



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Aplicacion del Mantenimiento Autónomo para mejorar el indice de
Eficiencia global de máquinas CNC del Área de produccion de la
Empresa Mimco S.A.C. Callao 2017**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

CONDORI PAMPAS HARRY HILTON

ASESOR

MG. DAVILA LAGUNA RONALD

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2017

PÁGINA DEL JURADO

Presidente

Secretario

Vocal

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a que con su ejemplo de valor, perseverancia y honradez han contribuido para que sea un hombre de bien firme en mis convicciones y tenaz para alcanzar mis objetivos. A mis hermanos por la unión de hermanos que tenemos en apoyo moral y espiritual. A los verdaderos amigos que siempre apoyaron este ideal de superación y que jamás dudaron en apoyarme para cumplir con mi objetivo trazado.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios todo poderoso por la salud y vida que me ha dado para poder culminar otra fase de mi vida.

A la Universidad Cesar Vallejo:

Mi casa de estudios, y en especial a la Facultad de Ingeniería Industrial por la excelente formación académica que brinda.

Y finalmente quiero reconocer con gratitud a todos los profesores, que me han acompañado durante este largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos, afianzando mi formación. En mi etapa de estudiante universitario.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Harry Hilton Condori Pampas, con DNI N° 41631944 , a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 06 de junio del 2017

Harry Hilton Condori Pampas

PRESENTACIÓN

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada, “APLICACION DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MEJORAR EL ÍNDICE DE EFICIENCIA GLOBAL DE MAQUINAS CNC DEL AREA DE PRODUCCION DE LA EMPRESA MIMCO S.A.C.” la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniería industrial.

La presente tesis ha sido desarrollada en base a los conocimientos y experiencias adquiridas en el transcurso de los años como estudiante y trabajador en el campo universitario como en el campo de investigación, enriqueciendo la información con fuentes bibliográficas revisadas sobre el tema en estudio.

Esta tesis consigna siete capítulos: I. introducción, II. Método, III. Resultados, IV. Discusión, V. Conclusiones, VI. Recomendaciones y el VII. Referencias.

La investigación tuvo como finalidad la aplicación del mantenimiento autónomo para mejorar el índice de eficiencia global de la planta maquinas CNC del área de producción de la empresa.

RESUMEN

EL presente trabajo de investigación titulada Aplicación del Mantenimiento Autónomo para mejorar la eficiencia global de máquinas CNC, de una empresa Metal Mecánica callao 2017 tuvo como objetivo general aplicar el Mantenimiento Autónomo para mejorar el índice de eficiencia global de máquinas CNC en el año 2017. Lluís Cuatrecasas expone la teoría y la práctica del Mantenimiento Autónomo, a su vez nos describe las etapas de su aplicación como son: el establecimiento de estándares de limpieza y lubricación, inspección autónoma, organizar y el control autónomo. Por otro lado nos explica el concepto del índice de eficiencia global de equipos (OEE), presentan los factores de disponibilidad, calidad y efectividad para su evaluación. La tesis es aplicada con nivel descriptivo, explicativo y longitudinal; posee un diseño cuasi-experimental y emplea un método hipotético-deductivo. La investigación tiene como población a las 3 máquinas CNC de las que se registro las 24 semanas (antes y después) para el análisis. La técnica utilizada en la recolección de datos fue la observación directa, análisis documental y recolección de datos por medio de formatos y hojas de registro. La confiabilidad del estudio se basa en que los datos utilizado corresponde a instrumentos que se utilizan hace un buen tiempo en la empresa en estudio, esto hace al inferencial son métodos utilizados para la obtención de los resultados de la cual se elaboro la discusión, conclusión y recomendaciones. Finalmente en el estudio se concluye que la aplicación del Mantenimiento Autonomo incrementa el índice de Eficiencia global de las máquinas CNC en un 27.46% en promedio con respecto al promedio mensual de los meses de pre prueba.

Palabra clave: mantenimiento Autónomo, Eficiencia global, disponibilidad, calidad y efectividad.

ABSTRACT

The present research work entitled Application of Autonomous Maintenance to improve the overall efficiency index of CNC machines of a company Metal Mechanics callao 2017 had as a general objective to apply Autonomous Maintenance to improve the overall efficiency index of CNC machines in 2017 Lluís Quatrecasas presents the theory and practice of Autonomous Maintenance, in turn describes the stages of its application as: the establishment of cleaning and lubrication standards, autonomous inspection, organization and autonomous control. On the other hand, it explains the concept of the Global Equipment Efficiency Index (OEE), presents the factors of availability, quality and effectiveness for its evaluation. The thesis is applied with descriptibo level, explanatory and longitudinal; has a quasi-experimental design and employs a hypothetico-deductive method. The research has as a population the 3 CNC machines that registered the 24 weeks (before and after) for analysis. Of the population from whom the data were obtained. The technique used in data collection was direct observation, documentary analysis and data collection through formats and record sheets. The reliability of the study is based on the fact that the data used correspond to instruments that were used a long time ago in the study company, this makes the inferential methods used to obtain the results from which the discussion, conclusion and recommendations. Finally, the study concludes that the application of Autonomous Maintenance increases the overall efficiency index of CNC machines by 27.46% on average with respect to the monthly average of the pre-test months.

Key word: Autonomous maintenance, Global efficiency, availability, quality and effectiveness.

ÍNDICE

	Pag.
PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	iv
PRESENTACIÓN	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xii
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Realidad problemática	15
1.2 Trabajos previos	21
1.2.1 Internacionales	21
1.2.2 Nacionales	25
1.3 Teorías relacionadas al tema	30
1.3.1 Mantenimiento Autónomo	30
1.3.1.1 Eficiencia Global de los Equipos (OEE)	47
1.3.2 Marco conceptual	52
1.4 Formulación del problema	54
1.4.1 Problema General	54
1.4.2 Problemas específicos	54
1.5 Justificación del estudio	54
1.5.1 Justificación económica.	54
1.5.2 Justificación práctica.	55
1.5.3 Justificación Teórica	56
1.5.4 Justificación metodológica	56
1.6 Hipotesis	56
1.6.1 Hipótesis general	56
1.6.2 Hipótesis específica.	56
1.7 Objetivo	57
1.7.1 Objetivo General	57
1.7.2 Objetivo Específicos	57
II. MÉTODO	58

2.1	Diseño de Investigación	59
2.1.1	Investigación Aplicada	59
2.1.2	Investigación Explicativa	59
2.1.3	Investigación Cuantitativa	59
2.1.4	Investigación Experimental del tipo Cuasi experimental	59
2.1.5	Investigación Longitudinal	60
2.2	Variables de operacionalización.	61
2.2.1	Identificación de variables	61
2.3	Población y muestra.	63
2.3.1	Población	63
2.3.2	Muestra	63
2.3.3	Muestreo	63
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	63
2.4.1	Técnica	63
2.4.2	Instrumentos	63
2.4.3	Validez	63
2.4.4	Confiabilidad	64
2.5	Método de análisis de datos	64
2.5.1	Análisis descriptivo	64
2.5.2	Análisis ligados a las hipótesis.	65
2.5.3	Estadística inferencial.	65
2.5.3.1	Pruebas de normalidad.	65
2.5.3.2	Contrastación de hipótesis.	65
2.6	Aspectos éticos.	66
2.7	Desarrollo de la propuesta	66
2.7.1	Situación actual	67
	Fuente: Elaboración propia	73
2.7.2	Propuesta de mejora.	80
2.7.3	Implementación de la propuesta	83
2.7.4	Resultados	102
2.7.4.1	Coeficiente de disponibilidad.	102
2.7.4.2	Coeficiente de calidad.	103
2.7.4.3	Efectividad o rendimiento de ciclo.	104
2.7.5	Análisis económico y financiero	105
III	RESULTADOS	107
3.1	Análisis de los datos.	108
3.1.1	Análisis descriptivo.	108

3.1.2	Análisis inferencial.	112
3.1.2.1	Dimensión de la Variable dependiente disponibilidad	112
3.1.2.2	Dimensión de la variable dependiente, calidad	114
3.1.2.3	Dimensión de la variable dependiente, efectividad	117
IV.	DISCUSIÓN	120
V.	CONCLUSIONES	124
5.1	Conclusión General	125
5.2	Conclusión específica 1	125
5.3	Conclusión específica 2	125
5.4	Conclusión específica 3	126
VI.	RECOMENDACIÓN	127
VII.	REFERENCIAS	129
	ANEXOS	134

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Diagrama de Ishikawa-efecto de Bajo índice de OEE	18
Figura 2: Histograma de Pareto	20
Figura 3: Filosofía del Mantenimiento Autónomo	37
Figura 4: Desglose Cálculo Eficiencia Global del Equipo (OEE)	49
Figura 5: antes de la aplicacion	67
Figura 6: Aplicando la metodología	68
Figura 7: Ante de la Aplicando	69
Figura 8: Aplicando la metodología	69
Figura 9: Diagrama de disponibilidad de máquinas CNC 2016	75
Figura 10: Diagrama de disponibilidad de máquinas CNC 2016	76
Figura 11: Diagrama de efectividad de las máquinas CNC 2016	77
Figura 12: Capacitacion al personal sobre el M.A.	84
Figura 13: Estructura organizativa – Mantenimiento autónomo	85
Figura 14: Hoja de control – Mantenimiento	85
Figura 15: Mantenimiento y limpieza	86
Figura 16: Fuga de lubricante	88
Figura 17: Reunión de estandarización y evaluación de inspecciones	89
Figura 18: Diagrama de flujo –clasificación de materiales y herramientas	90
Figura 19: Área de trabajo después de la etapa 6	91
Figura 20: Actividades por etapas del mantenimiento autónomo	92
Figura 21: Auditoría realizada en la planta	93
Figura 22: Histograma de los promedios de disponibilidad 2016 – 2017	97
Figura 23: Histograma de efectividad antes y después de la mejora 2016- 2017	98
Figura 24: Histograma de calidad antes y después de mejora 2016- 2017	99
Figura 25: Grafica de barras de disponibilidad del equipo antes y después	109
Figura 26: calidad antes y depues	110
Figura 27: Efectividad antes y depues de la aplicación	111

