



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**REPOTENCIACIÓN DEL HORNO DE TRATAMIENTOS
TÉRMICOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESCUELA
SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO Y ELABORACIÓN
DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

AUTOR:

MARCELO ALBERTO BARRIGA HIDALGO

Riobamba - Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

**REPOTENCIACIÓN DEL HORNO DE TRATAMIENTOS
TÉRMICOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESCUELA
SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO Y ELABORACIÓN
DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

AUTOR: MARCELO ALBERTO BARRIGA HIDALGO

DIRECTOR: Ing. ALEX GEOVANNY TENICOTA GARCÍA

Riobamba - Ecuador

2022


© 2022, Marcelo Alberto Barriga Hidalgo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, MARCELO ALBERTO BARRIGA HIDALGO, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 15 de agosto del 2022


Marcelo Alberto Barriga Hidalgo
C.I.: 1803856697

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El tribunal de Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular Tipo: Proyecto Técnico, **REPOTENCIACIÓN DEL HORNO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS DE LA FACULTAD DE MECÁNICA DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO.** Realizado por el señor: **MARCELO ALBERTO BARRIGA HIDALGO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicas legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Marco Antonio Ordóñez Viñán, Msc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-08-15
Ing. Alex Geovanny Tenicota García, Msc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2022-08-15
Ing. Edison Fernando Calderón Freire, Msc. MIEMBRO DEL TRIBUNAL		2022-08-15

DEDICATORIA

A Dios por darme vida, salud y sabiduría durante mi formación profesional, a mi madre, que es padre y madre en mi vida sin su apoyo no hubiera logrado mi objetivo propuesto, ha sido mi ejemplo de superación y pilar fundamental para mi formación personal y profesional. A mis docentes que siempre sembraron un grano de arena para fortalecer mis conocimientos y contribuyeron con el desarrollo de mi trabajo de titulación.

Marcelo

AGRADECIMIENTO

El más grato agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haberme brindado la oportunidad de formar parte de la familia politécnica, a la Carrera de Mantenimiento Industrial y a mi madre por su apoyo incondicional.

Marcelo

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.
SUMMARY.....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación y actualidad	2
1.4. Objetivos	3
1.5. Variable dependiente	3
1.6. Variable independiente	3

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	4
2.1. Antecedentes de investigación	4
2.2. Referencias teóricas	5
2.2.1. <i>Definición de horno</i>	5
2.2.2. <i>Clasificación de los hornos</i>	5
2.2.1.1 <i>Según el proceso de calentamiento</i>	5
2.2.2.2 <i>Según su atmosfera</i>	7
2.2.3. <i>Partes de los hornos</i>	9
2.2.4. <i>Tratamiento térmico</i>	11
2.2.5. <i>Clasificación de los tipos de tratamiento térmico</i>	12
2.2.5.1. <i>Temple</i>	13
2.2.5.2. <i>Revenido</i>	13
2.2.5.3. <i>Normalizado</i>	14
2.2.6. <i>Fases de un tratamiento térmico</i>	15

2.2.6.1.	<i>Ventajas del tratamiento térmico</i>	16
2.2.7.	<i>Plan</i>	17
2.2.8.	<i>Tipos de planes</i>	17
2.2.8.1.	<i>Por su nivel jerárquico</i>	17
2.2.8.2.	<i>Por su uso</i>	18
2.2.9.	<i>Planificación de un plan de mantenimiento</i>	18
2.2.10.	<i>Programación de un plan</i>	19
2.2.11.	<i>Mantenimiento</i>	19
2.2.11.1.	<i>Tipos de mantenimiento</i>	20
2.2.12.	<i>Programa de mantenimiento</i>	23
2.2.13.	<i>Registro de las instalaciones</i>	24
2.2.13.1.	<i>Distribución de las áreas de trabajo ESPE</i>	24
2.2.13.2.	<i>Esquema de distribución del área de trabajo ESPE</i>	28
2.2.14	<i>Distribución del taller de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH</i>	29

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	30
3.1.	Evaluación inicial del Taller de la carrera de mecánica	30
3.1.1.	<i>Selección del contactor - conductor</i>	33
3.2.	Insumos	34
3.3.	Materiales	35
3.4	Documentos necesarios	36
3.4.1.	<i>Formato de inventario de activos</i>	36
3.4.2.	<i>Ficha técnica de activos</i>	37
3.4.3.	<i>Bitácora de mantenimiento</i>	38
3.4.4.	<i>Cronograma de mantenimiento preventivo y correctivo</i>	39
3.4.5.	<i>Orden de trabajo</i>	42
3.4.6.	<i>Plan de mantenimiento</i>	43
3.5.	Recursos	44

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	45
4.1.	Análisis e interpretación de resultados	45
4.2.	Resultados	55

4.2.1.	<i>Tipos de aceros utilizados</i>	55
4.2.2.	<i>Cálculo de la temperatura</i>	55
4.2.3.	<i>Tipos de elementos utilizados para el temple</i>	56
4.2.4.	<i>Selección de temperatura</i>	58
4.2.5.	<i>Prueba de la dureza</i>	61
	CONCLUSIONES	70
	RECOMENDACIONES	71
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Tipos de revenido	14
Tabla 2-1: Componentes del mantenimiento preventivo	22
Tabla 3-1: Requerimientos del taller de mecánica ESPE.....	25
Tabla 4-1: Requerimientos específicos del taller de la Facultad de Mecánica	29
Tabla 1-2: Formato de inventario de equipos	36
Tabla 2-2: Ficha técnica de activos.....	37
Tabla 3-2: Bitácora de mantenimiento.....	38
Tabla 4-2: Cronograma para la programación de actividades de mantenimiento preventivo..	40
Tabla 5-2: Cronograma para la programación de actividades de mantenimiento correctivo...	41
Tabla 6-2: Orden de trabajo	42
Tabla 7-2: Plan de mantenimiento	43
Tabla 1-3: Listado de los equipos	46
Tabla 2-3: Ficha técnica de activos.....	47
Tabla 3-3: Bitácora de mantenimiento.....	49
Tabla 4-3: Cronograma de mantenimiento preventivo	50
Tabla 5-3: Orden de trabajo	52
Tabla 6-3: Plan de mantenimiento	53
Tabla 7-3: Pantalla, leds y botones	59
Tabla 8-3: Listado de parámetros.....	60
Tabla 9-3: Datos para el cálculo	63
Tabla 10-3: Datos para el cálculo	64
Tabla 11-3: Promedios de acero 705.....	67
Tabla 12-3: Promedios acero 1018	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4: Dureza en el acero 705	67
Gráfico 2-4: Dureza acero ANSI 1018	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Horno industrial	5
Figura 2-2: Horno por calentamiento por gas	6
Figura 3-2: Horno de calentamiento por resistencia eléctrica.....	6
Figura 4-2: Horno de calentamiento por inducción	7
Figura 5-2: Horno en vacío.....	8
Figura 6-2: Horno de atmósfera tipo generado exotérmico	9
Figura 7-2: Partes de un horno.....	11
Figura 8-2: Tratamiento térmico.....	12
Figura 9-2: Principales tratamientos térmicos	12
Figura 10-2: Tratamiento térmico de Temple.....	13
Figura 11-2: Tratamiento térmico revenido.....	14
Figura 12-2: Tratamiento térmico normalizado.....	15
Figura 13-2: Fases de tratamiento térmico	16
Figura 14-2: Ventajas del tratamiento térmico	17
Figura 15-2: Planificación de un plan de mantenimiento	19
Figura 16-2: Tipos de mantenimiento.....	20
Figura 17-2: Tipos de mantenimiento.....	24
Figura 18.2: Esquema del taller	28
Figura 1-3: Pasos del desarrollo del plan de mantenimiento	30
Figura 2-3: Diagrama de control.....	31
Figura 3-3: Diagrama de fuerza	32
Figura 4-3: Contactador.....	34
Figura 5-3: Amperaje de cables de cobre	34
Figura 1-4: Gráfico referencial-cálculo de temperatura.....	55
Figura 2-4: Limpieza de probetas	61
Figura 3-4: Superficie plana	62
Figura 3-4: Superficie plana	62

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: REPOTENCIACIÓN DEL HORNO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS

ANEXO B: PRUEBAS DE DUREZA

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo repotenciar el controlador de temperatura y la elaboración de un plan de mantenimiento en la Facultad de Mecánica. En primer lugar se procedió a realizar visitas insitu, mediante una ficha técnica se midió características como continuidad y variables eléctricas para determinar posibles averías, en segundo lugar; se levantó información técnica para la operación y mantenimiento del equipo, mediante análisis de catálogos y manuales de controladores. En tercer lugar se repotenció el activo mediante la implementación de actividades correctivas especializadas en electricidad, mecánica y control industrial, finalmente se realizaron pruebas de funcionamiento a través del análisis de los ensayos de dureza Brinell en los metales: AISI 1018 y Acero 705 SAE 4340, bajo dimensiones que oscilan entre 1,190 y 2,570 en los agujeros de las probetas. El equipo posee mejor funcionamiento con la configuración del auto-tuning misma que cuenta con un error +- del valor real. El horno tiene la capacidad de realizar temple a 850, los valores referenciales de dureza obtenidos son 253,21 y 616,51 en comparación con el ensayo Vickers que es de 1150. Adicionalmente se propone un manual para la operación del controlador con cuatro puntos importantes que se deben considerar: la precaución, comandos de la pantalla y la operatividad. En conclusión, se cuenta con mejor disponibilidad y funcionalidad del horno en el taller de fundición para desarrollar prácticas de tratamientos térmicos, de tal manera que se pueda usar el activo bajo condiciones de eficiencia y fidelidad aceptables en la entrega de temperatura. Se recomienda aplicar el mantenimiento preventivo sugerido en el presente trabajo técnico, principalmente en elementos como: controlador, contactor, termocupla, interruptor e indicador de energización, para mantener en constante funcionamiento el activo.

Palabras clave: <HORNO>, <TRATAMIENTOS TÉRMICOS>, <OPERACIÓN DEL EQUIPO>, <METALES>, <DUREZA BRINELL >

1940-DBRA-UTP-2022



SUMMARY

The objective of this degree work was to repower the temperature controller and the development of a maintenance plan in the Faculty of Mechanics. In the first place, on-site visits were carried out, through a technical file characteristic such as continuity and electrical variables were measured to determine possible breakdowns, secondly; technical information was collected for the operation and maintenance of the equipment, through analysis of catalogs and controller manuals. Thirdly, the asset was strengthened through the implementation of specialized corrective activities in electricity, mechanics, and industrial control. Finally, performance tests were carried out through the analysis of Brinell hardness tests on metals: AISI 1018 and Steel 705 SAE 4340, under dimensions that oscillate between 1,190 and 2,570 in the holes of the specimens. The equipment has better performance with the auto-tuning configuration itself, which has an error +/- of the real value. The furnace has the capacity to perform tempering at 850, the reference values of hardness obtained are 253.21 and 616.51 compared to the Vickers test, which is 1150. Additionally, a manual for the operation of the controller with four important points is proposed things to consider: caution, screen commands, and operability. In conclusion, there is better availability and functionality of the furnace in the foundry to develop heat treatment practices, so that the asset can be used under conditions of acceptable efficiency and fidelity in temperature delivery. It is recommended to apply the preventive maintenance suggested in this technical work, mainly in elements such as: controller, contactor, thermocouple, switch, and energization indicator, to keep the asset in constant operation.

Keywords: <FURNACE> <MAINTENANCE PLAN> <HEAT TREATMENTS>
<METALS> <HARDNESS TESTS>.



Lic. Luis Francisco Mantilla Cabrera Mgs.
CI:0603747809

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento que debe ser aplicado en los activos del taller de la Facultad de Mecánica, en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, es de suma importancia para mantener en constante funcionamiento y disponible para el desarrollo de las prácticas de los estudiantes de la carrera, en la actualidad el controlador de temperatura FM-TF-HCT9195, no poseía las condiciones óptimas para su uso, por ello se procede al desarrollo del presente trabajo técnico, para lo cual se ha desarrollado la siguiente estructura.

CAPÍTULO I. Diagnóstico del problema, se efectúa el planteamiento del problema detallando por qué se propone el tema de estudio, adicionalmente se plasma la justificación y se establecen el objetivo tanto general como específico, los cuales deberán ser cumplidos durante el desarrollo del trabajo de titulación.

CAPÍTULO II. Marco referencial, está constituido por antecedentes investigación, se plasmó en base a una revisión profunda referente a temas similares realizados en otras instituciones de educación superior, por otra parte las referencias teóricas se establecen en función de las variables dependiente e independiente, definiciones que han sido obtenidas de normativas, artículos científicos, libros, sitios web y trabajos de pregrados y maestría.

