darío Santos Benítez con documento de identificación N° 0105088058, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PLAN DE MANTENIMIENTO ELECTRO-HIDRÁULICO PARA LA EMPRESA “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA”, realizado por Diego Mauricio Gualán Sozoranga con documento de identificación N° 1104157134, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 24 de marzo del 2022

Atentamente,

Ing. Jonnathan Darío Santos Benítez MSc.

0105088058

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo de titulación a aquellas personas que han sido un pilar fundamental para que pueda cumplir una meta más en mi vida. En primer lugar, a mis padres y hermanos por estar conmigo en cada paso que doy. Mil gracias

Sin más, dedico esta victoria a Dios y a la Virgen, que siempre me acompañan en cada paso de mi vida.

Agradecimiento

Agradezco principalmente a Dios por haberme brindado salud, para poder llegar a cumplir esta meta tan importante para mí. A mis padres José y Carmen del Rosario Sozoranga L. cuyo ejemplo superación me motivo a alcanzar mis sueños. A mis hermanos por el apoyo incondicional.

Agradezco profundamente a mi tutor de proyecto de titulación Ing. Jonnathan Darío Santos Benítez MSc. Que sin su guía no sería posible haber alcanzado este trabajo final de titulación.

Indice

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	i
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA	ii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Resumen	xi
Abstract.....	xii
1. Introducción	1
2. Problema.....	2
2.1. Antecedentes	2
2.2. Descripción del problema.....	2
2.3. Importancia del mantenimiento.....	3
3. Objetivos	4
3.1. Objetivo General	4
3.2. Objetivos Específicos.....	4
4. Marco Teórico.....	4
4.1. Mantenimiento	4
Simplificación de la línea de tiempo enfocada al mantenimiento.....	5
4.1.1. Finalidad del mantenimiento.....	8
4.2. Tipos de mantenimiento	8
4.2.1. Mantenimiento correctivo	9
4.2.2. Mantenimiento preventivo	9
4.2.3. Mantenimiento predictivo	11
4.2.4. Comparación de costos entre mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo	12
5. Marco metodológico	13
5.1. Análisis de la situación actual de la empresa	13
5.1.1. Historia.....	13
5.1.2. Actividad económica de la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA.LTDA.”.....	14
5.1.3. Evaluación de la situación actual.....	16
5.1.4. Aspectos generales de la empresa.....	16
5.1.5. Plano de distribución de los espacios físicos, áreas de trabajo	18

5.1.6.	Componentes de soldadora MIG modelo T.3	26
5.1.7.	Componentes de cizalla hidráulica modelo QC12Y-12X2500.....	30
5.1.8.	Componentes de plegadora hidráulica modelo EHP 15-35	35
5.1.9.	Ficha técnica de la maquinaria industrial del área de corte y doblado	39
5.2.	Estudio de normativa aplicada a la electrohidráulica.....	43
5.2.1.	Electrohidráulica	43
5.2.2.	Norma ISO Serie 9000 relacionado al mantenimiento industrial	43
5.2.3.	Seguridad de maquinaria según normas internacionales	44
5.3.	Análisis del estado de las máquinas mediante ensayos no destructivos	47
5.3.1.	Análisis por ultrasonido	47
5.3.2.	Análisis termográfico	51
5.3.3.	Análisis térmico mediante pirómetro modelo 568 ir.	54
5.3.4.	Análisis de vibraciones máquina cizalla QC12Y-12X2500	54
5.4.	Programa plan de mantenimiento preventivo en software Microsoft Excel para la empresa “METAL-MECÁNICO LOS PANCHOS CIA.LTDA”	56
5.5.	Control de variables físicas en el marco del mantenimiento preventivo en el área de corte y doblado	59
5.5.1.	Celda de carga.....	59
5.5.2.	Transductor de carga HX711	60
5.5.3.	Arduino modelo UNO.....	61
5.5.4.	Esquema de la maqueta.....	61
6.	Resultados	62
6.1.	Análisis e interpretación de los resultados de toda la nave industrial mediante equipo ultrasónico modelo 2100	62
6.2.	Análisis y resultados termográficos	63
6.3.	Análisis e interpretación de los resultados térmicos	65
6.4.	Análisis y resultados mediante tabla de ponderaciones	65
6.5.	Resultado del programa de mantenimiento	67
6.6.	Resultado del control de variables	68
7.	Conclusiones.....	69
8.	Recomendaciones.....	69
	Referencias	70
	ANEXOS	1

Índice de figuras

Figura 1. Arte publicitario de la empresa METALMECÁNICA LOS PANCHOS	13
Figura 2. Diagrama de proceso.	15
Figura 3. Ubicación geográfica de la empresa (www.nexdu.com/ec/cuenca-a/empresa/metal- mecanica-los-panchos).....	16
Figura 4. Distribución de las Áreas de Trabajo dentro de la empresa	19
Figura 5. Área de corte y doblado A.C&D-00.....	21
Figura 6. Cizalla Hidráulica utilizada en "METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA"	21
Figura 7. Prensa Plegadora Hidráulica utilizada en "METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA."	22
Figura 8. Área de construcción o ensamble (A.S-000).....	23
Figura 9. Soldadora de gas inerte de molibdeno (MIG) modelo TL-3	23
Figura 10. Montaje del balde de volqueta mediante un tecele manual de rotación de 10 toneladas	24
Figura 11. Componentes suelda MIG (HERRAMIENTAS, 2012).....	27
Figura 12. Fuente de alimentación interna de la suelda MIG	27
Figura 13. Conjunto de aportación de material de suelda.....	28
Figura 14. Conjunto de seguridad de la botella de gas MIG.	28
Figura 15. Tubería desprendible de la soldadora MIG.	29
Figura 16. Pistola de soldadora MIG.	29
Figura 17. Reguladores de corriente, tensión y velocidad del material de aportación MIG....	29
Figura 18. Componentes cizalla hidráulica.....	30
Figura 19. Brazos para el soporte de material. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa.....	30
Figura 20. Topes de calibración de corte de material. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa.....	31
Figura 21. Prensa o pisadores de material. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa.....	31
Figura 22. Panel de control. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa	32
Figura 23. Pedal de accionamiento de la cuchilla de corte. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa	32
Figura 24. Cuchilla de corte de material. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa.....	33
Figura 25. Motor principal de la máquina cizalla hidráulica. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa.	33
Figura 26. Bomba de aceite. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa	34
Figura 27. Superficie de trabajo. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa	34
Figura 28. Pistones encargados de bajar y subir la cuchilla de corte. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa	35
Figura 29. Ciclo de corte de la máquina (CIZALLA MODELO QC12Y-12X2500).....	35
Figura 30. Componentes de la máquina plegadora.....	36

Figura 31. Panel de control de la plegadora. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa.....	36
Figura 32. Motor principal de la plegadora. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa.....	37
Figura 33. Controles de la cuchilla de la plegadora. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa.....	37
Figura 34. Dado de la plegadora. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa	37
Figura 35. Cuchilla de doblado de material. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa.....	38
Figura 36. Pistones de trabajo de la cuchilla. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa.....	38
Figura 37. Ciclo de trabajo de la plegadora (MODELO EHP 15-35).	39
Figura 38. Ficha Técnica plegadora hidráulica MODELO EHP 15-35.....	40
Figura 39. Ficha técnica cizalla hidráulica MODELO QC12Y-12X2500.....	41
Figura 40. Ficha técnica suelda MIG modelo T-3	42
Figura 41. (Sonómetro) Equipo ultrasónico modelo 2100.....	50
Figura 42. Mapa térmico motor eléctrico modelo HBZ 80 ^a de la plegadora hidráulica.	52
Figura 43. Cámara Térmica modelo 882 (Testo).....	53
Figura 44. Pirómetro modelo 586 IR Fluke	54
Figura 45. Página de inicio (Excel) del plan de mantenimiento preventivo.....	57
Figura 46. Menú áreas de trabajo.....	57
Figura 47. Máquinas del área de corte y doblado.	58
Figura 48. Celda de carga	60
Figura 49. Transductor de carga HX711	60
Figura 50. Placa Arduino UNO	61
Figura 51. Maqueta de simulación de datos en tiempo real modelo D001G.....	61
Figura 52. Emisividad de materiales más comunes (Testo, 2016).	63
Figura 53. Programa plan de mantenimiento preventivo.....	67
Figura 54. Control de variables en tiempo real.....	68

Índice de tablas

Tabla 1. Línea de tiempo del mantenimiento (Rivera Rubio, 2011)	7
Tabla 2. Comparación de costos de los tres tipos de mantenimiento más comunes.....	13
Tabla 3. Tamaño de una empresa de acuerdo a la revista Espacios.	17
Tabla 4. Grado de automatización	18
Tabla 5. Áreas de trabajo de la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA”	20
Tabla 6. Especificaciones amoladora utilizada en la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA”.....	24
Tabla 7. Especificaciones taladro utilizada en la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA”.....	25
Tabla 8. Especificaciones soldadora MIG utilizadas en la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA”	25
Tabla 9. Especificaciones cizalla hidráulica utilizada en la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA”	25
Tabla 10. Especificaciones plegadora hidráulica utilizada en la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA”	26
Tabla 11. Teclé modelo 1017250 MyH	26
Tabla 12. Resumen de normas europeas (EN) y normas ISO (Heras, 2011).....	46
Tabla 13. Niveles de vibración según la potencia de máquina (Sánchez, 2017).	55
Tabla 14. Media de los datos experimentales en toda la nave industrial.	62
Tabla 15. Aumento de temperatura basadas en acciones sugeridas según NETA MTS:2007 (Palacios, n.d.).....	64
Tabla 16. Resultados adquiridos mediante el equipo denominado pirómetro modelo 586 IR Fluke.	65
Tabla 17. Resultados por ultrasonido.....	65
Tabla 18. Tabla de resultados mediante equipos de temperatura.	66

Resumen

La empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.” En la que fue realizado el estudio de esta tesis está dedicada a la fabricación y ensamble de estructuras para volquetas – Jaitex – Bañeras, remolques – plataformas – tolvas, soldadura industrial y todo lo relacionado a la mecánica industrial, en el contexto del transporte pesado. Los procesos de producción de todas estas estructuras metálicas se realizan a través de modelos bajo pedido por los clientes, estos pedidos son entregados al personal a cargo de las máquinas y equipos los, cuales realizan la producción. El propósito principal de estudio fue enfocarse en resolver los problemas de mantenimiento en el área de corte y doblado de cada máquina y equipo utilizadas en la construcción de carrocerías y baldes de volquetas, los cuales fueron analizados a lo largo de esta tesis. Con la finalidad de mejorar los procesos productivos, por lo tanto, se ven en la necesidad de implementar técnicas y métodos que les permitan gestionar de manera eficaz el comportamiento de sus máquinas y equipos durante los ciclos de vida de las máquinas. El problema principal de la empresa es la ausencia de un plan de mantenimiento preventivo, y se determinó que esta ausencia, es la causa principal de paros no programados en los equipos y máquinas emplazadas en la empresa, este plan de mantenimiento se desarrolló mediante la investigación, indagando las principales técnicas de mantenimiento, donde se realizó la medición de variables como, temperatura, sonido, vibraciones, pirómetro. Que son técnicas de inspección encargadas de verificar fallas tempranas en las máquinas y. Se propuso algunas mejoras como, la redistribución de la nave industrial en bahías de trabajo, y organizadas en áreas dedicadas únicamente a una tarea específica. A sí mismo, se propuso un programa de mantenimiento preventivo con la finalidad disminuir los paros no previstos en las máquinas y equipos, es decir, Mediante el software Excel fue desarrollado un plan de mantenimiento preventivo para la empresa “METAL-MECÁNICO LOS PANCHOS CIA.LTDA” en planta de producción, que permite llevar un registro detallado de los trabajos. Con el mantenimiento asistido por computadora, permitirá obtener de manera rápida los informes de cada máquina, con la finalidad de toma de decisiones para futuros mantenimientos, ahorrando tiempo y dinero para la empresa, y así incrementar su nivel de productividad.

Palabras Claves: tiempo, mantenimiento, redistribución, ensamble, productividad equipos, máquinas, software.

Abstract

The company “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.” In which the study of this thesis was carried out, it is dedicated to the manufacture and assembly of structures for dump trucks - Jaitex - Bathtubs, trailers - platforms - hoppers, industrial welding and everything related to industrial mechanics, in the context of heavy transport. The production processes of all these metallic structures are carried out through models requested by the clients, these orders are delivered to the personnel in charge of the machines and equipment, which carry out the production. The main purpose of the study was to focus on solving maintenance problems in the cutting and bending area of each machine and equipment used in the construction of dump truck bodies and buckets, which were analyzed throughout this thesis. In order to improve production processes, therefore, they see the need to implement techniques and methods that allow them to effectively manage the behavior of their machines and equipment during the life cycles of the machines. The main problem of the company is the absence of a preventive maintenance plan, and it was determined that this absence is the main cause of unscheduled stoppages in the equipment and machines located in the company, this maintenance plan was developed through research, investigating the main maintenance techniques, where variables such as temperature, sound, vibrations, pyrometer were measured. What are inspection techniques responsible for verifying early failures in machines and. Some improvements were proposed, such as the redistribution of the industrial building in work bays, and organized in areas dedicated solely to a specific task. To himself, a preventive maintenance program was proposed in order to reduce unforeseen stoppages in machines and equipment, that is, through Excel software, a preventive maintenance plan was developed for the company "METAL-MECÁNICO LOS PANCHOS CIA. LTDA" in the production plant, which allows keeping a detailed record of the work. With computer-assisted maintenance, it will be possible to quickly obtain the reports of each machine, with the purpose of making decisions for future maintenance, saving time and money for the company, and thus increasing its level of productivity.

Keywords: time, maintenance, redistribution, assembly, productivity, equipment, machines, software.

1. Introducción

Con el pasar de los años las empresas industriales van dando mayor importancia al tema de mantenimiento de sus equipos y máquinas industriales porque les permite mejorar los procesos productivos, por lo tanto, se ven en la necesidad de implementar técnicas y métodos que les permitan gestionar de manera eficaz el comportamiento de sus máquinas y equipos durante los ciclos de vida de las máquinas. Uno de los temas más usados dentro del campo de mantenimiento es el mantenimiento preventivo, siendo este, una herramienta que ayuda a prevenir daños a los equipos que conforman la línea de producción, enfocándose en las partes más próximas a producir daños. El presente proyecto detalla la información de un plan de mantenimiento preventivo en el área de corte y doblado de materia prima en la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.”, así mismo contara con un programa de mantenimiento, este programa contara con un cronograma de actividades los cuales nos ayudan llevar un registro de todos los tipos de mantenimientos realizados en las máquinas, el cronograma de actividades nos ayudara a visualizar la efectividad del mantenimiento, con el objetivo de mejorar el estado de las máquinas y su productividad. Para ello se realizará un estudio previo del estado de los equipos industriales, logrando con esto identificar las principales averías o paros inesperados de las máquinas y equipos. Este plan de mantenimiento preventivo comienza con el levantamiento de información referente al tipo de mantenimiento efectuado en el área de corte y doblado. Una vez concluido con el levantamiento de toda la información necesaria se procederá a desarrollar el plan de mantenimiento preventivo, con la finalidad de mejorar el estado de la maquinaria y reducir el número de intervenciones por avería, optimizando los recursos económicos derivado de la operatividad de las máquinas y equipos.

2. Problema

2.1. Antecedentes

Estos problemas técnicos de operatividad de maquinaria pueden ser mitigados en gran medida con la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo enfocado al campo electro-hidráulico específicamente. Para mejorar el estado operativo de las máquinas en la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.”, en el área de corte y doblado con la finalidad de evitar paros inesperados en las máquinas de producción. También, es necesario controlar las variables físicas de operación como, por ejemplo: la cantidad de planchas metálicas utilizadas durante la jornada de trabajo. Por cuanto, el conocimiento en tiempo real y la disponibilidad de la materia prima necesaria para el proceso productivo integral, brinda la capacidad de toma de decisiones que optimicen los recursos y mitiguen tiempos muertos de producción. Por cuanto, la materia prima se transporta desde la ciudad de Guayaquil hasta la planta de producción en Cuenca.

Surge la pregunta, ¿Cómo se pretende controlar estas variables?, pues bien, se tratará de realizar una simulación de un código de programación, por medio de un software comercial especializado, todo este programa ayudará en acciones de planificación en el plan de mantenimiento preventivo y operativo de producción. Con esto se pretende prolongar la vida útil de los equipos y máquinas de la empresa, por ende, economizar tiempo y dinero. Este último es de gran importancia en un mercado industrial abordado por la crisis económica desde la pandemia mundial COVID-19.

2.2. Descripción del problema

Hoy en día existen varios tipos o técnicas de mantenimiento, pero debido a la falta de conocimiento de casi todos los trabajadores del área de corte y doblado de la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.” no se han aplicado adecuadamente ninguna de ellas. Ya que la empresa se dedica a la fabricación de estructuras para volquetas – Jaitex – Bañeras, remolques – plataformas – tolvas, soldadura industrial y todo lo relacionado a la mecánica industrial, en el contexto del transporte pesado. Ya que para su fabricación de estas actividades la empresa utiliza materia prima como planchas de acero estructural de grado ASTM A-36 de hasta 10 mm de espesor, con luces de hasta 3 metros

de longitud, lo cual implica que los riesgos de averías electro-hidráulica se incrementen, debido a la elevada sollicitación de carga en los equipos electro-hidráulicos.

El motivo principal es la ausencia total de un plan de mantenimiento, ya que por tal razón no existe confianza o la garantía de dichas máquinas industriales terminen adecuadamente cada jornada de trabajo. Bajo este antecedente, se ha observado que la maquinaria emplazada en la empresa, específicamente en el área citada, sufre de paros inesperados de producción, lo cual sin duda desencadena efectos económicos adversos dentro de la empresa.

2.3. Importancia del mantenimiento

De acuerdo expuesto en la sección anterior, la ausencia de un plan de mantenimiento en cualquier empresa productiva, repercute en el desconocimiento de la disponibilidad de los equipos y máquinas de la misma, y por ende eleva costos indirectos de tiempo muerto de producción. En este contexto, se propone la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, el cual pretende mitigar o reducir los efectos adversos de la ausencia de este documento técnico en la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA”.

Así, se propone el siguiente procedimiento de ejecución, primero, el análisis técnico de todos los equipos y máquinas dentro del área de corte y doblado, segundo, se pretende realizar una simulación de un código de control de variables físicas mediante software comercial especializado, el mismo que consiste en, simular una báscula o balanza que nos permita calcular el peso total de las planchas, para luego, mediante una conversión volumétrica arroje la cantidad exacta del número de planchas que existen dentro del área de corte y doblado. Posteriormente, con toda esta información realizada mediante el análisis del estado de las máquinas, recopilación de información de las principales averías en las máquinas y la simulación de la báscula “que sería la instrumentación mecatrónica”, se procederá a la elaboración del plan de mantenimiento preventivo de las máquinas y equipos dentro del área de corte y doblado para la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.”

3. Objetivos

Beneficiario del proyecto: el personal técnico y operativo de la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.”, como también las edificaciones externas a la empresa como beneficiarios externos. Por la operatividad de los equipos y máquinas, reduciendo el estado de vibraciones y ruido percibido por la comunidad, además, la optimización económica de la empresa.

3.1. Objetivo General

Realizar un plan de mantenimiento preventivo electro-hidráulico, en el área de corte y doblado para la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.”

3.2. Objetivos Específicos

- Analizar el estado de las máquinas y equipos en el área de corte y doblado de la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.”
- Recopilar información de las principales fallas y averías en las máquinas y equipos del área de corte y doblado de la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.”
- Programar un código de control de variables físicas en el marco del mantenimiento preventivo en el área de corte y doblado para la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.” mediante software comercial especializado.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo de las máquinas y equipos del área de corte y doblado de la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.”

4. Marco Teórico

4.1. Mantenimiento

En este apartado se realizará una revisión bibliográfica de la evolución del mantenimiento con la finalidad de conocer qué tipo de mantenimiento es el más idóneo para la empresa, con el fin de dar fiabilidad a las máquinas y equipos emplazados dentro de la empresa. Todo esto surge ante la necesidad del hombre de preservar en perfecto estado la funcionalidad de sus herramientas de trabajo utilizados en la fabricación de productos.

Haciendo alusión al pasado, se puede comentar que hace aproximadamente 100 años no existía una rama o profesión del mantenimiento, pero con el pasar de los años se puede decir que a finales del siglo XIX, surge la necesidad de dar mantenimiento a los equipos y máquinas, la historia confirma que el mantenimiento de los equipos y máquinas siempre ha acompañado al desarrollo técnico industrial de la humanidad (Rivera Rubio, 2011).

En el año 1914 no existía la técnica del mantenimiento industrial, el mantenimiento como tal, carecía de un nivel de importancia relevante en el campo industrial, por tanto, fue desplazado a un segundo o tercer lugar de relevancia. El mantenimiento se daba cuando ya era imposible seguir usando la máquina (Álvarez Fernández, 2018).

Con el pasar del tiempo en 1950 y 1970, se produjo algunos trabajos de prevención de sus máquinas, con el objetivo de preservar el servicio de disponibilidad para producción, por estos años, es cuando el mantenimiento es considerado dentro del diseño de planta. A continuación, se analiza la evolución del mantenimiento industrial llevado a cabo en términos cronológicos (Nuñez, 2014).

Simplificación de la línea de tiempo enfocada al mantenimiento.

En 1780, las máquinas y equipos eran sujetos de mantenimiento correctivo.

En 1798, se produce la mejora del mantenimiento correctivo mediante la implementación de “Uso de partes intercambiables” (Rivera Rubio, 2011).

En 1910, por primera vez se realizan cuadrillas de mantenimiento correctivo (Álvarez Fernández, 2018).

En 1914, mantenimiento preventivo, las industrias necesitaban trabajar de forma continua, para ello, los equipos y máquinas necesitaban estar en perfecto funcionamiento.

En 1916, Henry Fayol crea el proceso administrativo enfocado en: previsión, organización, dirección, coordinación y control.

En 1927, las industrias optan por el “Uso de la estadística en producción” con la finalidad de controlar la producción.

En 1931, las empresas se dedicaban al control económico de la calidad del producto manufacturado.

En 1937, conocido como el principio de W. Pareto, fenómeno estadístico.

En 1939, Segunda guerra mundial, todas las industrias de acero debían trabajar las 24 horas. Control de trabajos de mantenimiento preventivo.

En 1946, se prioriza el control estadístico de calidad (Statistical Quality Control, SQC), porque el mantenimiento preventivo limita a sus buenos resultados.

En 1950, las empresas más importantes de Japón optan por el control estadístico de calidad (Statistical Quality Control, SQC), en EEUU las industrias se encargan de desarrollar el mantenimiento productivo (Productive Maintenance, MP).

En 1951, sale a la vista el análisis de Weibull, que se especializa en una técnica de probabilidad basado en datos medidos con la finalidad de solucionar problemas de mantenimiento en cada uno de sus equipos y máquinas.