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Diagrama de Pareto	19
Tabla 2: Problemas relacionados con la falta de limpieza	37
Tabla 3: Actividades de la Etapa Inicial	39
Tabla 4: Niveles del MA y formación de los operarios.	46
Tabla 5: Matriz operacionalización	62
Tabla 6: Valor estadístico de la muestra.	65
Tabla 7: Valor estadístico alfa.	65
Tabla 8: Datos antes de la aplicación del mantenimiento autónomo 2016	71
Tabla 9: Diagrama de análisis del proceso de mantenimiento correctivo 2016	73
Tabla 10: Resultados de disponibilidad antes de la mejora	74
Tabla 11: Número de piezas producidas en Julio- diciembre 2016	76
Tabla 12: Resultados de efectividad de las maquinas CNC Julio - Diciembre	77
Tabla13: Causas y técnicas para el mantenimiento autónomo	79
Tabla 14: Diagrama de Gantt	81
Tabla 15: Costo de inversión	82
Tabla 16: Costo de inversión	82
Tabla 17: Costo de inversión	82
Tabla 18: Costo de inversión	83
Tabla:19 Detección de averías con nuestros sentido	88
Tabla 20: Cuadro de datos estadístico de variable independiente después	94
Tabla 21: Diagrama de análisis del proceso de mantenimiento correctivo 2017	96
Tabla 22: Disponibilidad de máquinas CNC después de la mejora 2017	97
Tabla 23: Efectividad de las maquinas después de la aplicación 2017	98
Tabla 24: Calidad de las maquinas después de la aplicación 2017	99
Tabla 25: OEE antes y después de aplicación de mantenimiento autónomo	101
Tabla:26 Resultados antes y después coeficiente disponibilidad.	102
Tabla:27 Análisis antes y después de la implementación.	102
Tabla:28 Resultados antes y después coeficiente de calidad.	103
Tabla:29 Análisis de caliadd antes y después de la implementación.	103
Tabla:30 Resultados antes y después coeficiente de efectividad	104
Tabla 32 Reduccion del costo de mantenimiento en el área de maquinas CNC	105

Tabla 33	Calculo del retorno de la inversión del proyecto mantenimiento	106
Tabla 34:	Prueba de normalidad de eficiencia del pre y pos mejora.	113
Tabla 35:	Prueba de muestras emparejadas	114
Tabla 36:	Prueba de normalidad de eficacia del pre y pos mejora.	115
Tabla 37:	Prueba de muestras emparejadas	117
Tabla 38:	Prueba de normalidad de eficacia del pre y pos mejora.	118
Tabla 39:	Prueba de muestras emparejadas	119

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En (1914 -1918, los aliados Francia, Inglaterra y Rusia, Japón en agosto de 1914, Italia en 1915, Rumanía en 1916 y Estados Unidos de América en 1917, Vs Alemania, Austria-Hungría, Turquía y Bulgaria en 1915), las máquinas trabajaron a toda capacidad y sin interrupción, pues su funcionamiento era de vida o muerte y la confiabilidad y calidad de las máquinas, era el reflejo de la pericia y habilidad de los operarios de la época; motivo por el cual la máquina tuvo cada vez mayor importancia. Años más tarde, y por poco bajo el mismo telón, la Segunda Guerra Mundial (1939-1945, Alemania, Japón e Italia Vs Los aliados; Francia, Inglaterra y Rusia, Estados Unidos de América en 1941 y otros en menos cantidad¹), y el hecho que pondría punto final a esta, los bombardeos atómicos sobre Hiroshima y Nagasaki ordenados por Harry Truman, Presidente de los Estados Unidos de América contra el Imperio de Japón. Fue hasta este entonces donde se empezó a tener en cuenta a la máquina como tal y se le dio importancia al servicio que ésta proporcionaba.

Si observamos detenidamente los países que se vieron involucrados en aquel tiempo y comparamos con los países que son protagonistas al día de hoy en escenarios tales como; Industriales y Manufactureros, de desarrollo tecnológico y cultural. Las miradas caerían directamente sobre los Estados Unidos de América y Japón. Ahora bien, se preguntará: ¿Cuál es la relación de estos acontecimientos con Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)? Por un lado, el origen del RCM, data de los años 1950 (fecha para la cual el B-29 o “Enola Gay” mejor conocido, era insignia de la aviación militar americana) en la industria aeronáutica como el resultado de estudios que permitieron una mayor confiabilidad en la aviación. Desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América para United Airlines, de donde salió una primera aproximación a lo hoy conocido como RCM. Por otro lado, terminada la Segunda Guerra Mundial, Japón perdió gran parte de su riqueza nacional y su capacidad industrial. El pueblo japonés se dedicó a la tarea de reconstruir su economía y de efectuar cambios profundos como; políticos, de educación, industriales, sindicales y el más importante, social-cultural. Dentro de esta nueva estructura social-cultural, hacia los años 70’s, sea

crea así la filosofía de Total Member Participation (Participación Total de los Miembros, TPM) el TPM, haciendo participe a toda la sociedad.

En Estados Unidos, después de la Segunda Guerra Mundial aparecieron varias teorías de mantenimiento preventivo y mantenimiento productivo (que incluía la ingeniería de máquinas: enfocada al buen y fácil mantenimiento).

“Las organizaciones empresariales de clase mundial, que durante muchos años han desarrollado toda su energía para conseguir elevar su capacidad productiva, han ido progresando paulatinamente en la mejora de su eficiencia productiva, esto significa el uso óptimo de todos los recursos que son parte de este proceso, lo cual implica reducir las pérdidas y despilfarros en forma sistemática”¹.

Toda esta persistencia ha conllevado a la creación de sistemas nuevos e innovadores de gestión, que, con sus técnicas,” han permitido mejorar la eficiencia de los sistemas productivos en forma continua hasta llegar a la incorporación de la gestión de los equipos y medios de producción industrial, en búsqueda de la máxima eficiencia, todo ello a través del mantenimiento productivo Total más conocido como TPM.”

En el contexto globalizado en el que hoy en día se desarrollan los procesos productivos, con una alta exigencia de eficiencia y calidad cada vez mayor, es inmerso la búsqueda obligatoria de nuevas técnicas y oportunidades de mejora en la optimización de recursos, disminución de los tiempos muertos, eliminación de averías y defectos y otros. En este marco, la optimización de la gestión de mantenimiento provee a las empresas de una amplia gama de ventajas competitivas tanto en eficiencia como en productividad y calidad. La mejora de la competitividad de las empresas lleva sin duda a un replanteamiento de los sistemas de administración del mantenimiento y producción, la tan ansiada competitividad no se alcanzará mientras se mantenga el divorcio entre la gestión de producción y la operación de mantenimiento, al punto que en las últimas décadas las evoluciones de la gestión de estos dos sistemas han dado origen al Mantenimiento Autónomo.

¹ (Lucio Moreno, 2008)

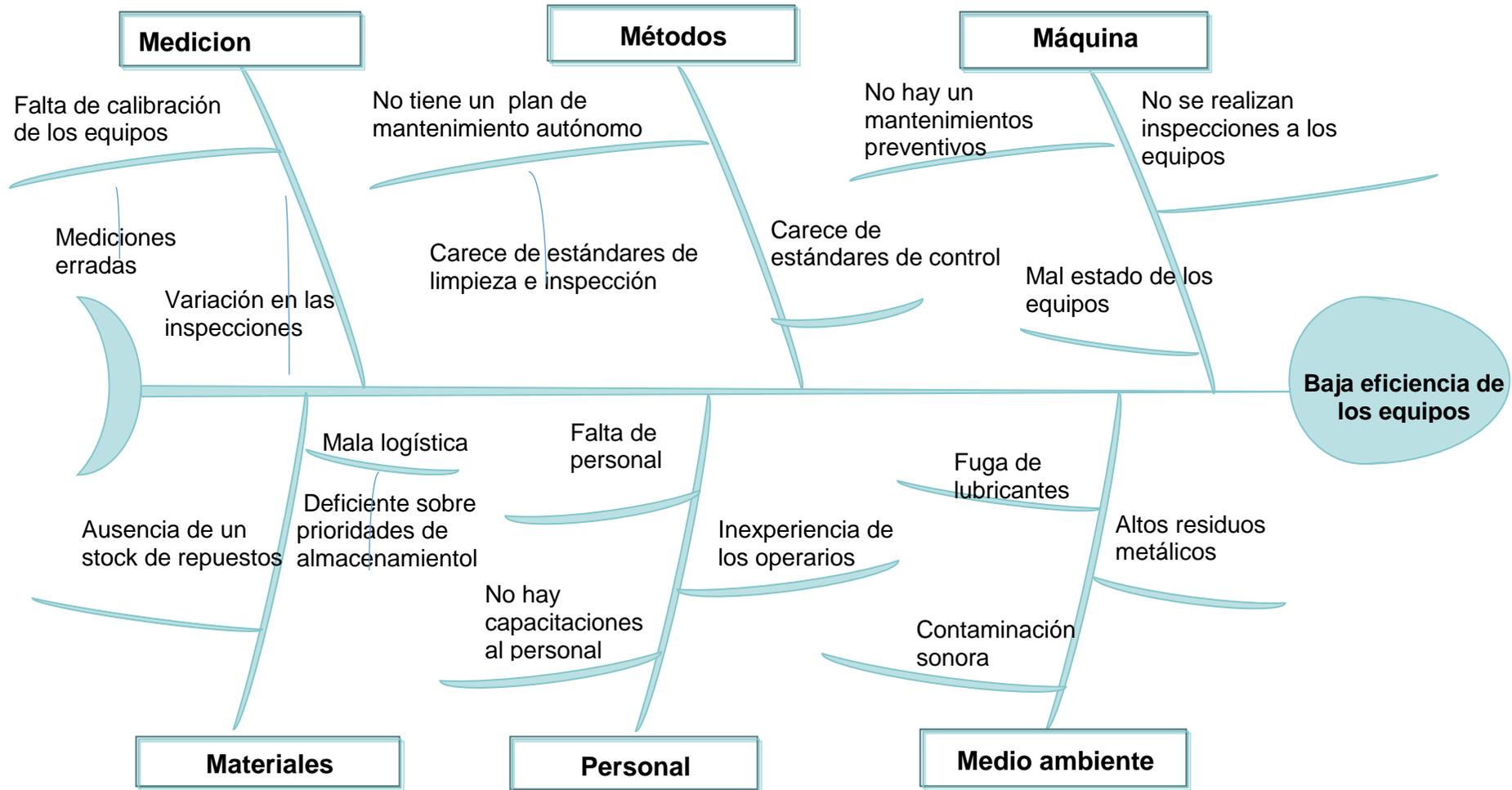
“La realidad del día a día empresarial en nuestro país nos permite afirmar que es necesario el uso de herramientas técnicas y tecnológicas que nos provee la ingeniería industrial para que estas alcancen la tan ansiada optimización de la productividad y competitividad, es por ello que en este trabajo de investigación se plantea el uso de una de estas herramientas, que como se dijo líneas arriba es una de las que mayor crecimiento ha experimentado en estos últimos tiempos a nivel global, nos estamos refiriendo al Mantenimiento Productivo Total ². (TPM) y más específicamente a uno de sus pilares, es decir el Mantenimiento Autónomo, el cual está enfocado al operario ya que es él, el que interactúa con los equipos y máquinas propone alargar la vida útil de la máquina o línea de producción.