CAPÍTULO III. Perteneciente al marco metodológico, donde se crearon formatos o documentos que permitan realizar un diagnóstico del activo a través de métodos insitu, adicionalmente se determinó los insumos, materiales y recursos necesarios para la repotenciación del controlador de temperatura.

CAPÍTULO IV. Análisis e interpretación de resultados, se determinarán las averías existentes en el activo y posteriormente se dará a conocer los resultados obtenidos una vez se haya efectuado la repotenciación del controlador y aplicación de los ensayos con los aceros seleccionados. Adicionalmente se establecerá el plan de mantenimiento con el cual se podrá mantener en constante funcionamiento el activo y un manual de operación.

Para finalizar se redactan las conclusiones y recomendaciones con base en los objetivos específicos planteados inicialmente en el trabajo técnico.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

De acuerdo con el análisis de los resultados de la autoevaluación de carreras obtenidos en la (Dirección de Evaluación y Aseguramiento de la Calidad-ESPOCH, 2021), en la Facultad de Mecánica, se pudo observar que presenta valoraciones cuasi satisfactorias en los indicadores de funcionalidad, equipamiento y disponibilidad, los cuales son inherentes a los laboratorios y talleres, que son destinados al desarrollo de prácticas estudiantiles. Adicionalmente se puede mencionar que, mediante diálogos establecidos con los docentes que forman parte de las comisiones de evaluación de la carrera de mantenimiento industrial, fue identificado al Taller de Fundición como uno de los casos con mayores problemas respecto a: ordenamiento, espacios mal utilizados, y equipos e infraestructura en mal estado.

1.2. Planteamiento del problema

En la actualidad el laboratorio de la Facultad de Mecánica dispone de hornos de tratamiento térmico que no se encuentran en funcionamiento, por la falta de uso, cumplimiento de la vida útil de los equipos, o escaso mantenimiento. El horno de tratamiento térmico de calentamiento de tipo radiante series K presenta averías en termocupla, controlador, contactor, y enchufe del activo, el problema existente en esta área conduce a una disminución significativa en el nivel de conocimientos de los estudiantes, puesto que las prácticas no pueden ser desarrolladas completamente por la falta de equipos y por ende a un futuro las falencias en las horas académicas tendrán repercusiones en el desempeño profesional.

1.3. Justificación y actualidad

La propuesta para el desarrollo e implementación del presente proyecto técnico se realiza con el fin de fortalecer la enseñanza en los estudiantes de la facultad, puesto que a través de la práctica podrán aplicar los conocimientos teóricos adquiridos, como: el uso del horno, procedimientos para el manejo correcto y desarrollo de prácticas en los equipos. Por este motivo se efectuará el plan de mantenimiento y frecuencias de inspecciones del horno Ascan Series K de tratamiento térmico, ya que a partir de él se podrá mantener en constante operación el equipo para el uso inmediato por parte de las personas que lo requieran, adicionalmente se establecerán criterios técnicos que contribuyan con la repotenciación del activo

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Repotenciar el horno de tratamientos térmicos y elaboración de un plan de mantenimiento en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

1.4.2. Objetivos específicos

Realizar un diagnóstico de las averías presentes en el horno de tratamiento térmico Ascan Serie K.

Efectuar un mantenimiento y repotenciación de los componentes del horno, para el funcionamiento adecuado.

Elaborar un manual de operación y plan de mantenimiento para el horno tratamientos térmicos.

1.5. Variable dependiente

Horno de tratamientos térmicos

1.6. Variable independiente

Repotenciación y elaboración de un plan de mantenimiento

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes de investigación

Mediante la investigación bibliográfica se procede al sustento del trabajo de investigación a través de la recopilación de proyectos aplicados que poseen el mismo contexto y se relacionen con plan de mantenimiento y frecuencias de inspecciones en un horno de tratamiento térmico, propuesto para el desarrollo del presente proyecto técnico:

Una de las instituciones de Educación Superior en la que se ha implementado un plan de mantenimiento para los laboratorios de procesos y transformación de materiales del área de ingenierías, ha sido la Universidad Politécnica Salesiana, la cual a través de la intervención de los estudiantes que desarrollan sus trabajos de titulación han observado la necesidad existente para el desarrollo adecuado de las prácticas efectuadas, una vez aplicado el plan de mantenimiento correcto se pudo mantener los equipos en funcionamiento continuo y disponible para docentes y estudiantes (Narváez & Zhingue, 2015).

Mediante un plan desarrollado en la Universidad Tecnológica de Bolívar para el mantenimiento de los equipos de fundición localizados en FUMECO Ltda., una vez implementado el proyecto se pudo constatar que la gestión eficiente de un mantenimiento preventivo en los dispositivos es indispensable para conocer el estado en el que se encuentra y tomar decisiones acertadas con respecto a cambios que sean necesarios para el funcionamiento correcto del activo, la operación eficiente de los hornos que disponen las industrias es la principal responsabilidad de la dirección institucional para el cumplimiento del servicio que brinda a la sociedad (Gutierrez & Atencio, 2016)

A través de las investigación efectuadas en el presente trabajo se pretende realizar un plan de mantenimiento y frecuencias para el horno de tratamientos térmicos, con el fin de precautelar el correcto funcionamiento del activo mediante la aplicación del mantenimiento oportuno y adecuado según los requerimientos que se presenten en el equipo.

2.2 Referencias teóricas

2.2.1 Definición de horno

Se comprende por hornos industriales a los equipos o dispositivos utilizados en la industria, con los cuales se calienta las una amplia variedad de piezas o elementos colocados en el interior para llevarlo por encima de la temperatura ambiente, el objetivo de este calentamiento puede ser muy variado (Suministro ingeniería y soluciones S.A., 2017).



Figura 1-2: Horno industrial

Fuente: (Suministro ingeniería y soluciones S.A., 2017).

2.2.2. Clasificación de los hornos

Los hornos de tratamientos térmicos se pueden clasificar en:

2.2.1.1. Según el proceso de calentamiento

- **Calentamiento por gas**

Existe actualmente una gran cantidad de procesos para el tratamiento térmico que requieren el uso de hornos de cámara con calentamiento por gas. Esto se realiza por los cortos tiempos para elevar la temperatura y el alto rendimiento son argumentos convincentes. Los hornos de cámara, equipados con quemadores de gas forman parte de una gran variedad de procesos, los quemadores deben encenderse manualmente; posterior de ello es el control el que regular la cocción. Una vez terminado el proceso los quemadores se apagan automáticamente. Cabe mencionar que depende

del modelo del horno equipado con diferentes con quemadores de soplete con control automático y accesorios adecuados puede ser más costoso que otros (Nabertherm, 2022).



Figura 2-2: Horno por calentamiento por gas

Fuente: (Pérez, 2021)

- **Calentamiento por resistencia eléctrica**

Un horno eléctrico es un dispositivo que se calienta por electricidad, es muy empleado en la industria para fundir metales o cocer cerámica por sus bajos costos en la construcción y facilidad de uso, se conoce como horno electro térmico.

Los llamados hornos de resistencia que son aquellos que obtienen la energía eléctrica a través de resistencias eléctricas que se calientan por el efecto Joule. Las resistencias transferirán el calor a la carga a través de la radiación.



Figura 3-2: Horno de calentamiento por resistencia eléctrica

Fuente: (Pérez, 2021)

- **Calentamiento por inducción electromagnética**

Los hornos de calentamiento por inducción disponen de una fuente de alimentación de inducción que convierte la energía de la red eléctrica en una corriente alterna y es suministrada a una bobina de trabajo, la bobina crea un campo electromagnético dentro de ella y se desarrolla por encima de la pieza, para generar el campo magnético, el campo induce una corriente en la pieza y provoca el calentamiento de la misma llegando a ponerle a una temperatura deseada o de fundición (Kolocsar S.A., 2022).



Figura 4-2: Horno de calentamiento por inducción electromagnética

Fuente: (Pérez, 2021)

2.2.2.2. Según su atmosfera

En los tratamientos térmicos, la atmósfera es una masa gaseosa que se encierra en el interior del horno que está en contacto con la pieza a tratar; puede tener carácter neutro, oxidante o reductor. El papel desempeñado por la atmósfera controlada es doble, evita que se produzcan reacciones perjudiciales como la oxidación y la descarbonización de las piezas, por otra parte, permite realizar la reducción de óxidos superficiales y que la eliminación de gas sea absorbida (Hernández, 2020).

- **En vacío**

Se utiliza para reducir carbonos cementados y para dar tratamiento térmico especial de aceros aleados, este proceso se ejecuta mediante bombas mecánicas y de difusión de aceite o mercurio.

Las atmósferas neutras de argón helio y nitrógeno se emplea debido al bajo precio de los gases y a las trazas de oxígeno que suelen contener. Las atmósferas carburantes o descarburantes obtenidas por combustión de las mezclas de hidrocarburos (metano, propano, butano, gas natural), con aire estas suelen contener N₂, CO, H₂, CO₂, y pequeñas cantidades de vapor de agua (Hernández, 2020).

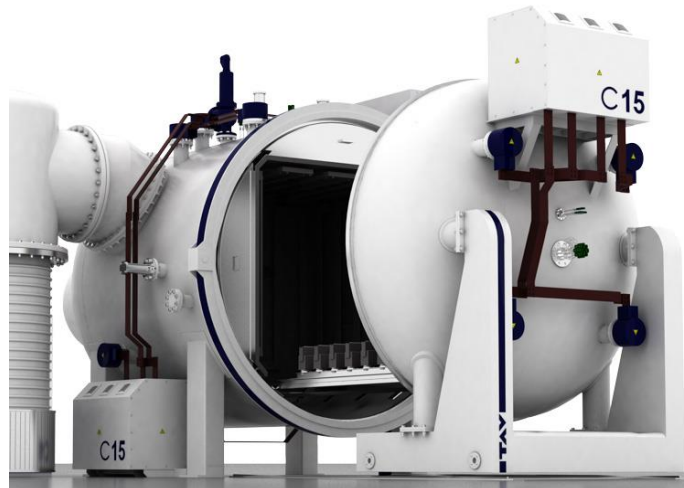


Figura 5-2: Horno en vacío

Fuente: (Pérez, 2021)

- **Hornos de atmosfera tipo generador exotérmico y endotérmico**

El generador exotérmico permite introducir hidrocarburos y aire seco limpio convenientemente dosificado, se incinera en la cámara de combustión, se filtran y se separa el agua. El gas seco obtenido se introduce al horno de tratamiento térmico. La mezcla que se coloca en el generador endotérmico es parecida a la inyectada en el exotérmico, pero el generador endotérmico no tiene quemador si no los gases reaccionan entre sí en un catalizador calentado a altas temperaturas (Hernández, 2020).



Figura 6-2: Horno de atmósfera tipo generado exotérmico y endotérmico

Fuente: (Pérez, 2021)

2.2.3 Partes de los hornos

Los hornos para tratamiento térmico disponen de características técnicas la mayor parte de ellos disponen de algunos componentes como un factor común entre todos, varían unas piezas dependiendo el modelo, pero la mayoría de estos hornos llevan las mismas (Hernández, 2020).

Cimientos: Los cimientos en un horno son la parte que se apoya en el suelo y la función principal es sostener las demás partes del horno, es decir, lo que se espera de los cimientos es su absoluta solidez para soportar toda la carga estática, además de las eventuales cargas dinámicas sin sufrir ningún deterioro, los cimientos tienen dimensiones de tal manera que la presión contra el suelo no supere los valores permisibles (Duarte, et al., 2018).

Plataforma: Se encuentra ubicada sobre los cimientos y debajo de la mampostería; en la construcción se utilizan una serie de materiales: ladrillos refractarios y termoaislantes; el tipo de construcción con el espesor de la plataforma se considera de acuerdo a la estructura del horno. La principal función es proporcionar una superficie sobre la cual se apoyen las demás partes del horno

Solera: La solera es una estructura del horno en la cual se disponen los materiales a calentarse. Soporta el peso del material debe ser bien construida y suficientemente sólida, además de ser químicamente estable a la temperatura. La solera está expuesta a: la erosión por el acero fundido, la penetración de materiales bajo punto de fusión, el impacto mecánico en el caso de caída de la chatarra y la posible hidratación entre procesos (Duarte, et al., 2018).

Bóveda: Es una de las partes más importantes del horno es considerada la bóveda, generalmente soporta temperaturas muy altas y se calienta mucho. Los gases calientes en la parte superior de la zona de trabajo se encuentran bajo una presión superior a la normal, la bóveda debe ser impermeable y resistente a gases calientes. Los refractarios de la bóveda deben ser capaces de soportar: el choque térmico por fuertes variaciones de temperatura, la radiación térmica y el impacto mecánico (Duarte, et al., 2018).