En 1960, se desarrolla el Mantenimiento centrado en confiabilidad (Reliability Centered Maintenance, RCM), industria aérea.

En 1961, las industrias tienden a hacer pruebas de error conocido como Poka-Yoke, seguridad humana.

En 1962, las empresas se encargan de desarrollar los círculos de calidad (Quality Circles, QC), basado en el mantenimiento preventivo (Preventive Maintenance, MP).

En 1965, se desarrolla el análisis de causa-raíz (Analysis of Cause-Root, RCA), que sería encontrar los problemas más comunes en los equipos y máquinas.

En 1968, sale a la venta el libro Mantenimiento centrado en la confiabilidad (Reliability Centered Maintenance, RCM) mejorado.

En 1970, llegan las computadoras, donde son utilizados para la administración de archivos, sistema computarizado de gestión de mantenimiento (Computerized Maintenance Management System, CMMS).

En 1971, es incorporado el mantenimiento productivo total (Total Productive Maintenance, TPM).

En 1978, es presentado la guía MSG-3 “Grupo de dirección de mantenimiento”, mantenimiento planificado.

En 1980, sale al campo industrial la optimización del mantenimiento planificado (Optimization of Planned Maintenance, PMO).

En 1995, “proceso de los 5 Pilares del lugar de trabajo visual (5S’s).” De origen japonés las 5S, el cual se refiere a creación de estaciones de trabajo más limpias, seguras y más organizadas.

A partir del año 2005, el mantenimiento es relacionado de manera directa con los diferentes departamentos de la empresa con la finalidad de obtener buenos resultados, incrementando de manera exponencial la producción, calidad y eficiencia, también conocido como la filosofía de la conservación industrial (Industrial Conservation, IC).

En relación a todo lo comentado en los párrafos anteriores, se presenta en la Tabla 1, la cual indica el compendio de resultados enmarcados dentro una línea de tiempo.

Tabla 1. Línea de tiempo del mantenimiento (Rivera Rubio, 2011)

- 120,000	1780	1914	1927	1950	1960	1970	1971	1995	A la fecha
CM	CM	MP	SQC	PM	RCM	CMMS	TPS	5S	IC

Dentro de la industria local actual, cobra mayor importancia el tema del mantenimiento preventivo de sus equipos y máquinas, porque permite mejorar los procesos de producción, ya que los mercados de hoy en día son altamente competitivos, por lo que se ven en la necesidad de implementar técnicas y métodos que les permita gestionar de manera eficaz el comportamiento de sus equipos y máquinas durante su ciclo de vida.

Vale la pena dar mayor relevancia al plan de mantenimiento preventivo, porque siempre ha estado ahí presto para ser aplicado dentro de las industrias, esto implica retos y oportunidades que merecen ser tomados en cuenta.

4.1.1. Finalidad del mantenimiento

El mantenimiento tiene como finalidad, mantener operable sus máquinas y equipos bajo indicadores de eficiencia y eficacia, que resguarden la rentabilidad de sus activos fijos. Esto incluye un conjunto de actividades como; mantener sus instalaciones en perfecto estado para que sus equipos funcionen sin ningún inconveniente, obteniendo la máxima operatividad de las máquinas y equipos (Álvarez Fernández, 2018).

El grado de eficiencia y eficacia de sus activos fijos incide directamente en la calidad y cantidad de producción. Por lo que la cantidad de producción y su calidad está dado por el tiempo, que sería el tiempo de producción efectiva y tiempo de para por mantenimiento.

4.1.2. Objetivo del mantenimiento

Se puede sintetizar los objetivos de implementar un plan de mantenimiento en una empresa industrial, a través de los siguientes puntos.

- Maximizar la eficiencia en el área de producción.
- Prolongar la vida útil de los activos fijos.
- Preservar la seguridad de los operarios.

4.2. Tipos de mantenimiento

Como se presentó en la sección 1.1 del capítulo 1, evolución cronológica, a lo largo del tiempo, diversas metodologías de mantenimiento han sido propuestas y emplazadas en diversas realidades productivas. En esta sección, cada uno de los tipos de mantenimiento que se exponen a continuación, tienen como propósito general mantener en perfectas condiciones equipos y máquinas para sus respectivas actividades de producción. Todos estos tipos de mantenimientos incluyen actividades de visualización y lubricación,

considerada como esenciales en la planificación de controladores dentro de una planta productiva.

4.2.1. Mantenimiento correctivo

De acuerdo a su historia, el mantenimiento nace de acuerdo a las necesidades de la producción, llamado como primera generación del mantenimiento, el mantenimiento se extiende desde la revolución industrial hasta la primera guerra mundial. En ese entonces la industria no estaba altamente mecanizada, por lo que, no se daba mayor importancia al paro de máquina, esto significa que no hay mayor importancia de prevenir fallos en equipos y máquinas industriales. Las siguientes generaciones del mantenimiento trajeron consigo todos los tipos de mantenimientos (Martin, 2009).

El mantenimiento correctivo (*se aplican una vez detectada la falla*) tiene como objetivo corregir fallas, ejecutadas en las máquinas, equipos e instalaciones, a consecuencia de alguna avería. Por tanto, las labores de mantenimiento deben llevarse inmediatamente para recuperar la calidad del servicio (Ing. MSc. Palencia, 2012). Todo trabajo de mantenimiento correctivo, exige atención inmediata, para evitar pérdidas en la producción, en este tipo de mantenimiento los trabajos de recuperación no pueden ser programados. Los trabajos en la máquina deben ser realizados en un tiempo mínimo (Medrano Márquez, 2017). No tienen costo de mantenimiento presupuestado, porque son paradas no previstas.

Existen dos tipos de mantenimientos correctivos: mantenimiento programado y mantenimiento no programado.

El mantenimiento no programado es cuando la máquina deja de trabajar por situaciones indeseables y no se tiene tiempo de reaccionar. El mantenimiento programado es cuando la parada es sorpresiva e inmediata, pero si se tiene tiempo para reaccionar (Ing. MSc. Palencia, 2012).

4.2.2. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo, como su nombre lo indica, previene fallas mediante una planificación con el fin de mantener los equipos y máquinas en funcionamiento durante el máximo tiempo y coste razonable.

Todo mantenimiento consiste en técnicas encargadas del control y conservación de los equipos y máquinas desde el momento de su instalación y puesta en marcha, teniendo presente las especificaciones técnicas del fabricante. Este tipo de mantenimiento se puede realizar incluso cuando sus activos fijos estén en funcionamiento mediante una inspección visual, como por ejemplo la revisión de filtros de aire, inspección de fugas de aceite, etc. (Yeh & Lo, 2001).

a. Análisis del estado de las máquinas y equipos.

Dentro del mantenimiento preventivo implica conocer el estado actual de los activos fijos, conocer el lugar donde se realizará la planificación del mantenimiento, implementando un plan de seguimiento para cada equipo y máquina (Gallarà, Iván, Pontelli, n.d.).

Para que los equipos y máquinas entren en funcionamiento es necesario conocer las instalaciones eléctricas, que nos ayudan a suministrar energía a los diferentes activos fijos como son las máquinas y equipos. Estas instalaciones deberán ser realizadas de forma segura y eficiente, garantizando el correcto funcionamiento (Boero, 2017).

Existen técnicas para la detección de fallas dentro del mantenimiento preventivo, estos métodos son:

- Inspección visual
- Medición de temperatura.
- Fugas de aceite.
- Medición de vibraciones
- Control de corrosión y fisuras.

Dentro de los análisis de equipos y máquinas, se debe tener en cuenta para el levantamiento de información bajo el siguiente lineamiento:

- Marca
- Modelo
- Número de serie
- Año de fabricación
- Fecha de entrada en funcionamiento
- Potencia de la máquina
- Dimensiones

b. Importancia del mantenimiento preventivo dentro de una empresa

La importancia del mantenimiento preventivo ayuda preservar los equipos y máquinas durante un tiempo prolongado. El mantenimiento preventivo hace que las máquinas sean más fiables, pero también existen beneficios como; reducir las paradas no programadas, reducción de costes por mantenimiento correctivo, fiabilidad, seguridad, estos beneficios ayuda a que todos los activos fijos estén en óptimas condiciones para su funcionamiento (Jiménez Raya, 2013).

4.2.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo trata de examinar los elementos de los equipos y máquinas mediante técnicas predictivas, estas técnicas son aplicadas mediante la instrumentación de medidas y análisis de variables, como por ejemplo, fallas de potencia involucrados en el proceso de producción (Medrano Márquez, 2017). Existe técnicas tales como:

- Ultrasonico
- Radiografía
- Análisis termográfico
- Análisis de vibraciones
- Análisis de aceites y lubricación

Este tipo de mantenimiento es un conjunto de actividades ya programadas con la finalidad de detectar averías de los activos fijos antes que suceda (Ing. MSc. Palencia, 2012). La implementación de esta técnica como es el mantenimiento predictivo, permite

prolongar los intervalos destinados al mantenimiento con el único propósito de minimizar los tiempos de reparación (Boero, 2017)

a. Ventajas del Mantenimiento predictivo.

- Detección precoz de fallas a través de rutinas programadas de inspección y análisis.
- Reduce al mínimo los tiempos de parada en caso de corregir fallos.
- Permite monitorear la evolución de un defecto en tiempo real acerca de los procesos de planta.
- Permite la confección de archivos históricos del comportamiento de los equipos y máquinas por medio de un software especializado.
- Permite la toma de decisiones en momentos críticos, como, en momentos de parada de la línea de producción (relacionado con recursos humanos y repuestos) permite reconocer los requerimientos de los equipos y máquinas.

b. Desventajas del mantenimiento predictivo.

- Demasiado costosa, requiere equipo especializado y personal capacitado. Si el propósito de este mantenimiento se considera como una inversión, caso contrario no, se convierte en una desventaja una desventaja que implica capacitación continua del personal.

4.2.4. Comparación de costos entre mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo

Cada uno de estos métodos de mantenimiento generan costos cuando se requiere implementar uno o varios dentro de una empresa, para algunos propietarios de empresas pueden ser considerados como gastos innecesarios, en otros casos como una inversión para preservar sus equipos y máquinas, y en mayor de los casos como un seguro de producción (Valdivieso, 2010).

Se presenta un compendio económico en relación al mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.

Tabla 2. Comparación de costos de los tres tipos de mantenimiento más comunes.

COSTOS	CORECTIVO	PREVENTIVO	PREDICTIVO
Implementar	Bajo	Medio	Alto
Improductivos	Alto	Medio	Muy bajo
Tiempo de parada	Alto e indefinido	Predefinido	Mínimos
Repuestos	Alto e indefinido	Alto y definido	Mínimo

5. Marco metodológico

5.1. Análisis de la situación actual de la empresa

5.1.1. Historia

METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA. Inicia sus actividades comerciales el 6 de marzo de 2015 como micro sociedad, a cargo de los hermanos Morocho Belduma, siendo el señor Francisco Morocho Belduma el gerente general de la empresa.

Es así como se decide establecer esta empresa enfocada en calidad de sus productos, como política empresarial, lo cual se fundamenta en su experiencia en el campo de la metalmecánica. Don Francisco Morocho, al estar al frente de la empresa metalmecánica se plantea un plan estratégico de manera que refleje cual podría ser la táctica a seguir en un plazo determinado. En la Figura 1, se presenta un arte publicitario, en donde se puede apreciar los diversos proyectos en los cuales la empresa ha intervenido constructivamente.



Figura 1. Arte publicitario de la empresa METALMECÁNICA LOS PANCHOS

La sociedad de los hermanos se caracteriza por la innovación productiva, aportando calidad productiva, porque cuenta con maquinaria de punta y una gran experiencia de sus trabajadores, la empresa se interesa por cumplir al máximo con las necesidades de los clientes.

Misión

Fabricar carrocerías, baldes de volquetas utilizando personal calificado y de alta experiencia, con la tecnología, maquinaria apropiada brindando calidad y seguridad a sus consumidores, lo que permite garantizar la satisfacción de los clientes y comprometiéndose con el mejoramiento continuo.

Visión

Consolidar a “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.” como una empresa líder en la producción de baldes de volquetas, carrocerías dentro de la provincia y fuera de la misma, con proyección al mercado nacional sirviendo como referencia a las demás empresas dedicadas a metalmecánica.

5.1.2. Actividad económica de la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA.LTDA.”

La empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA.”, es una empresa dedicada a la elaboración de diferentes tipos de productos así, como, soldaduras especiales, construcción y reconstrucción de baldes para volquetes, etc. Estos productos son elaborados por medio de planchas metálicas.

Para la elaboración de estos productos en metal mecánica contamos con maquinaria de soldadura MIG, cortadora hidráulica QC12Y-12X2500, prensa plegadora hidráulica EHP 15-35. Por ende, se elabora un diagrama de proceso que se aprecia en la Figura 2.

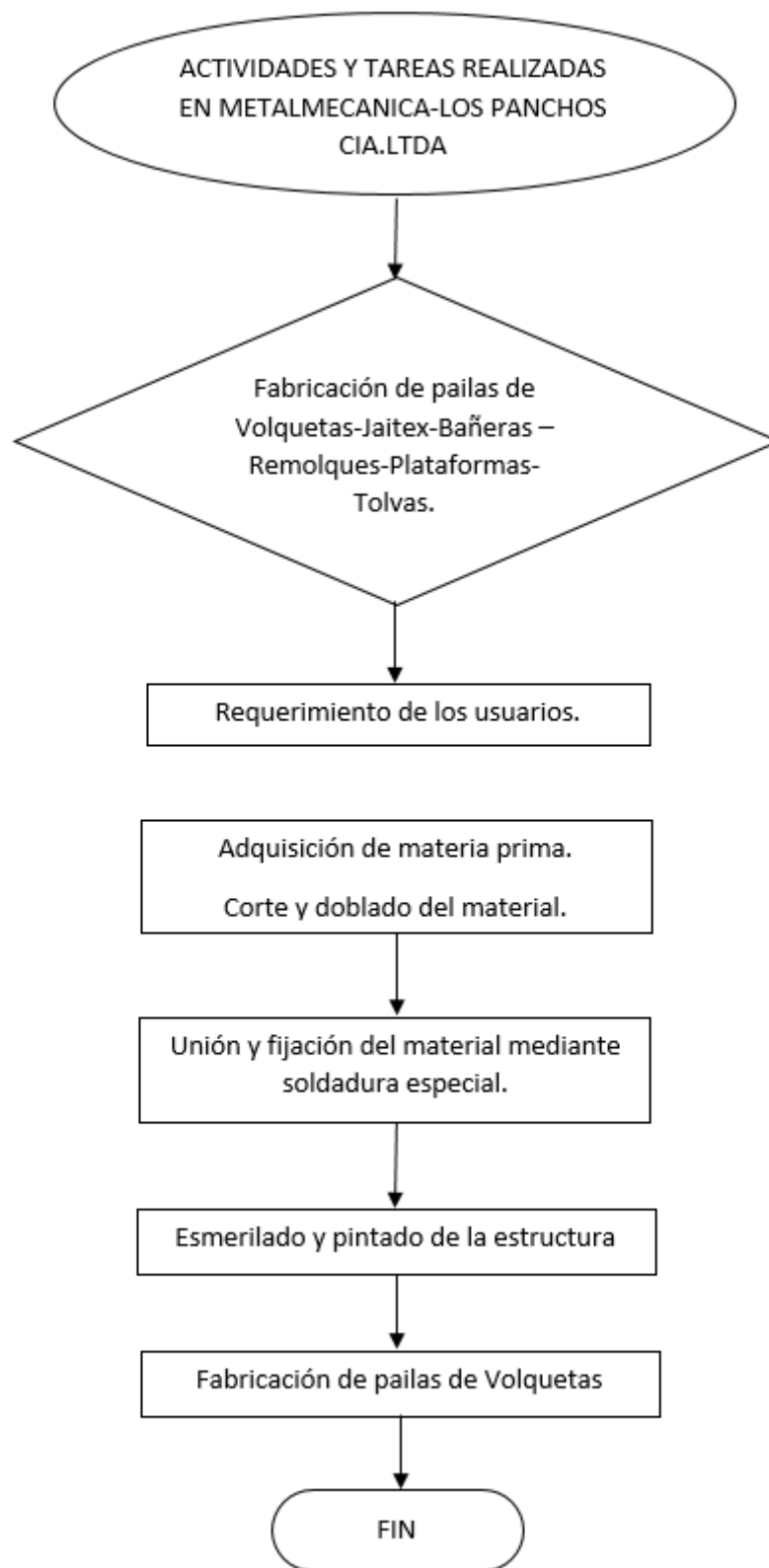


Figura 2. Diagrama de proceso.

5.1.3. Evaluación de la situación actual

La evaluación que se realizó a la empresa consistió en la recopilación de información en el contexto del estado de las máquinas y equipos de toda la empresa, y principalmente en el área de corte y doblado, por cuanto, en esta área se encuentra la maquinaria de mayor potencia y mayor frecuencia. Así como, la cantidad de intervenciones por mantenimiento realizado a cada máquina, la persona encargada de realizar los mantenimientos, cantidad de equipos y máquinas que cuenta dicha empresa de manera general.

Luego de realizar la evaluación de la situación actual de la empresa, se procederá con la digitalización del plano técnico para visualizar donde se encuentra la maquinaria y sus respectivos lugares de trabajo y ensamble. Luego la determinación del estado de las máquinas y equipos del área de corte y doblado mediante equipos de mantenimiento predictivo. Posteriormente la elaboración del plan de mantenimiento y la instrumentación mediante software comercial especializado.

5.1.4. Aspectos generales de la empresa

a. Ubicación geográfica de la empresa

“METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA” es una empresa con oficinas y planta de producción en la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay, se encuentran ubicados paralelos a la Av. Paseo Milchichig L-3 y Av. González Suárez. En la Figura 3 se puede apreciar la ubicación geográfica de la empresa.

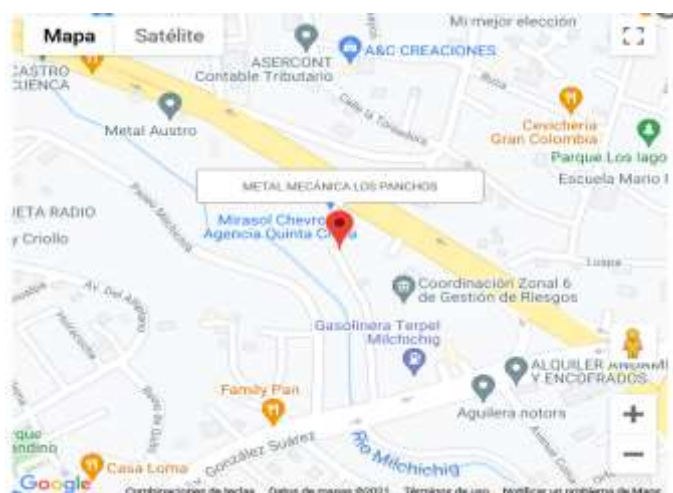


Figura 3. Ubicación geográfica de la empresa (www.nexdu.com/ec/cuenca-a/empresa/metal-mecanica-los-panchos)

b. Política general de la empresa en el contexto de mantenimiento

Cuanto a la política general de la empresa, Don Francisco Morocho, manifestó verbalmente “actualmente no existe un plan de mantenimiento preventivo, por lo que, los mantenimientos de sus máquinas son de tipo correctivo”. Lo cual es la premisa para la intervención planteada en el presente documento.

c. Aspectos propios de la empresa

Jornada de trabajo

Dentro de la jornada de trabajo en la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA”, son de ocho horas diarias que son de un solo turno, la jornada de trabajo a un solo turno puede facilitar el mantenimiento de las máquinas en el momento que exista una falla, ya que se podría recuperar estas horas perdidas por mantenimiento, prolongando la jornada de trabajo, por lo que, el tiempo perdido será mínimo.

Tamaño de la empresa

De acuerdo a la revista espacios (Ron & Sacoto, 2017), las empresas se clasifican según su tamaño ya sea por ingresos monetarios o número de trabajadores, como lo define el reglamento a la estructura de desarrollo productivo, establecidos en el código orgánico de la producción. En la *Tabla 3*. Se presenta el tamaño de la empresa de acuerdo al número de personal que labora.

Tabla 3. Tamaño de una empresa de acuerdo a la revista Espacios.

TAMAÑO DE LA EMPRESA	NÚMERO DE TRABAJADORES
Grande	Trabajadores: Entre 50 a 200 personas.
Mediana	Trabajadores: Entre 10 a 50 personas
Pequeña	Trabajadores: Entre 1 a 10 personas

De acuerdo al código establecido en el reglamento antes mencionado, La empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA” no posee una nómina de personal constante, por cuanto la demanda de producción es fluctuante. En todo caso, se puede estimar una cantidad de trabajadores de entre total de 7 a 9 personas, por lo que, la empresa califica como pequeña.

Grado de automatización industrial.

Para determinar el grado de automatización de una empresa se debe determinar de forma razonable y ordenada, el nivel de automatización dentro de cada proceso. En la Tabla 4. Se observa el grado de automatización de una empresa (Mendieta Mendieta, 2013).

Tabla 4. Grado de automatización

AUTOMATIZACIÓN	DESCRIPCIÓN
Alto	Cuando los procesos en su totalidad son automatizados, dentro de la empresa
Medio	Cuando el trabajo manual es igual a trabajo automatizado, dentro de la empresa
Bajo	Cuando la automatización es nulo dentro de la empresa, dentro de la empresa

De acuerdo a la descripción de la Tabla 4. El grado de automatización en la empresa es “Medio”, por lo que, los operarios son los encargados de ingresar material para el doblado o corte de material.

5.1.5. Plano de distribución de los espacios físicos, áreas de trabajo

Las áreas de trabajo se encuentran definidas de la siguiente manera:

- Área de corte y doblado
- Área de ensamble de los baldes de volquetas
- Área de montaje

En la Figura 4 se observa la imagen de un plano de planta de la distribución de las áreas de trabajo en la empresa. En el anexo 1, se presenta el plano técnico de planta que contiene toda la información referente a la distribución espacial de la empresa.