En la empresa MIMCO S.A.C., el investigador como producto de la observación ha podido identificar que en el área de producción se está produciendo una merma en forma reiterativa en la eficiencia de las máquinas CNC, por un manejo inadecuado de los planes de mantenimiento de estas máquinas, ante esta situación y para poder identificar en forma más clara y precisa cual es el problema crítico y las causas que la generan, se ha procedido a elaborar los diagramas de Ishikawa, los cuales se muestra a continuación.

Para facilitar el análisis de las disyuntivas en el área de producción se elaboró un diagrama de Ishikawa la cual nos permitirá identificar las causas que se relacionan directamente con el problema

² (Cuatrecasas Arbos, y otros, 2010)

Figura 1: Diagrama de Ishikawa-efecto de Bajo índice de Eficiencia Global de máquinas CNC



Elaboración propia (2017)

Los equipos (maquinas CNC) presenta fallas constantes debido a la cantidad de repuestos que necesita recambiar al haber cumplido su tiempo de vida útil y sumándose

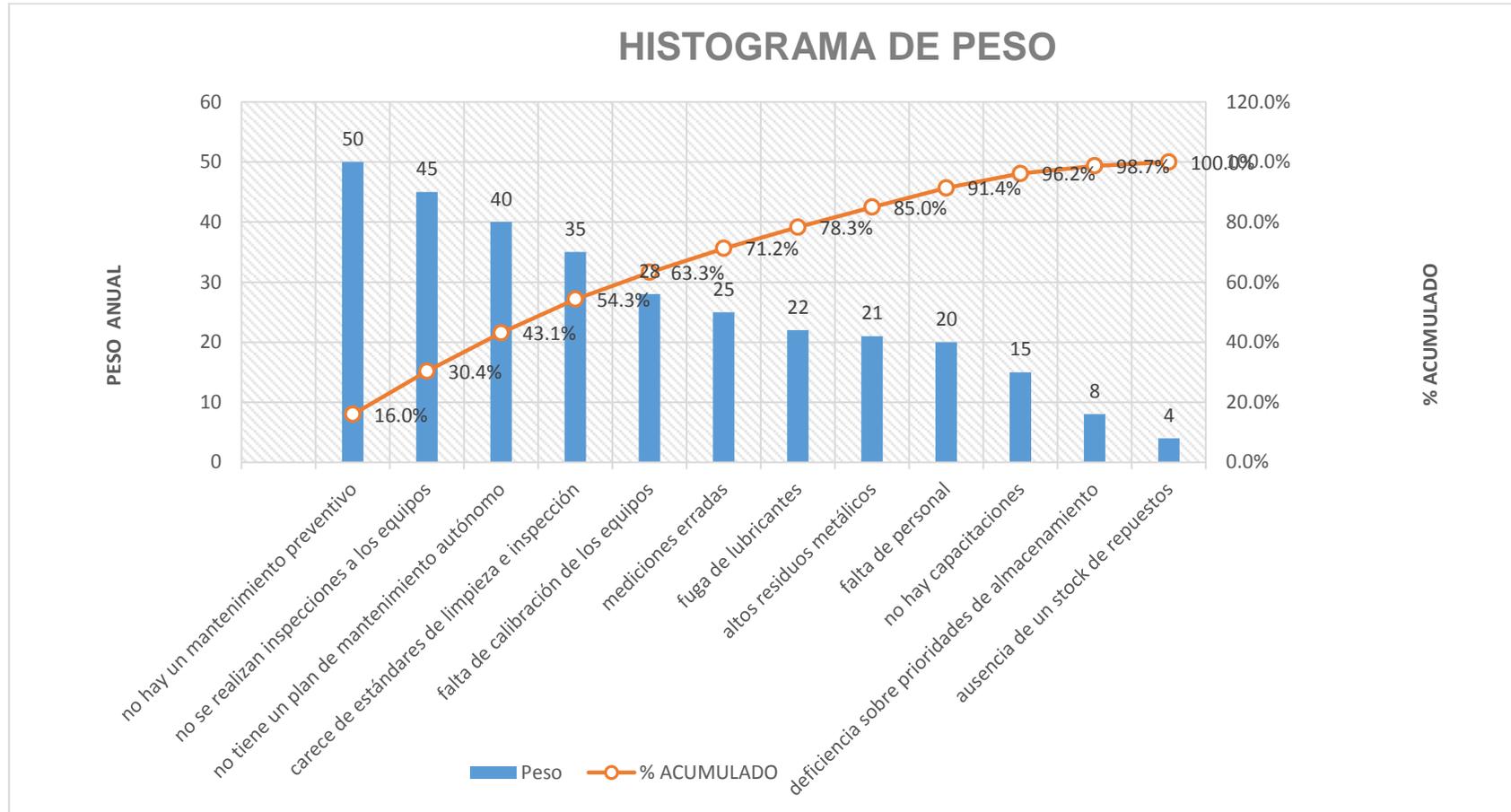
El área de mantenimiento recolecto datos de máquinas CNC que operan en los dos turnos, con un total de 12 horas efectivas de trabajo diario en un mes (solo se trabaja 6 días por semana).la causa que ocasiona la demora de la reparación genera una baja eficiencia en el área de producción debido a la ausencia de estas maquinas (véase tablas 01), detallando las causas y el porcentaje acumulado de cada acción para, luego llegar a graficarlo a travez del diagrama de Pareto (véase esquema 2).

Tabla 1: Diagrama de Pareto

CAUSAS	PESO	FRECUENCIA ACUMULADA	% PESO	% ACUMULADA
No hay mantenimiento preventivo	50	50	16.0%	16.0%
No se realizan inspecciones a los equipos	45	95	14.4%	30.4%
No tiene un plan de mantenimiento autónomo	40	135	12.8%	43.1%
Carece de estándares de limpieza e inspección	35	170	11.2%	54.3%
Falta de calibración de los equipos	28	198	8.9%	63.3%
Altos residuos metálicos falta de personal	25	223	8.0%	71.2%
Mediciones erradas	22	245	7.0%	78.3%
Fuga de lubricantes	21	266	6.7%	85.0%
Altos residuos metálicos falta de personal	20	286	6.4%	91.4%
No hay capacitaciones	15	310	4.8%	96.2%
Deficiencia de prioridades de almacenamiento	8	309	2.6%	98.7%
Ausencia de stock de repuestos	4	313	1.3%	100.0%
TOTAL	313		100.0%	

Fuente: elaboración propia

Figura 2: Histograma de Pareto



Fuente: elaboración propia

1.2 Trabajos previos

Lo relacionado a la aplicación del mantenimiento autónomo para mejorar la eficiencia global de las máquinas CNC, tiene referencia académica, la que se constituye a base de referencias respecto a la investigación presentada.

1.2.1 Internacionales

GALVÁN, Daniel. Análisis de la implementación del mantenimiento productivo total mediante el modelo de opciones reales en una empresa empaquetadora de maíz. Tesis (ingeniería industrial). México: Universidad autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2012. 121p.

Tuvo como objetivo analizar el sistema TPM desde la perspectiva financiera como también evaluar el sistema de procesos mantenimiento productivo total mediante el modelo análisis financiero de opciones reales, para determinar el valor que aporta al negocio, su desarrollo y como una herramienta que apoye el crecimiento económico de la empresa. Se empleó un estudio tipo aplicativo, el diseño del estudio es pre- experimental, se usó como instrumento las fichas de recolección de datos por medio de check list, y cuya muestra será el 100% de su población. El análisis de la aplicación de este sistema en el área de mantenimiento, tiene una influencia mucho más extensa que solamente mejorar el desempeño del área. Esto debe verse reflejado mediante la valoración por opciones reales en los flujos de efectivo o el valor de la empresa, de tal manera ayude a dar una valoración más real en cuanto a los activos tangibles e intangibles, siendo este sistema aportador de ambos activos, de reducir el riesgo no sistémico de la empresa. La aplicación permitió estandarizar los tiempos de producción haciendo una cadena productiva más fuerte y a la vez flexible. Se concluyó que dadas las características del proyecto TPM, basado en su pilar de mantenimiento autónomo cuenta con la flexibilidad de adaptarse a los requerimientos del negocio o proceso, asimismo el programa de mantenimiento es una metodología que también se puede ejecutar y seguir de manera estricta, aplicando procedimientos y recomendaciones asignados a cada máquina.