Paredes: Las paredes rodean la zona de trabajo del horno, son las encargadas de cubrir a la bóveda y soportar altas temperaturas. Tiene como propósito proteger la zona interna de las pérdidas de calor, debe cerrar herméticamente durante el proceso de fundición. La cara más importante de las paredes es la interior. Debe ser pareja, limpia y tener juntas delgadas. La parte superior de las paredes debe soportar el choque térmico por las fuertes fluctuaciones de temperatura.

Juntas térmicas: Las juntas térmicas deben compensar la dilatación volumétrica de la mampostería por el calor y asegurar la integridad de la mampostería, las juntas a vez no deben disminuir la solidez de la misma y ser causante de fugas de gases, metales o escorias. El ancho y la disposición de las juntas se determinan en concordancia con el calentamiento de una parte dada del horno y de los coeficientes de dilatación de los materiales por el calor

Estructura metálica: Se le llama esqueleto a la estructura metálica que sujeta todas las partes del horno que son originados por la mampostería durante el ejercicio y posteriormente en el trabajo de los procesos, la estructura metálica transmite un conjunto de esfuerzos a los cimientos. Las partes de la estructura se aprovechan para montar sobre ellas los accesorios del horno, como: marcos, tapas, puertas, ventanas, mecheros, toberas.

Ventanas de trabajo: Las ventanas de trabajo permiten cargar y descargar los materiales y objetos en la solera, también permiten observar el proceso al que se someten para controlarlo para obtener un resultado esperado; las aberturas de las ventanas se cierran por sus correspondientes puertas a bisagras.

Puertas: Las puertas de los hornos deben ser estancas, ligeras, sólidas además de ser muy resistentes al calor, además tiene una resistencia mecánica para una duración prologada. Permiten el paso para cargar y descargar los materiales, pero deben ser herméticas. Las puertas pueden ser de tipo bisagra o levadizo.

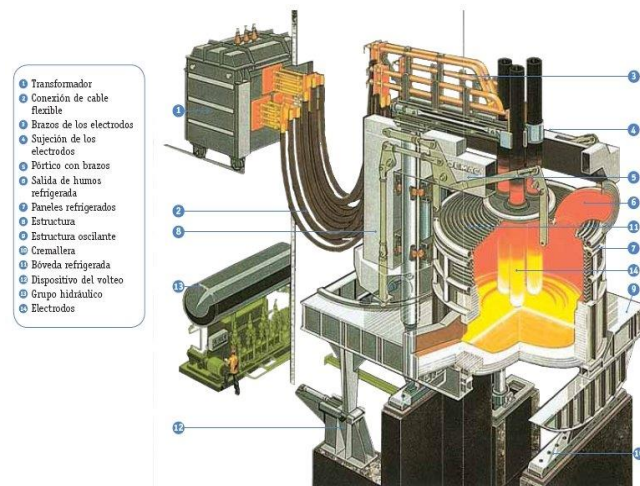


Figura 7-2: Partes de un horno

Fuente: (Pérez, 2021)

2.2.4. Tratamiento térmico

El tratamiento térmico de los metales es un conjunto de ciclos de calentamientos y enfriamiento a que se someten los metales para modificar su microestructura y, por lo tanto, sus propiedades. Los tratamientos térmicos se definen como una combinación de operaciones de calentamiento y enfriamiento, de tiempos determinados y aplicadas a un metal o aleación en una forma tal que producirá propiedades deseadas (Martínez, 2018).

La mayoría de los tratamientos térmicos se encuentran definidos por los siguientes parámetros:

- Velocidad de calentamiento.
- Temperatura alcanzada en el horno.
- Tiempo de permanencia en el horno
- Intensidad en la temperatura



Figura 8-2: Tratamiento térmico

2.2.5. Clasificación de los tipos de tratamiento térmico

Los tipos de tratamiento térmico efectuado a un material posee su objetivo, al aplicar cada uno de ellos obtienen características óptimas para el mejoramiento de las propiedades, de tal manera que puedan ser utilizados incluso para realizar cortes de otros metales con menor dureza.

- Temple
- Revenido
- Normalizado



Figura 9-2: Principales tratamientos térmicos

Fuente: (Martínez, 2018)

2.2.5.1. Temple

El proceso de temple consiste en calentar la pieza a tratar con una temperatura lo suficientemente elevada, diferente para cada material, forzando una transformación y posteriormente un enfriamiento controlado lo suficientemente rápido para conseguir una estructura estable. Este tratamiento se realiza en hornos atmosféricos, baños de sales u hornos de vacío, según las necesidades de temperatura del material. El tratamiento de temple se aplica a todas aquellas piezas que requieran un aumento de sus características mecánicas tales como dureza, resistencia al desgaste, tenacidad, etc. Al mejorar estas características el material será apto para desarrollar la aplicación para la cual fue diseñado.

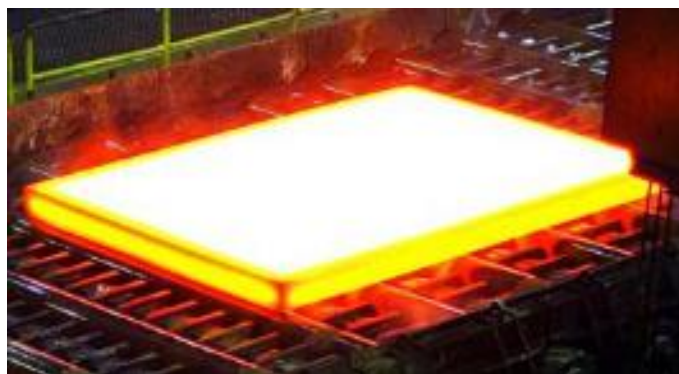


Figura 10-2: Tratamiento térmico de Temple

Fuente: (Martínez, 2018)

El proceso de temple es ejecutado en su mayor parte del tiempo en tres etapas:

1. Calentamiento del metal
2. Uniformidad en la temperatura proporcionada al material
3. Enfriamiento rápido

2.2.5.2. Revenido

Revenido el revenido es el tratamiento complementario al temple; consiste en calentar el acero templado a una temperatura inferior a la eutectoide ($727\text{ }^{\circ}\text{C}$), mantener dicha temperatura hasta que la estructura se homogenice y luego enfriar a velocidad variable.



Figura 11-2: Tratamiento térmico revenido

Fuente: (Martínez, 2018)

Tabla 1-1: Tipos de revenido

Tipos de revenidos		
Bajas temperaturas	Medias temperaturas	Altas temperaturas
180 y 220 grados centígrados.	300 y 400 grados centígrados.	500 y 550 grados centígrados

Fuente: (Martínez, 2018)

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

2.2.5.3. Normalizado

De igual manera que el temple se calienta la pieza de acero hasta una temperatura alta, determinada por el tipo de acero (850-900°C); se mantiene la temperatura en dicho valor durante un quinto del tiempo de calentamiento; finalmente, a diferencia del temple, se debe enfriar al aire. Con este tratamiento térmico se logra armonizar la estructura del acero y darle mayor resistencia mecánica.



Figura 12-2: Tratamiento térmico normalizado

Fuente: (Martínez, 2018)

2.2.6. Fases de un tratamiento térmico

Los tratamientos térmicos se consideran como operaciones de calentamiento y enfriamiento a temperaturas y condiciones determinadas de acuerdo a la necesidad, se someten los materiales ferrosos para darles mejores características para su uso. Con este proceso se modifica la constitución del material variando el estado en el que se encuentra el carbono y la forma alotrópica del hierro (Queirós, 2020).

Todo calentamiento térmico consta de tres fases:

- **Etapas de calentamiento:** hasta la temperatura fijada: La elevación de temperatura debe ser uniforme en la pieza.

El objetivo es transformar el acero en austenita. Lo cual ocurre al calentar al acero 50°C por encima de la temperatura crítica. En esta transformación los granos de austenita se forman por nucleación y crecimiento, los núcleos se forman heterogéneamente en las intercaras de ferrita-cementita (Queirós, 2020).

- **Permanencia a la temperatura fijada:** el objetivo es la completa transformación del constituyente estructural de partida. Se considera unos 2 minutos por milímetro de espesor de permanencia. En esta transformación los granos de austenita se forman por nucleación y crecimiento, los núcleos se forman heterogéneamente en las intercaras de ferrita-cementita (Lefevre, 2017).

- **Enfriamiento:** Este enfriamiento tiene que ser rigurosamente controlado en función del tipo de tratamiento que se realice.

Comienza con la inmersión de la pieza en el medio de enfriamiento, formándose una capa de vapor que envuelve el metal y dificulta el enfriamiento, ya que actúa como aislante. Después al descender la temperatura desaparece la capa de vapor, aunque el líquido en contacto con el metal sigue hirviendo y produciendo burbujas, se producen las velocidades más altas de transferencia de calor.

- Enfriamiento por medio de una capa de vapor
- Enfriamiento por transporte de vapor
- Enfriamiento por medio de líquido

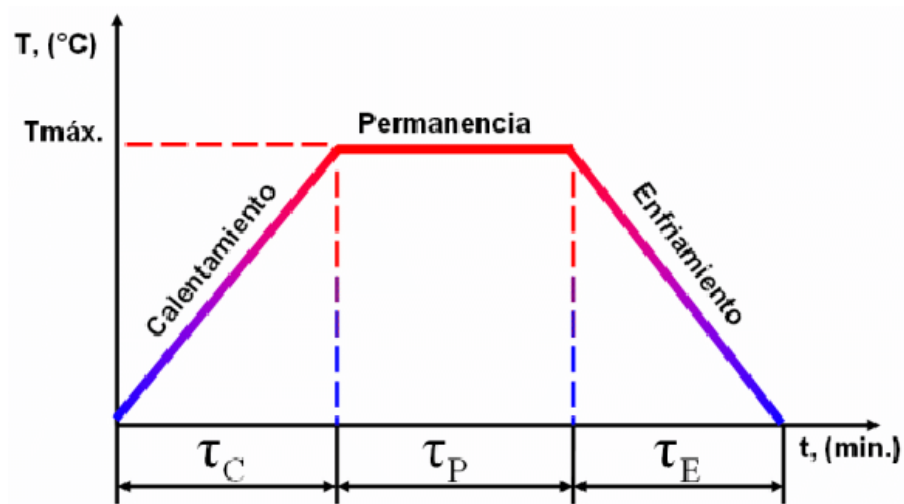


Figura 13-2: Fases de tratamiento térmico

Fuente: (Queirós, 2020).

2.2.6.1. Ventajas del tratamiento térmico

(Lefevre, 2017) La aplicación de un tipo de tratamiento térmico en los aceros permite obtener diversas características de este tipo de metales, al efectuar este proceso es de suma importancia garantizar su calidad, rendimiento y funcionalidad, por ello es necesario tomar en consideración las siguientes ventajas:



Figura 14-2: Ventajas del tratamiento térmico

Fuente: (Lefevre, 2017)

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

2.2.7. Plan

Se denomina plan a una lista de procesos o actividades en el cual se detallan tiempos, recursos, estrategias a utilizar para el cumplimiento de objetivos planteados, una de las características primordiales de un plan es su modificación frecuente, es decir no es un instrumento estático, puede estar sujeto a cambios positivos en beneficio de la institución, ya que mejorará la organización y planeación que contribuirá con un crecimiento futuro.

2.2.8. Tipos de planes

2.2.8.1. Por su nivel jerárquico

Plan estratégico. Se basa en la planificación de decisiones que se enfocan en una sola dirección a futuro, de esta manera se podrá establecer acciones que permitan mejorar el funcionamiento organizacional de una institución de tal manera que las expectativas de un grupo de interés se puedan cumplir (Vicuña, 2017).

Es un programa de actuación que consiste en explicar lo que se pretende conseguir y como se va a lograr plasmando en un documento, donde, concretamos grandes decisiones que pondrá en marcha hacia una buena gestión (Vicuña, 2017).

Plan táctico. Se refiere al planteamiento de acciones o herramientas en relación con las necesidades que se presenten, lo cual permitirá obtener los objetivos planteados en una institución una vez que han sido implementados, adicionalmente se puede establecer cronogramas de cumplimiento de las actividades con el fin de desarrollar cada propuesta en los tiempos establecidos y presupuestos para justificar los gastos en los que incurre el plan (Saab, 2018).

Un plan táctico consiste en un esquema escrito sobre las acciones específicas que realizarás para enfrentar un problema o alcanzar una meta. Puede listar las tareas que tú mismo harás y las que asignarás a los empleados (Saab, 2018).