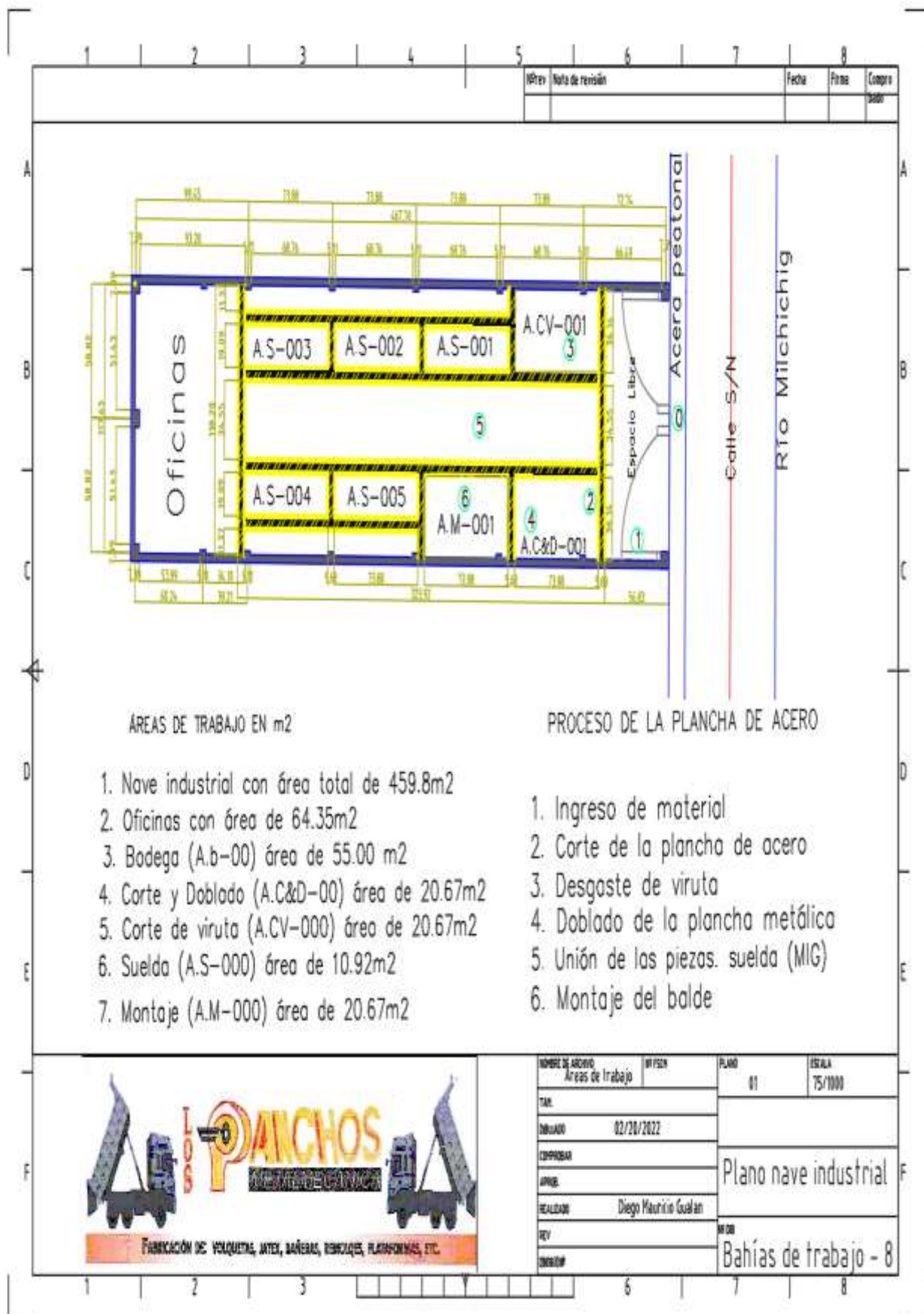


Figura 4. Distribución de las Áreas de Trabajo dentro de la empresa

La empresa cuenta con un área total de 459.80 m², la cual se encuentran distribuida conforme lo detalla la Tabla 5.

Tabla 5. Áreas de trabajo de la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA”

Área	Bahía de trabajo (m ²)	Especificaciones
Nave industrial	459,8 m ²	Cuenta con un tamaño ideal para realizar trabajos de metalmecánica, con una cubierta hecha de acero galvanizado, ideal para precautelar la seguridad de los operarios.
Oficinas	64,35 m ²	Desde aquí se realiza todo tipo de pedidos, ya sea materia prima o repuestos para las máquinas. La edificación está conformada de la siguiente manera: Planta alta: oficinas de gerencia y secretaria. Planta baja: estructura relacionado a la higiene de todo el personal de trabajo.
Bodega (A.B-000)	55,00 m ²	Primera fase: lugar donde se deposita el material, proveniente de los proveedores. Cuenta con una sola bahía de almacenamiento.
Corte y doblado (A.C&D-000)	20,67 m ²	Cuenta con una sola bahía de trabajo, pero se realizan dos fases que es, el corte y doblado de material. En esta fase dos, se realiza los cortes de material, de acuerdo a los planos de diseño, luego pasa a la fase tres para realizar el arranque de viruta y finalmente regresa a la bahía de trabajo para culminar con la fase cuatro que es, el doblado de material.
Corte de viruta (A.CV-000)	20,67 m ²	Realiza trabajos provenientes de la fase dos. En esta fase se realiza el arranque de viruta y cuenta con una sola bahía de trabajo.
Soldadora (A.S-000)	10,92 m ²	Fase cinco: cuenta con cinco bahías de trabajo cada una de estos lugares de trabajo son del mismo tamaño, enumerados del uno al cinco. Aquí se realiza la unión del material luego de haber pasado por las cuatro fases anteriores.
Montaje (A.M-000)	20,67 m ²	Última fase del proceso, se realiza el montaje de las pailas, a sus respectivas volquetas. Se realiza pruebas del trabajo que debe realizar una volqueta con su balde incorporado.

A. Área de corte y doblado (A.C&D-000)

Dentro del área de corte y doblado se encuentra emplazada una máquina de cizalla QC12Y-12x2500 y una plegadora EHP 15-35 que permite hacer cortes de la materia prima, así también cuenta con una plegadora EHP 15-35 encargada de realizar trabajos de doblado y cortes de las planchas. Ubicándose un equipo junto al otro como se puede apreciar en la Figura 5.



Figura 5. Área de corte y doblado A.C&D-00

1. Cizalla hidráulica modelo QC12Y-12x2500

Este tipo de cizalla hidráulica es utilizada para realizar trabajos de corte de materia prima, como las planchas metálicas de acero estructural ASTM grado 36 de 10 mm de espesor, y una capacidad máxima de 2500 mm de luz, cuenta con todos sus dispositivos de seguridad tanto de marcha, paro y bloqueo. Estos tres tipos de mandos son parte de la seguridad para los operarios de la máquina, evitando accidentes de alto riesgo.



Figura 6. Cizalla Hidráulica utilizada en "METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA"

2. Prensa plegadora hidráulica modelo EHP 15-35

Esta máquina fabrica ángulos y canales de distintos tamaños, conforme las necesidades del diseño estructural de gravitatoria. Dicha máquina cuenta con un actuador hidráulico con capacidad de 150 toneladas de presión y puede realizar doblado de planchas de acero ASTM A-36 de hasta 10 mm de espesor, con una luz de 3500 mm de longitud.

De acuerdo a la norma ecuatoriana de la construcción NEC-SE-DS cargas sísmicas, diseño sísmico resistente, es necesario cálculos y diseño de estructuras sísmicas resistentes. Para cada conjunto de elementos estructurales ensamblados es necesario cálculos porque están expuestos a cargas (Farkas & Jármai, 2008).

Requisitos de diseño según las normas ecuatorianas de la construcción.

De acuerdo a la norma de diseño se debe cumplir con 3 requisitos:

- El no colapso (condición de resistencia); se debe verificar que la estructura
 - NEC-SE-AC: Estructuras de acero,
 - NEC-SE-CG: Cargas no sísmicas.

No deben rebasar ningún estado límite de falla, para que se cumpla este numeral del no colapso, la estructura no debe colapsar cuando se somete a cargas máximas.

- Limitación de daños (deformaciones)
- Ductilidad; disipa la deformación inelástica, utilizando técnicas de diseño por capacidad de verificación de deformaciones plásticas.
 - En la NEC-SE-CG: se determinan los efectos de deformaciones elásticas.
 - En la NEC-SE-AC: se determina las resistencias y deformaciones.



Figura 7. Prensa Plegadora Hidráulica utilizada en "METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA."

Este tipo de plegadora hidráulica trabaja con dos cilindros hidráulicos sincronizados, ubicados en los marcos auto portantes de la máquina para mover la viga principal. Y aplica la carga bajo fuerza concentrada.

B. Área de soldadora de los baldes de volquetas (A.S-000)

Dentro del área de construcción de los baldes de volquetas, se cuenta con cinco secciones de trabajo “bahías”, de las cuales cada una de estas estaciones cuenta con una máquina soldadora, distribuidos matricial y ortogonalmente, como se puede observar en la Figura 8.



Figura 8. Área de construcción o ensamble (A.S-000)

1. Soldadora de gas inerte de molibdeno (MIG) modelo TL-3

Este tipo de soldadora utilizada en la empresa “METALMECÁNICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA” permite realizar proceso de unión de los materiales mediante electrodo en forma de bobina. En el mercado se emplea esta técnica con el fin de reducir el tiempo de producción.



Figura 9. Soldadora de gas inerte de molibdeno (MIG) modelo TL-3

Esta máquina al igual que las nombradas anteriormente cuenta con su respectiva puesta a tierra, para la seguridad de los operarios. Las características del alambre se puede revisar en la Tabla 8. Especificaciones soldadora MIG utilizadas en la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA”

C. Área de montaje (A.M-000)

El montaje del balde de volquetas se realiza mediante un tecele manual de rotación de 10 toneladas que permite el levantamiento y suspensión de cargas de gran tamaño y peso, el cual se encuentra sujeta al porta teces siendo perfecta en la mitad de su luz, la misma que se puede observar en la Figura 10.



Figura 10. Montaje del balde de volqueta mediante un tecele manual de rotación de 10 toneladas

Resumen de los equipos y herramientas menores que cuenta la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA”

Tabla 6. Especificaciones amoladora utilizada en la empresa “METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA”

MÁQUINA/EQUIPO		CANTIDAD
Amoladora: es una herramienta, que sirve para lijar, pulir y cortar material. Marca: Deawalt		8
Disco de corte	180 mm	
Potencia de entrada	2000 W	
Velocidad sin carga	8500 rpm	
Peso neto	4.2 Kg	

Tabla 7. Especificaciones taladro utilizada en la empresa "METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA"

MÁQUINA/EQUIPO		CANTIDAD
Taladro: es una herramienta, que sirve para realizar perforaciones en cualquier tipo de material.		3
Marca: Deawalt		
Capacidad de perforación	10 mm	
Potencia de entrada	600 W	
Velocidad sin carga	0-2800 rpm	
Peso neto	1.9 Kg	

Tabla 8. Especificaciones soldadora MIG utilizadas en la empresa "METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA"

MÁQUINA/EQUIPO		CANTIDAD
Soldadora de gas inerte de molibdeno (MIG): sirve para el terminado de proyectos como es la unión de material mecánico exigente.		7
Modelo: TL-3 con alimentador de alambre (wire feeder) De corriente continua a corriente alterna		
Incluye antorcha MIG, cable de tierra con pinza, manguera de gas, punta de contacto.		
Voltaje de entrada	220 V	
Corriente de soldadura		
Rango de corriente de operación	100~560 A	
Tamaño del cable	Ø0.8 - Ø1.6 mm	
Velocidad del alimentador de alambre	1.0 - 24 m/min	
Tamaño total de la máquina	1050x635x920 mm	
Peso Total	200 Kg	

Tabla 9. Especificaciones cizalla hidráulica utilizada en la empresa "METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA"

MÁQUINA/EQUIPO		CANTIDAD
Cizalla hidráulica: es una herramienta de corte activado por un motor eléctrico.		1
Modelo: QC12Y-12x2500		
Espesor de cizallamiento	12 mm	
Ancho de corte	2500 mm	
Resistencia a la tracción de la placa de corte	450 N/mm ²	
Ángulo de corte	2 °	
Rango de tope trasero	20-600 mm	
Longitud de la hoja	2600 mm	
Profundidad de garganta	80 mm	
Material de la hoja	6CrW2si	
Potencia del motor principal	15 KW	
Carrera	10 n/min	
Longitud	3295 mm	
Ancho	1800 mm	
Altura	1940 mm	

Tabla 10. Especificaciones plegadora hidráulica utilizada en la empresa "METALMECANICA-LOS PANCHOS CIA. LTDA"

MÁQUINA/EQUIPO		CANTIDAD
Plegadora hidráulica: es una herramienta de doblado de planchas metálicas. Tipo de máquina EHP 15-35		1
Capacidad	150 to	
Año de construcción	1980	
Longitud de trabajo	3500 mm	
Número de fábrica	26323	
Tipo de corriente	3~	
Frecuencia	50Hz	
Voltaje de funcionamiento	380 V	
Voltaje de control	220 V	
Corriente nominal	47 A	
Corriente nominal del fusible principal	63 A	
Esquema de circuito Nro.	209/169/10	

Tabla 11. Tecele modelo 1017250 MyH

MÁQUINA/EQUIPO		CANTIDAD
Tecele y su estructura La estructura metálica cuenta con 2 tecles en sus extremos. Capacidad de carga de 10 toneladas Izaje; Operación que permite el levantamiento y suspensión de cargas de gran tamaño y peso La cadena Grado 10 de elevación está marcada en relieve con el grado, la marca de fabricante y el lote de fabricación (aleación de acero)		2
Capacidad	10 Toneladas.	
Izaje estándar	5 m.	
Número de caídas	4	
Medida cadena de izaje	9,27 (4)	
Medida Cadena Manual	5,5 x 23,6	
Cadena grado	10	
Peso bruto	96,6 kg.	
Peso por metro adicional	8,23 kg	

5.1.6. Componentes de soldadora MIG modelo T.3

Antes de utilizar una soldadora MIG, es necesario conocer cada uno de sus componentes principales que conforman el equipo de soldadora MIG, al conocer cada parte del equipo podemos dar un buen mantenimiento en el caso que se lo requiera, de esta manera el equipo permanecerá en perfecto estado para poder realizar una soldadura de calidad (Metálicos, 2018).

A continuación, se presenta los principales componentes de un equipo de suelda MIG, en la Figura 11. Se puede apreciar las partes principales de la soldadora MIG

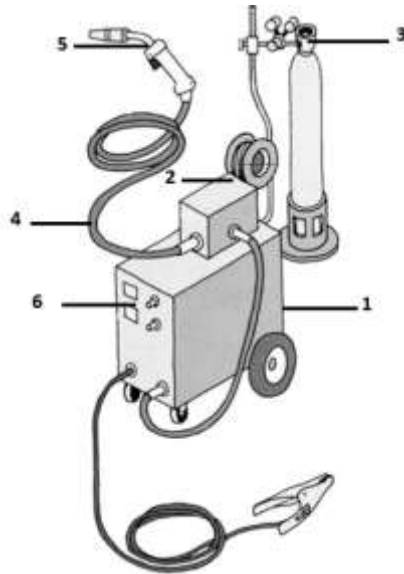


Figura 11. Componentes suelda MIG (HERRAMIENTAS, 2012)

1. *Fuente de alimentación de corriente:* consta de un transformador, que permite la reducción de tensión de la red y aumenta la intensidad. También cuenta con un transformados que convierte de corriente alterna a corriente continua (Metálicos, 2018).



Fuente de alimentación

Figura 12. Fuente de alimentación interna de la suelda MIG

2. *Dispositivo de alimentación de material de aportación:* todo este dispositivo está compuesto por el bobinado de alambre. Sistema de frenado del alambre; evitando el avance del alambre cuando se interrumpe la soldadura. Tubo guía; evita la curvatura del alambre de aportación antes de pasar por los rodillos. Estos rodillos son los

encargados de desplazar el material de aportación para realizar el cordón de soldadura (Metálicos, 2018).

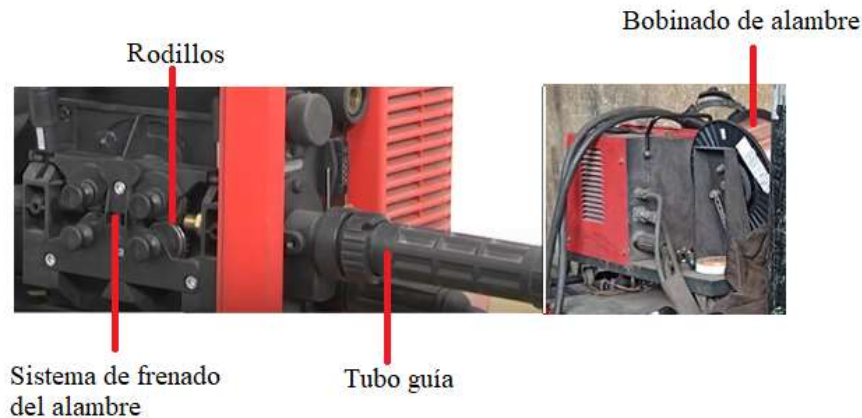


Figura 13. Conjunto de aportación de material de suelda.

3. *Sistema de protección de GAS:* el sistema de protección de gas cuenta con un manorreductor, electroválvulas de gas. El manorreductor está conformado por un caudalímetro de gas y manómetros, un manómetro de alta presión que mide la presión de la botella y una de baja presión que permite observar la presión de trabajo (Metálicos, 2018).



Figura 14. Conjunto de seguridad de la botella de gas MIG.

4. *Tubería:* la manguera puede desprenderse con facilidad porque incluye una boquilla de acople, en su interior la manguera cuenta con un tubo guía en forma de espirar por donde se desplaza el material de aportación (Metálicos, 2018).



Figura 15. Tubería desprendible de la soldadora MIG.

5. *Pistola o antorcha:* la pistola cuenta con un mango y un gatillo que le permite dirigir el alambre, una boquilla o tubo de contacto que transmite la corriente eléctrica al hilo, llamado baño de fusión, en el extremo de la antorcha cuenta con una boquilla, intercambiable rodeado por una tobera (Metálicos, 2018).



Figura 16. Pistola de soldadora MIG.

6. *Panel de control:* son unidades electrónicas de control de una máquina o equipo que nos permite regular voltaje, corriente y la velocidad del hilo. Procesando información de los diferentes sensores, que efectúan el control de funcionamiento del equipo.



Figura 17. Reguladores de corriente, tensión y velocidad del material de aportación MIG.

5.1.7. Componentes de cizalla hidráulica modelo QC12Y-12X2500

Es importante destacar que, para realizar trabajos en estas máquinas se debe tener en cuenta el funcionamiento de cada uno de los componentes o partes que conforman esta cizalla hidráulica. Con el concepto de una cizalla, ahora se tratará de identificar sus componentes principales, como se muestra en la Figura 18.

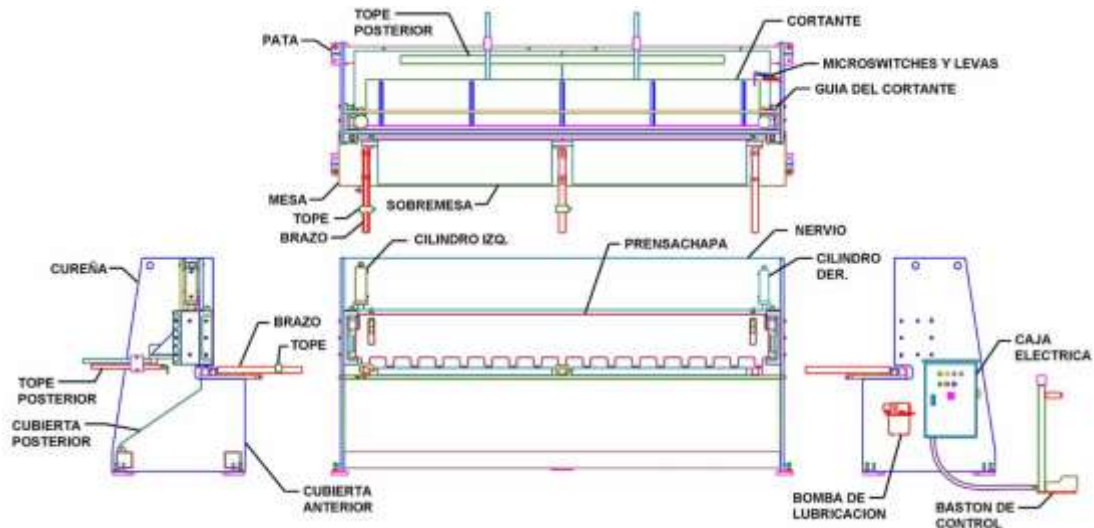


Figura 18. Componentes cizalla hidráulica

Brazo: este tipo de máquina cuenta con tres brazos, los mismos que son utilizados como soporte para la lámina de acero a cortar, uno de estos brazos es utilizado como herramienta de medición, ya que cuenta con mesa métrica graduada y son acoplados sobre la mesa de trabajo (Instrucciones, 2013).

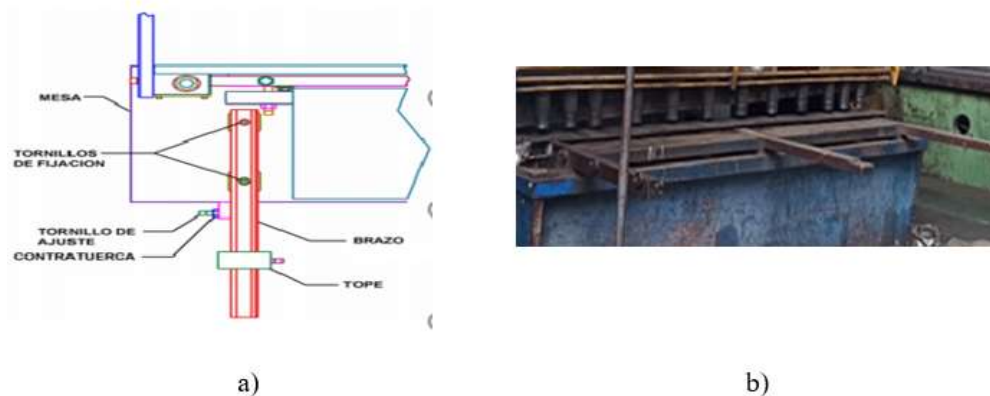


Figura 19. Brazos para el soporte de material. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Tope: estos topes se encuentran sobre los brazos, los brazos son utilizados como rieles para los topes. Los topes sirven para calibrar el ancho de corte de la plancha y en especial para amortiguar o detener el movimiento de un objeto, sin que se pase de un punto determinado (Hidr & Cnc, 2015).

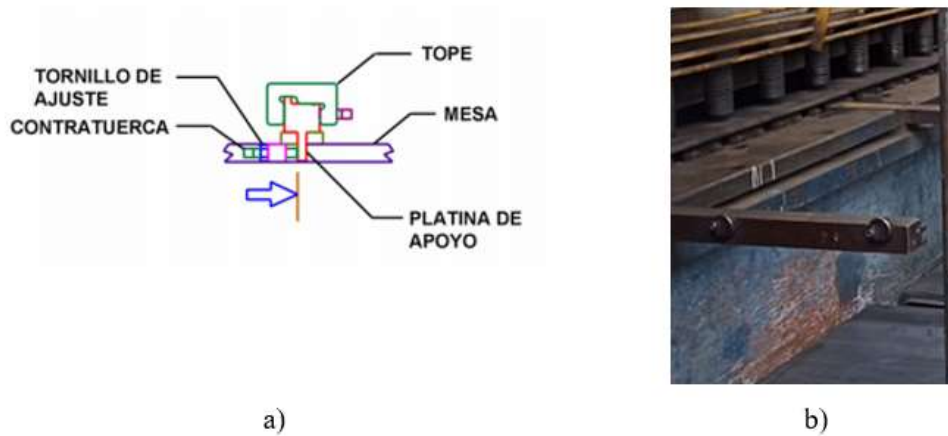


Figura 20. Topes de calibración de corte de material. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Prensa chapa o pisadores: actuadores hidráulicos, que en su interior cuenta con aceite hidráulico. Su capacidad técnica incluye fuerzas de compresión medidas en KN, y funciona como una prensa, que ayuda a inmovilizar la lámina, mientras más se extienden los resortes más fuerza ejerce sobre la lámina (Hidr & Cnc, 2015).