La aportación más importante es la misma evaluación del TPM desde el punto de vista Financiero, percibiendo el potencial que puede aportar al valor de la empresa, reflejado en el resultado del Valor Presente Neto Extendido calculado a

partir de las Opciones Reales y los valores futuros.

FERREIRA, Daniel. Modelo para el diagnóstico del rendimiento en el proceso de producción y la localización de las pérdidas. Utilización de la unidad de esfuerzo de producción como conocimiento básico en la aplicación de la eficiencia global del equipo en la empresa Industria de Transformadores Amazonas Ltda. Tesis (Ingeniero industrial). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Facultad de Ingeniería, 2012. 362p.

Tuvo como finalidad desarrollar y evaluar el potencial de un modelo sistemático para la valoración de medidas de rendimiento en el proceso de producción buscando detectar e identificar pérdidas en el sistema de producción. Este modelo se basa en la integración de dos herramientas: la Unidad de Esfuerzo de producción (UEP), y Efectividad Global del Equipo (OEE), el cual se utilizó para medir la eficacia del equipo. Esta técnica permite identificar, seleccionar y medir las pérdidas provocadas en el proceso de producción, esta propuesta facilita a la empresa, entre otras aportaciones, identificar el puesto de trabajo donde las ineficiencias están ocurriendo para poder asignar y gastar recursos para las mejoras. Se empleó un estudio tipo aplicado, fundamental para el diseño en estudio que es pre- experimental, el instrumento son fichas de recolección de datos. Se concluyó que cualquier parada no programada, sea del equipo o no es considerada como una pérdida de eficiencia de operación del puesto operativo que podría evitarse o reducirse a través de trabajos de mejora continua y de una mejor gestión de la producción. Asimismo el cálculo de OEE en esta investigación fue de un 36.8%

En el estudio se aprecia la importante significativo que nos dice que aplicar métodos de medición como el OEE y sus indicadores nos ayuda en la mejora continua en la eficiencia de las maquinas.

TUAREZ, Cesar. Diseño de un sistema de mejora continua en una planta embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM. Tesis (Ingeniero Industrial). Ecuador: Universidad Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería, 2013. 167p.

Tuvo como objetivo la implantación efectiva y gradual de un sistema de mejora

continua bajo la filosofía TPM, con la finalidad mejorar la eficiencia en la línea de llenado de botellas, para lo cual se valió del TPM mediante su pilar mantenimiento autónomo y la medición de la eficiencia a través del OEE. Se empleó un estudio tipo aplicado, fundamental para el diseño en estudio que es pre- experimental, el instrumento son fichas de recolección de datos. Finalmente se concluye que para una aplicación del mantenimiento autónomo sea exitosa en una empresa se necesita disciplina y el real compromiso de todos los colaboradores de la organización tal como nos muestra esta investigación. Asimismo después de la mejora que las mediciones del OEE de llenado de botellas se aumentó al 75.2% en los 2 primeros meses llegando al nivel aceptable, cuando antes de la mejora se encontraba en un 66.67%.

Este estudio hace aportes importantes porque nos demuestra que si contamos con el personal bien capacitado y comprometido con los métodos de mejora continua lograremos con mayor facilidad cumplir con los objetivos de mejora continua. Por otra parte nos dice que todos los procesos deben ser medidos de tal manera que nos asegure el resultado esperado.

ARENAS rosales, yuribeth .diseño e implementación de un sistema de mantenimiento autónomo en la línea de mecanizado juntas fijas para Dana transejes Colombia. Tesis (ingeniería industrial).bucaramanga, Colombia: universidad industrial de Santander, facultad de ingeniería, escuela de estudios industriales y empresariales, 2011.219 p.

"El cual busco como objetivos, diseñar e implementar un sistema de mantenimiento autónomo en la línea de mecanizado de juntas fijas, que servirá como modelo para la ejecución del mismo en las 7 líneas de producción"³ ,para ello se realizó una investigación del tipo aplicada con un carácter descriptivo ya que se recolecta información por medio de encuestas, observaciones directas y revisión documental sobre la línea de producción y la organización ,se analizan las necesidades de los operarios y los requerimientos de la compañía, con el fin de poder identificar las fortalezas y debilidades del entorno organizacional y poder así elaborar plan de acción que abarque cada uno de los requerimientos necesarios .una vez definido el plan de acción y la metodología a seguir, se inicia

³ (Hernandez, y otros, 2010)

el proceso de implementación del sistema de mantenimiento autónomo. Llegando a la conclusión que se mejoró la estructura y organización del departamento de mantenimiento integrado, sino también porque contribuyo con numerosas mejoras en el estado y rendimiento de los equipos, permite mantener el puesto de trabajo limpio y ordenar, reforzar las habilidades y capacidades de los operarios y agregar valor a la cadena productiva con actividades que refuerzan las herramientas institucionales enfocadas hacia el “just in time” y el “seis sigma” 2011.35p.

Esta tesis de implementación del sistema de mantenimiento autónomo aporta como resultado, herramientas de capacitación para los operarios, un sistema de gerencia visual y estándares de actividades de mantenimiento autónomo enfocado hacia la conservación de los equipos, mejora del rendimiento y a la reinstauración de sus condiciones básicas de operación

MUÑOZ Aguilar, Marcelo. Propuesta de mantenimiento productivo total para la línea zicalum de la compañía siderúrgica huachipato S.A. tesis (ingeniero civil industrial). Concepción, Chile: Universidad del Bío-Bío, Facultad de Ingeniería, 2009. 243 p.

La cual busco proponer una estrategia que ayude a mejorar la gestión del mantenimiento de la línea zincaluminum de la compañía siderúrgica Huachipato, reduciendo al máximo las averías de los equipos y los productos defectuosos, mediante la aplicación del mantenimiento productivo total (TPM). El tema se origina con el fin de aumentar la confiabilidad de los equipos y mejorar los resultados de producción en la línea. La tesis tiene como metodología un diseño del tipo observacional y descriptivo, basada en técnicas como la observación directa. Llegando a la conclusión de que la propuesta de mantenimiento productivo total para la línea de zincaluminum es bastante importante ya que contribuye a que la forma de operar y realizar el mantenimiento sea eficaz y eficiente, lo cual es parte de las industrias modernas y competitivas. 2009. 254p.

La trascendencia del estudio se expresa en que el mantenimiento productivo total (TPM) tiene como objetivo principal la búsqueda de cero averías y cero defectos mediante una estrategia de mantenimiento que permita aumentar la disponibilidad de los equipos, elevar su rendimiento y mejorar la calidad de los productos. Todos estos factores se pueden medir con el índice de eficiencia

global de los equipos. Para lograr el éxito del (TPM) es necesario plantear una estrategia de mantenimiento autónomo el cual estará a cargo de los operadores en esta también se recomienda una serie de pasos a seguir, se propone una inspección con equipos funcionando y se recomienda poner en practica las llamadas 5s.

1.2.2 Nacionales

TADEO, Juan. Optimización del procedimiento de trabajo para reducción de la necesidad de mantenimiento en tornos CNC en la empresa Pernito S.A.C. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2011.103p.

Tuvo como finalidad reducir el mantenimiento en los tornos CNC y obtener una alta eficiencia a través de la disponibilidad de sus equipos, ya que estos tiempos de mantenimiento generaban un costo de oportunidad muy alto, al ser tiempos improductivos, en los cuales la línea tenía que parar, ya que no se tienen máquinas alternativas que posean el mismo grado de precisión y acabado que tienen los tornos CNC. Se empleó un estudio tipo aplicado, fundamental para el diseño en estudio que es pre- experimental, el instrumento son fichas de recolección de datos de las horas de mantenimiento y rendimiento de las máquinas, la muestra será el 100% de su población conformada por 15 máquinas CNC. Se concluyó que una nueva distribución de planta de los tornos CNC estratégicamente diseñados de acuerdo a la necesidad de los procesos y el cumplimiento de las estandarizaciones entendiéndose que es la mejor manera de asegurar un resultado, se redujo la necesidad de mantenimiento de las maquinas, el cual fue 26% con respecto al antes de la optimización, de tal manera que se mejoró la eficiencia de las maquinas CNC hasta en 14%

En esta investigación se observa aportes que ayudaron al desarrollo de su proyecto, por lo tanto fueron fundamental para el cumplimiento se du objetivo de mejora. La información que más nos servirá como referencia a nuestra investigación es que nos muestra que una correcta gestión de planificación del mantenimiento correctivo y preventivo ayuda a mejorar la eficiencia de las maquinas CNC.

VIGO, Fiorella y ASTOCASA, Flores. Análisis y mejora de procesos de una línea procesadora de bizcochos empleando manufactura esbelta en una industria de alimentos de consumo masivo. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2013.102p

Tuvo como objetivo optimizar los procesos productivos, uso de equipos y recurso humano con la finalidad de asegurar la competitividad de la empresa. Mediante el desarrollo de las herramientas de la manufactura esbelta, tomando el TPM y su pilar el mantenimiento autónomo como base, buscando maximizar la eficiencia de los equipos. Se empleó un estudio tipo aplicado, fundamental para el diseño en estudio que es pre- experimental, el instrumento son fichas de recolección de datos de todos los máquinas de la línea de biscochos. Se concluyó que la implementación del Mantenimiento Autónomo Total, su objetivo principal es la educación y/o formación del recurso humano, que les permite a los empleados empoderarse de su puesto de trabajo y actuar responsablemente. De la misma forma nos dice que todo trabajo y /o resultado debe ser medido con el fin de determinar el comportamiento del mismo y saber con exactitud si nos estamos dentro de los parámetros establecidos. Finalmente nos muestra las mejoras del OEE: maquina amasadora 6.5%, maquina empaquetadora 2.3% y Horno 30%.