2.2.8.2. Por su uso

De uso único. Son utilizados para la toma de decisiones cuando se efectúan reuniones no programadas, su contenido puede estar diseñado basándose en varias acciones a ejecutarse, se caracterizan por ser implementados de forma inmediata una vez que las personas interesadas hayan aprobado los puntos establecidos en él.

De uso permanente. Son puestos en práctica constantemente según los requerimientos o necesidades de una persona o un bien, disponen de información relevante como: tiempo de aplicación, frecuencia, en el caso de un equipo posee las especificaciones técnicas que deben considerarse para llevar a cabo el procedimiento

2.2.9. Planificación de un plan de mantenimiento

Según (Pérez, 2021), para la planificación del plan es necesario establecer actividades, acciones, a través de los cuales se pueda llevar a cabo un mantenimiento correcto en los equipos, con el fin de minimizar los costos innecesarios en reparaciones y potencializar el funcionamiento, desarrollar un plan de mantenimiento es necesario considerar 8 pasos fundamentales.

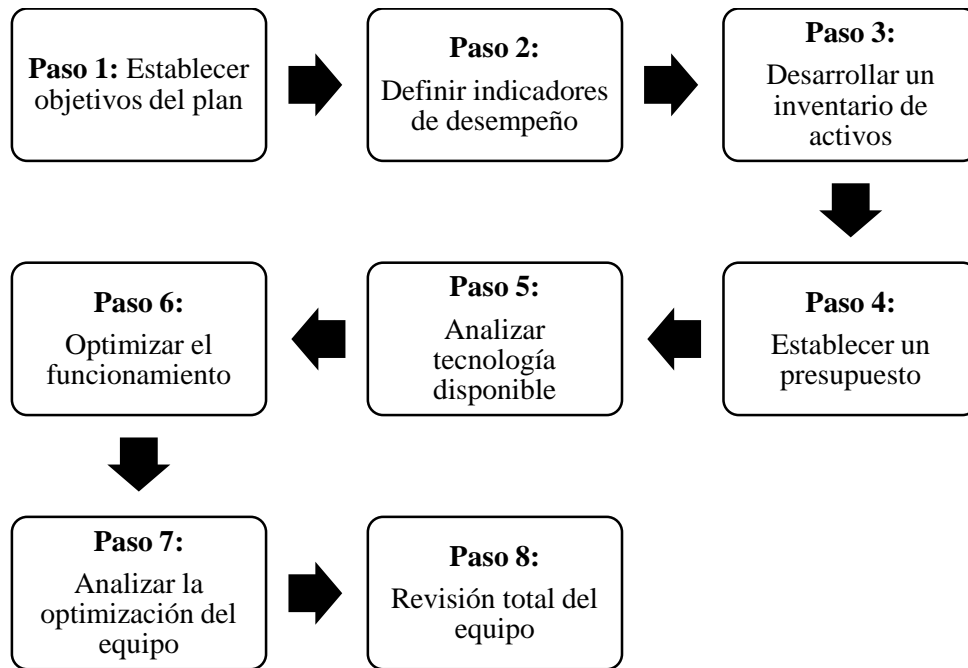


Figura 15-2: Planificación de un plan de mantenimiento

Fuente: (Pérez, 2021)

2.2.10. Programación de un plan

La programación se realiza a través de actividades en las cuales se establece tiempos de cumplimiento, los puntos establecidos en el plan deben ejecutarse como han sido planteados tomando en cuenta sugerencias, periodicidad y la orden del tiempo de ejecución; ya sea diaria, semanal, mensual o anual, para llevar a cabo la programación establecida es necesario disponer de recursos indispensables como: personal, medios de movilización, herramientas y repuestos para efectuar las reparaciones que requieran los activos.

2.2.11. Mantenimiento

Son acciones que permiten disminuir el deterioro de las partes de un equipo o restaurar las que presentan deterioro por el uso continuo, de esta manera podrá realizar correctamente la función para a cuál fue diseñado en óptimas condiciones, el mantenimiento que se realiza puede considerarse como una estrategia de calidad en los bienes, ya que garantiza la confiabilidad en su operación (UNE-Normalización Española, 2018).

Es el conjunto de actividades necesarias de carácter óptimo para el funcionamiento tanto de equipos, instalaciones y maquinarias, así como los espacios de trabajo que componen esas instalaciones industriales. También incluiría los trabajos de reparación y revisión necesarios para

garantizar el funcionamiento correcto y el buen estado de conservación del sistema productivo (UNE-Normalización Española, 2018).

2.2.11.1. Tipos de mantenimiento

La (UNE-Normalización Española, 2018 p. 16) clasifica a los tipos de mantenimiento en 7, los cuales son necesarios para mantener los equipos o activos en operación y a la vez extender su vida útil, cada uno de ellos es desarrollado mediante la aplicación de tareas o actividades que permiten aplicar un proceso correcto en cada una de las partes del bien.

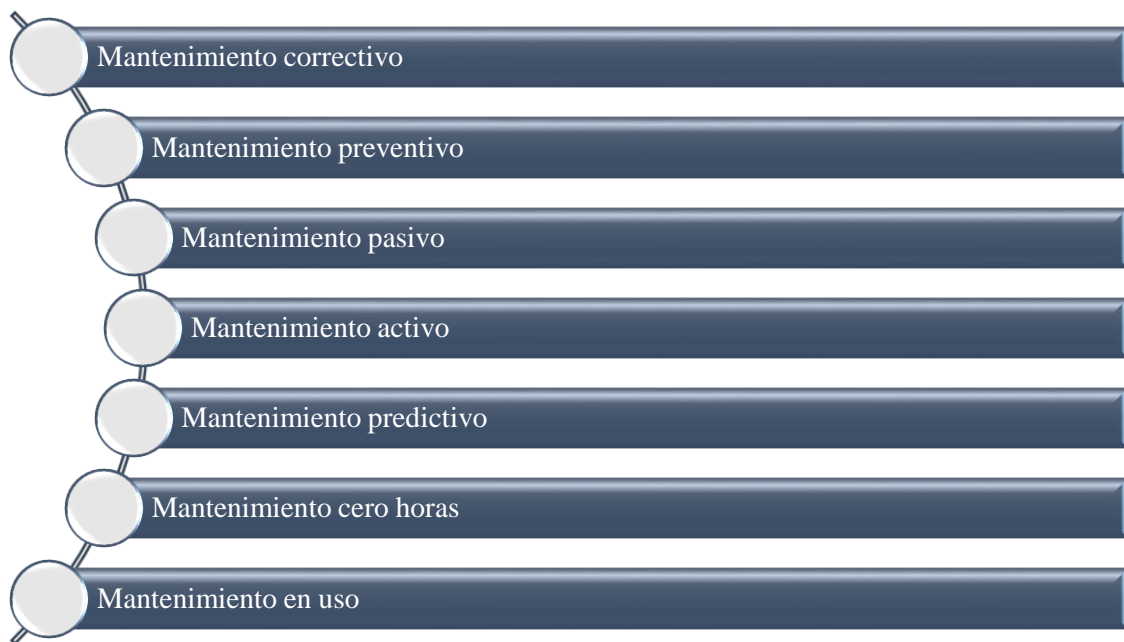


Figura 16-2: Tipos de mantenimiento

Fuente: (UNE-Normalización Española, 2018)

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

- **Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo se refiere a las tareas a realizarse en un equipo con el fin de corregir averías presentadas por escaso mantenimiento preventivo en los componentes de un activo, con base en las medidas tomadas en el bien se puede hacer uso de él y mantenerlo en constante funcionamiento una vez realizado el procedimiento, para aplicar este tipo de mantenimiento es necesario incurrir en grandes gastos debido al cambio completo de ciertas partes de la unidad (UNE-Normalización Española, 2018).

El mantenimiento correctivo es la actividad técnica realizada cuando sucede un desperfecto con el fin de restaurar el activo para dejarlo en condiciones de que pueda funcionar como se pretende ya sea con su reparación o sustitución para el funcionamiento óptimo (UNE-Normalización Española, 2018).

- **Mantenimiento preventivo**

El objetivo primordial del mantenimiento preventivo es mantener en un nivel de servicio óptimo las partes del equipo, para ello es necesario programar mediante un plan las intervenciones exactas según lo requiera el activo, este proceso se debe llevar a cabo incluso sin que se presenten problemas previos en el equipo (Tipán, 2018).

El mantenimiento preventivo básicamente no se fija en el estado de la máquina si no en las recomendaciones del fabricante del activo o en el ciclo de vida medio del mismo. Además, basarse el mantenimiento en un calendario significa que algunas actividades se efectúan cuando no son estrictamente necesarias. También significa que los equipos se aseguran de poseer un presupuesto la programación para realizar las tareas y el inventario (Escuela de Postgrado Industrial , 2022).

Existen dos tipos de mantenimiento preventivo:

- **Mantenimiento Pasivo**

Es aquel que se encarga de reparar a los equipos de forma externa, brindando un excelente ambiente físico y eléctrico con la finalidad de prevenir fallos causados. Por ejemplo, por la humedad o la luz solar. El objetivo de este plan es preservar todos los factores para evitar y prevenir la operatividad de los equipos (Tipán, 2018).

- **Mantenimiento Activo**

Este mantenimiento depende del lugar en donde se encuentren los equipos, calidad de los componentes y modelo. El mantenimiento activo tiene como objetivo limpiar de forma periódica los equipos de tal forma que se evite su deterioro a causa de factores como el polvo y la suciedad (Tipán, 2018).

- **Mantenimiento predictivo**

Se realiza el mantenimiento predictivo en los equipos con la finalidad de disponer permanentemente de información sobre el estado y funcionamiento de, para llevar a cabo este procedimiento se requiere identificar variables de: temperatura, consumo de energía; entre otras, ya que la variación existente que se presente puede señalar un problema que debe ser atendido con la aplicación de conocimientos técnicos que permitan al equipo continuar con la operación (UNE-Normalización Española, 2018).

Es un procedimiento que utiliza técnicas y herramientas de análisis de datos previo a ellos detectar anomalías en equipos y procesos de trabajo. De tal forma que, dichos problemas pueden solucionarse antes de que exista un fallo. Es decir, gracias a este tipo de mantenimiento, los errores en el sistema se puede predecir (Escuela de Postgrado Industrial , 2022).

El mantenimiento predictivo cuenta con tres componentes clave:

Tabla 2-2: Componentes del mantenimiento preventivo

Componentes	Descripción
Sensores y dispositivos interconectados	En todo momento envían datos sobre el rendimiento y estado general de la máquina.
Soluciones de almacenamiento en la nube y software	Esto permite almacenar y analizar esos datos reflejados en sensores y dispositivos.
Datos procesados	Se recopila la información para establecer comparaciones y patrones y realizar predicciones.

Fuente: (Escuela de Postgrado Industrial , 2022).

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

Esta técnica de análisis de datos predictiva tiene ventajas y desventajas, como vemos a continuación.

Ventajas:

- Incremento de la vida útil y sus componentes.
- Disminución de los costes de mantenimiento por horas de trabajo, así como por las piezas adquiridas para la reparación.

- Maximiza la productividad para incrementar el rendimiento a menor coste.
- Brindar seguridad de maquinaria y trabajadores.

Desventajas:

- Requiere una mayor cualificación laboral para el análisis de datos.
- Es necesario una gran inversión para el diagnóstico.
- Requiere alineación en la empresa para realizar la gestión y análisis.

Mantenimiento cero horas

Se refiere a las actividades designadas en tiempos establecidos para la revisión de los equipos antes que se presente algún inconveniente, sin embargo, cuando las fallas ya se encuentran presentes es necesario dejar el equipo en cero horas de funcionamiento, posterior a ello se procede a realizar una revisión general del equipo con el fin de cambiar o reparar las partes que no permiten el funcionamiento del activo (UNE-Normalización Española, 2018).

- **Mantenimiento en uso**

Para el desarrollo de este tipo de mantenimiento no es necesario contar con conocimientos avanzados en el área, es suficiente recibir una guía sobre el proceso a realizar, ya que se requiere efectuar acciones mínimas en el equipo, tales como: limpieza, lubricación inspecciones visuales constantes del funcionamiento, considerar este tipo de parámetros como una rutina en el activo permitirá su operación constante (UNE-Normalización Española, 2018).