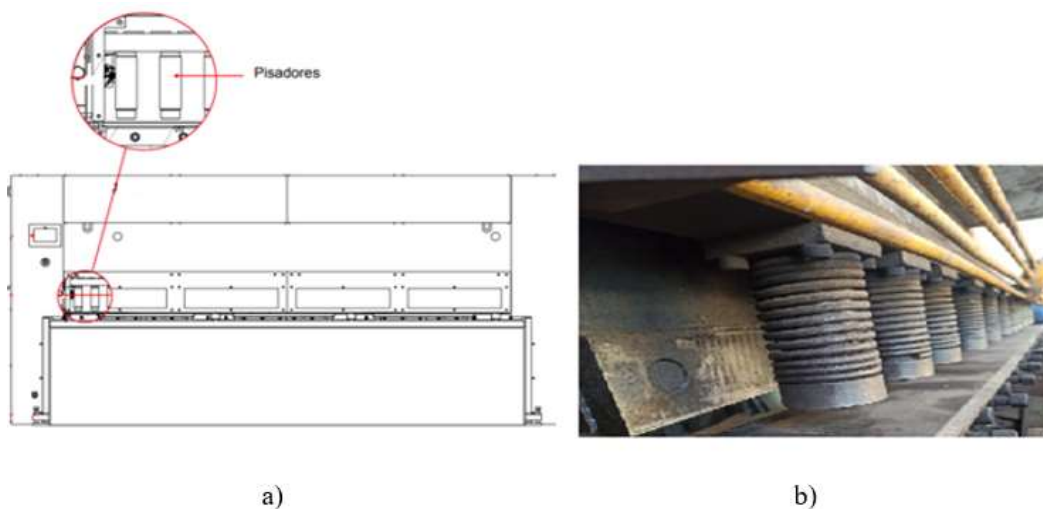


Figura 21. Prensa o pisadores de material. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Panel de control: un panel de control es una herramienta de configuración de una máquina o equipo que ayuda en la modificación de parámetros como ente caso, permite energizar cada uno de los componentes electrónicos y eléctricos para su respectivo trabajo. Más concretamente un panel de control funciona como un menú que ayuda al acceso a distintas opciones vinculadas a la máquina (Hidr & Cnc, 2015).

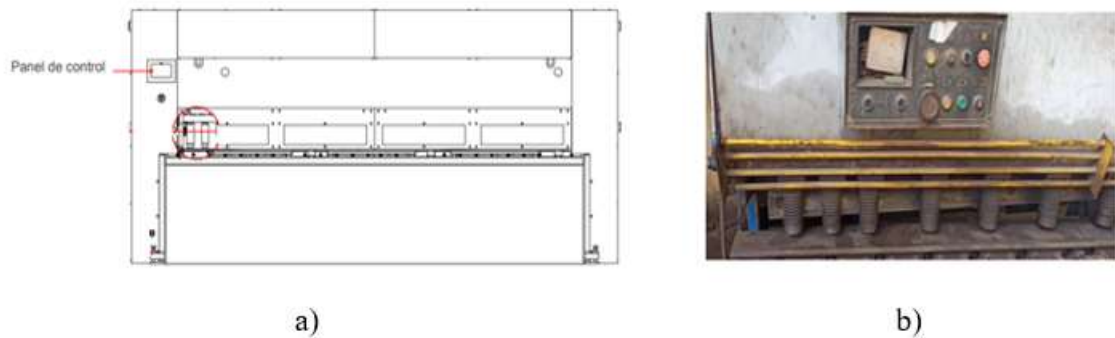


Figura 22. Panel de control. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Pedal: el pedal es un punto de contacto que transmite una señal a la máquina, al momento de aplicar un contacto permite mover los diferentes elementos electrónicos para que funcione conjuntamente con la bomba de aceite, el pedal es el encargado de realizar la subida y bajada de la cuchilla de corte (Hidr & Cnc, 2015).

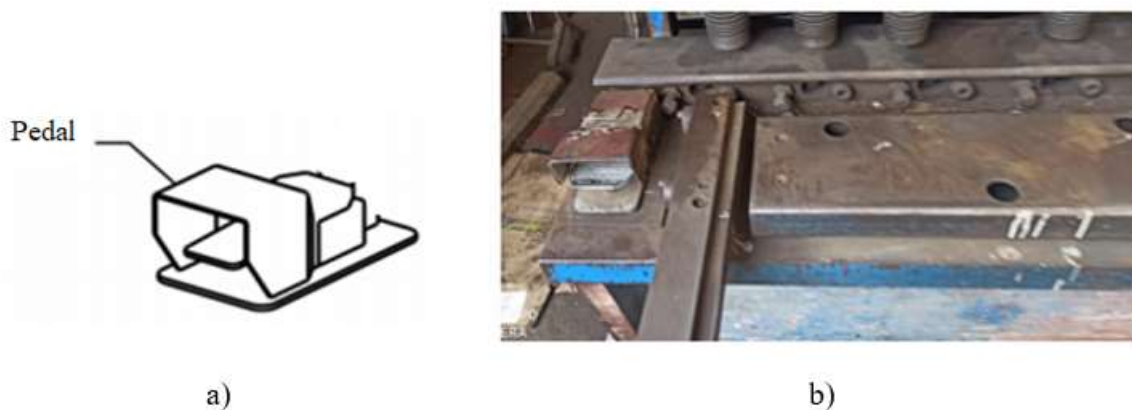


Figura 23. Pedal de accionamiento de la cuchilla de corte. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Cuchilla de corte: es un instrumento o herramienta de corte compuesto por una hoja de hierro acerado unido directamente a los dos cilindros hidráulicos, esta cuchilla está instalada sobre el cortante (sube y baja), es importante que el ángulo de la cuchilla esté bien calibrado, porque, de esto depende la calidad del corte (L, 2017).

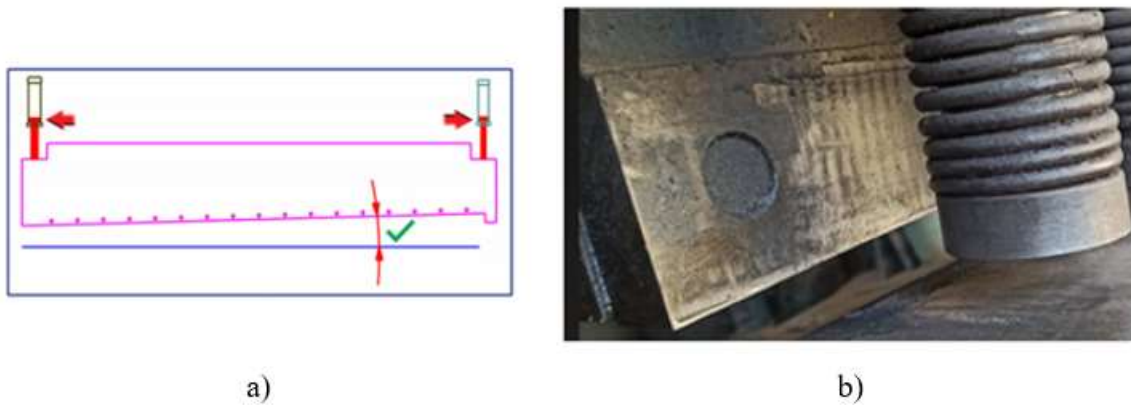


Figura 24. Cuchilla de corte de material. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa.

Motor eléctrico: es una parte sistemática de una máquina que tiene como objetivo el funcionar de un sistema, transformando la energía eléctrica en energía mecánica capaz de realizar un trabajo, el motor es la transmisión principal de la máquina que es el encargado de realizar un trabajo o tarea, siguiendo un modo ordenado capaz de llegar a un fin determinado (Instrucciones, 2013).



Figura 25. Motor principal de la máquina cizalla hidráulica. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa.

Bomba de aceite: encargada de distribuir el aceite lubricante de manera adecuada y uniforme hacia los sistemas que necesitan de aceite, los sistemas en rozamiento dependen de la correcta lubricación para rendir al máximo y durante un periodo de tiempo prolongado, y en este caso, la bomba es una transmisión secundaria de la máquina (Instrucciones, 2013).

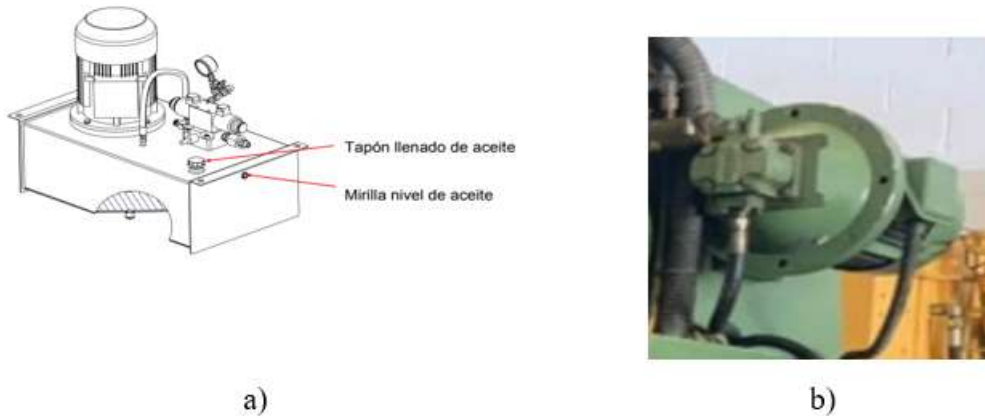


Figura 26. Bomba de aceite. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Mesa: superficie plana compuesta por un tablero horizontal de forma rectangular, a una altura adecuada, que sirve como plataforma, proporcionando una superficie de trabajo, en este caso sirve como plataforma para realizar corte de planchas metálicas (Hidr & Cnc, 2015).

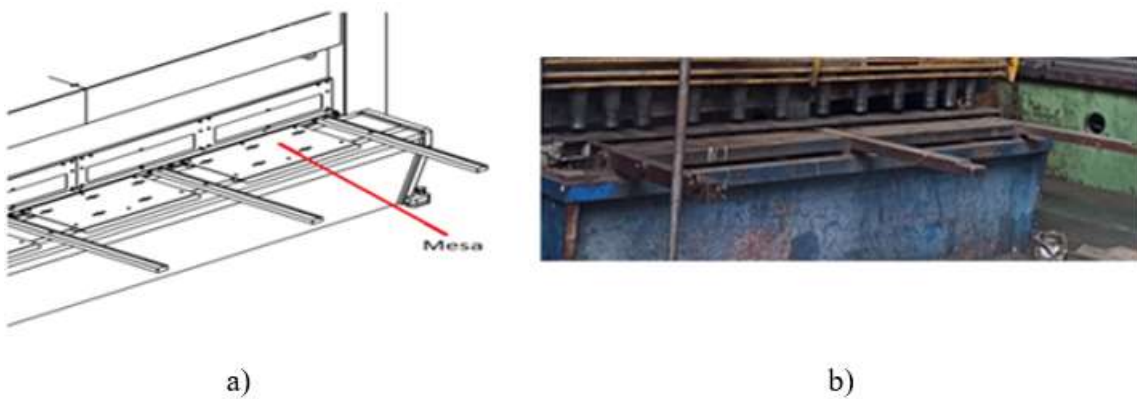


Figura 27. Superficie de trabajo. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Cilindros hidráulicos: actuador lineal que puede ser utilizado para diferentes trabajos, trabaja por medio de presión de un fluido generalmente aceite, este aceite genera

una presión hidráulica sobre el pistón haciendo que se mueva de arriba abajo en forma lineal, estos cilindros son los encargados de subir y bajar la chulla de corte (Hidr & Cnc, 2015).

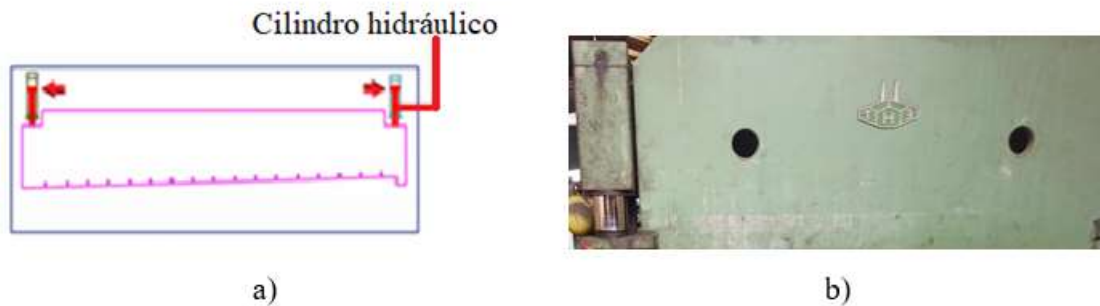


Figura 28. Pistones encargados de bajar y subir la cuchilla de corte. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Ciclo de corte: el ciclo de corte empieza con la cuchilla en el punto muerto superior, al accionar el pedal, la cuchilla baja cortando el material para luego regresar a su punto de inicio. Para empezar un nuevo ciclo de corte es necesario desactivar el pedal y volverlo a activar (Hidr & Cnc, 2015).

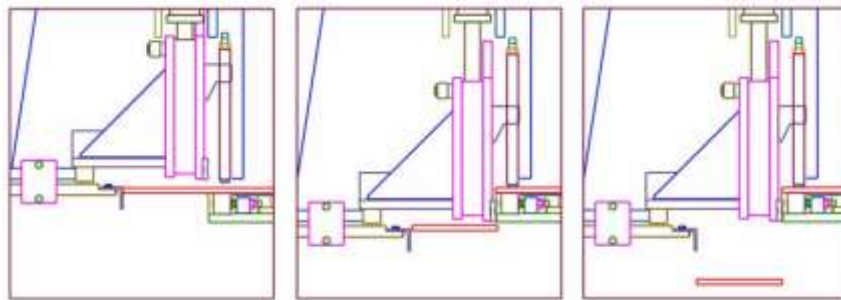


Figura 29. Ciclo de corte de la máquina (CIZALLA MODELO QC12Y-12X2500).

5.1.8. Componentes de plegadora hidráulica modelo EHP 15-35

El conjunto de piezas o partes que conforma la plegadora hidráulica EHP 15-35 se puede apreciar en la Figura 30.

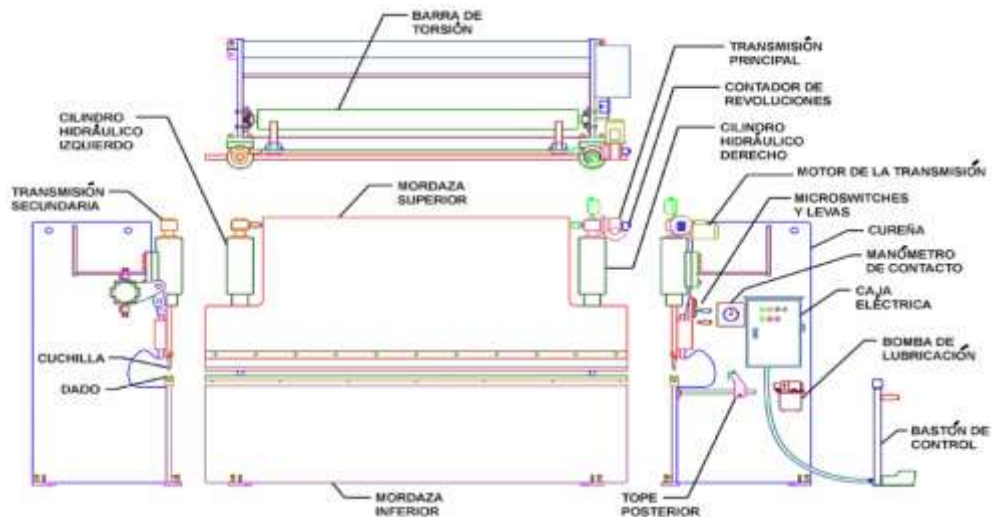
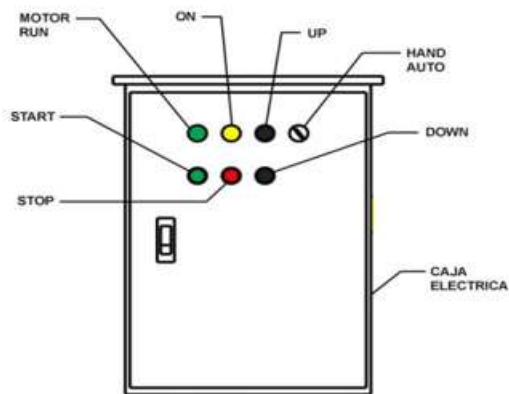


Figura 30. Componentes de la máquina plegadora.

Caja eléctrica: es una herramienta de configuración de una máquina o equipo que ayuda en la modificación de parámetros como este caso, permite energizar cada uno de los componentes electrónicos y eléctricos para su respectivo trabajo (L, 2017).



a)



b)

Figura 31. Panel de control de la plegadora. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Motor eléctrico: es una parte sistemática de una máquina que tiene como objetivo el funcionar de un sistema, transformar la energía eléctrica en energía mecánica capaz de realizar un trabajo, el motor es la transmisión principal de la máquina y es el encargado de realizar un trabajo o tarea, siguiendo un modo ordenado capaz de llegar a un fin determinado, el motor está conectado directamente a la caja eléctrica (Hidr & Cnc, 2015).



Figura 32. Motor principal de la plegadora. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Pedal: un panel de control funciona como un menú que ayuda al acceso a distintas opciones vinculadas a la máquina en este caso el pedal funciona como un controlador, al accionar la cuchilla baja, y al presionar el botón “UP” la cuchilla baja (Hidr & Cnc, 2015).



Figura 33. Controles de la cuchilla de la plegadora. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Dado: es una herramienta en forma de “X” (vista lateral) y vista desde la parte superior formaría un canal, esta pieza es la encargada de determinar el ángulo de plegado de la lámina, de acuerdo a las necesidades del cliente o necesidades de doblado (Hidr & Cnc, 2015).

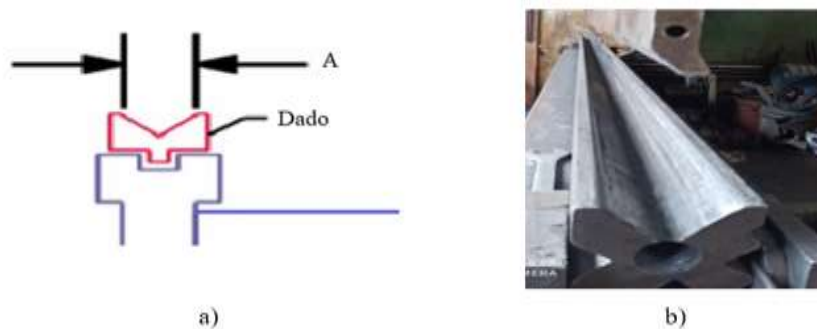


Figura 34. Dado de la plegadora. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Cuchilla: es una herramienta compuesto por una hoja de hierro acerado unido directamente a los dos cilindros hidráulicos, la cuchilla sube y baja cuando los cilindros hidráulicos son accionados mediante los controles, en el momento que baja la cuchilla debe penetrar el dado al lado más profundo para poder realizar un doblado adecuado (Instrucciones, 2013).

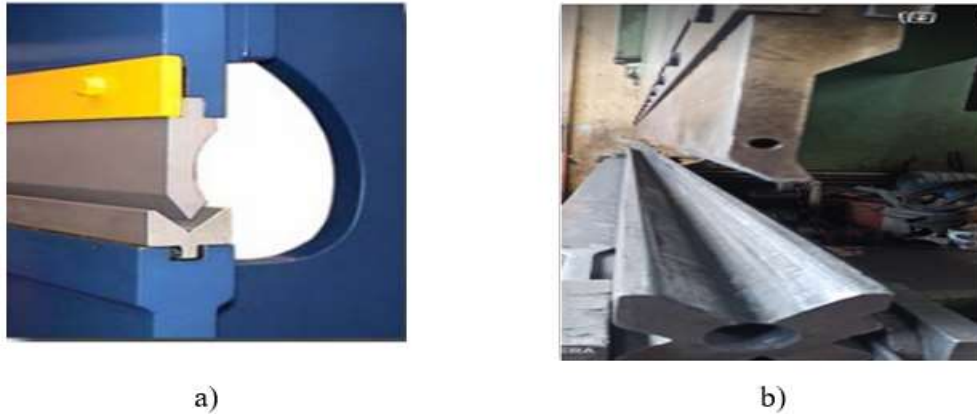


Figura 35. Cuchilla de doblado de material. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Cilindro hidráulico: el cilindro hidráulico es un actuador lineal que puede ser utilizado para diferentes trabajos, trabaja por medio de presión de un fluido generalmente aceite hidráulico, este aceite genera una presión hidráulica sobre el pistón haciendo que se mueva de arriba a abajo en forma lineal, al interior de los dos cilindros hidráulicos viene incorporado un tope mecánico interno que regula la velocidad del cilindro cuando llega al punto muerto inferior, y viene acoplado a la cuchilla de doblado (Instrucciones, 2013).

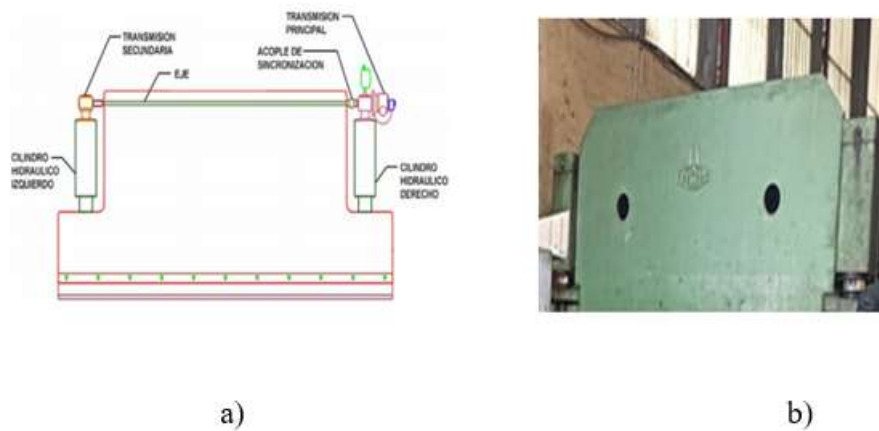


Figura 36. Pistones de trabajo de la cuchilla. a) Bosquejo ortogonal b) Fotografía digital de la máquina emplazada en la empresa

Ciclo de plegado: al momento de energizar la plegadora, todos los mandos están desactivados por seguridad industrial. El operario es el encargado de realizar el ciclo de trabajo (Hidr & Cnc, 2015).