La presente tesis hace aportes fundamentales, de las cuales tomamos dos como mayor influencia que nos ayudaron para el desarrollo de la nuestra, en donde nos dice que la principal herramienta para la implementación de Manufactura Esbelta, es el recurso humano. Para ello, el personal involucrado debe ser consciente que el proceso sólo funciona cuando se aplica mejora continua. Asimismo es imprescindible la medición del OEE mediante sus indicadores el cual permite el control más eficiente y el uso más adecuado de las máquinas.

HUILLCA Choque, María .propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5S y mantenimiento autónomo en la planta metalmeccánica que produce hornos estacionarios y rotativos .tesis (ingeniería industrial).lima, Perú: pontificia universidad Católica del Perú, facultad de Ciencias e ingeniería, 2015.110p.

La cual busco como objetivo, analizar la distribución y producción de una planta metalmeccánica que se dedica a la fabricación de hornos rotativos y estacionarios.

A partir de un análisis de factores se determinaron las líneas críticas a mejorar, que resultaron ser las líneas de producción de hornos estacionarios y rotativos. La capacidad de la planta, en la cual se producen los hornos, no logra cubrir la demanda; es por ello que luego de realizar un diagrama causa efecto, para encontrar cuales eran las causas mas relevantes que generaban ese problema, se planteo implementar las herramientas 5Ss y mantenimiento autónomo, y realizar una distribución en planta nueva. Dicha investigación tiene un diseño del tipo descriptivo y observacional, las técnicas utilizadas son la recolección de datos y la observación directa, los instrumentos utilizados son las fichas y los registros de producción. Llegando a la conclusión que el estudio resulto ser factible, debido a que se resolvió el punto crítico o cuellos de botellas, como el área de ensamble y trazado, asignándoles a estos últimos un área de mayor espacio para realizar las actividades, de tal manera que se observe un flujo rápido del material. ademas que los ahorros generados por las propuestas de mejora, a través de indicadores, resultaron ser favorables. El proyecto resulto ser viable y factible, ya que su VAN fue de s/.1, 095, 544,99 mayor que 0, la TIR de 42% mayor que el valor de 11.94% del COK. Asimismo, el ratio beneficio/costo del proyecto fue de 1.42 y el periodo de recuperación será en el tercer año. 2015.92p.

La tesis resalta la importancia y necesidad de la implementación del mantenimiento autónomo ya que se observo demaciadas paradas de máquinas, se planteó la ejecución de un plan de limpieza, lubricación y ajustes de las máquinas. Para posteriormente realizar auditorías para evaluar la implementación de las 5s y el mantenimiento autónomo también fue necesaria la implementación de la metodología de las 5s ya que se observo desorden en la área de trabajo y demasiados tiempos improductivos por búsqueda de materiales y herramientas. Plantea realizar capacitaciones por grupo, identificar y clasificar los elementos innecesarios de cada área de trabajo e implementar en tableros de herramientas. Dichas implementaciones son sin duda los aportes para investigaciones futuras.

CAVALCANTI Garay ,Migdaliz. Adaptación de un programa de mantenimiento productivo total y aplicación de un sistema de indicadores de eficiencia global de los equipos para una compañía minera. Tesis (ingeniero industrial).lima, Perú: Universidad peruana de ciencias aplicadas, facultad de ingeniería, 2016.116 p.

La cual busco mejorar la eficiencia global de los equipos en 15% por año, mejorar la mantenibilidad en 15% por año, reducir los costos de producción, disminuir el numero de paralizaciones importantes en un 10% por año, mejorar el apoyo logística y lograr una mejor imagen para los visitantes, con la aplicación de orden y limpieza en todas las áreas de la compañía. Dichos objetivos se alcanzaran con la aplicación del mantenimiento productivo total el cual proporciona las herramientas necesarias para hacer una mejor gestión además de brindar la metodología conveniente para desarrollar los indicadores pertinentes. La presente investigación es del tipo aplicada con un diseño pre experimental, utilizo técnicas e instrumentos como son la observación directa y la recolección de datos a través de registros. Llegando a las conclusión que el apoyo de la gerencia es de vital importancia para el desarrollo del proyecto, sin este apoyo no se asegura el éxito del programa, es una de las piezas angulares para llevar a buen fin el proyecto. A su vez la participación de todo el personal y la capacitación del mismo es esencial para que el proyecto salga adelante. Finalmente la aplicación del TPM ayuda a mejorar no solo los rendimientos sino que también sea de ayuda para llevar una mejor gestión y motivar a todo el personal hacia la mejora continua 2016.54p.

Toda investigación científica genera inclusión de teorías o metodologías, en el caso de la presente, el aporte radica en que la aplicación del mantenimiento productivo total no es la solución a todos los problemas de una empresa, sin embargo, ayudara a maximizar la eficiencia global de los equipos, minimizara algunas perdidas y por lo tanto ayudara a reducir costos que son producidos por mermas, paradas, trabajos ineficientes. Lo cual se traducirá en ganancias para la empresa y todos sus colaboradores.

SILVA Burga, Jorge, implantación del mantenimiento productivo total en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa. Tesis (ingeniero industrial y de Sistemas) Piura, Facultad de ingeniería, 2005.88 p.

La cual busco exponer las pautas para poner en practica los principios de este instrumento y con sus aportes servir como una guía para la implantación del mantenimiento productivo total (TPM) en una planta de procesos industriales, en todos sus niveles, demostrar que el mantenimiento productivo total es herramienta de calidad desarrollada para asegurar que el proceso de producción funcione de

manera eficiente, con la consiguiente eliminación de las paradas innecesarias y reducción de los tiempos muertos. El estudio tiene como metodología del tipo aplicada con un diseño pre experimental, transversal y cuantitativo, se utilizó las observaciones directas, recolección de datos a través de fichas y registros de planta. Llegando a la conclusión que aplicando correctamente el TPM tienen equipos limpios y conservados, esto permite una menor probabilidad de sufrir una falta o desperfecto; cualquier anomalía que pudo derivar en un problema mayor, será detectado y resuelto en sus etapas iniciales. El equipo sometido a TPM será elevado a su desempeño óptimo, corrigiendo cualquier anomalía encontrada. También será adaptada con modificaciones principalmente por el operador y supervisores de producción, analizadas y aprobadas por el equipo de trabajo en conjunto. Estas modificaciones no solo mejoran la eficiencia de la máquina misma, sino también del general. Los operadores participan en la solución de problemas y mejoran en los equipos. Además la implantación del TPM ayuda a que los operadores contribuyan con sugerencias para mejorar las condiciones de operación, seguridad y mantenimiento del equipo. Se realizó la medición de la efectividad global de los equipos (EGE) desde el inicio de la implantación y se aprecia una notable mejora en la disponibilidad, índice de rendimiento y tasa de calidad ya que el mantenimiento autónomo ha mejorado las condiciones de los equipos, reduciendo las averías que producen paradas de producción. También se obtuvo mejora en la limpieza y el orden del área, reducción de situaciones inseguras, mejor cuidado de las máquinas, aumento de la motivación, fortalecimiento del trabajo en equipo, mayor participación de los operadores en la resolución de problemas y crecimiento de la capacidad profesional de los operadores.

La relevancia del estudio se sostiene en que el mantenimiento productivo total por su naturaleza funciona fundamentalmente como un sistema de prevención, más que de corrección de fallas o anomalías, es un sistema que agrupa una serie de actividades como el mantenimiento autónomo, cuya implementación y ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad de los equipos. El buen estado de las máquinas e instalación permite tener un ambiente seguro para el personal que labora en la empresa. Con el TPM se logra la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministro, el conocimiento que poseen

las personas y la calidad de los productos y servicios finales. Una vez que un programa de TPM toma lugar, los beneficios comienzan a fluir hacia toda la organización. El TPM fortalece el trabajo en equipo, el personal de mantenimiento y el de producción trabajan en equipo para conseguir mejores resultados de operación, rompiendo el paradigma de “yo opero, tu reparar”. Los operadores participan en la solución de problemas y mejoras en el equipo en tema de operación, y mantenimiento del equipo.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Mantenimiento Autónomo

“El mantenimiento autónomo es una nueva cultura organizacional en la cual los operarios de producción asumen tareas de mantenimiento productivo, incluida la limpieza, así como algunas propias del mantenimiento preventivo enfocadas hacia la prevención del deterioro natural, la eliminación del deterioro forzado de los equipos o cualquier otra actividad relacionada con el mantenimiento que pretenda el funcionamiento eficiente de la planta”⁴.

La siguiente fue la primera definición oficial del Mantenimiento Autónomo publicada en 1971 por el JIPE antecesor del Japanese Institute of Plant Maintenance (JIPM) para desplegar la versión del Mantenimiento Autónomo originalmente desarrollada en Nippondenso.

“El Mantenimiento Autónomo se orienta a maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficiencia global estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo, involucrando a todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción, mantenimiento, etc.), con la participación de todos los empleados desde la alta dirección hasta los operarios, para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión de la motivación o actividades de pequeños grupos voluntarios”⁵.