2.2.12. Programa de mantenimiento

El programa de mantenimiento se desarrolla mediante una lista de actividades con tiempos específicos, en el momento de ejecutar el programa propuesto es necesario cubrir todos los requerimientos del equipo por lo cual es de suma importancia tener un control sobre el cumplimiento de todos los parámetros y tiempos establecidos, para establecer un programa de mantenimiento se puede considerar tres tipos:

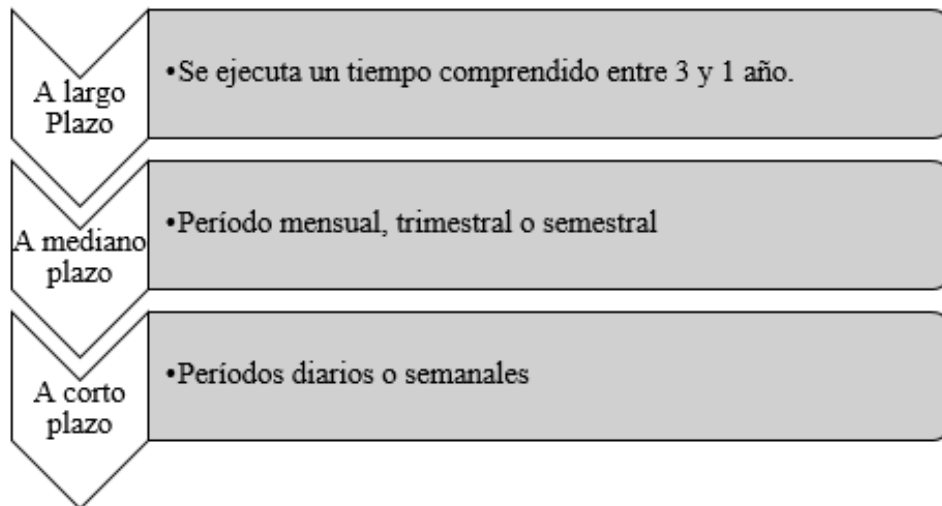


Figura 17-2: Tipos de mantenimiento

Fuente: (Pérez, 2021)

2.2.13. Registro de las instalaciones

Es un archivo detallado con características técnicas de los equipos que posee el taller, debe incluir datos esenciales, tales como: código, ubicación del equipo, fabricante, fecha de fabricación, tipo de equipo, número de serie, especificaciones, tamaño del activo, capacidad, velocidad, peso, detalles de conexión (Tipán, 2018).

2.2.13.1. Distribución de las áreas de trabajo ESPE

En la Escuela Superior Politécnica del Ejército, una vez que se han identificado y registrado los equipos que disponen en el taller, insumos y herramientas que dispone para desarrollar las actividades necesarias, una vez realizada una distribución adecuada del taller se pudo constatar la optimización del tiempo al efectuar una práctica, evitar interferencias en los procesos e incomodidad en entre varios equipos de trabajo que realicen prácticas en el mismo lugar (Tipán, 2018).

Tabla 3-2: Requerimientos del taller de mecánica ESPE

Requerimientos específicos del taller de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica del Ejército	
Protección frente al fuego	<p>Riesgo intrínseco</p> <p>Por el área que posee el laboratorio de fundición de 490 m² aproximadamente el riesgo intrínseco que existe es medio.</p> <p>Resistencia al fuego (RF)</p>
Tipo de estructura del edificio	<p>La resistencia al fuego del edificio está condicionada por la combustibilidad de sus paredes maestras, soportes, vigas, columnas, arcos, suelos, techos, etc.</p>
Almacén de productos químicos	<p>El almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles, en la que se establecen las RF de la estructura de los distintos tipos de almacenamientos específicos para estos compuestos. Sin embargo, los requerimientos de esta instrucción hacen referencia a cantidades muy superiores a las habitualmente disponibles en los laboratorios por lo cual es conveniente recurrir a este tipo de almacenamiento separado.</p>
Armarios y recipientes de seguridad	<p>En aquellos casos en los que no se pueda disponer de un almacén de productos o necesariamente se deba tener en el laboratorio una cantidad de líquidos inflamables relativamente elevada, el almacenarlos en armarios y recipientes metálicos de seguridad hace que el riesgo de incendio se reduzca apreciablemente</p>
Sistema de extinción existente	<p>La incorporación de un sistema de extinción automático al laboratorio</p>

	determina que disminuya el riesgo de que se propague el incendio
Distancia al servicio de bomberos	Se tendrá en cuenta si, en caso de incendio, podrán llegar al laboratorio en menos de 15 minutos. Este aspecto tiene gran influencia en las medidas a tomar frente a una posible emergencia.
Ubicación	Los problemas de los talleres se reflejan en materia de ventilación, desagüe y evacuación, por otra parte, se debe considerar en caso de emergencia el número de plantas que tiene el edificio como con la planta o plantas donde se encuentra el laboratorio.
Distribución	Sectorizándolo convenientemente en función de los diferentes riesgos, se pudo controlar y reducir el riesgo, tanto para la salud como para el medio ambiente. Considerando las zonas de mayor riesgo, junto con espacios dedicados a despachos, cuartos de balanzas o salas de reuniones, debe procurarse que en caso de incendio u otro tipo de incidente o accidente (fugas, emanaciones, derrames) sea difícil la propagación del fuego, de los humos o de la posible contaminación generada.
Ventilación	El sistema de ventilación debe ser independiente del resto del edificio, de manera que permita la adecuada corriente de aire en el laboratorio e impida la difusión del aire contaminado a otras áreas.
Gases a presión	Es aconsejable establecer un lugar externo y bien ventilado para la instalación de los gases a presión (caseta de gases). Si ello no es posible deberá procurarse que el área del

	laboratorio dónde sean necesarios, esté bien ventilada.
Tamaño	Respecto al tamaño del laboratorio no existe un criterio definido; solamente se recomienda que debe disponerse de espacio suficiente para el normal desenvolvimiento del trabajo, siendo recomendable una superficie $>10 \text{ m}^2$ /persona.

Fuente: (Tipán, 2018)

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

2.2.13.2. Esquema de distribución del área de trabajo ESPE



Figura 18-2: Esquema del taller

Fuente: (Tipán, 2018)

2.2.14. Distribución del taller de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH

Tabla 4-1: Requerimientos específicos del taller de la Facultad de Mecánica

Requerimientos específicos del taller de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	
Armarios y recipientes de seguridad	Los armarios, estanterías, que posee el taller se encuentran en condiciones inadecuadas, por el uso que se ha dado durante años, se observan desgastados.
Sistema de extinción existente	No cuenta con un sistema de incendios para disminuir la propagación del fuego, en el caso de producirse.
Distancia al servicio de bomberos	En caso de incendio, podrán llegar al laboratorio en menos de 10 minutos. Por este motivo es necesario tomar en cuenta otras alternativas para evitar la propagación del fuego
Ubicación	El taller mecánico de la Facultad se ubica en la planta baja del edificio.
Ventilación	El sistema de ventilación del taller debe ser adecuado para la difusión del aire contaminado que se genera al desarrollar prácticas en su interior.
Tamaño	Respecto al tamaño del laboratorio no existe un criterio definido; solamente se recomienda que debe disponerse de espacio suficiente para el normal desenvolvimiento del trabajo en las prácticas estudiantiles.

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Evaluación inicial del Taller de la carrera de mecánica

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación se procedió a realizar una inspección inicial del lugar de estudio y del horno de tratamientos térmicos para el cual se efectuará el plan de mantenimiento y frecuencias de inspección y a la vez una repotenciación del mismo. En primer lugar, se realizó un inventario de los equipos e insumos que posee el laboratorio, mediante el uso de formatos adecuados.

Realizar un inventario es de suma importancia para conocer las características de los equipos donde se podrán especificar detalles para el plan de mantenimiento como: nombre del equipo, marca, código, con el fin de aplicar los requerimientos necesarios del activo en cada mantenimiento que se ejecute. Posteriormente se efectuará una evaluación profunda sobre el estado del horno de tratamientos térmicos para diagnosticar las fallas existentes en el activo, una vez determinados los problemas. Se procederá a la repotenciación del activo para el funcionamiento adecuado y uso oportuno por parte de las personas que lo requieran.

Finalmente se diseñará un plan de mantenimiento y frecuencias con el cual se podrá a futuro realizar una correcta gestión de mantenimiento en los activos, y además evitar confusiones en el momento de la aplicación de los requerimientos necesarios en cada equipo para su funcionamiento continuo. A continuación, se detalla una síntesis de los pasos antes mencionados que se llevarán a cabo

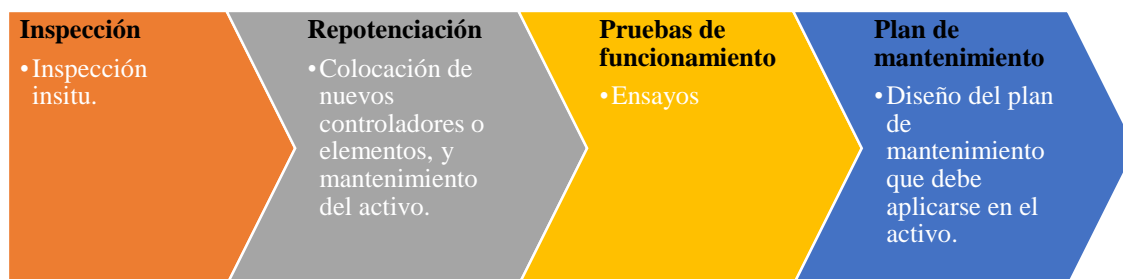


Figura 1-3: Pasos del desarrollo del plan de mantenimiento

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

Diagrama de control

Fecha de elaboración: 26 de julio de 2022

Título: Diagrama de control eléctrico

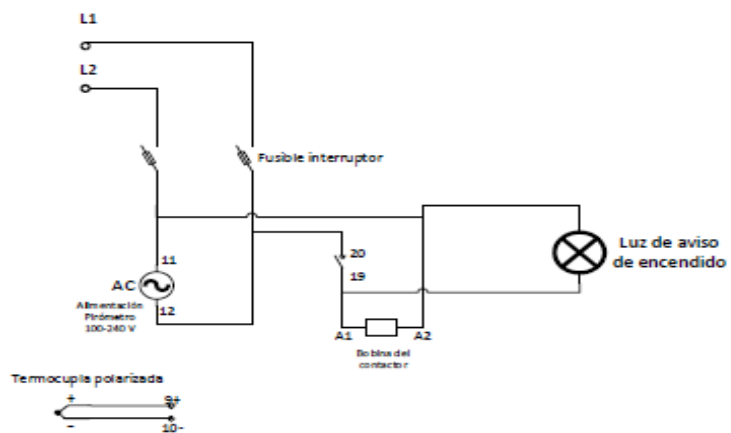


Figura 2-3: Diagrama de control
Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

Diagrama de fuerza

Fecha de elaboración: 26 de julio de 2022	Título: Diagrama de fuerza
---	----------------------------

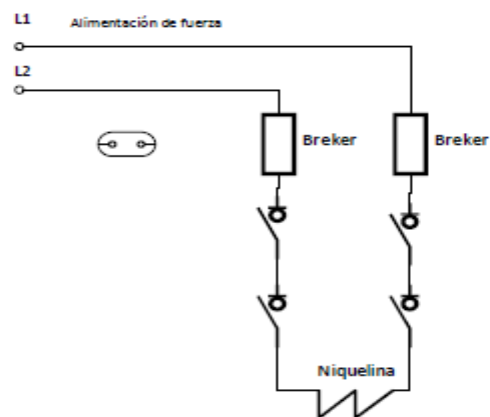


Figura 3-3: Diagrama de fuerza
Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

3.1.1. Selección del contactor - conductor

- **Dimensionamiento de protección**

Controlador

Datos:

$$A = 5 \text{ Amp}$$

$$V = 220\text{v}$$

$$w = ?$$

$$P = I \cdot E$$

$$P = 5\text{Amp} \cdot (220\text{V})$$

$$P = 1100\text{w}$$

Niquelina

Datos:

$$\text{Amp} = 18,37 \text{ Amp}$$

$$V = 220\text{v}$$

$$P = I \cdot E$$

$$P = 18,37\text{Amp} \cdot (220\text{V})$$

$$P = 4041,4\text{w}$$

- **Potencia del sistema**

$$\text{Controlador} = 1100 \text{ w}$$

$$\text{Niquelada} = 4041 \text{ w}$$

$$w \text{ sist} = 1100\text{w} + 4041\text{w}$$

$$w \text{ sist} = 5141$$

$$I_{\text{sist}} = \frac{P}{E}$$

$$I_{\text{sist}} = \frac{5141}{220 \text{ V}}$$

$$I_{\text{sist}} = 23,4 \text{ Amp}$$

- Selección de los componentes



Figura 4-3: Contactor

Fuente: (Electricasas, 2022)

Selección del contactor

ISMC-32A-AC

AMPERAJE - CABLE DE COBRE			
Tipo de aislante	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2
Nivel de temperatura	60°C	75°C	90°C
Calibre de cable	Amperaje soportado		
14 AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A
1 AWG	110 A	130 A	145 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A

Figura 5-3: Amperaje de cables de cobre

Fuente: (Construyendo S.A., 2022)

Selección del conductor

10 AWG-30 Amp

3.2. Insumos

- Desinfectante
- Cintas aislantes térmicas
- Suelta

3.3. Materiales

- Controlador
- Sensores
- Resistencias
- Termocuplas
- Multímetro

3.4.2. Ficha técnica de activos

Se realizó el diseño de una ficha técnica para el análisis del activo que se ubica en el taller de la Facultad de Mecánica, basándose en los datos establecidos en el formato, con el fin de obtener detalles minuciosos de esta manera el personal encargado de la aplicación de los diversos mantenimientos o personas externas que requieran información referente al equipo.