1. Baja la cuchilla de manera perpendicular a la plancha metálica.
2. La cuchilla debe realizar el doblado penetrando al máximo el dado.
3. Realizado el ángulo de doblado requerido, la cuchilla nuevamente pasa a su punto muerto superior.
4. Todo este ciclo se produce mediante control manual.

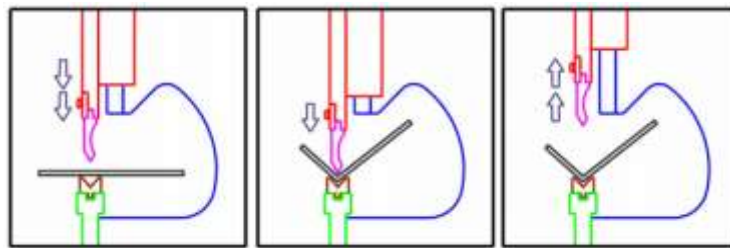


Figura 37. Ciclo de trabajo de la plegadora (MODELO EHP 15-35).

5.1.9. Ficha técnica de la maquinaria industrial del área de corte y doblado

La ficha técnica de maquinaria industrial, es un documento que detalla en forma breve las características de una máquina, material, procesos relacionados a la misma, principalmente. Con la finalidad de acceder a información oportuna en relación a los tipos de mantenimiento ejecutados, procesos productivos inmersos y repuestos habitualmente empleados.

Una ficha técnica debe contener como mínimo la siguiente información:

- Responsable de la máquina
- Marca de la máquina
- Modelo de la máquina
- Actividad que realiza en el proceso de levantamiento de información
- Actividad que realiza en el proceso predictivo
- Fecha ultima de mantenimiento
- Observaciones.



	MANTENIMIENTO		FECHA:	1/27/2022
	FICHA TÉCNICA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION MAQUINARIA		SERIE:	0
			REVISIÓN:	J. S.
			# de Pag.	1
RESPONSABLE- LEVANTAMIENTO DE INFORMACION: DMGS				
CÓDIGO MÁQUINA:		TRABAJO		
A-C00		FECHA DE INICIO	HORA DE INICIO	
SECCION:	ÁREA:	1/2/2022	15:00	
PLEGADORA	CORTE Y DOBLADO	TIEMPO TOTAL DE MANTENIMIENTO:	En horas	
DESCRIPCION:		FECHA FINAL	HORA FINAL	
PLEDORA HIDRÁULICA MODELO EHP 15-35		1/2/2022	18:00	
CARACTERÍSTICAS GENERALES				
PESO:	7.300 Kg	FUNCION: La plegadora tiene como función, plegar y conformar piezas metálicas, como por Ejemplo: La plancha metálica al estar situada entre el punzón y la matriz.		
ALTURA:	2.450 mm			
ANCHO:	1.46 mm			
LARGO:	3.30 mm			
VOLTAJE:	380 V			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
POTENCIA MOTOR:	7,5 kW.	PLACA DEL MOTOR		
PRESIÓN:	150 to			
DIÁMETRO DEL LOS PISTONES:	S/Inf			
TIPO DE HIDRÁULICO:	5W-30			
AÑO DEL EQUIPO:	1980			
PUESTA EN MARCHA:	S/Inf			
MANTENIMIENTO:	Mant-Preventivo			
OBSERVACIONES:	Disponer de un registro en el que describan los tipos de mantenimiento realizados en la máquina.			
	Antes de su funcionamiento revisar los niveles de aceite.			
	Analizar los métodos de trabajo de cada estación de trabajo.			
	Reduzca los tiempos de mantenimiento al definir cuál es la mejor opción de mantenimiento para cada tipo de máquina.			

Figura 38. Ficha Técnica plegadora hidráulica MODELO EHP 15-35.




	MANTENIMIENTO		FECHA:	1/27/2022
	FICHA TÉCNICA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION MAQUINARIA		SERIE:	0
			REVISIÓN:	J. S.
			# de Pag.	2
RESPONSABLE- LEVANTAMIENTO DE INFORMACION: DMGS				
CÓDIGO MÁQUINA:		TRABAJO		
A-C00		FECHA DE INICIO	HORA DE INICIO	
SECCION:	ÁREA:	1/2/2022	15:00	
CIZALLA	CORTE Y DOBLADO	TIEMPO TOTAL DE MANTENIMIENTO:	3 horas	
DESCRIPCION:		FECHA FINAL	HORA FINAL	
cizalla hidráulica modelo QC12Y-12x2500		1/2/2022	18:00	
CARACTERÍSTICAS GENERALES				
PESO:	7.300 Kg	FUNCION: La Cizalla hidráulica está diseñada para cortar, y lo hace mediante la presión		
ALTURA:	3295 mm			
ANCHO:	1800 mm			
LARGO:	1940 mm			
VOLTAJE:	380 V			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
POTENCIA MOTOR:	15 kW	PLACA DEL MOTOR		
PRESIÓN:	150 to			
DIÁMETRO DEL LOS PISTONES:	S/Inf			
TIPO DE HIDRÁULICO:	5W-30			
AÑO DEL EQUIPO:	1980			
PUESTA EN MARCHA:	S/Inf			
MANTENIMIENTO:	Mant-Preventivo			
OBSERVACIONES:	<p>Disponer de un registro en el que describan los tipos de mantenimiento realizados en la máquina.</p> <p>Antes de su funcionamiento revisar los niveles de aceite.</p> <p>Analizar los métodos de trabajo de cada estación de trabajo.</p> <p>Reduzca los tiempos de mantenimiento al definir cuál es la mejor opción de mantenimiento para cada tipo de máquina.</p>			

Figura 39. Ficha técnica cizalla hidráulica MODELO QC12Y-12X2500.



	MANTENIMIENTO		FECHA:	12/7/2021
	FICHA TÉCNICA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACION MAQUINARIA		SERIE:	0
			REVISIÓN:	J. S.
			# de Pag.	3
RESPONSABLE- LEVANTAMIENTO DE INFORMACION: DMGS				
CÓDIGO MÁQUINA:		TRABAJOS		
A-C00		FECHA DE INICIO	HORA DE INICIO	
SECCION:	ÁREA:	1/2/2022	15:00	
SUELDA	CORTE Y DOBLADO	TIEMPO TOTAL DE MANTENIMIENTO:	3 horas	
DESCRIPCION:		FECHA FINAL	HORA FINAL	
soldadora MIG MODELO T-3		1/2/2022	18:00	
CARACTERÍSTICAS GENERALES				
PESO:	200 Kg	FUNCION: Es unir piezas metalicas mediante el proceso de soldadura por arco. El arco es producido a través de un electrodo que se origina con un hilo continuo y piezas para enlazar.		
ALTURA:	920 mm			
ANCHO:	635 mm			
LARGO:	1050 mm			
VOLTAJE:	220 V			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
POTENCIA MOTOR:	80 w	PLACA DEL MOTOR		
TIPO DE CORRIENTE:	CC			
DIÁMETRO DEL LOS PISTONES:	1.0-24 m/min			
TIPO DE HIDRÁULICO:	E R 70 S - x			
AÑO DEL EQUIPO:	Sin información			
PUESTA EN MARCHA:	Sin información			
MANTENIMIENTO:	Mant-preventivo			
OBSERVACIONES:	Disponer de un registro en el que describan los tipos de mantenimiento realizados en la máquina. Con la finalidad de mejorar la eficiencia de la máquina.			
	Analizar los métodos de trabajo de cada estación de trabajo.			
	Reduzca los tiempos de mantenimiento al definir cuál es la mejor opción de mantenimiento para cada tipo de máquina.			



Figura 40. Ficha técnica suelda MIG modelo T-3

5.2. Estudio de normativa aplicada a la electrohidráulica

5.2.1. Electrohidráulica

La electrohidráulica es la combinación de dos técnicas como son: la eléctrica y la hidráulica, encargadas de controlar los movimientos de las máquinas y equipos industriales mediante flujo de aceite o algún fluido sintético. Existen mecanismos de control que pueden ser de naturaleza mecánica, hidráulico y electrohidráulico. Siendo la electrohidráulica la encargada de manipular estos mecanismos por medio de señales electrónicas como son: los motores hidráulicos, cilindros, elevadores y sistemas de transporte, máquinas y equipos industriales, máquinas para la construcción (Narro, 2002).

5.2.2. Norma ISO Serie 9000 relacionado al mantenimiento industrial

La norma de estandarización internacional de las organizaciones (I.S.O) conformadas por varios países, con sede en Suiza, en el año de 1987 las organizaciones se pusieron de acuerdo en homogeneizar las diversas normas dispersas en una sola serie (serie 9000) (Tavares, 2000).

La norma ISO 9000 certifica a sus clientes, acreditando que la empresa tiene un sistema de gestión, para poder proceder a dar soluciones referentes a la calidad. Pero la certificación no garantiza que los productos o servicios de la empresa no van a presentar fallos.

La norma ISO no son de carácter obligatorio o legal, dentro de la certificación buscan describir los elementos principales o básicos los cuales los sistemas de aseguramiento pueden ser implementados.

A partir del año 1994 las normas ISO con serie 9000, consideraba que el mantenimiento industrial no se constituía como una actividad de la empresa, dado a que no tenía relación con actividades de mercado. Hecho las revisiones en el mismo año, el mantenimiento industrial pasa a ser reconocido por la ISO. Incluyendo como requisito proporcionar un mantenimiento adecuado a las máquinas y equipos para garantizar la calidad del producto y su capacidad continua del proceso (Sierra Alvarez, 2004).

Todos los proveedores tienen el derecho a determinar qué es lo más adecuado para su empresa, así mismo, un auditor que conozca del tema o proceso tiene el mismo derecho

a cuestionar. Todo auditor tiene que probar que no es adecuado para la empresa mediante evidencias (Tavares, 2000).

Las empresas que deseen obtener o mantener la certificación, deben elaborar un manual de procedimientos relacionados al mantenimiento, enfocadas en operación. Todos los procedimientos deberán indicar:

- Objetivo: actividad responsable de la función del mantenimiento, confiabilidad operacional de las máquinas, obras e instalaciones.
- Referencias: todos los documentos internos y externos utilizados en la elaboración de gestión del mantenimiento de la empresa.
- Áreas involucradas: lugares de trabajo que serán involucrados con el mantenimiento.
- Estándares adoptados: indicados por el comité de ingeniería (terminología).
- Estructura organizacional del órgano del mantenimiento: cada área con su organigrama.
- Control: control o seguimiento de actividades programadas y no programadas.
- Historial: registros históricos de acciones correctivas y preventivas si existen.
- Tratamiento de datos: índices, gráficos y consultas (informes de gestión).

Estos procedimientos deberán ser documentados y detallados de todo el procedimiento realizado durante la investigación (Sierra Alvarez, 2004).

5.2.3. Seguridad de maquinaria según normas internacionales

Según el artículo escrito por Otto Görneman (Otto, n.d.), habla sobre la seguridad en máquinas basadas en evaluación de riesgos. Dice que, toda máquina funcional requiere de fuerza y velocidad, para poder realizar trabajos de masas en movimiento, corte de piezas y aguantar altas temperaturas. Por lo que se puede generalizar, que todo tipo de máquina genera peligro (Sierra Alvarez, 2004).

Cada país establece la seguridad de las máquinas y su uso mediante disposiciones legales y normas técnicas diferentes. Estas normas van dirigidas directamente a la regulación de puesta en el mercado, su comercialización y su uso. Se dice que las normas no son obligatorias, pero las regulaciones son de cumplimiento obligatorio.

1. Regulaciones

Las regulaciones existen en muchos países industrializados para la puesta en mercado, pero muy pocos son los que acatan esta regulación. Por ejemplo: las directivas europeas regulan la seguridad de sus máquinas utilizadas directamente en la industria. Estas directivas obligan directamente a los fabricantes de equipos y máquinas a implementar medidas preventivas adecuadas al momento de su diseño, redactar instrucciones de uso de máquina, planos, cálculos, pruebas y evaluando su funcionalidad de la máquina, con esto se trata de conseguir que se cumplan los requisitos mínimos de sus equipos de trabajo, garantizando así la seguridad y salud laboral (Alvarez, 2016).

2. Normas industriales dedicadas a la tecnología

Son documentos que conllevan especificaciones técnicas, las normas son voluntarias, aunque se usen para concretar requisitos legales. Las normas están basadas en el desarrollo tecnológico y experiencia técnica, pero no al estado actual de la ciencia y tecnología. La ISO es quien regula y elabora las normas dedicadas a todas las tecnologías (Sierra Alvarez, 2004).

3. Norma de seguridad de máquina

De acuerdo a la norma de seguridad de máquina ISO se distingue tres tipos de normas:

- Norma tipo A
- Norma tipo B
- Norma tipo B1
- Norma tipo B2
 - Norma tipo C

Tipo A.- norma esencial que precisa la seguridad de diseño que agrupan aspectos generales que pueden ser aplicados a todos los tipos de máquinas.

Tipo B.- norma de funciones de seguridad que pueden ser utilizados para una amplia gama de máquinas (seguridad de las máquinas). La norma de tipo B se divide en:

Tipo B1.- seguridad eléctrica, control de máquina.

Tipo B2.- mandos bimanuales, equipos de protección electrosensitivos.

Tipo C.- norma para maquinaria específica, prioridad sobre las normas descritas. Esta norma contiene todos los requisitos de seguridad de máquina como, por ejemplo: prensa hidráulica.

Cuando se habla de la norma tipo C, se habla de la norma ISO 16092-3 encargado de los principios generales de diseño, encargados de analizar los peligros existentes en la máquina a evaluar. Este tipo de norma debe tener en cuenta todos los peligros y riesgos que puedan dañar o afectar directamente al operador de la máquina (Heras, 2011).

La norma ISO 16092-3 es la encargada de identificar los peligros existentes como, mecánicos, eléctricos, térmicos hidráulicos. Así como también se debe tener en cuenta las fases de vida útil de la máquina puesta en marcha. Estas fases pueden ser: producción, mantenimiento, limpieza general de la máquina y búsqueda de fallos más comunes.

Tabla 12. Resumen de normas europeas (EN) y normas ISO (Heras, 2011).

Prensas	Normas
a) Seguridad de las máquinas herramienta. Prensas. Parte 1: Requisitos generales de seguridad	EN-ISO 16092-1
b) Máquinas herramienta. Seguridad de las prensas. Parte 2: Requisitos de seguridad para prensas mecánicas	EN-ISO 16092-2
c) Seguridad de las máquinas herramienta. Prensas. Parte 3: Requisitos de seguridad para prensas hidráulicas	EN-ISO 16092-3
d) Seguridad de las máquinas herramienta. Prensas. Parte 4: Requisitos de seguridad para prensas neumáticas	ISO 16092-4
e) Prensas plegadoras hidráulicas	EN 12622
f) Máquinas para plásticos y caucho	EN 289

4. Seguridad de máquinas y herramientas prensas hidráulicas norma ISO 16092-3.

4.1. Requisitos de seguridad para prensas hidráulicas

Sistemas hidráulicos ISO 16092-3: 2017, 5.2.3

De acuerdo a la seguridad de máquina-herramienta estudiado en el inciso 5.2.3.3 dice lo siguiente. Las prensas hidráulicas deben cumplir con requisitos de seguridad, medidas de protección de acuerdo a la norma ISO 16092-3. Para prensas hidráulicas como es el caso de la plegadora hidráulica, cizalla hidráulica, estudiada en esta tesis, se debe tener en cuenta las medidas necesarias para proteger el cilindro y los componentes que contienen fluidos.

Estos componentes están protegidos por una válvula de alivio que bloquea el paso de fluido contra ajustes no autorizados. La válvula de alivio está fijada a una presión del 10% por encima de la presión máxima establecida por el fabricante en caso de fallas (International standard Presses, 2017).

Sistemas eléctricos ISO 16092-1: 2017, 5.2.4

Según el inciso 5.3.2 trata los peligros comunes significativos, eventos relevantes para prensas hidráulicas que están destinados a trabajar en metal. Este apartado define los requisitos de seguridad comunes para las prensas hidráulicas y se utilizará en conexión con otras partes de la serie ISO 16092. Dentro del sistema eléctrico se debe tener en cuenta la velocidad de paro de emergencia que se encuentra en el panel de control (dice que no debe exceder los 5 segundos) al momento de presionar el botón, el panel de control debe tener un solo botón de paro de marcha (International standard Presses, 2017).

5.3. Análisis del estado de las máquinas mediante ensayos no destructivos

El análisis de equipos y máquinas, es muy importante dentro del mantenimiento, este análisis funciona como una herramienta de diagnóstico técnico siendo clave para las empresas, porque, permite la evaluación de cada elemento o partes que conforman una máquina. Esto se puede lograr únicamente mediante un plan o programa de mantenimiento preventivo, con este programa se pretende anticipar a fallos mecánicos y eléctricos más comunes en la máquina, de esta manera dar soluciones inmediatas (Sánchez, 2017).

Hoy en día existen varias técnicas de análisis relacionados al mantenimiento preventivo, así como:

- Análisis por ultrasonido
- Análisis mediante cámara térmica
- Análisis y vibraciones
- Análisis de aceite

5.3.1. Análisis por ultrasonido

Esta técnica es conocida como el ensayo no destructivo de tipo mecánico, porque, es aplicado para conocer el tipo de material. De acuerdo al tipo material, se estudia la velocidad máxima de propagación de la onda sonora que puede llegar a producir una máquina cuando se encuentra en funcionamiento, cuando una máquina llega a presentar fallas, el sonido se vuelve de alta frecuencia (Castillo González & Inostroza Hernández, 2013).

Este tipo de análisis por ultra sonido es prácticamente una vibración mecánica conocido como impedancia acústica, que no puede ser captado por el oído humano, porque, el rango de frecuencia pasa los 20 Hz y 20KHz que el oído de una persona puede captar (Castillo González & Inostroza Hernández, 2013).

Onda: conocido en la materia de física como, transmisión de energía sin desplazamiento de materia. Perturbación que se desplaza en un ambiente determinado.

Oscilación: variación o movimiento repetido de una onda.

Sonido: propagación de ondas a través de un medio.

Cuando se utiliza este tipo de equipos, para realizar mediciones de distancia, caracterización interna del material, ensayos no destructivos. Donde la técnica de vibraciones tiene poco alcance, el detector de ultra sonido prevalece por su capacidad de alcance dentro de una máquina como, por ejemplo:

- Fricción en máquinas rotativas.

Es necesario tener en cuenta, las normas establecidas que permite el ensayo no destructivo, evaluar los ensayos, aquí algunas normas como, sociedad americana para pruebas y materiales (American Society for Testing and Materials, ASTM), sociedad americana de ingenieros mecánicos (American Society of Mechanical Engineers, ASME), Instituto Americano de Petróleo (American Petroleum Institute, API) y sociedad americana de soldadura (American Welding Society, AWS), entre otras.

Cada uno de las inspecciones o ensayos realizados por las normas se pueden dividir de la siguiente manera:

- Ensayos destructivos.
- Ensayos no destructivos.

Dentro de los ensayos destructivos tiene como objetivo principal determinar cuantitativamente un valor, como resistencia mecánica, tenacidad o dureza del material. En el tipo de ensayo destructivo involucran pruebas como el daño del material en las probetas ya que son aplicados directamente el método físico alterando la forma de la probeta.

En los ensayos no destructivos de los materiales, las pruebas son indirectamente, como lo son, transmisión del sonido, negación al paso de radiación. Que tiene como objetivo principal verificar y examinar la sanidad de las piezas puestas a los ensayos de estudio.

Cuando se realiza este tipo de ensayos o pruebas no se busca las propiedades físicas inherentes de los componentes (piezas), si no, verificar la homogeneidad y continuidad sin que se dañe las propiedades físicas, químicas o su forma (Sánchez, 2017).

Las normas varían según los ensayos no destructivos donde se aplique, como, por ejemplo:

- I. Según la técnica de inspección.
 - Inspección superficial
 - Inspección volumétrica
 - Inspección de la integridad o hermeticidad
- II. Según el tipo de fenómeno físico.
 - Ondas electromagnéticas
 - Ondas elásticas o acústicas
- III. Según las características del material.
 - Defectología, como el deterioro ambiental, discontinuidades.
 - Caracterización.
 - Metrología, dimensiones, espesor.

Norma para el análisis por ultrasonido

- Norma ASTM E2544-09

Es una de las normas más utilizadas dentro de los ensayos no destructibles, proporcionando guías, métodos y técnicas para detectar y evaluar los defectos de un material. En este caso para el análisis por ultrasonido, se utiliza la norma como ASTM E2544-09 que hace referencia a los requisitos que tiene por objetivo controlar la calidad de los datos tomados por el equipo de ultrasonido (Castillo González & Inostroza Hernández, 2013).