⁴ (cuatrecasas Arbos, y otro, 2010)

⁵ (kuratomi, 2006)

Esta es una definición del Mantenimiento Autónomo orientada específicamente a las áreas de producción. Sin embargo de esto el Mantenimiento Autónomo al ir cubriendo progresivamente otras áreas diferentes a producción y al ser aplicado a una mayor escala en corporaciones, el JIPM vio la necesidad de desarrollar una nueva visión de lo que debería ser el Mantenimiento Autónomo y luego el Mantenimiento Productivo Total (TPM). La siguiente definición fue propuesta en 1989 como "Company - Wide TPM" o TPM de amplio cubrimiento.

"El Mantenimiento Autónomo se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo sistema productivo, estableciendo un sistema que previene las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye "cero accidentes, cero defectos, y cero fallos" en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores, incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos."⁶

"El Mantenimiento Autónomo es, básicamente prevención del deterioro de los equipos y componentes de los mismos. El mantenimiento llevado a cabo por los operadores y preparadores del equipo, puede y debe contribuir significativamente a la eficacia del equipo. Esta será participación del "apartado" producción o del operador dentro del TPM, en la cual mantienen las condiciones básicas de funcionamiento de sus equipos".⁷

En la actualidad se considera al Mantenimiento Autónomo como una herramienta fundamental del mantenimiento productivo total (TPM), al punto que se acostumbra a utilizarlos como sinónimos. El mantenimiento autónomo no se trata solamente de acciones o conjunto de actividades de limpieza e inspección, gestionar automáticamente la información de mantenimiento, o emplear una serie de técnicas de análisis de problemas.

⁶ (kuratomi,2006)

⁷ (SOLOMANTENIMIENTO, 2016)

El mantenimiento autónomo es una estructura de gerenciamiento industrial que involucra sistemas de dirección, cultura organizacional y talento humano, que busca racionalizar la gestión de todos los recursos que componen el proceso productivo, de manera que puedan maximizarse tanto su productividad y rendimiento'.⁸

“Una de las principales características del mantenimiento autónomo es que todas las personas que forman parte del proceso de producción participan en las actividades de mantenimiento básico, para esto es necesario formar y entrenar al operario en aspectos técnicos inherentes a los equipos de planta permitiéndole conocer perfectamente el funcionamiento de su equipo. Los trabajadores deben estar suficientemente entrenados para detectar de forma temprana toda clase de anomalías, y evitar así la presencia de fallos en su equipo y problemas de producción y/o calidad”⁹. El papel que cumplen, tanto los operarios como los técnicos de mantenimiento, ha retomado gran importancia dentro de las empresas siendo indispensable que cada colaborador ejerza un control autónomo de su propio puesto de trabajo y preserve individualmente su equipo. El mantenimiento autónomo fomenta el aprendizaje de los operarios y aprovecha el contacto que estos tienen con los equipos, durante el desarrollo de sus actividades de rutina, con el fin de mantenerlos en las condiciones básicas necesarias para las cuales fueron diseñados. Se busca que los operarios se apropien de su máquina y/o equipo cuidándola y conservándola en buen estado por medio de actividades diarias de limpieza, lubricación, ajuste de tuercas y tornillos e inspecciones.

La puesta en marcha del mantenimiento autónomo implica tomar una serie de medidas directivas para crear el espacio necesario para su completo y eficaz desarrollo. Antes de iniciar con las actividades operativas y técnicas del mantenimiento autónomo, la dirección de la empresa debe tomar decisiones sobre como estructurarse para el mantenimiento autónomo, realizar un diagnóstico de pérdidas, establecer políticas, objetivos, diseñar planes de desarrollo, etc.

⁸ (Lucio Moreno, 2008)

⁹ (JIMP, 2010)

Origen del Mantenimiento Autónomo

“El Mantenimiento Autónomo surgió en Japón a inicio de los años setenta en la industria automotriz en las fábricas Nippondenso, Toyota, Mazda y Nissan, gracias al esfuerzo del Japan Institute of Plant Maintenance (JIMP) como una solución a la falta de control de los equipos en los que el alto nivel de complejidad tornaba más complicadas las labores de mantenimiento. En el Japón donde surgió el mantenimiento autónomo los operarios eran quienes tenían como responsabilidad realizar las actividades de producción y mantenimiento de sus equipos, con el pasar de los años y a medida que los equipos y maquinas iban ganando en complejidad se derivó en el sistema americano de división del trabajo, en el que se designa áreas específicas para cada una de estas actividades independizando al mantenimiento de la producción”¹⁰.

“El mantenimiento autónomo sé inició con un concepto: Los trabajadores que tienen la responsabilidad de las tareas de producción, se encarguen también de las tareas de mantenimiento de los equipos a su cargo así como de la prevención de fallos”¹¹.

“A diferencia de los diferentes sistemas de calidad, que buscaban enfocarse en una o varias de las llamadas 5S el mantenimiento autónomo como sistema busca enfocarse en las 5S y ofrece maximizar la eficiencia de los sistemas eliminando las pérdidas”¹².

“Con la aceptación del mantenimiento autónomo, el operario de producción asume tareas de mantenimiento productivo, incluido la limpieza, así como algunas propias del mantenimiento preventivo como consecuencia de la inspección del estado de su propio equipo. El mantenimiento autónomo es básicamente prevenir el deterioro de los equipos y sus componentes, con este planteamiento, se mejoran simultáneamente las tres componentes de la competitividad: ”¹³

¹⁰ (cuatrecasas, 2003)

¹¹ (LUCIO Moreno, 2008)

¹² (Editorial Universitaria, 2005)

¹³ (cuatrecasas Asbor y otros 2010)

- **Calidad:** " Si el operario combina el correcto funcionamiento de su equipo con la actividad de producción, obtendrá mayor productividad y mejores productos."¹⁴
- **Coste:** "La realización de actividades de mantenimiento autónomo desde el puesto de producción aumenta valor añadido por persona; además, con la previsión de fallos del equipo antes de que se produzcan evitará problemas que redundarán indudablemente en costes"¹⁵.
- **Tiempo:** "La adopción del mantenimiento autónomo permite mayor flexibilidad a la producción mediante la adaptación rápida a diversos productos y la ejecución de series cortas con tiempos de preparación más cortos reduciendo el tiempo de proceso"¹⁶.

La filosofía básica del mantenimiento autónomo, ha sufrido una evolución a lo largo del tiempo, dado el aumento en la complejidad de la maquinaria y los equipos productivos. En los comienzos de la gestión del mantenimiento de plantas de producción, la sencillez de la maquinaria unida a un nivel de productividad y calidad no tan exigente permitía al propio operario llevar a cabo el mantenimiento de su equipo. Conforme aumentaba los niveles de productividad y la tecnología de la maquinaria, las tareas del operario se fueron encaminando única y exclusivamente a obtener mayor producción; de esta forma se hacía necesaria la intervención de un personal de mantenimiento entrenado y más cualificado, el cual liberaba al operario de producción incluso de las tareas más básicas del mantenimiento como son la limpieza, lubricación e inspección. Con esta filosofía, el descuido del equipo por parte del operador provocaba fallos y averías dando como resultado una eficiencia muy baja.

De la unión de estos factores surge la necesidad de replantearse la gestión del mantenimiento, y con ello se llega a los planteamientos actuales, de acuerdo con los cuales se vuelve a un enfoque basado en que, en el puesto de trabajo es el operador el encargado de las actividades de mantenimiento de primera línea.

¹⁴ (cuatrecasas Asbor y otros 2010)

¹⁵ (cuatrecasas Asbos y otro 2010)

¹⁶ (cuatrecasa Arbos, y otros ,2010)

Objetivos del Mantenimiento Autónomo

Los objetivos principales del mantenimiento autónomo son:

- Mejorar la eficiencia global de los equipos contando con la participación del personal del área de producción.
- Mejorar las habilidades y capacidades de los operadores con el fin de alcanzar altos niveles de eficiencia en los procesos de producción.
- Mejorar el funcionamiento general de la organización.
- Desarrollar nuevas habilidades para el análisis de problemas y creación de un nuevo pensamiento sobre el trabajo.
- Evitar el deterioro acelerado del equipo mediante una operación correcta y verificación permanente de acuerdo a estándares.
- Mejorar el funcionamiento de equipo con el aporte creativo del operador.
- Mejorar la seguridad en el trabajo.
- Lograr un total sentido de pertenencia y responsabilidad del trabajador.
- Mejora de la moral en el trabajo.

"El Mantenimiento Autónomo está basado en el principio de las 5S, que son cinco aspectos básicos para el desarrollo de las actividades de los procesos de producción y del mantenimiento en particular, con la máxima eficiencia y rapidez".¹⁷

Etapas del Mantenimiento Autónomo

El Mantenimiento Autónomo se basa en el principio de las 5S japonesas y consta de siete elementos conocidos comúnmente como etapas del Mantenimiento Autónomo, a saber:

- Etapa 1: Limpieza Inicial.
- Etapa 2: Eliminación de focos de suciedad y limpieza de zonas inaccesibles.
- Etapa 3: Establecimiento de estándares de limpieza e inspección.
- Etapa 4: Inspección General.

¹⁷ (cuatrecasas Arbos, y otro, 2010)

- Etapa 5: Inspección Autónoma.
- Etapa 6: Organizar y Ordenar.
- Etapa 7: Control Autónomo.