Tabla 2-3: Ficha técnica de activos

FICHA TÉCNICA DEL ACTIVO							
		Institución:					
		Campus:					
		Custodio responsable:					
		Responsable de mantenimiento:					
		Fecha de inventario:					
Código		Marca			Modelo		
Subsistemas:				Componentes:			
Fotografía:							
Procedimiento de operación:							
Recomendaciones durante la operación del equipo:							
Recomendaciones después de la operación del equipo:							
Descripción de las fallas del activo							
Función principal:				Capacidad de trabajo:			
Fecha de la última operación efectiva:				Fecha de adquisición:			
Principales actividades de mantenimiento: Preventivas: Correctivas:				Fecha del último mantenimiento:			
Disponibilidad				Razón de mantenimiento			
Alta	Media	Baja	Nula	Alta	Media	Baja	Nula

Fuente: (Lozada, 2018)

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

3.4.3. Bitácora de mantenimiento

El formato de bitácora permitirá realizar un registro de las actividades de mantenimiento preventivas y correctivas que hayan sido aplicadas en los activos, además permitirá registrar cada uno de los elementos o materiales empleados, adicionalmente debe ser socializado el documento con el personal a cargo.

Tabla 3-3: Bitácora de mantenimiento

		BITÁCORA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS				
		Institución:				
		Campus:				
		Realizado por:		Marcelo Barriga		
		Fecha:				
		N° de Taller				
Código	Fecha último mantenimiento	Nombre del activo	Descripción de fallas	Tipo de mantenimiento		Actividad de mantenimiento realizada
				Preventivo	Correctivo	
Materiales, repuestos y accesorios						
Cantidad		Elemento		Acción realizada		
<hr/> Nombre: Técnico responsable						

Fuente: (Lozada, 2018)

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

3.4.4. Cronograma de mantenimiento preventivo y correctivo

La programación adecuada del mantenimiento preventivo y correctivo permitirá mejorar el control del funcionamiento en el activo, y a la vez se podrá disponer de una planificación y seguimiento de actividades efectuadas, adicionalmente se podrá tener un registro y constancia del personal que efectúa cada tipo de mantenimiento.

3.4.5. Orden de trabajo

La orden de trabajo es uno del principal documento para llevar a cabo el mantenimiento del activo donde constan datos relevantes como; características del equipo, estado del activo y un registro sobre el trabajo desarrollado en los elementos pertenecientes al taller de la Facultad de Mecánica.

Tabla 6-3: Orden de trabajo

		ORDEN DE TRABAJO						N° de orden
		Institución:						
		Campus:						
		Técnico responsable:						
		Fecha:						
Características del equipo		Estado de la orden		Estado funcional del equipo		Tipo de actividad de mantenimiento		
Código		Abierta Planificada:		En Operación:		Preventivo:		
Marca		Cerrada terminada:		Función a media capacidad:		Correctivo:		
Modelo		En ejecución o desarrollo:		Fuera de servicio:		Monitoreo de Condición:		
Año de fabricación		Aplazada o postergada:				Mejorativo:		
Diagnóstico de reporte de falla o solicitud de mantenimiento:					Hora y fecha de la falla reportada:			
Tipo de mantenimiento:					Tiempo estimado en el mantenimiento:			
Descripción de actividades a realizarse								
Insumos y materiales utilizados:								
Hora de inicio de mantenimiento:					Hora de culminación de mantenimiento:			
Nombre y firma del técnico:								

Fuente: (Lozada, 2018)

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

3.5. Recursos

Recursos tecnológicos

- Computadora
- Dispositivos eléctricos y electrónicos

Recursos intelectuales

- Referencias bibliográficas y revistas tecnológicas
- Ensayos técnicos
- Textos y sitios web
- Hojas de datos y fichas técnicas
- Conocimientos técnicos

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se aplicó en el trabajo de campo documentos que permitieron conocer las condiciones de funcionamiento que presenta el activo, para proceder a la repotenciación del equipo, entre los cuales están:

- Listado de equipos
- Ficha técnica del activo
- Bitácora de mantenimiento
- Cronograma de actividades del mantenimiento preventivo
- Orden de trabajo
- Plan de mantenimiento

Listado de los equipos

Tabla 1-4: Listado de los equipos

LISTADO DE LOS EQUIPOS					
		Institución:		Escuela Superior Politécnica de Chimborazo	
		Campus:		Riobamba	
		Custodio responsable:		Ing. Jorge Buñay	
		Responsable de mantenimiento:		Marcelo Barriga	
		Fecha de inventario:		15-07-2022	
		Nº	Código	Nombre del activo	Marca
01	FM-TF-HCT9195	Controlador de temperatura	Delta		01 - 01 -1991
02	FM-TF-HCT9191	Controlador térmico			01 - 01 -1991
03	FM-TF-HCT9200	Controlador térmico			01 - 01 -1991
04	FM-TF-HFA1602	Horno para fabricación de acero			31 - 12 -1991
05	FM-TF-H 1601	Horno			31 - 12 -1991
06	FM-TF-HI1596	Horno de inducción			31 - 12 -1991
07	FM-TF- H 1607	Horno			31 - 12 -1991
08	FM-TF -DA1605	Desmontadora de Arena			31 - 12 -1991
09	FM-TF-PG1598	Puente Grúa			31 - 12 -1991
Observaciones generales:					

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

Tabla 2-4: Ficha técnica de activos

		FICHA TÉCNICA DEL ACTIVO				
		Institución:		Escuela Superior Politécnica de Chimborazo		
		Campus:		Facultad de Mecánica		
		Custodio responsable:		Ing. Jorge Buñay		
		Responsable de mantenimiento:		Marcelo Barriga		
		Fecha de inventario:		15-07-2022		
Código	FM-TF-HCT9195	Marca	Delta	Modelo		
Subsistemas:		Control de Mando Control de Potencia	Componentes:	Termocupla Controlador térmico Contactor Cable Enchufe		
Fotografía:						
Procedimiento de operación:		Energizar en una toma de 220V Prender el horno Colocar las probetas en el horno Seleccionar la temperatura de trabajo en proceso Activar el auto-tuning (presionar set menos de 3s) Pulsar set para guardar la selección				
Recomendaciones durante la operación del equipo:		Observación periódica de la temperatura En temperaturas superiores a 400°C, no mantener contacto con la carcasa debido a la alta temperatura que posee la superficie.				
Recomendaciones después de la operación del equipo:		Alcanzada la temperatura del proceso apagar el horno Abrir la puerta conservando una distancia de 1m Remover las probetas con pinzas para crisol Cerrar la puerta del horno Desenergizar				
Descripción de las fallas del activo		Fuera de Servicio				
Función principal:		Controlador de temperatura	Capacidad de trabajo:	1200°C		
Fecha de la última operación efectiva:			Fecha de adquisición:	01 - 01- 1991		

Principales actividades de mantenimiento: Preventivas: Cambio de control de mando Correctivas: Cambio de control de Potencia				Fecha del último mantenimiento:		15 - 07 - 2022	
Disponibilidad				Razón de mantenimiento			
Alta	Media	Baja	Nula X	Alta X	Media	Baja	Nula

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

Tabla 3-4: Bitácora de mantenimiento

		BITÁCORA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS					
		Institución:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo				
		Campus:	Facultad de Mecánica				
		Realizado por:	Marcelo Barriga				
		Fecha:	15-07-2022				
		N° de Taller	Taller de Fundición				
Código	Fecha último mantenimiento	Nombre del activo	Descripción de fallas	Tipo de mantenimiento		Actividad de mantenimiento realizada	
				Preventivo	Correctivo		
FM – TF - HCT9195	15-07-2022	Controlador de temperatura	F. Termocupla F. Controlador F. Contactador F. Enchufe		X	Cambio: Termocupla tipo K, controlador, Contactador, Cable, Terminale Enchufe	
Materiales, repuestos y accesorios							
Cantidad	Elemento		Acción realizada				
1	Termocupla Tipo K		Cambio				
1	Controlador Térmico		Cambio				
1	Contactador		Cambio				
10 mt	Cable		Cambio				
1	Enchufe		Cambio				
<p>Marcelo Barriga</p> <hr/> <p>Nombre: Marcelo Barriga Técnico responsable</p>							

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

Orden de trabajo

Tabla 5-4: Orden de trabajo

		ORDEN DE TRABAJO						N° de orden
		Institución:		Escuela Superior Politécnica de Chimborazo				
		Campus:		Facultad de Mecánica				
		Técnico responsable:		Marcelo Barriga				01
		Fecha:		15-07-2022				
Características del equipo		Estado de la orden		Estado funcional del equipo		Tipo de actividad de mantenimiento		
Código	FM-TF-HCT9195	Abierta Planificada:	X	En Operación:		Preventivo:		
Marca	Delta	Cerrada terminada:		Función a media capacidad:		Correctivo:	X	
Modelo	S/N	En ejecución o desarrollo:		Fuera de servicio:	X	Monitoreo de Condición:		
Año de fabricación	01-01-1991	Aplazada o postergada:				Mejorativo:		
Diagnóstico de reporte de falla o solicitud de mantenimiento:		El sistema de control y potencia no cumplen su función			Hora y fecha de la falla reportada:		10:00am 12-07-2022	
Tipo de mantenimiento:		Correctivo			Tiempo estimado en el mantenimiento:		72h	
Descripción de actividades a realizarse								
<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico del activo • Cambio del sistema de control y Potencia • Pruebas de Funcionamiento • Pintar el activo 								
Insumos y materiales utilizados:		<ul style="list-style-type: none"> • Termocupla (0-1200°C) • Controlador térmico • Contactor • Cable • Taype • Pintura • Cinta adhesiva (Masqui) • Chaveta 			Costos: <ul style="list-style-type: none"> • Termocupla (0-1200°C) (\$200) • Controlador térmico (\$100) • Contactor (\$25) • Cable (5) • Terminales (\$1) • Pinzas para Crisol (\$ 30) • Pintura (\$50) • Lijas (\$3) • Interruptor (\$3) 		Herramientas: <ul style="list-style-type: none"> • Multímetro • Destornillador • Pinza de electricista 	
Hora de inicio de mantenimiento:		13:00 pm 12-07- 2022			Hora de culminación de mantenimiento:		11:00 am 15-07-2022	
Nombre y firma del técnico:								

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

4.2. Resultados

4.2.1. Tipos de aceros utilizados

Una vez realizado el diagnóstico del estado del activo y repotenciado el controlador de temperatura, se aplicó un proceso de tratamiento térmico en dos tipos de aceros, con la finalidad de medir la dureza y determinar el funcionamiento adecuado, para ello se consideró:

- Acero AISI 1018 con 0,18% de carbono
- Acero 705 SAE 4340 con el 0,4% de carbono

4.2.2. Cálculo de la temperatura

En base al porcentaje de carbono que poseen los aceros seleccionados para las pruebas, se procede a desarrollar el cálculo para obtener la temperatura a la cual serán sometidas las probetas.

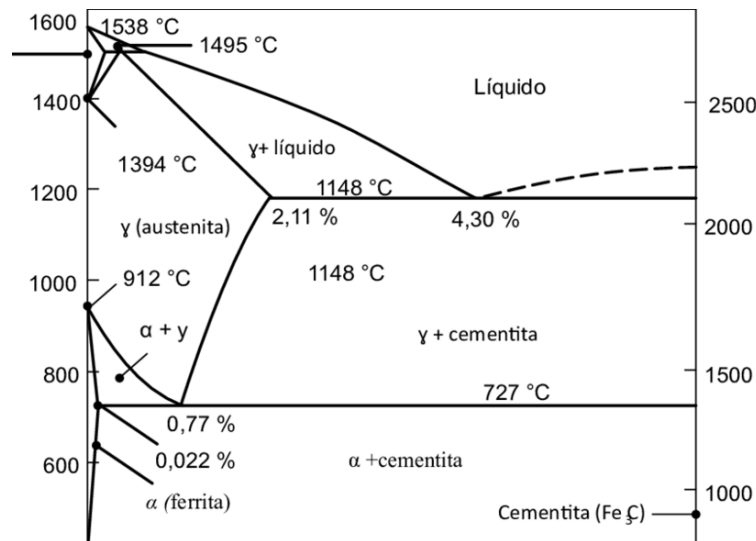


Figura 1-4: Gráfico referencial-cálculo de temperatura

Se procede al desarrollo del cálculo de la temperatura que será utilizada, puesto que el porcentaje de carbono de los aceros seleccionados es menor al referencial.