- Características del equipo ultrasónico modelo 2100 tipo 2

Este tipo de medidores de mano son fáciles de utilizar cuenta con las siguientes características:

- Pantalla LCD: proporciona una lectura numérica del nivel de sonido en incrementos de 0,1 dB y su pantalla proporciona una lectura numérica.
- Micrófono: Ingreso de señal
- Preamplificador fijo
- Interruptor SPL: muestra continuamente el nivel de sonido (datos numéricos en la pantalla LCD), actualizando automáticamente la lectura actual a una velocidad de una vez por segundo
- Interruptor MAX: captura el sonido más alto. No se actualiza manualmente
- Interruptor “F”: respuesta inmediata
- Interruptor “S”: respuesta lenta
- Botón CAL: principalmente para ingresar calibración, pero también funciona como una flecha hacia abajo durante la configuración

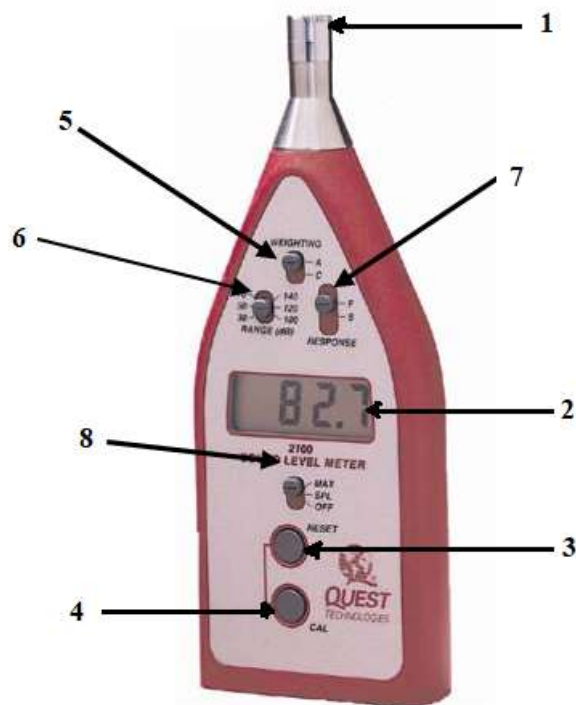


Figura 41. (Sonómetro) Equipo ultrasónico modelo 2100

1. Micrófono
2. Pantalla LCD del modelo 2100
3. Reiniciar equipo

4. Cal: botón principal para ingresar calibración, pero también funciona como una flecha hacia abajo durante la configuración.
5. Ponderación: El interruptor WEIGHTING controla la respuesta de frecuencia del medidor. Se pueden seleccionar las ponderaciones A o C.
6. Rango: el rango mostrado del modelo 2100 es de 70 dB y se puede cambiar entre 30-100 dB, 50-120 dB y 70-140 dB. Después de cambiar los rangos, espere varios segundos para que la electrónica del medidor se estabilice.
7. Response: el interruptor RESPONSE controla la velocidad a la que el medidor responde a las señales de entrada cambiantes. La mayoría de las mediciones de sonido se realizan con la respuesta establecida en LENTO. La respuesta FAST se usa generalmente cuando medir ruidos de corta duración como vehículos en movimiento.
8. Medición: muestra continuamente el nivel de sonido (datos numéricos en la pantalla LCD)

5.3.2. Análisis termográfico

El análisis térmico se encarga de evaluar la temperatura de las piezas que conforman una máquina. Siendo una herramienta muy útil cuando se trata de predecir la falla sin interrumpir el funcionamiento de los equipos y maquinas en el momento de producción. El análisis por termografía ayuda a determinar su correcto funcionamiento, y da resultados inmediatos cuando existe una mínima alteración de temperatura. Cuando no cumple con las especificaciones del fabricante en condiciones normales de funcionamiento indica que alguna pieza altera la temperatura. Esta alteración puede ser producido por falta de lubricación, engrasado de juntas (Systems AB., 2011).

Al realizar este tipo de análisis es necesario utilizar la cámara térmica, que mide la radiación térmica de los cuerpos, convirtiendo esta radiación en una imagen visible de varios colores los cuales están establecidos por su temperatura. La herramienta de medición termográfico emiten energía que viajan en forma de ondas (Systems AB., 2011).

electromagnéticas y no es captado por el ojo humano debida a que viajan a la velocidad de la luz, la cámara térmica es la encargada de transformar la medición en un espectro visible.

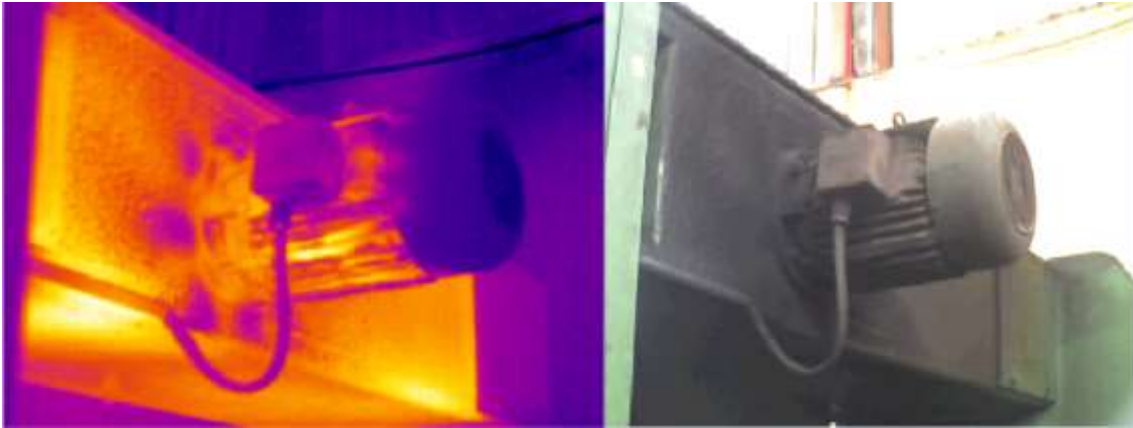


Figura 42. Mapa térmico motor eléctrico modelo HBZ 80° de la plegadora hidráulica.

Las cámaras termográficas pueden contener los siguientes datos:

- Medidas cualitativas
- Medidas cuantitativas

Aplicación de análisis termográfico en la industria.

La termografía es una técnica que permite determinar temperatura sin contacto con las máquinas, y se puede aplicar dentro del campo mecánico, eléctrico y procesos. En el campo mecánico se puede realizar análisis de motores, radiadores y cojinetes. Y en el campo eléctrico se realiza análisis termográfica en conexiones, transformadores, bobinas. Así también se puede realizar análisis en válvulas, niveles de líquido, pérdidas térmicas y fugas de vapor dentro de los procesos.

Normas para el análisis termográfica.

- Norma ISO

Según la norma ISO se debe tener en cuenta los requisitos del estudio termográfico, este tipo de norma regula la gestión de calidad, establecidos por la ISO. A continuación, se detalla la aplicación según la norma:

- Norma ISO 18434:2008, proporciona una introducción a la aplicación termográfica, como, por ejemplo: criterios para evaluar las anomalías descubiertas al momento de realizar el estudio termográficas, interpretar datos.

- Norma ISO 18436:2004 de acuerdo con esta norma, establece los requisitos de formación y certificación del personal (Systems AB., 2011).
- Norma ISO 9712:2005 ejecuta estudios termográficos no destructivos.

Características de la cámara térmica modelo 882 (Testo).

Para realizar la toma de datos mediante imagen térmica, se utilizó una cámara térmica modelo 882 (Testo) con las siguientes características:



Figura 43. Cámara Térmica modelo 882 (Testo)

- Lente detector de 320x240 píxeles, aumentando a 640x480 píxeles.
- Capacidad de preparación de isotermas y reporte, con dos puntos de medición, frío y caliente.
- El modelo 882 cuenta con una iluminación LED integrada al sistema de grabación.
- Rango de medición seleccionable de (-20 a +100) °C o (0 a +350) °F.
- Permite medir temperaturas que incrementan hasta 550°C.
- Enfoque manual y automático.
- Conexión USB para traslado de información.
- Cumple la norma de la unión europea UE 2004/108/EC.
- Tarjeta de almacenamiento SD
- Peso 0.9 Kg
- Medidas 152x108x262 (Longitud x ancho x altura) medidas en mm.

5.3.3. Análisis térmico mediante pirómetro modelo 568 ir.

Termómetro IR y de contacto Fluke 568 llamado también pirómetro, este pirómetro es un dispositivo capaz de medir la temperatura de cualquier sustancia o maquinaria, sin la necesidad de estar en contacto con ella. En la siguiente Figura 44 se puede apreciar el equipo utilizado para realizar el análisis de temperatura.



Figura 44. Pirómetro modelo 586 IR Fluke

Características principales del equipo para realizar análisis de temperatura.

- Rango de temperatura infrarrojo -40°C a 800°C , se puede programar para trabajar en $^{\circ}\text{F}$ que van desde -40°F a 1472°F
- Tiempo de respuesta, medida por infrarrojo $<500\text{ms}$
- Contiene una pantalla de matriz de puntos
- Puntero laser

5.3.4. Análisis de vibraciones máquina cizalla QC12Y-12X2500

Al momento de su funcionamiento, toda máquina presenta niveles de vibraciones, pero cuando la máquina presenta averías el tipo de vibraciones cambie, lo cual se puede predecir que la máquina no está funcionando correctamente, debido a la existencia de causa y efecto entre una avería y la vibración. Cada equipo cuenta con una curva característica en condiciones normales.

Esta curva característica que posee un equipo o máquina en sus condiciones normales, puede llegar a cambiar, debido a su comportamiento dinámico a causa de averías, por tal razón es necesario conocer datos específicos de las máquinas como, por ejemplo: la velocidad de giro, tipo de cojinetes, para luego realizar una comparación al momento que se presenta algún daño (Systems AB., 2011).

Con esto se puede decir que, cuando la curva característica de vibración de una máquina en estado normal cambia, la máquina presenta daños que deben ser evaluados e inspeccionados.

Vibración: movimiento repetitivo alrededor de un eje o posición, también se puede decir que son propagaciones de ondas elásticas produciendo deformaciones y tensiones sobre la posición de equilibrio.

Niveles de vibración según su potencia: cuando se pretende realizar un análisis de vibraciones a las maquinas se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Información básica de la máquina
- Código
- Velocidad
- Esquema de la máquina

Tabla 13. Niveles de vibración según la potencia de máquina (Sánchez, 2017).

CLASE	POTENCIA	DESCRIPCIÓN
Clase I	15 KW	Partes individuales de motores y máquinas. Condiciones normales de operación.
Clase II	Entre (15-75) KW	Motores eléctricos, máquinas de tamaño medio, motores rígidamente montados.
Clase III	75 KW	Máquinas industriales en rotación, por ejemplo: turbo generadores.
Clase IV		

Norma UNE

La norma (UNE) es una de las más utilizadas dentro del análisis de vibraciones, determinando la severidad de la vibración en determinados tipos de equipos y máquinas como por ejemplo: la norma UNE 20-180-86

- UNE 21 328 75 (1) esta norma está destinado a la medida de choques y vibraciones.

- UNE 21 328 75 (2) está destinado de vibraciones de elementos sensibles.
- UNE 95 010 86 destinado a vibraciones y choques, terminología.
- ISO 29554 entre las normas ISO se encuentra la 29554 destinados a vibraciones mecánicas en maquinaria rotativa y alternativa. Esta norma trata del análisis de la severidad de vibración.
- ISO 2372-1974 máquinas con velocidades de operación entre 10 y 200 rpm, vibración mecánica.

ISO 10816 análisis de vibraciones en partes no rotativas de una máquina, vibración mecánica.

5.4. Programa plan de mantenimiento preventivo en software Microsoft Excel para la empresa “METAL-MECÁNICO LOS PANCHOS CIA.LTDA”

Cada una de las hojas de Microsoft Excel cuenta con cálculo, gráficas, tablas y un lenguaje de programación macro llamado Visual Basic, así también existen plantillas para diferentes funciones, tales como, realizar una base de datos para llevar un historial de mantenimiento, ya sea correctivo, predictivo o preventivo. Esta plantilla de mantenimiento preventivo contiene los apartados indispensables para poder tener en cuenta las revisiones, mantenimientos realizados y mantenimientos programados, controlando cada uno de estos apartados.

Esta plantilla de mantenimiento preventivo cuenta con una hoja de inicio denominada PMP, donde se puede visualizar los datos generales de la empresa como dirección, teléfono y correo electrónico. Y un botón (IR A MENÚ) programado en macros que ayuda a cambiar de hoja. En la Figura 45 se puede apreciar los datos generales de la empresa. Microsoft Excel permite al usuario posibilidades de organizar sus datos y facilitar su trabajo así mismo disponer de todo el paquete de office brindando así una enorme posibilidad de posibilidades de uso.

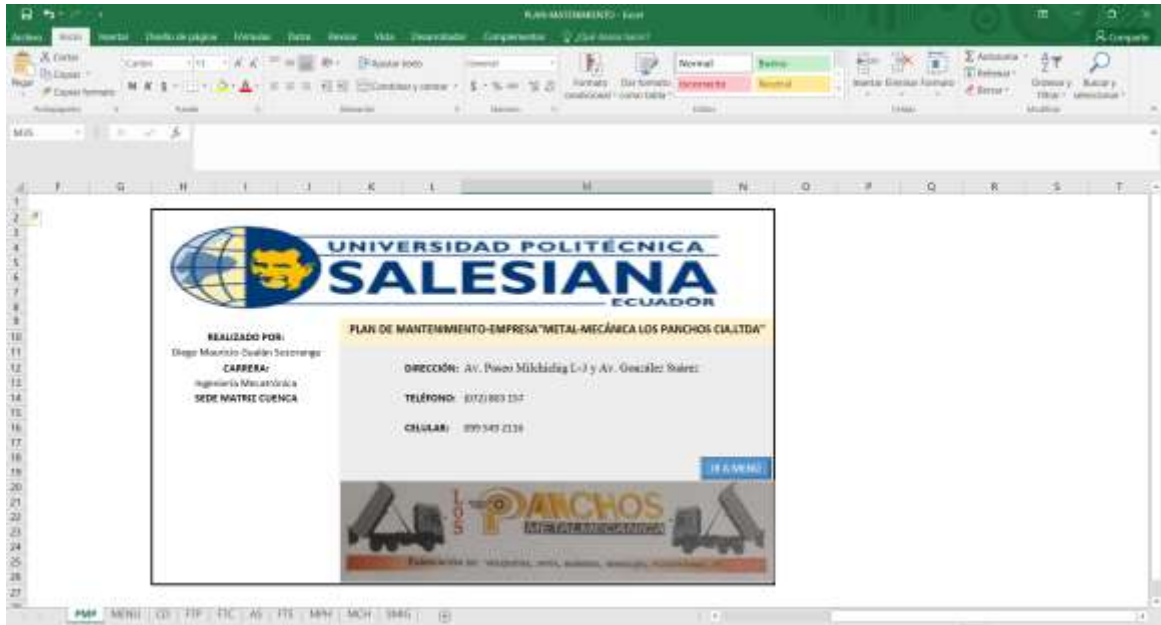


Figura 45. Página de inicio (Excel) del plan de mantenimiento preventivo.

Al momento de presionar el botón (IR A MENÚ) directamente se cambia de hoja, donde se visualiza 5 botones que ayudan a escoger el área de trabajo. Los mismos que son: IR A ÁREA-C&D 00, IR A ÁREA-S 00, REGRESAR A PMP, IR A ÁREA-CV 00 e ir A ÁREA-M 00. Los dos últimos no cuentan con máquinas donde se pueda realizar un plan de mantenimiento, ya que solo son áreas específicas de trabajo manual de montaje técnico. A continuación, en la Figura 46 se puede observar un menú con sus áreas de trabajo.



Figura 46. Menú áreas de trabajo

Al seleccionar un área de trabajo por ejemplo (IR A ÁREA-C&D 00) que es el área de Corte y Doblado, se encuentran dos máquinas que son: la cizalla hidráulica y la plegadora hidráulica, donde se puede observar que cada una de estas máquinas cuenta con un botón de color naranja y azul, los mismos que te pueden llevar a la ficha plegadora o al plan de mantenimiento de la máquina respectivamente. En la *Figura 47*, se observa cada una de las opciones para cada máquina.



Figura 47. Máquinas del área de corte y doblado.

Al igual que el área de Corte y Doblado, el área de soldadura cuenta con los mismos tipos de botones que te pueden ayudar a seleccionar la opción que desee el usuario.

Si se selecciona el botón de color azul, el programa presenta el mantenimiento programado, donde se podrá observar cada una de las actividades que se llevarán a cabo el día y la fecha indicada. El programa de mantenimiento cuenta con:

Datos generales: donde se tiene en cuenta el código, descripción, actividad, herramientas a utilizar y el tipo de mantenimiento que se realiza en una próxima intervención, estos datos son netamente de la máquina emplazada en la empresa.

Fecha de intervenciones: fechas de cuando se realizó por última vez el mantenimiento, fechas de próximas intervenciones y sus días programados para su próxima intervención.

Alertas: estas alertas cuentan con colores que se asemejan a un semáforo, el color rojo nos indica que el mantenimiento no fue realizado. El color amarillo es de prevención días próximos al mantenimiento y el de color verde que aún cuenta con días para el mantenimiento.

5.5. Control de variables físicas en el marco del mantenimiento preventivo en el área de corte y doblado

Con el control de variables físicas, se controla la materia prima a ser utilizada dentro de la empresa “METAL-MECÁNICO LOS PANCHOS CIA.LTDA” con la finalidad de visualizar una señal, mayormente numérica y una unidad de ingeniería. Como, por ejemplo: el peso de una plancha metálica de 1200 mm x 2400mm es de 21.43 Kg.

- Peso: Variable Física
- 21.43: Valor Numérico
- Kg: Unidad de Ingeniería

Y a su vez este valor numérico es transformado a un número entero. Con la finalidad de llevar un conteo de material razonable. Para realizar esta visualización física se realizará una maqueta en escala reducida que ayudará a entender el control de estas variables en el marco del mantenimiento.

Materiales a utilizar.

- Celda de carga
- Transmisor de carga HX711 ficha técnica anexo 6
- Arduino, ficha técnica (Anexo 7)
- Otros

5.5.1. Celda de carga

Es un transductor capaz de convertir una fuerza en una señal eléctrica, por medio de galgas internas que posee la celda, y configurado en un puente de Wheatstone. El puente Wheatstone es un arreglo de 4 resistencias que ayuda a determinar el valor de una resistencia desconocida. Este tipo de arreglo es compatible con señales DC y AC (Series, 2019).

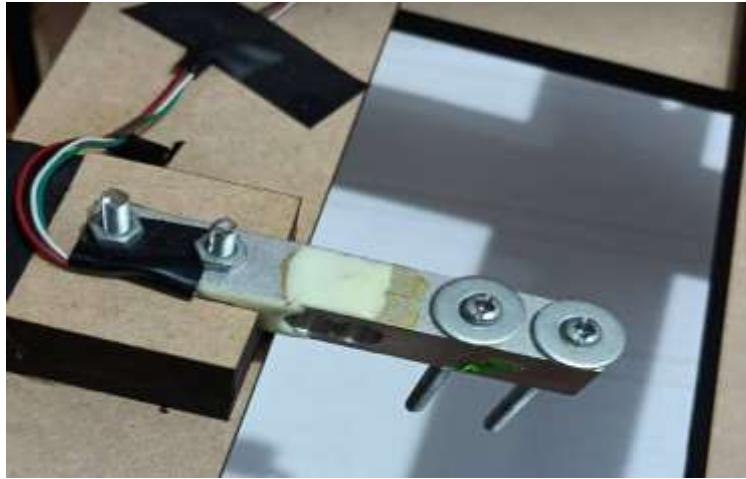


Figura 48. Celda de carga

5.5.2. Transductor de carga HX711

El transmisor de carga es un módulo, es una interface entre la celda de carga y el Arduino (microcontrolador), este microcontrolador ayuda a leer el peso de una manera sencilla. Convirtiendo esta lectura analógica a digital. Este transmisor es muy utilizado en procesos industriales, sistemas de medición automatizada. Comunicación serial Clock y Data (Avia, 2017).

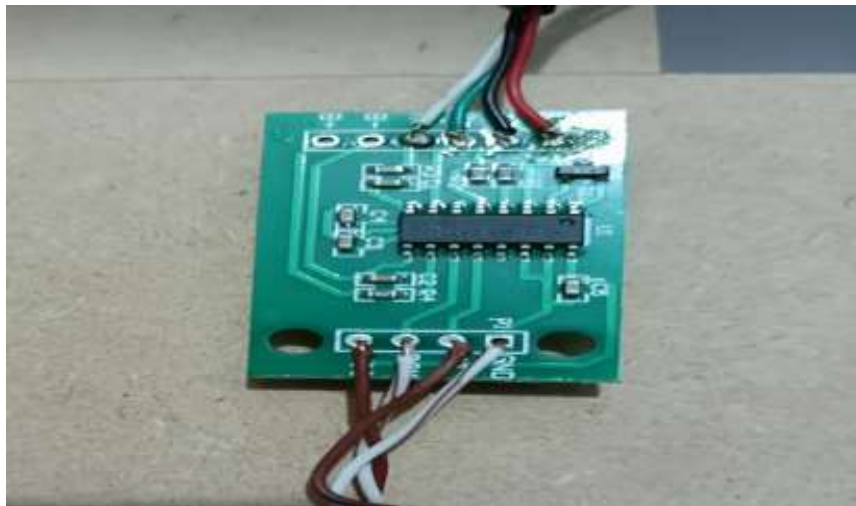


Figura 49. Transductor de carga HX711

5.5.3. Arduino modelo UNO

El Arduino se basa en hardware y software libre, que permite crear varios tipos de microcontroladores. Este tipo de placa prácticamente es un microcontrolador, que posee interfaz de entrada e interfaz de salida (Series, 2019).

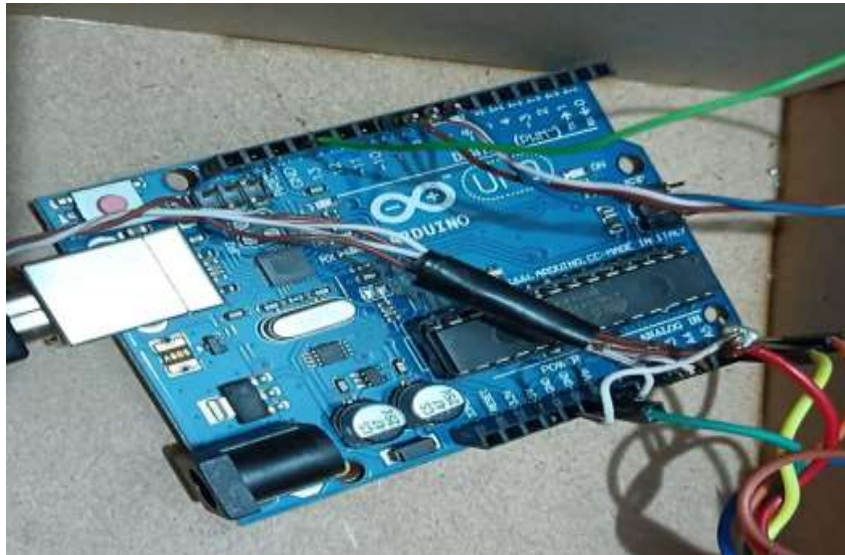


Figura 50. Placa Arduino UNO

5.5.4. Esquema de la maqueta

Al instalar la celda de carga se debe tener en cuenta que, la celda debe tratar de deformarse para que exista una señal, por lo tanto, se necesitan separadores. La celda permanece libre como se puede apreciar en la Figura 51

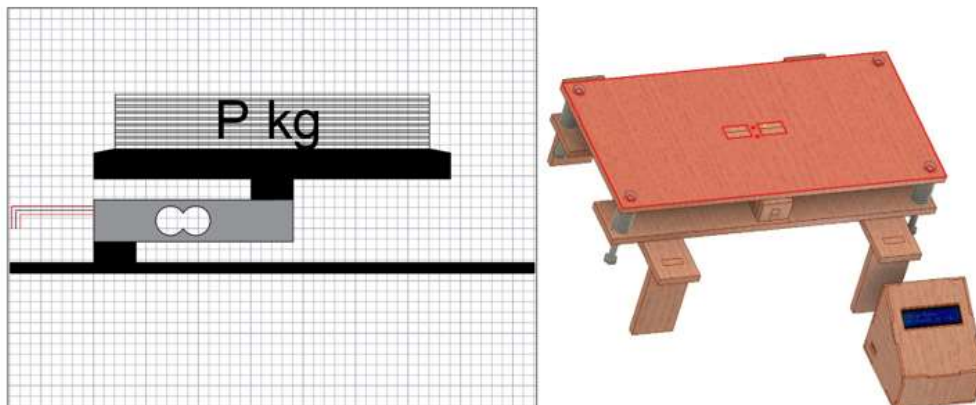


Figura 51. Maqueta de simulación de datos en tiempo real modelo D001G

6. Resultados

6.1. Análisis e interpretación de los resultados de toda la nave industrial mediante equipo ultrasónico modelo 2100

De acuerdo con el análisis del lugar de trabajo los datos experimentales, son un conjunto de valores no exactos, que se puede interpretar mediante promedios estadístico, como es, la media, desviación estándar y covarianza, etc.