Etapa 1 - Limpieza inicial

“La primera etapa en la implementación de un programa de mantenimiento autónom⁷ consiste en la limpieza inicial del equipo y sus accesorios. La importancia de la limpieza es fundamental en el mantenimiento autónomo, hasta el punto de ser el pilar básico donde se apoya todo el programa ya que la propia actividad de producción puede generar suciedad”.¹⁸

“En el mantenimiento autónomo la limpieza no es una actividad estética o de maquillaje del equipo, hay que entenderla como un medio de inspección y control del equipo y sus piezas. Así, la limpieza significa tocar y mirar cada pieza del equipo y cada área escondida del equipo, removiendo partículas de polvo, residuos, grasa, suciedad, etc. que se adhieren al equipo, en busca de defectos ocultos y disfunciones latentes. Todo esto supone que la limpieza debe ser profunda, y abarcar la máquina o equipo, tanto a nivel interno como externo”.¹⁹

“El resultado de estas acciones es que el equipo se encuentre limpio y con imagen correcta. Sin embargo, tal como ya se ha dicho, en el mantenimiento autónomo esto es un efecto y no un fin. Por el contrario, sin una limpieza rigurosa y estricta, el equipo sufre innumerables problemas que, en mayor o menor grado, están relacionados con esa negligencia en las tareas de limpieza diaria.”²⁰

Los más significativos son los que se muestran en la siguiente tabla.

¹⁸ (Cuatrecasas Arbos y otros 2010)

¹⁹ (Cuatrecasas Arbos y otros 2010)

²⁰ (Cuatrecasas Arbos y otros 2010)

Tabla N° 2: Problemas relacionados con la falta de limpieza

FALLOS	El polvo y las partículas se introducen en los elementos rotativos o deslizantes de las máquinas, en los circuitos eléctricos, provocando fallos o averías por obstrucción, fricción, resistencias, cortocircuitos.
DEFECTOS DE CALIDAD	Las materias extrañas pueden provocar disfunciones del equipo que afecten a la calidad o bien pueden contaminar el producto.
DETERIORO ACELERADO	La suciedad favorece la degradación del equipo a la vez que dificulta la visibilidad de defectos a corregir.
PERDIDAS DE VELOCIDAD	El polvo y la suciedad producen resistencia por fricción, desgaste y pérdidas de presión que ocasionan v frecuentes paradas y tiempos en vacío.

Fuente: (Cuatrecasas Arbós, y otros, 2010)

Hablar de limpieza en un contexto de Mantenimiento Autónomo equivale a descubrir fallas, defectos o anomalías, disfunciones, etc. La descripción secuencial de esta filosofía está reflejada en la siguiente figura.

Figura 3. Filosofía del Mantenimiento Autónomo



En la figura 3 puede apreciarse que una mejora en la limpieza facilita la inspección, y gracias a ésta podrán detectarse anomalías que pueden incidir en el tiempo de vida del equipo, en la mejora de la calidad, en el medio ambiente en el que se trabaja y en la reducción general de tiempos de producción perdidos.

Cuando se detecten anomalías a través de la inspección, es conveniente identificarlas y señalarlas debidamente para que puedan tomarse acciones correctivas; esta identificación puede llevarse a cabo por medio de etiquetas o tarjetas que se fijan en el punto en el que se haya localizado la anomalía, o en el lugar más cercano a ella. Pueden utilizarse varios tipos de etiquetas, según se

trate de actividades que puedan realizarse por los operarios de producción, por el personal de mantenimiento o las que deban ser solucionadas por otra área en especial.

En cualquier caso es conveniente, que todas estas anomalías se registren en un formato especialmente diseñado para el efecto, de forma que pueda darse un seguimiento a su ejecución. Son muy útiles los tableros informativos con gráficos de la evolución del número de anomalías y de aquellas que han sido resueltas, lo mismo si lo han sido por el equipo autónomo que las resueltas por el personal de mantenimiento.

Desarrollar aptitudes de inspección a través de la limpieza requiere un esfuerzo importante por parte de los operarios, acompañado de un adiestramiento en el lugar de trabajo sobre las condiciones ideales del equipo y de los procesos. De esta forma, será más fácil y rápido para el operador detectar variaciones en el equipo o en sus condiciones que impidan alcanzar su estado óptimo e ideal. Es aconsejable basar el adiestramiento sobre hechos descubiertos por los propios operarios en sus equipos o según vayan planteándose dudas mientras realizan las tareas diarias básicas. Así empezarán a comprender la importancia de la limpieza como medio de mejora y se familiarizarán con tareas de mantenimiento primario, al tiempo que sentirán deseos de hallar soluciones que faciliten una limpieza fácil.

Para la implantación de esta primera etapa, la limpieza seguida de la inspección y detección de anomalías, deberán tenerse muy en cuenta los posibles problemas que podrán encontrarse y contenerlos adecuadamente, tal y como ya ha sido expuesto anteriormente; será el caso de la sensación de tiempo perdido que produce a un operario de producción las actividades que, como la limpieza, aparecen como improductivas; también debe considerarse como problema a resolver el desconocimiento de la máquina por parte del operario, así como los aspectos organizativos de la actividad de limpieza, inspección y detección de anomalías (entrenamiento, horarios, retribución, etc.).

Por otra parte es importante que la colocación de las etiquetas corra a cargo del mismo operario o grupo encargado de la limpieza y de la inspección, que a fin de cuentas será él quien llevará a cabo el Mantenimiento Autónomo. Por otro lado es necesario establecer un método claro y rápido para la comunicación entre operarios de producción y mantenimiento con el fin de cumplir en el menor tiempo posible con la solución de las anomalías.

En la tabla siguiente se muestra de manera resumida las actividades concernientes a la limpieza, inspección y detección de anomalías contempladas dentro de esta etapa.

R4Tabla N° 3: Actividades de la Etapa Inicial

LIMPIEZA	INSPECCIÓN	DETECCIÓN DE ANOMALÍAS
<ul style="list-style-type: none"> *Limpiar diariamente el equipo. *Limpiar en profundidad toda la suciedad acumulada. *Limpiar todos los rincones, zonas inaccesibles, áreas escondidas, etc. *Limpiar del mismo modo las piezas externas al equipo, accesorios, herramientas, plantillas o unidades de equipos auxiliares. *Limpiar los alrededores del equipo a conciencia. 	<ul style="list-style-type: none"> *Buscar defectos visibles e invisibles. *Chequear tornillos y tuercas. *Chequear puntos de engrase, niveles de lubricante, alimentación de combustibles. *Identificar los obstáculos que impiden una adecuada limpieza, lubricación y sujeción de partes y accesorios. *Chequear etiquetas, placas de identificación, etc. *Chequear aparatos de medida y control. *Chequear herramientas. 	<ul style="list-style-type: none"> *Tornillos y tuercas flojos. *Grietas y fisuras, rozaduras. *Abolladuras. *Piezas rotas o en mal estado. *Vibraciones. *Calentamientos *Fugas o escapes. *Corrosiones internas. *Obstrucciones. *Debilidades que dificultan las tareas.

Fuente: (Cuatrecasas Arbós, y otros, 2010)

Etapa 2 - Eliminación de focos de suciedad y limpieza de zonas inaccesibles.

Esta etapa llega de forma natural después de realizar la limpieza inicial y comprobar que el equipo se vuelve a ensuciar rápidamente o existen zonas cuyo acceso es imposible o peligroso, de tal forma que el tiempo y esfuerzo invertido es enorme. Esto lleva a activar la motivación de los operarios para descubrir y

eliminar cualquier fuente de suciedad que contrarreste aquello que tanto trabajo les ha costado limpiar. Además, esta motivación acaba derivando en entusiasmo por investigar, métodos que faciliten las tareas de limpieza y la eliminación de desperdicios.

Actividades propias de esta fase son:

- Identificar y eliminar los focos de suciedad.
- Mejorar la accesibilidad a las zonas susceptibles de ser limpiadas.
- Elaborar los planes más adecuados para llevar a cabo una limpieza efectiva, mejorando progresivamente los métodos utilizados, tanto por lo que se refiere a la eliminación de focos de suciedad como a la accesibilidad de las áreas a limpiar. Una de las consecuencias que cabe esperar de la mejora de métodos es el acortamiento progresivo del tiempo necesario para llevar a cabo la limpieza, lo que tendrá mucho que ver con la resolución de la limpieza en zonas dificultosas y la eliminación de focos de suciedad.
- Eliminar las seis grandes pérdidas.
Como ejemplos de soluciones para los problemas de limpieza, incluidos rincones difíciles y focos de suciedad, podemos citar:
 - Protecciones para zonas delicadas y difíciles de limpiar para que no llegue a ellas la suciedad.
 - Bandejas para recoger agua, aceites.
 - Recogedores de viruta (los más frecuentes son de tipo magnético).
 - Filtros de aire o de otros tipos.
 - Sistemas de aspiración de polvo, fibras u otros elementos.

También en esta etapa serán de interés los registros de estas actividades y paneles con gráficos que muestren el progreso conseguido.

El objetivo que se persigue con estas actividades es reducir progresivamente el tiempo invertido durante la limpieza, la lubricación y los chequeos, y evitar los focos de suciedad, pero sobre todo aquellos que pueden condicionar la productividad por tal motivo es necesario priorizar las mejoras.

Etapa 3 - Establecimiento de estándares inspección y otras tareas sencillas de Autónomo.

Una vez efectuadas las operaciones de limpieza, podemos establecer las condiciones básicas (limpieza, lubricación, apriete de tornillos y tareas sencillas de Mantenimiento Autónomo) que aseguran la situación óptima del equipo. Para ello, los operarios fijarán estándares para los procedimientos de limpieza, lubricación, sujeción y revisión del equipamiento asumiendo de esta forma la responsabilidad de mantener su propio equipo. Es importante para su cumplimiento que los estándares de operaciones no vengan impuestos, es decir, que cuando se establecen los estándares se reflejen las opiniones formuladas por los propios operarios. Se trata, pues, de estándares elaborados por los mismos operarios y fundamentados en su propia experiencia directa con el equipo.