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$m = \frac{T_2 - T_1}{\%C_2 - \%C_1}$$

$$m = \frac{727 - 912}{0,8 - 0}$$

$$m = -231,25 \left(\frac{^{\circ}C}{\%C} \right)$$

- Acero 705 SAE 4340 con el 0,4% de carbono

$$T_1 = -231,25(\%C) + 912^{\circ}C$$

$$T_1 = -231,25(0,4) + 912^{\circ}C$$

$$T_1 = 819,5^{\circ}C$$

- Acero AISI 1018 con 0,18% de carbono

$$T_2 = -231,25(\%C) + 912^{\circ}C$$

$$T_2 = -231,25(0,18) + 912^{\circ}C$$

$$T_2 = 870,37^{\circ}C$$

Para obtener la temperatura final se realizó un promedio entre T_1 y T_2 , donde se obtuvo:

$$T_2 = 850^{\circ}C$$

4.2.3. Tipos de elementos utilizados para el temple

Para llevar a cabo las pruebas en el controlador de temperatura se tomó en consideración los siguientes elementos:

- Agua
- Aceite
- Arena
- Aire libre

- En el horno
- **Consideraciones del agua para el temple**

Cuando se temple en agua pura, entrando agua nueva por el fondo del depósito y saliendo la calentada por un desagüe de la parte superior, frecuentemente los defectos de aparición de puntos blandos principalmente en aceros sensibles a ello. En primer lugar, este contratiempo se atribuye, a los gases disueltos en el agua nueva tales como: el anhídrido carbónico, el oxígeno y el hidrógeno, y, en segundo lugar, al anhídrido carbónico procedente de la disociación de los bicarbonatos. Aún en el agua nueva en reposo, se forman burbujas sobre los productos que se templean (Franco, 2014 p. 4).

Según (Franco, 2014 p. 4), considera que, el agua corriente de cañerías y de los pozos es muy rica en gases, puesto que, favorecen la formación de películas de vapor. En cuanto el agua de temple alcanza temperaturas superiores a 50° C aproximadamente, Además se registran oscilaciones en las durezas obtenidas, puesto que la situación es mejor cuando se emplea para el temple agua dura vieja de la que los constituyentes gaseosos se han expulsado en su mayor parte, o han precipitado las sales que endurecen el agua. Para eliminar estos inconvenientes se emplean soluciones salinas en lugar de agua. Se utilizan soluciones de sal común, NaCl al 10%, o con cloruro potásico en lugar de sódico.

- **Características del aceite para el temple**

Se emplean casi exclusivamente los aceites minerales; el calor específico, punto de ebullición, calor de evaporación, conductividad térmica y viscosidad, juegan un papel importante. Un aumento en la viscosidad suele ir acompañado de una elevación del punto de ebullición y disminuye el tiempo de la fase vapor, pero suaviza las condiciones de la fase de convección. Si la viscosidad es excesiva, disminuirá la turbulencia que contribuye a la extracción de calor en la fase de ebullición y empeorarán las condiciones de temple (Franco, 2014 pp. 3-4).

El aceite caliente tiene más poder refrigerante (30 - 40 °C) que el frío, por ser más fluido, este tipo de temple produce deformaciones y tensiones internas notablemente inferiores a los del agua y soluciones salinas. Un buen aceite de temple debe poseer las propiedades siguientes:

- Volatilidad no muy elevada.
- Temperatura de inflamación y combustión lo más elevada posible.
- Gran resistencia a la oxidación.

- **Condiciones de la arena**


Para la selección de la arena a utilizar en las pruebas de campo se tomó en consideración su tipo; puesto que se puede seleccionar arenas naturales que contiene entre el 5 y 20% de material arcilloso para obtener una adecuada plasticidad se requiere entre un 5% y 8% de agua, mientras que si se utiliza arena sintética posee entre 5% y 8% de material arcilloso y por ende requiere de menos agua, es decir; entre un 3% y 4% para disponer de propiedades adecuadas de moldeo, para la selección de la arena se requiere de condiciones como:

- Permeabilidad
- Resistencia
- Plasticidad
- Retractariedad

4.2.4. Selección de temperatura






Para la selección óptima de temperatura de trabajo en el activo FM-TF-HCT9195, es de suma importancia programar el equipo, para este procedimiento se seleccionó una configuración del manual del controlado, que se detalla a continuación:

1. Precaución

- 1.1. No toque los terminales de corriente alterna mientras el controlador está alimentado, para evitar una descarga eléctrica.
- 1.2. Asegúrese de que la alimentación está desconectada mientras se esté revisando el interior de la unidad.
- 1.3. El símbolo  indica que este controlador de temperatura serie Delta A está protegido por DOBLE AISLAMIENTO o AISLAMIENTO REFORZADO (equivalente a Clase II del IEC 536).

2. Pantalla, leds y botones

Tabla 7-4: Pantalla, leds y botones

		
Pantalla PV		Muestra el valor actual de la temperatura de proceso, o el tipo de parámetro
Pantalla SV		Muestra la consigna, valor leído del parámetro operativo, variable manipulada o valor consignado al parámetro.
AT		Parpadea cuando el proceso de auto-sintonizado está en marcha.
OUT1/OUT2		LEDs de salidas. Se encienden cuando la salida correspondiente está activada.
	Tecla de confirmación / cambio de menú	Tecla de confirmación / cambio de menú Pulse esta tecla para cambiar de menú, y para confirmar un valor de ajuste
	Tecla de navegación entre parámetros	Pulse esta tecla para moverse entre parámetros.
°C, °F		LEDs de unidades de temperatura. °C = Celsius (centígrados); °F = Fahrenheit
ALM1 – ALM3		LEDs de salida de alarma, se encienden cuando la alarma correspondiente está activada.
	Botón arriba	Pulse este botón para incrementar los valores mostrados en la pantalla SV. Manténgalo presionado para acelerar los incrementos
	Botón abajo	Pulse este botón para disminuir los valores mostrados en la pantalla SV. Manténgalo presionado para acelerar las disminuciones.

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

3. Listado de parámetros

Tabla 8-4: Listado de parámetros

LISTADO DE PARÁMETROS	
Display LED	Descripción
ENT	Selección del tipo de entrada (PT1)
	Selección del tipo de termocupla (tipo k)
TEMP	Selección de grados °F o °C (°c)
TEMP-H	Selección del límite superior de temperatura (1200)
TEMP-L	Selección del límite inferior de temperatura (Mantener el valor del cotrolador)
CTRL	Ajuste del modo de control (on-off)
SH-HEAT	Selección de calor o frío (heat)
ALARM1	AL1 SET: ajuste de alarma 1 (Mantener el valor del cotrolador)
ALARM2	AL2 SET: ajuste de alarma 2
COSH	C WE: habilitación de la función de escritura (manifiesto cuando se usa la comunicación en serie) (Mantener el valor del cotrolador)
CNO	C NO: ajuste de dirección (manifiesto cuando se usa la comunicación en serie) (Mantener el valor del cotrolador)
BPS	BPS: ajuste de la velocidad media de transferencia (manifiesto cuando se usa la comunicación en serie) (Mantener el valor del cotrolador)
LEN	LENGTH: ajuste de longitud de datos (manifiesto cuando se usa la comunicación en serie) (Mantener el valor del cotrolador)
PRTY	PARITY: ajuste de bit de paridad (manifiesto cuando se usa la comunicación en serie) (Mantener el valor del cotrolador)
STOP	STOP BIT: ajuste de bit de stop (manifiesto cuando se usa la comunicación en serie) (Mantener el valor del cotrolador)

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

4. Operativa

Activar el auto tuning



4.1. Ajuste el auto tuning

4.2. Presione set para guardar



4.2.5. Prueba de la dureza

Una vez desarrolladas las pruebas y con las probetas enfriadas se procede a la verificación de la dureza, mediante los siguientes pasos:

1. Limpieza de probetas



Figura 2-4: Limpieza de probetas

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

2. Establecer la superficie plana, pulida y limpia durante un tiempo t , realizando una hendidura de diámetro d .



Figura 3-4: Superficie plana

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

3. Se realizan tres hendiduras y se procede a la medición de los diámetros

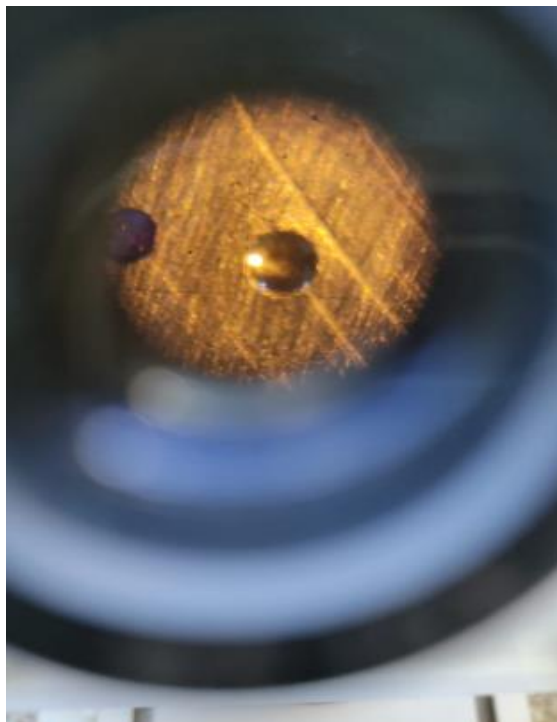


Figura 4-4: Superficie plana

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

4. Cálculo de la dureza Brinell (HB)

Para el cálculo de la dureza se aplicó la siguiente fórmula

$$HB = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Datos:

Tabla 9-4: Datos para el cálculo

P	187,5	2P	375
D	2,5	πD	7,8540
π	3,14159		
D^2	6,25		

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

Una vez aplicada la formula se han obtenido los siguientes valores de HB de cada uno de los agujeros de las pruebas

Tabla 10-4: Datos para el cálculo

Descripción		Diámetros	Sumatoria de diámetros	d	d ²	D ² -d ²	√	HB	PROMEDIO
ACERO 705 ACEITE	1 AGUJERO	0,64	1,360	0,680	0,4624	5,7876	2,4057	506,33	491,93
		0,72							
	2 AGUJERO	0,69	1,390	0,695	0,4830	5,7670	2,4015	484,74	
		0,70							
	3 AGUJERO	0,69	1,390	0,695	0,4830	5,7670	2,4015	484,74	
		0,70							
ACERO ANSI 1018 ACEITE	1 AGUJERO	1,20	2,410	1,205	1,4520	4,7980	2,1904	154,22	150,23
		1,21							
	2 AGUJERO	1,22	2,450	1,225	1,5006	4,7494	2,1793	148,88	
		1,23							
	3 AGUJERO	1,21	2,460	1,23	1,5129	4,7371	2,1765	147,59	
		1,25							
ACERO ANSI 1018 AIRE LIBRE	1 AGUJERO	1,27	2,550	1,275	1,6256	4,6244	2,1504	136,57	135,97
		1,28							
	2 AGUJERO	1,27	2,550	1,275	1,6256	4,6244	2,1504	136,57	
		1,28							
	3 AGUJERO	1,24	2,560	1,28	1,6384	4,6116	2,1457	134,76	
		1,32							
ACERO 705 AIRE LIBRE	1 AGUJERO	0,72	1,490	0,745	0,5550	5,6950	2,3864	420,30	409,17
		0,77							
		0,73	1,520	0,76	0,5776	5,6724	2,3817	403,61	