Los datos que se observa Tabla 14 fueron recolectados en varios puntos de toda la nave industrial, un primer paso fue, en reposo de todas las máquinas y equipos, segundo paso con las máquinas en funcionamiento. De acuerdo a estos datos experimentales los dB están por encima de los 50 dB. El nivel de ruido que el oído humano puede oír es de 50 dB. Por lo que se recomienda utilizar obligatoriamente protección para los oídos, como, por Ejemplo: orejeras, tapones.

Media. Es un valor que se obtiene al dividir todos los valores sumados, entre la cantidad de ellos.

$$Media = \frac{\sum total}{\# datos} \quad (1)$$

Tabla 14. Media de los datos experimentales en toda la nave industrial.

	Área de soldadura, corte y doblado, corte de viruta	
	Datos máquinas en reposo	Datos máquinas en funcionamiento
	61.6	83.7
	64.2	86.4
	63.4	79.9
	65.3	86.4
	57.3	86.5
	58.5	86.9
	59.4	74.4
	57.7	90.2
	57.4	90.3
	58.9	86.3
	68.9	87.9
	58.5	88.1
MEDIA en (dB)	60.93	85.58
DESVIACION ESTANDAR	3.74	4.48
COVARIANZA	6.15%	5.23%

De acuerdo a la desviación, la separación que existe entre un valor a otro es de 3.74 con las máquinas apagadas en toda la nave industrial. Cuando las máquinas y personal ponen en funcionamiento de toda la nave la desviación es de 4.48 entre un valor y el otro.

6.2. Análisis y resultados termográficos

Para realizar la toma de datos mediante fotografía térmica, se realiza la configuración del equipo, una vez configurado se procede a enfocar el punto exacto donde se pretende realizar el análisis, el funcionamiento de la cámara termina es igual que una cámara fotográfica. Cuando se ha capturado la imagen térmica, se procede a realizar el informe con la ayuda del software propiamente de la cámara.

De acuerdo a cada dispositivo de la máquina plegadora hidráulica, se consideró el tipo de material a ser analizado, para su respectiva configuración del equipo, en este caso se tiene en cuenta la Figura 52 de orientación. Así mismo, se tuvo en cuenta los rangos de temperatura en los cuales las máquinas estaban en funcionamiento.

Material (temperatura del material)	Emisividad	Material (temperatura del material)	Emisividad
Acero laminado en frío (93 °C)	0,75-0,85	Goma dura (23 °C)	0,94
Acero oxidado (200 °C)	0,79	Granito (20 °C)	0,45
Acero superficie tratada térmicamente (200 °C)	0,52	Hielo liso (0 °C)	0,97
Algodón (20 °C)	0,77	Hierro con costra de fundición (100 °C)	0,8
Aluminio laminado sin tratamiento (170 °C)	0,04	Hierro con costra de laminación (20 °C)	0,77
Aluminio muy pulido (100 °C)	0,09	Hierro de fundición oxidado (200 °C)	0,64
Aluminio, muy oxidado (93 °C)	0,2	Hierro, esmerilado (20 °C)	0,24
Aluminio, no oxidado (100 °C)	0,03	Hormigón (25 °C)	0,93
Aluminio, no oxidado (25 °C)	0,02	Ladrillo, mortero, revoque (20 °C)	0,93
Arcilla (70 °C)	0,91	Latón oxidado (200 °C)	0,61
Caucho, blando, gris (23 °C)	0,89	Madera (70 °C)	0,94
Cinc oxidado	0,1	Mampostería (40 °C)	0,93
Cobre ligeramente deslustrado (20 °C)	0,04	Mármol blanco (40 °C)	0,95
Cobre oxidado (130 °C)	0,76	Papel (20 °C)	0,97
Cobre, laminado (40 °C)	0,64	Piedra arenisca o gres (40 °C)	0,67
Cobre, pulido (40 °C)	0,03	Pintura azul sobre lámina de aluminio (40 °C)	0,78
Corcho (20 °C)	0,7	Pintura blanca (90 °C)	0,95
Cristal (90 °C)	0,94	Pintura de transformadores (70 °C)	0,94
Cromo (40 °C)	0,08	Pintura negra mate (80 °C)	0,97
Cromo pulido (150 °C)	0,06	Pintura, amarilla, 2 capas sobre lámina de aluminio (40 °C)	0,79
Cuerpo refrigerante anodizado negro (50 °C)	0,98	Pinturas al óleo (cualquier color) (90 °C)	0,92-0,96
		Plásticos: PE, PP, PVC (20 °C)	0,94
		Plomo (40 °C)	0,43
		Plomo oxidado (40 °C)	0,43
		Plomo, gris oxidado (40 °C)	0,28
		Porcelana (20 °C)	0,92
		Yeso (20 °C)	0,9

Figura 52. Emisividad de materiales más comunes (Testo, 2016).

Cabe recalcar que esta figura sirve para ajustar la emisividad en mediciones por infrarrojo, esta emisividad varía de acuerdo a la temperatura y con las propiedades de la

superficie, todos estos valores son considerados como indicativos para mediciones y comparaciones de temperatura. Para medir la temperatura absoluta, se debe tener el valor exacto de emisividad del material (Systems AB., 2011).

Las imágenes térmicas que se presentan a continuación son el resultado del análisis de las máquinas mediante radiación térmica, con la finalidad de analizar las diferencias de temperatura durante su funcionamiento. Para ello se tendrá en cuenta la siguiente tabla de diferencias de temperatura.

Tabla 15. Aumento de temperatura basadas en acciones sugeridas según NETA MTS:2007 (Palacios, n.d.).


Diferencia de temperatura (ΔT) entre componentes similares bajo cargas similares $\Delta T_{SIM} = T_{PC} - T_{REF}$	Diferencia de temperatura (ΔT) entre el componente y la temperatura ambiente $\Delta T_{AMB} = T_{PC} - T_{AMB}$	Acción recomendada según su clasificación
$1^{\circ}C \leq \Delta T_{SIM} < 5^{\circ}C$	$1^{\circ}C \leq \Delta T_{AMB} < 12^{\circ}C$	Posible diferencia: mayor investigación de información de análisis
$5^{\circ}C \leq \Delta T_{SIM} < 15^{\circ}C$	$12^{\circ}C \leq \Delta T_{AMB} < 21^{\circ}C$	Posible diferencia: reparar en la próxima parada
$15^{\circ}C \leq \Delta T_{SIM}$	$21^{\circ}C \leq \Delta T_{AMB} < 40^{\circ}C$	Deficiencia: monitorear y reparar tan pronto como sea posible
$15^{\circ}C \leq \Delta T_{SIM}$	$40^{\circ}C \leq \Delta T_{AMB}$	Deficiencia mayor: reparación inmediata
<p>ΔT_{SIM}: Diferencia de temperatura punto caliente con temperatura punto similar. T_{PC}: Temperatura punto caliente T_{REF}: Temperatura punto de referencia, con otro componente similar bajo cargas similares. ΔT_{AMB}: Diferencia de temperatura punto caliente con temperatura ambiente. T_{AMB}: Temperatura ambiente</p>		

Los resultados levantados en el marco de análisis no destructivo de termografía industrial para la máquina plegadora EHP 15-35 se indica en detalle en el anexo 2, 3 y 4.

6.3. Análisis e interpretación de los resultados térmicos

Haciendo una comparación entre el análisis termográfico y el análisis térmico mediante el pirómetro, se puede decir que las temperaturas son iguales. En la siguiente Tabla 16 se resume los resultados obtenidos mediante los dos análisis.

Tabla 16. Resultados adquiridos mediante el equipo denominado pirómetro modelo 586 IR Fluke.

CÁMARA TERMICA	PIRÓMETRO	RESULTADO
$(85.8^{\circ}F - 32) \times \frac{5}{9} = 30^{\circ}C$ <i>temperatura máxima</i>		Existe una diferencia de un grado entre los dos análisis. Pero permanece dentro de los rangos permitidos de acuerdo a la Tabla 15 $1^{\circ}C \leq \Delta T_{AMB} < 12^{\circ}C$
$(90.5^{\circ}F - 32) \times \frac{5}{9} = 32.5^{\circ}C$ <i>temperatura máxima</i>		De acuerdo al resultado se puede decir que, existe posible diferencia, se requiere posible limpieza de la carcasa del motor o borneras sucias. Pero permanece dentro de los rangos permitidos de acuerdo a la Tabla 15 $1^{\circ}C \leq \Delta T_{AMB} < 12^{\circ}C$

6.4. Análisis y resultados mediante tabla de ponderaciones

Tabla 17. Resultados por ultrasonido

RESULTADO ULTRASÓNICO NAVE INDUSTRIAL				
	TENDENCIA	SONIDO	MEDIA	DEVIACION ESTANDAR %
MÁQUINAS EN REPOSO	Bajo			
	Medio			
	Alto	X	60.93	± 3.74
MÁQUINAS EN FUNCIONAMIENTO	Bajo			
	Medio			
	Alto	X	85.58	± 4.48

Por lo tanto, se puede decir que el sonido acústico incrementa de 60.93 dB a 85.58 dB, que sería una diferencia de 24.65 dB siendo una dispersión muy alta del sonido con respecto a la media. Por lo tanto, se recomienda protección para los oídos como orejeras o tapones desechables para todo el personal.

Tabla 18. Tabla de resultados mediante equipos de temperatura.

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MEDIANTE EQUIPOS DE TEMPERATURA				
	TENDENCIA	Diferencia de temperatura (ΔT)	TEMPERATURA	PORCENTAJE
CÁMARA TÉRMICA	Exelente	$1^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{AMB} < 12^{\circ}\text{C}$	X	$9.88^{\circ}\text{C} < 12^{\circ}\text{C}$
	Bueno	$12^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{AMB} < 21^{\circ}\text{C}$		
	Regular	$21^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{AMB} < 40^{\circ}\text{C}$		
	Mala	$40^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{AMB}$		
PIRÓMETRO	Exelente	$1^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{AMB} < 12^{\circ}\text{C}$	X	$11.3^{\circ}\text{C} < 12^{\circ}\text{C}$
	Bueno	$12^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{AMB} < 21^{\circ}\text{C}$		
	Regular	$21^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{AMB} < 40^{\circ}\text{C}$		
	Mala	$40^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{AMB}$		

De acuerdo a los resultados entre el pirómetro y el análisis térmico, se puede decir que el motor eléctrico se encuentra dentro de los parámetros permitidos de trabajo, ya que, no existe una diferencia mayor a los 12°C entre la temperatura punto caliente y temperatura ambiente. Por lo que, se recomienda realizar periódicamente mantenimientos predictivos de inspección individual y limpieza.

6.5. Resultado del programa de mantenimiento

		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA LA EMPRESA METAL-MECÁNICA LOSPANCHOS CIA.LTDA						MANTENIMIENTO-PH-P001	
		MANTENIMIENTO PREVENTIVO						FECHA	12/7/2021
								VERSIÓN	0
								CÓDIGO MÁQUINA	PH-00
								APROBADO POR	J. S.
DATOS GENERALES						FECHAS DE INTERVENCIONES		ALERTAS	
ITEM	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	HERRAMIENTAS	TIPO DE MANTENIMIENTO	FECHA DE INICIO DE MANT.	DÍAS-PROXIMO O MANTENIMIENTO	FECHA DE MANTENIMIENTO ACTUAL	DÍAS
1	PC-00	Panel de control	Chequeo-Limpieza	WD40	Mantenimiento preventivo	12/7/2021	13	12/20/2021	Faltan 5 días para el mantenimiento
2	MT-00	Motor eléctrico	Limpieza-Reajuste de borneras	WD40-Juego de destornilladores	Mantenimiento preventivo	11/27/2021	16	12/13/2021	Vencido hace 2 días
3	CT-00	Mando o Controles	Chequeo-Limpieza	WD40-Juego de destornilladores	Mantenimiento preventivo	12/2/2021	2	12/4/2021	Vencido hace 11 días
4	DD-00	Dado	Chequeo-Limpieza	WD40-Llave hexagonal	Mantenimiento preventivo	12/1/2021	10	12/11/2021	Vencido hace 4 días
5	CC-00	Cuchilla	Revisión-Reajuste	Juego de dados y llaves hexagonales	Mantenimiento preventivo	12/3/2021	7	12/10/2021	Vencido hace 5 días
6	CH-00	Cilindro hidráulico	Chequeo-Lubricación	Aceite hidráulico ATF	Mantenimiento preventivo	12/3/2021	20	12/23/2021	Faltan 8 días para el mantenimiento
7	BA-00	Bomba de aceite	Chequeo-Cambio de aceite	Llaves hexagonales-Aceite W90	Mantenimiento preventivo	10/23/2021	70	1/1/2022	Faltan 17 días para el mantenimiento

Figura 53. Programa plan de mantenimiento preventivo.

6.6. Resultado del control de variables

El presente trabajo tiene como objetivo controlar el material a utilizar por la empresa en tiempo real mediante programación, y comunicación serial, I2C. Que ayuda a visualizar en el software Excel. La cantidad de material que existe en bodega. En la siguiente Figura 54 se puede observar el control de variables en tiempo real.



Figura 54. Control de variables en tiempo real

Para realizar la programación se debe realizar la conexión de la celda de carga con el Arduino uno, que cuenta con un sensor (celda) de deformación mecánica lo cual se puede usar para medir la fuerza peso, este sensor de tipo barra va anclado por un extremo hacia la base fija de la balanza, y por el otro extremo la plataforma. Entonces cuando existe una fuerza peso esto se deforma y se puede medir esa deformación. Esa medición de la deformación se transforma en un numero el cual se puede relacionar directamente con la masa, en este caso las planchas metálicas. Esta celda de carga va conectada por medio de un HX711 al Arduino uno, este transmisor de carga HX711 es un conversor analógico digital de 24 bits.

Una vez realizado las conexiones necesarias se procede a descargar la librería HX711, para luego importar al Arduino y establecer el peso actual que sería de 1Kg, “n” es el número de lecturas que se va a realizar, en este caso el número de planchas metálicas que es n=10 lecturas. Con la función set_scale se establece el valor de la escala, que es el factor de conversión para convertir el valor de lectura en un valor con unidades de peso.

$$Esc = \frac{\text{valor de lectura}}{\text{Peso real}} \quad (2)$$

Peso real de la celda es de 25Kg. Con la escala obtenida se procede a programar.

7. Conclusiones

El proyecto de tesis realizado en la empresa “METAL-MECÁNICA LOS PANCHOS CIA.LTDA” plan de mantenimiento preventivo de las máquinas se desarrolló mediante la investigación, indagando las principales técnicas de mantenimiento, donde se realizó la medición de variables como, temperatura, sonido, vibraciones, pirómetro. Mediante técnicas de inspección que son las encargadas de verificar si existe anomalías o fallas tempranas en las máquinas, minimizando pérdidas económicas y maximizando la producción.

Luego de un estudio en campo de las máquinas de producción, fue constatado que no existe registro de averías y que por tanto la falla recurrente no fue determinada. Por cuanto, existe una gran rotación de personal que no cuenta con el conocimiento o técnicas de mantenimiento de máquinas industriales.

Mediante el software Excel fue desarrollado un plan de mantenimiento preventivo para la empresa “METAL-MECÁNICO LOS PANCHOS CIA.LTDA” en planta de producción, que permite llevar un registro detallado de los trabajos, materiales, herramientas y el tiempo en que se ejecutará el mantenimiento.

Con el mantenimiento asistido por computadora, permitirá obtener de manera rápida los informes de cada máquina, con la finalidad de toma de decisiones para futuros mantenimientos.

8. Recomendaciones

Se recomienda que la empresa “METAL-MECÁNICO LOS PANCHOS CIA.LTDA” al momento de realizar cualquiera de los tipos de mantenimiento industrial cuente con personal especializado en estas técnicas de mantenimiento. Así mismo se recomienda el control de un historial de todas las intervenciones de mantenimiento de los activos.

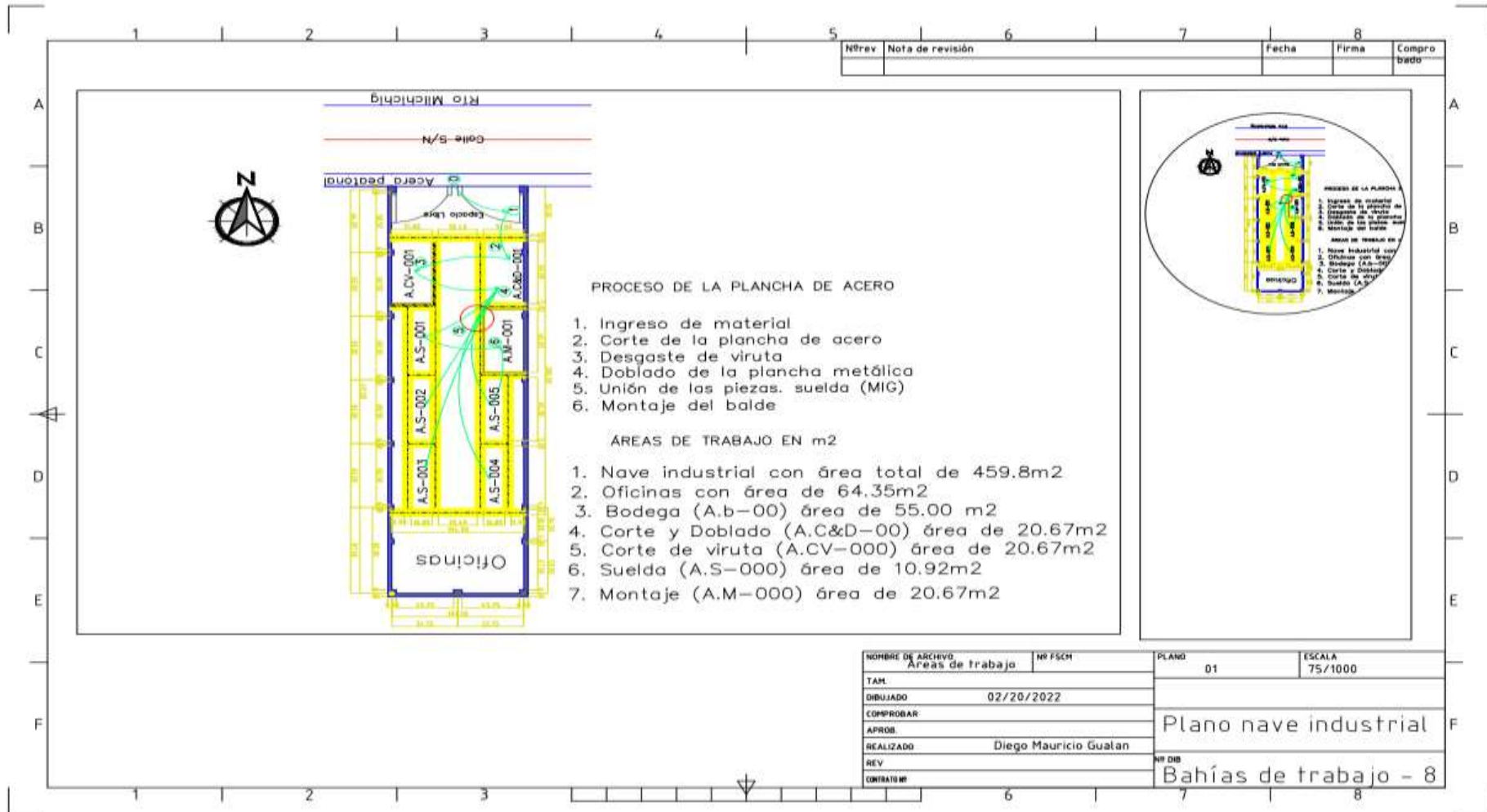
Referencias

- Alvarez, E. (2016). Tabla de contenido. *Procede Del Padre y Del Hijo*.
<https://doi.org/10.3726/978-3-0352-0094-2/1>
- Álvarez Fernández, E. (2018). *Trabajo Fin de Máster Maintenance y TPM Para acceder al Título de Máster Universitario en*. 63.
- Avia. (2017). Data Sheet - hx-711. *Avia Semiconductor*, 1(1), 1–9.
https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf
- Boero, C. (2017). *Mantenimiento Industrial*.
- Castillo González, S. A., & Inostroza Hernández, M. J. (2013). *Ensayos No Destructivos Mediante*. 1–106.
- Farkas, J., & Jármai, K. (2008). Seismic Resistant Design. *Design and Optimization of Metal Structures*, 27–32. <https://doi.org/10.1533/9781782420477.27>
- Flir Systems AB. (2011). *Guía de termografía para mantenimiento predictivo*. 45.
https://www.flirmedia.com/mmc/thg/Brochures/T820264/T820264_ES.pdf%0Ahttp://www.alava-ing.es/repositorio/6769/pdf/3505/2/guia-de-termografia-para-mantenimiento-predictivo.pdf
- Gallarà, Iván, Pontelli, D. (n.d.). *Mantenimiento Industrial*.
- Heras, S. de las. (2011). *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*.
- Herramientas, D. M. Y. (2012). *Partes de un soldador MIG*.
Www.Demaquinasyherramientas.Com.
- Hidr, C., & Cnc, U. (2015). *Cizalla hidráulica cnc*.
- Ing. MSc. Palencia, O. G. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*.
- Instrucciones, M. D. E. (2013). *Cizalla hidráulica c3006*.
- International Standard presses*. (2017). 2017.
- Iso. (2014). *Norma ISO 10816*. 1–4.
- Jiménez Raya, F. (2013). *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial*.
- L, H. S. (2017). *Cizallas guillotinas hidráulicas*.
- Martin, D. (2009). Mantenimiento correctivo: organización y gestión de la reparación de averías. *Colecion de Mantenimiento*, 4, 28.
<http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf>
- Medrano Márquez, J. A. (2017). *Mantenimiento: Técnicas y Aplicaciones Industriales*.
- Mendieta Mendieta, C. E. (2013). *Medición del grado de automatización de los procesos de una organización utilizando buenas prácticas*.
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4228>
- Metálicos, C. (2018). *Manual del soldador*. 62.
- Narro, A. (2002). *Universidad autónoma agraria “antonio narro” división de ingeniería*.
- Nuñez, R. J. M. (2014). Mantenimiento Ayer , Hoy y Mañana , Conociendo nuestro pasado para afrontar los retos del futuro . *Revista Integity Assessment Services*, 1–7.
- Otto, G. (n.d.). Seguridad de maquinaria con normas internacionales. *Sick A. G.*, 8.
- Palacios, J. (n.d.). *Análisis Termográfico. Herramienta De Mantenimiento Predictivo*. 18.
www.juanpalacios.es
- Rivera Rubio, E. M. (2011). Capítulo I Evolución del Mantenimiento. *Sistema de Gestión Del Mantenimiento Industrial. Universidad Nacional Mayor De San Marcos. Facultad De Ingeniería Industrial*, 51. <https://docplayer.es/2233486-Sistema-de-gestion-del-mantenimiento-industrial.html>
- Ron, R., & Sacoto, V. (2017). Las Pymes ecuatorianas: su impacto en el empleo como contribución del Pib Pymes al Pib total. *Espacios*, 38, 11.
<https://www.revistaespacios.com/a17v38n53/a17v38n53p15.pdf>

- Sánchez, A. M. (2017). Técnicas De Mantenimiento Predictivo. Metodología De Aplicación En Las Organizaciones. *Development*, 134(4), 635–646.
- Series, M.-. (2019). *Carga Útil En Las Aeronaves MI-17 Series Ingeniero Aeronáutico*.
- Sierra Alvarez, G. A. (2004). Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmecanica industrias AVM S.A. A *Continuación, Se Presentan Una Breve Revisión de Trece (7) Casos Diferentes Acerca de Los Proyectos y Artículos Enfocados a Rutas de Lubricación y Campos de Mantenimiento*, 196. <https://docplayer.es/6538094-Programa-de-mantenimiento-preventivo-para-la-empresa-metalmecanica-industrias-avm-s-a.html>
- Tavares, A. L. (2000). *Administración Moderna de Mantenimiento*.
- Testo. (2016). *Tabla de emisividades*. 1. <https://static-int.testo.com/media/bd/b7/179e2db5dca8/Emissivity-table-ES.pdf>
- Valdivieso, J. (2010). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa Extruplas S.A.* 115.
- Yeh, R. H., & Lo, H. C. (2001). Optimal preventive-maintenance warranty policy for repairable products. *European Journal of Operational Research*, 134(1), 59–69. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(00\)00238-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(00)00238-1)

ANEXOS

ANEXO 1. División de los espacios físicos



EVALUACIÓN REPORTE 1

DATOS

Rangos de temperatura del punto caliente de la máquina y temperatura ambiente:

Temperatura reflejada por la cámara térmica es de 85.8°F

Temperatura reflejada \neq Temperatura punto caliente

Temperatura mínima = 28.7°F

Temperatura media = 57.3°F

En el anexo 1 se puede apreciar, el informe de análisis termográfico de temperatura máxima en ese punto que es de 85.8°F.