	2 AGUJERO	0,79								
	3 AGUJERO	0,75 0,77	1,520	0,76	0,5776	5,6724	2,3817	403,61		
ACERO 1018 HORNO	1 AGUJERO	1,27 1,30	2,570	1,285	1,6512	4,5988	2,1445	134,31	137,4	
	2 AGUJERO	1,26 1,28	2,540	1,27	1,6129	4,6371	2,1534	137,76		
	3 AGUJERO	1,25 1,27	2,520	1,26	1,5876	4,6624	2,1593	140,14		
	1 AGUJERO	0,86 0,86	1,720	0,860	0,7396	5,5104	2,3474	312,89		314,13
	2 AGUJERO	0,83 0,88	1,710	0,855	0,7310	5,5190	2,3492	316,62		
	3 AGUJERO	0,85 0,87	1,720	0,86	0,7396	5,5104	2,3474	312,89		
1 AGUJERO	0,89 0,91	1,800	0,900	0,8100	5,4400	2,3324	284,88	253,21		
2 AGUJERO	0,91 0,95	1,860	0,93	0,8649	5,3851	2,3206	266,15			
3 AGUJERO	0,99 1,10	2,090	1,045	1,0920	5,1580	2,2711	208,59			
1 AGUJERO	0,58 0,61	1,190	0,595	0,3540	5,8960	2,4282	664,99		616,51	
2 AGUJERO	0,61 0,63	1,240	0,62	0,3844	5,8656	2,4219	611,35			
		0,65	1,280	0,64	0,4096	5,8404	2,4167			573,19

	3 AGUJERO	0,63							
ACERO 1018 ARENA	1 AGUJERO	1,19	2,400	1,200	1,4400	4,8100	2,1932	155,63	149
		1,21							
	2 AGUJERO	1,23	2,470	1,235	1,5252	4,7248	2,1737	146,33	
		1,24							
	3 AGUJERO	1,24	2,480	1,24	1,5376	4,7124	2,1708	145,04	
		1,24							
ACERO 705 ARENA	1 AGUJERO	0,76	1,530	0,765	0,5852	5,6648	2,3801	398,22	396,46
		0,77							
	2 AGUJERO	0,77	1,550	0,775	0,6006	5,6494	2,3768	387,55	
		0,78							
	3 AGUJERO	0,76	1,520	0,76	0,5776	5,6724	2,3817	403,61	
		0,76							

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

Posteriormente con los promedios obtenidos de cada uno de los aceros estudiados con los diferentes elementos utilizados, se procede a graficar:

- Acero 705 SAE 4340

Tabla 11-4: Promedios de acero 705

PROMEDIOS		
ACERO 705	AGUA	616,51
	ACEITE	491,93
	AIRE LIBRE	409,17
	ARENA	396,46
	HORNO	314,13

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

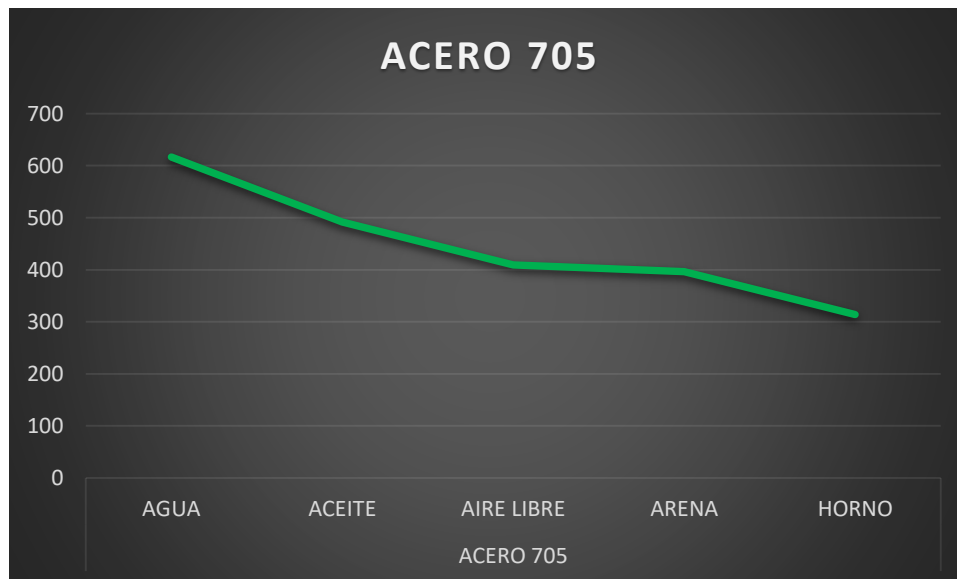


Gráfico 1-4: Dureza en el acero 705

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

Acero con el 0,4% de carbono, mayor dureza en agua con 616,51, en comparación con los demás procesos realizados en aceite, aire libre, horno y arena.

- **Acero AISI 1018**

Tabla 12-4: Promedios acero 1018

PROMEDIOS		
ACERO 1018	AGUA	253,21
	ACEITE	150,23
	ARENA	149
	HORNO	137,4
	AIRE LIBRE	135,97

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.



Gráfico 2-4: Dureza acero ANSI 1018

Fuente: Trabajo de campo

Realizado por: Barriga Hidalgo, Marcelo, 2022.

Acero con 0,18% de carbono, mayor dureza en agua con 253,21, en comparación con los demás procesos realizados en aceite, aire libre, horno y arena.

- Escalas máximas de dureza

Tabla 13-4: Escalas máximas de dureza

ESCALAS MÁXIMAS DE DUREZA			
Brinell HB	Vickers HV	Rockwell HRC HRB	
898			
857			
817			
780	1150	70	
745	1050	68	
712	960	66	
682	885	64	
653	820	62	
627	765	60	
601	717	58	
578	675	57	
555	633	55	120
534	598	53	119

Fuente: ASTM International, 2019

Una vez realizado el ensayo se ha determinado la dureza para el Acero 705 SAE 4340 que es de 616,51 y para el Acero AISI 1018 se ha obtenido una dureza de 253,21HB, en base a lo establecido en la norma ASTM E10 la escala de dureza Brinell máxima es de 898HB por ende tiene mayor rango de dureza que otras escalas dureza como; Vickers puesto que en la normativa ASTM E384 la escala máxima de dureza es de 1150 HV, en cuanto al ensayo Rockwell a través de la norma ASTM E18 se pudo conocer que la escala de máxima dureza es de 70. Los tres tipos de ensayos con aplicados en investigaciones que permitan determinar la dureza de los aceros.

CONCLUSIONES

Una vez realizado el diagnóstico en el controlador de temperatura se pudo determinar que las averías más representativas halladas en el activo fueron: termocupla, controlador, contactor, enchufe, los cuales no permitían el correcto funcionamiento del equipo para el desarrollo de prácticas, dentro del taller de la Facultad de Mecánica.

A través del mantenimiento adecuado realizado al activo se pudo determinar las características exactas de los componentes necesarios para la repotenciación del controlador de temperatura, posteriormente se procedió a desarrollar pruebas con aceros AISI 1018 y 705 SAE, con los cuales se pudo comprobar el funcionamiento óptimo del equipo.

Se elaboró un manual de operación que consta de 4 aspectos importantes que deben llevarse a cabo: precaución, pantalla, leds y botones, listado de parámetros y la operatividad, adicionalmente se propone un plan de mantenimiento para el controlador de temperatura (FM-TF-HCT9195), a desarrollarse semestralmente tomando como punto de partida el mes de agosto, con la finalidad de mantener en constante funcionamiento el activo.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un diagnóstico previo en los equipos del taller, para determinar los tipos de fallas presentes que impiden el funcionamiento correcto del activo, de tal manera que cada uno de los componentes que se encuentren fuera de operatividad puedan ser reemplazados para prevenir un deterioro mayor.

Aplicar el mantenimiento preventivo sugerido en el presente trabajo de titulación en elementos como: controlador, contactor, termocupla, interruptor e indicador de energización, para mantener con un funcionamiento óptimo del activo, de esta manera no representará un obstáculo para el desarrollo de prácticas de los estudiantes de la Facultad de Mecánica.

Se sugiere, poner en práctica el manual de operación propuesto para el funcionamiento eficiente del activo, conjuntamente con el plan de mantenimiento que se desarrolló en base a las averías evidenciadas mediante una interacción directa con el equipo, y a la vez sean socializados con las personas que hacen uso del controlador de temperatura.

BIBLIOGRAFÍA

CONSTRUYENDO S.A. *Cables eléctricos*. [blog]. [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: <https://construyendo.co/index.php>.

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD-ESPOCH. *Informe final proceso de autoevaluación de carreras agosto 2021*. [blog]. [Consulta: 22 junio 2022]. Disponible en: http://evaluacion.esPOCH.edu.ec/2/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=37.

DUARTE, D, & VARGAS, J. *Diseño de horno eléctrico para tratamientos térmicos con atmósfera controlada*. [en línea] Bogotá : Fundación Universitaria Los Libertadores, 2018. [Consulta: 25 junio 2022]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/250160082.pdf>

ELECTRICASAS. *Contactores*. [blog]. [Consulta: 25 junio 2022]. Disponible en: <https://www.electricasas.com/que-es-un-contactor-tipos-y-usos/>.

ESCUELA DE POSTGRADO INDUSTRIAL. *Mantenimiento predictivo*. [blog]. [Consulta: 25 junio 2022]. Disponible en: <https://postgradoindustrial.com/mantenimiento-predictivo-caracteristicas-ventajas/>.

FRANCO, JOSÉ MANUEL. *Metalografía y Tratamientos Térmicos*. [en línea] España : ADF, 2014. [Consulta: 26 junio 2022]. Disponible en: https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/mecanica/5_anio/metalografia/4-PRINCIPIOS_GENERALES_DE_LOS_TT_v2.pdf

HERNÁNDEZ, STUARDO. *Hornos para tratamiento térmico*. [blog]. [Consulta: 27 julio 2022]. Disponible en: <https://www.coursehero.com/file/82736266/Hornos-docx/>

KOLOCSAR S.A. *Calentamiento por inducción magnética*. [blog]. [Consulta: 27 julio 2022]. Disponible en: <https://kolocsar.com/calentamiento-por-induccion-magnetica/>.

LEFEVRE, ROSA. *Tratamiento térmicos*. Rosario : Universidad Nacional de Rosario, 2017. [Consulta: 28 julio 2022]. Disponible en: https://newmetal.com.ar/?gclid=Cj0KCQjwyOuYBhCGARIsAIdGQRPQLZaugy_fQgOA_p2rDkpSH3jyFEFFymywxPI2t0Qxf-dErwwzLacaAijWEALw_wcB

LOZADA CEPEDA, JOSÉ ANTONIO. Elaboración de un plan de mantenimiento basado en el mantenimiento productivo total, para la maquinaria de recuperación de turbinas del Cirt. [En línea](Trabajo de titulación). (Pregrado), Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. 2018. [Consulta: 2022-05-22]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26077>

MARTÍNEZ, F. "Procedimiento para la adecuada selección de aceros y de su tecnología de tratamiento térmico". Scielo [en línea], 2018, (United States of América), 25 (2), pp. 58-64. [Consulta: 29 julio 2022]. ISSN 2071-0054 Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542016000200009

NABERTHERM. *Hornos de cámara calentamiento por gas hasta 1300 °C.* [blog]. [Consulta: 28 julio 2022]. Disponible en: <https://nabertherm.com/es/productos/industria/materiales-avanzados/hornos-calentamiento/hornos-de-camara-calentamiento-por>.

PÉREZ, F. *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial.* [en línea] Bucaramanga-Colombia : Usta, 2021. p. 75.

QUEIRÓS, G. *Nuevo tratamiento térmico de recoc intercrítico de aceros resistentes al desgaste con boro de bajo impacto medioambiental.* [en línea] Madrid : Universidad Complutense de Madrid, 2020. [Consulta: 29 julio 2022]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/66051/>

SAAB ALJULE, A. *Plan estratégico de comunicación .* Bogotá-Colombia : UOC, 2018. p. 101.

SUMINISTRO INGENIERÍA Y SOLUCIONES S.A. *Qué es un horno industrial y para qué sirve.* [En línea] Suministro ingeniería y soluciones S.A., [blog]. [Consulta: 10 abril 2022]. Disponible en: <https://sissa.com.co/site/que-es-un-horno-industrial-y-para-que-sirve/>.

TIPÁN VILLAMARÍN, DIEGO. Proyecto de implementación y adecuación para los equipos del laboratorio de fundición de la ESPE [En línea](Trabajo de titulación). (Pregrado), Escuela Politécnica del Ejército, Ecuador. 2018. [Consulta: 2022-05-15]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/1098>

UNE-NORMALIZACIÓN ESPAÑOLA. 2018. *Terminología del mantenimiento*

VICUÑA, J. *El plan estratégico en la práctica 5ta ed.* Madrid - España : Esic, 2017. pp. 85-93

ANEXOS

ANEXO A: REPOTENCIACIÓN DEL HORNO DE TRATAMIENTOS TÉRMICOS



ANEXO B: PRUEBAS DE DUREZA