De °F a °C

$$(85.8^{\circ}F - 32) \times \frac{5}{9} = 29.88^{\circ}C \text{ temperatura reflejada}$$

Cálculos de diferencias de temperatura según la Tabla 15, entre el componente y la temperatura ambiente

$$\begin{aligned}\Delta T_{AMB} &= T_{PC} - T_{AMB} \\ \Delta T_{AMB} &= 29.88^{\circ}C - 20^{\circ}C \\ \Delta T_{AMB} &= 9.88^{\circ}C\end{aligned}$$

De acuerdo al resultado se puede decir que, existe posible diferencia, la diferencia de temperatura del motor permanece en los rangos permitidos.

No presenta daños el motor.

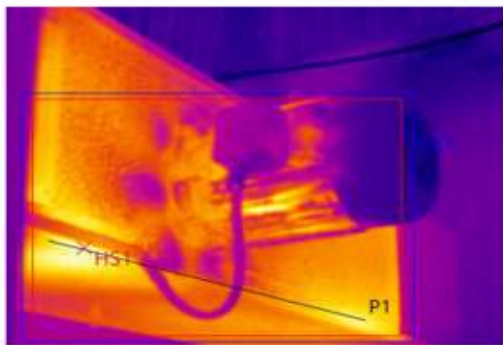
ANEXO 3. Datos térmicos tomados de la máquina dobladora motor modelo HBZ 80A. (en funcionamiento)

Company Metalmecánica-Los Panchos
CIA.LTDA
Milchigchig AV Gonzalez
Suarez
Cuenca

Device testo 882 **Serial No.:** 2353180

Customer **Measuring Site:**

File: IV_00742.BMT **Date:** 11/18/2021
lens type: 32° x 23° **lens serial no.:** 20302471 **Time:** 2:15:43 PM



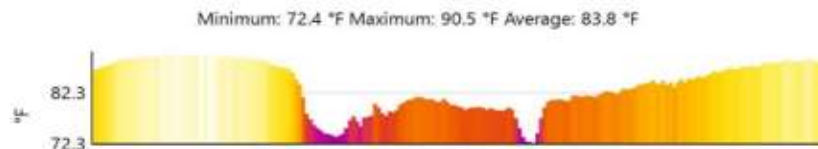
Picture parameters:

Emissivity: 0.97
Refl. temp. [°F]: 80.6

Picture markings:

Measurement Objects	Temp. [°F]	Emiss.	Refl. temp. [°F]	Remarks
Cold spot 1	67.3	0.97	80.6	-
Hot spot 1	90.7	0.97	80.6	-

Profile line:



11/25/2021 , _____

EVALUACIÓN REPORTE 2

DATOS

Rangos de temperatura del punto caliente de la máquina y temperatura ambiente:

Temperatura reflejada por la cámara térmica es de 80°F

Temperatura reflejada \neq Temperatura punto caliente

Temperatura mínima = 72.4°F

Temperatura media = 83.8°F

En el anexo 2 se puede apreciar, el informe de análisis termográfico de temperatura máxima en ese punto que es de 90.5°F.

De °F a °C

$$(90.5^{\circ}F - 32) \times \frac{5}{9} = 32.5^{\circ}C \text{ temperatura máxima}$$

Cálculos de diferencias de temperatura según la *Tabla 15*, entre el componente y la temperatura ambiente

$$\Delta T_{AMB} = T_{PC} - T_{AMB}$$

$$\Delta T_{AMB} = 32.5^{\circ}C - 20^{\circ}C$$

$$\Delta T_{AMB} = 12.5^{\circ}C$$

De acuerdo al resultado se puede decir que, existe posible diferencia, la diferencia de temperatura del motor sube 0.5°C. posible limpieza de la carcasa del motor o borneras sucias.

$$1^{\circ}C \leq \Delta T_{AMB} < 12^{\circ}C$$

No presenta daños el motor.

ANEXO 4. Datos térmicos Pistón hidráulico izquierdo, plegadora MODELO EHP 15-35.

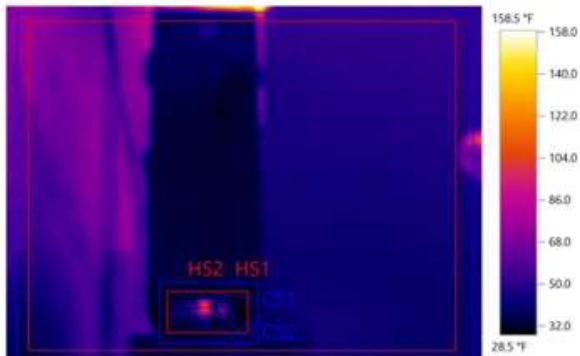
Company Metalmecánica-Los Panchos
CIA.LTDA

Milchigchig AV Gonzalez
Suarez
Cuenca

Device testo 882 **Serial No.:** 2353180

Customer **Measuring Site:**

File: IV_00724.BMT **Date:** 11/18/2021
lens type: 32° x 23° **lens serial no.:** 20302471 **Time:** 1:38:09 PM



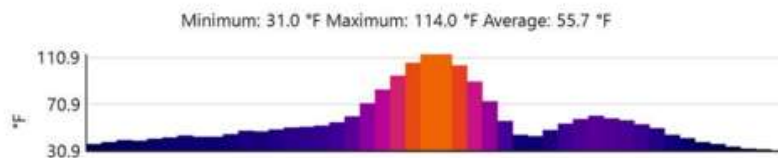
Picture parameters:

Emissivity: 0.24
Refl. temp. [°F]: 80.6

Picture markings:

Measurement Objects	Temp. [°F]	Emiss.	Refl. temp. [°F]	Remarks
Cold spot 1	28.4	0.24	80.6	-
Cold spot 2	28.4	0.24	80.6	-
Hot spot 1	115.2	0.24	80.6	-
Hot spot 2	115.2	0.24	80.6	-

Profile line:



EVALUACIÓN REPORTE 3

DATOS

Rangos de temperatura del punto caliente de la máquina y temperatura ambiente:

Temperatura reflejada por la cámara térmica es de 80.6°F

Temperatura reflejada \neq Temperatura punto caliente

Temperatura mínima = 31.0°F

Temperatura media = 55.7°F

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede apreciar, el informe de análisis termográfico de temperatura máxima en ese punto que es de 114.0°F.

De °F a °C

$$(114.0^{\circ}F - 32) \times \frac{5}{9} = 45.55^{\circ}C \text{ temperatura máxima}$$

Cálculos de diferencias de temperatura según la *Tabla 15*, entre el componente y la temperatura ambiente

$$\Delta T_{AMB} = T_{PC} - T_{AMB}$$

$$\Delta T_{AMB} = 45.55^{\circ}C - 20^{\circ}C$$

$$\Delta T_{AMB} = 25.55^{\circ}C$$

De acuerdo al resultado se puede decir que, existe diferencia de temperatura térmica en ese punto mayor a los 21°C, reparar tan pronto como sea posible

$$21^{\circ}C \leq \Delta T_{AMB} < 40^{\circ}C$$

SI presenta daños el pistón izquierdo.

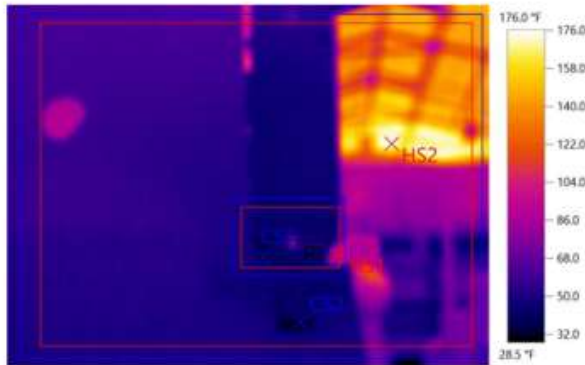
ANEXO 5. Datos térmicos Pistón hidráulico derecho, plegadora MODELO EHP 15-35

Company Metalmecánica-Los Panchos
CIA.LTDA

Milchigchig AV Gonzalez
Suarez
Cuenca

Device testo 882 Serial No.: 2353180

Customer Measuring Site:
File: IV_00723.BMT **Date:** 11/18/2021
lens type: 32° x 23° **lens serial no.:** 20302471 **Time:** 1:37:45 PM



Picture parameters:

Emissivity: 0.24
Refl. temp. [°F]: 80.6

Picture markings:

Measurement Objects	Temp. [°F]	Emiss.	Refl. temp. [°F]	Remarks
Cold spot 1	34.3	0.24	80.6	-
Cold spot 2	30.0	0.24	80.6	-
Hot spot 1	93.4	0.24	80.6	-
Hot spot 2	176.0	0.24	80.6	-

Profile line:



EVALUACIÓN REPORTE 3

DATOS

Rangos de temperatura del punto caliente de la máquina y temperatura ambiente:

Temperatura reflejada por la cámara térmica es de 80.6°F

Temperatura reflejada ≠ Temperatura punto caliente

Temperatura mínima = 38.4°F

Temperatura media = 47.9°F

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede apreciar, el informe de análisis termográfico de temperatura máxima en ese punto que es de 72.7°F.

De °F a °C

$$(72.7^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9} = 22.61^{\circ}\text{C temperatura máxima}$$

Cálculos de diferencias de temperatura según la Tabla 15 Tabla 15, entre el componente y la temperatura ambiente

$$\Delta T_{AMB} = T_{PC} - T_{AMB}$$

$$\Delta T_{AMB} = 22.61^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{AMB} = 2.61^{\circ}\text{C}$$

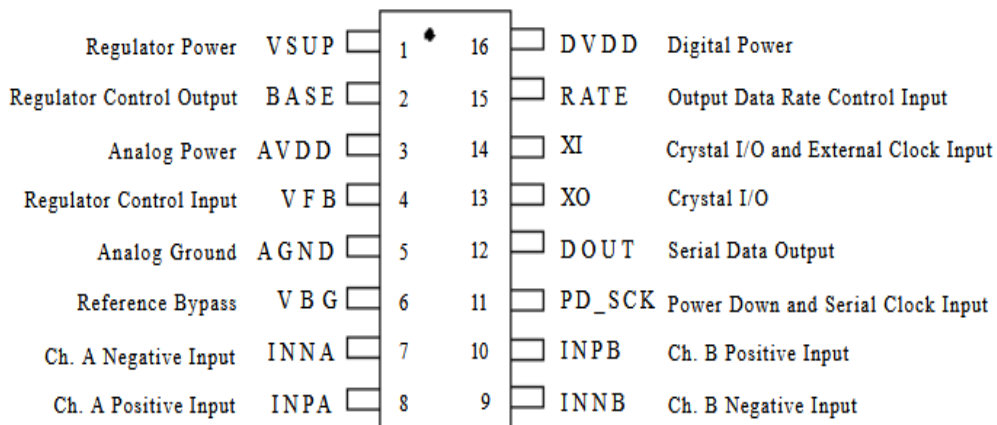
De acuerdo al resultado se puede decir que, existe posible diferencia de temperatura. Seguir monitoreando periódicamente.

$$1^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{AMB} < 12^{\circ}\text{C}$$

No presenta daños en el pistón derecho.

Existe una diferencia de daños según la *Tabla 15*, en el pistón hidráulico izquierdo a una falta de calibración de la máquina, juego en todo el cabezal, esta información fue dada por uno de sus operarios.

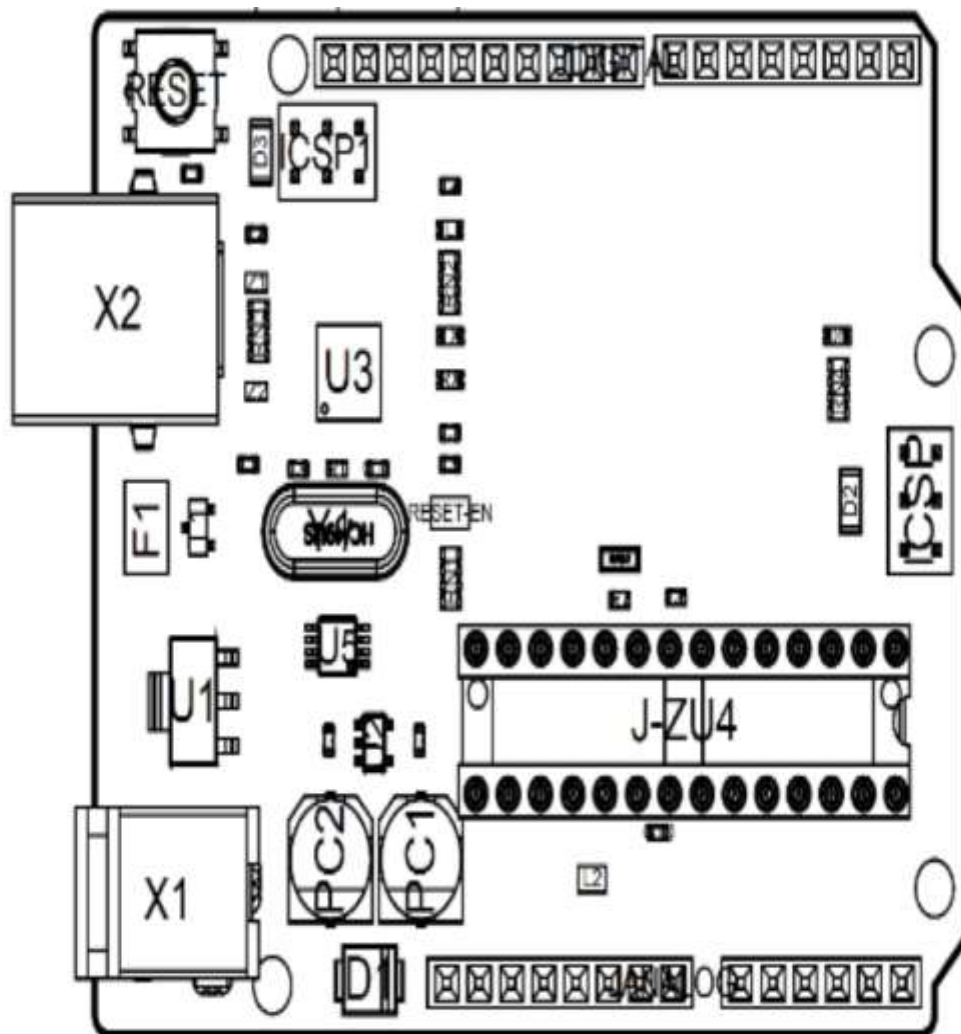
ANEXO 6. HX711 Datasheet



SOP-16L Package

Pin #	Name	Function	Description
1	VSUP	Power	Regulator supply: 2.7 ~ 5.5V
2	BASE	Analog Output	Regulator control output (NC when not used)
3	AVDD	Power	Analog supply: 2.6 ~ 5.5V
4	VFB	Analog Input	Regulator control input (connect to AGND when not used)
5	AGND	Ground	Analog Ground
6	VBG	Analog Output	Reference bypass output
7	INA-	Analog Input	Channel A negative input
8	INA+	Analog Input	Channel A positive input
9	INB-	Analog Input	Channel B negative input
10	INB+	Analog Input	Channel B positive input
11	PD_SCK	Digital Input	Power down control (high active) and serial clock input
12	DOUT	Digital Output	Serial data output
13	XO	Digital I/O	Crystal I/O (NC when not used)
14	XI	Digital Input	Crystal I/O or external clock input, 0: use on-chip oscillator
15	RATE	Digital Input	Output data rate control, 0: 10Hz; 1: 80Hz
16	DVDD	Power	Digital supply: 2.6 ~ 5.5V

ANEXO 7. Ficha técnica Arduino UNO



Board topology

Ref.	Description	Ref.	Description
X1	Power jack 2.1x5.5mm	U1	SPX1117M3-L-5 Regulator
X2	USB B Connector	U3	ATMEGA16U2 Module
PC1	EEE-1EA470WP 25V SMD Capacitor	U5	LMV358LIST-A.9 IC
PC2	EEE-1EA470WP 25V SMD Capacitor	F1	Chip Capacitor, High Density
D1	CGRA4007-G Rectifier	ICSP	Pin header connector (through hole 6)
J-ZU4	ATMEGA328P Module	ICSP1	Pin header connector (through hole 6)
Y1	ECS-160-20-4X-DU Oscillator		

Pin	Function	Type	Description
1	NC	NC	Not connected
2	IOREF	IOREF	Reference for digital logic V - connected to 5V
3	Reset	Reset	Reset
4	+3V3	Power	+3V3 Power Rail
5	+5V	Power	+5V Power Rail
6	GND	Power	Ground
7	GND	Power	Ground
8	VIN	Power	Voltage Input
9	A0	Analog/GPIO	Analog input 0 /GPIO
10	A1	Analog/GPIO	Analog input 1 /GPIO
11	A2	Analog/GPIO	Analog input 2 /GPIO
12	A3	Analog/GPIO	Analog input 3 /GPIO
13	A4/SDA	Analog input/I2C	Analog input 4/I2C Data line
14	A5/SCL	Analog input/I2C	Analog input 5/I2C Clock line

5.2 JDIGITAL

Pin	Function	Type	Description
1	D0	Digital/GPIO	Digital pin 0/GPIO
2	D1	Digital/GPIO	Digital pin 1/GPIO
3	D2	Digital/GPIO	Digital pin 2/GPIO
4	D3	Digital/GPIO	Digital pin 3/GPIO
5	D4	Digital/GPIO	Digital pin 4/GPIO
6	D5	Digital/GPIO	Digital pin 5/GPIO
7	D6	Digital/GPIO	Digital pin 6/GPIO
8	D7	Digital/GPIO	Digital pin 7/GPIO
9	D8	Digital/GPIO	Digital pin 8/GPIO
10	D9	Digital/GPIO	Digital pin 9/GPIO
11	SS	Digital	SPI Chip Select
12	MOSI	Digital	SPI1 Main Out Secondary In
13	MISO	Digital	SPI Main In Secondary Out
14	SCK	Digital	SPI serial clock output
15	GND	Power	Ground
16	AREF	Digital	Analog reference voltage
17	A4/SD4	Digital	Analog input 4/I2C Data line (duplicated)
18	A5/SD5	Digital	Analog input 5/I2C Clock line (duplicated)

ANEXO 8. Programa del control de variables físicas

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //DESCARGAR LIBRERÍA:https://github.com/ELECTROALL/Codigos-arduino/blob/master/LiquidCrystal\_I2C.zip

#include "HX711.h"

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // si no te sale con esta direccion puedes usar (0x3f,16,2) || (0x27,16,2)
||(0x20,16,2)

const int DOUT=A1;

const int CLK=A0;

float num=0;

float num2=0;

int lectura=0;

HX711 balanza;

void setup() {

    ////////////

    Serial.begin(9600);

    Serial.println("LABEL,hora,#planchas");

    //////////////////////////////////////

    balanza.begin(DOUT, CLK);

    balanza.set_scale(107250); // Establecemos la escala

    balanza.tare(20); //El peso actual es considerado Tara.

    lcd.init();

    lcd.backlight();

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0,0);

    lcd.print("ENCENDIENDO BALANZA");

    lcd.setCursor (0,1);
```

```

lcd.print("  TESIS GUALAN");

lcd.display();

delay(1000);

lcd.clear();

////////////////////

pinMode(8,OUTPUT);

pinMode(9,OUTPUT);

pinMode(10,OUTPUT);

////////////////////

}

void loop() {

  lcd.setCursor(0,0);

  lcd.print("PESO=");

  lcd.print(balanza.get_units(20),3);

  lcd.print(" Kg");

  lcd.setCursor(0,1);

  lcd.print("PLANCHAS=");

  num =balanza.get_units(20),3;

  num2=round(num/1);//se divide para el peso de cada plancha

  lcd.print(num2);

  lcd.print("U");

  //////////////////////

  if(num2<=1){

    digitalWrite(8,HIGH);

    digitalWrite(9,LOW);

```

```
digitalWrite(10,LOW);  
}  
if(num2>=10){  
digitalWrite(8,LOW);  
digitalWrite(9,HIGH);  
digitalWrite(10,LOW);  
}  
if(num2>=20){  
digitalWrite(8,LOW);  
digitalWrite(9,LOW);  
digitalWrite(10,HIGH);  
}  
lectura=num2;  
/////////////////////////////////////  
Serial.print("DATA,TIME,");  
Serial.println(lectura);  
////////////////////////////////////
```