Los siguientes aspectos deben contemplarse a la hora de formular y aplicar los estándares:

- Elementos a inspeccionar: Determinar qué elementos o partes de los equipos deben ser chequeados.
- Aspectos clave a estandarizar: Destacar los efectos de una limpieza profunda, lubricación y sujeción.
- Metodología a estandarizar: Emplear los métodos más simples y fáciles para chequear. En la medida de lo posible, conviene incluir controles visuales que ayudan a ejecutar rápida y correctamente las acciones correspondientes. También se incluirán en el estándar los utensilios y herramientas que deberán utilizarse en la limpieza, chequeos, lubricación y aprietes, etc.
- Tiempos estándar: Asignar un tiempo determinado para las tareas y establecer objetivos alcanzables. Estos tiempos deben ir reduciéndose en las sucesivas mejoras.
- Frecuencia estándar: Fijar la frecuencia de las inspecciones y supervisar los resultados. Con las sucesivas mejoras se podrán prolongar estos intervalos de inspección.
- Responsabilidades: Asignar claramente las funciones de cada persona, evitando descuidos o duplicidades, tanto de funciones como de personal.

- Cumplimiento de los estándares: En ocasiones se elaboran adecuadamente los estándares, pero luego no se aplican, o se hace a un nivel muy bajo, de forma que no se reducen las pérdidas, ni se mejora la productividad ni las condiciones de trabajo. El papel de la dirección puede ser, en este punto, determinante para asegurar el cumplimiento de los estándares.

Para preparar estos estándares es preciso instruir a los operarios sobre:

1. Creación de estándares y comprobar su importancia a través de ejemplos.
2. Entrenamiento y formación para llevar a cabo correctamente los estándares.
3. Motivación para que desarrollen y fijen estándares.

Los estándares establecidos responden a preguntas: ¿Dónde? ¿Qué?, ¿Cuándo?, ¿Quién? y ¿Cómo?, las que permiten a los operarios realizar fácil, correctamente y sin olvidos los chequeos diarios.

Estos estándares serán efectivos ya que estarán debidamente documentados en el propio puesto de trabajo; la documentación deberá contener las instrucciones para efectuar las sencillas operaciones a realizar, así como la frecuencia con la que deben ser realizadas, describiendo claramente los pasos para hacerlo; junto a esta documentación habrá una hoja de registros, en la cual se llevará el control de cuándo ha sido realizada una determinada operación de mantenimiento, y quien la ha llevado a cabo.

“La etapa de estandarización de las operaciones básicas de mantenimiento autónomo con la que termina, el que hemos denominado nivel básico puede asumirse con mayor rapidez y buenos resultados, si las dos ~tapas precedentes se han cubierto correctamente. Por otra parte, con una implantación adecuada, esta etapa puede cubrirse a los doce o dieciocho meses de iniciado el programa de mantenimiento autónomo”²¹.

²¹ (Hozen,1995)

Etapa 4 - Inspección general

La Inspección General pretende introducir controles sobre los elementos vitales del equipo, que lo mantengan en perfecto estado de funcionamiento, y asegure la calidad de la producción y la seguridad del proceso. Para que los operarios puedan ser capaces de extraer conclusiones de lo que ven, oyen o notan en el equipo mediante las inspecciones y chequeos, será necesario instruirlos sobre la estructura, características, tecnología y funciones del equipo que manejan. Sólo así podrán realizar inspecciones válidas sobre el deterioro del equipo.

De esta manera, los operarios no se limitarán a pulsar los conmutadores que ponen en marcha el equipo sin saber nada más de él y a aplicar hojas de chequeo para realizar las inspecciones como autómatas. Una vez que hayan sido entrenados y tengan la práctica necesaria para llevar a cabo inspecciones generales, pueden preparar hojas de chequeo que cubran sus propios requerimientos; en esta etapa es conveniente que existan unas instrucciones específicas para lo operativo de la inspección general, las cuales pueden venir acompañadas con dibujos claros acerca de cómo actuar y cómo no. Estas hojas de chequeo se ajustarán a las necesidades de cada uno de los equipos. Los resultados serán guardados en una hoja de registros, la cual permitirá disponer de un histórico de las operaciones realizadas y las frecuencias con que se llevan a cabo, permitiendo sobre esa base de datos ajustar las frecuencias y las operaciones de mantenimiento.

Disponer de operarios conocedores de su equipo permite detectar y reparar pequeñas deficiencias o anomalías que surgen durante el proceso productivo. Estas anomalías no implican efectos tales como una avería del equipo, parada o producción defectuosa, sino más bien son fenómenos que esconden problemas latentes o futuros. El mantenimiento autónomo intenta desarrollar un operario capaz de identificar y solucionar estas anomalías tan rápidamente como sea posible, evitando que el problema vaya a mayores y deba terminar en el departamento de mantenimiento especializado.

No se trata de hacer un estándar de operación para cada tornillo del equipo, sino dotar al operario de una completa autonomía para juzgar los fenómenos que van surgiendo durante las actividades rutinarias diarias (limpieza, lubricación, fijaciones y otras tareas sencillas). Para que pueda llevar a cabo este tipo de tareas el operario requerirá toda la información necesaria (de la máquina, proceso, producto, materiales, estándares de mantenimiento, etc.), la formación asimismo necesaria (instrucciones, entrenamiento, etc.) y, por supuesto, los medios que sean precisos (útiles, herramientas, materiales, etc.). También hay que controlar los intervalos de inspección general, que pueden ser diarios, semanales, mensuales, etc., según se planifiquen. Por exigencias de la producción, las inspecciones diarias se limitarán al deterioro del equipo que afecte directamente a la seguridad y calidad del producto (limpieza, lubricación, etc.). Además, estas inspecciones diarias han de centrarse en unos pocos elementos, para favorecer la realización concienzuda y la integración gradual en las tareas cotidianas.

Etapa 5 - Inspección Autónoma

El objetivo de esta etapa es incorporar progresivamente las tareas de inspección al mantenimiento realizado por los propios operadores, al tiempo que constituyen una depuración sistemática del deterioro del equipo; tal como se dijo, debe optimizarse todo cuanto afecta al funcionamiento correcto del equipo, la calidad, fiabilidad y seguridad. En esta etapa se considera las siguientes actividades:

- Revisión de los estándares realizados en las etapas tercera y cuarta. Deben revisarse los resultados obtenidos en la mejora de las seis grandes pérdidas, MTBF (tiempo medio entre fallas), aumento de la productividad y mejora de las condiciones de trabajo.
- Objetivos de la inspección. Partiendo de las especificaciones de diseño del equipo y de su historial de averías, se determinarán los puntos que deben ser objeto de la inspección, tanto si provocan averías, pérdidas de capacidad o defectos. Hay que incluir los componentes básicos funcionales del equipo (tornillos, sistemas de lubricación, sistemas eléctricos, instrumentación, etc.). Es útil identificar físicamente estos puntos con

tarjetas de colores como trabajo pendiente, e ir las cambiando, una vez realizado el mismo, por otras de otro color que indiquen que ha sido implantada una mejora.

- Establecimiento de las magnitudes a alcanzar para los objetivos de la inspección. Se trata de fijar los niveles de capacidad, cantidad de averías, valores del MTBF (tiempo medio entre fallas) y tolerancias para la calidad que se consideren correctos.
- Creación de un equipo de trabajo mixto integrado por personal de ingeniería, mantenimiento, calidad y producción, a fin de analizar y dar solución a los problemas fijados en los objetivos de la inspección.
- Elaboración de las instrucciones de la inspección y de los registros de las actividades correspondientes a los nuevos estándares a implantar; asimismo, se registrarán en manuales o en hojas de chequeo, junto con la información técnica necesaria para realizar correctamente las actividades.
- Establecimiento e implantación de un plan de formación a llevar a cabo por el departamento de mantenimiento conjuntamente con los responsables de producción; la implantación estará basada en una planificación cuidadosa y a largo plazo y se llevará a cabo comenzando por el adiestramiento de los líderes de grupo, sobre los cuales recaerá la responsabilidad de formar a los miembros del mismo.

A partir de ahí, los operarios de producción podrán realizar ya:

- Las inspecciones generales que correspondan.
- Valoración de los resultados.
- Estandarización de los procedimientos de inspección.

Etapas 6 - Organizar y Ordenar el área de trabajo.

La gestión del área de trabajo está perfectamente contemplada en el mantenimiento autónomo. Se trata de aplicar dos de las 5 S: seiton - organizar y seiri - ordenar. Aunque parece una tarea sencilla, requiere adquirir conciencia de las funciones a llevar a cabo de cada operario y mantener este orden y limpieza dentro del plan de mejora continua (kaizen).

Como se recordará, con la organización se pretende minimizar el número de elementos del área de trabajo, de forma que en ella no haya ningún elemento que no sea necesario. El orden se refiere a la disposición de los elementos necesarios para el área de trabajo, es decir, aquellos que han sobrevivido a la organización, de forma que su utilización sea lo más rápida y sencilla posible.

Además de los equipos, se han de manejar herramientas, útiles, plantillas, matrices, accesorios, materiales, instrumentos de medida y control, etc. La organización y orden abarcan todos estos elementos, de forma que cada cosa esté donde debe estar, en el momento en que se necesita, en la cantidad exacta y con la calidad precisa.

Etapa 7 - Control autónomo

La planta que haya asumido los niveles anteriores del mantenimiento autónomo habrá alcanzado condiciones óptimas en el equipo apoyadas en un sistema de estándares adecuados. Los operarios expertos en los equipos que manejan son capaces de detectar y corregir las anomalías ocurridas en su trabajo diario, a través de chequeos y otras actividades. Poco a poco se van refinando las acciones y se acumulan las mejoras.

Tabla 4: Niveles del MA y formación de los operarios.

Niveles de Mantenimiento Autónomo	Niveles de capacitación de los operarios
Etapa 7. Control Autónomo	Puede reparar el equipo
Etapa 6. Organizar y Ordenar	Conoce las relaciones entre la precisión del equipo y la calidad del producto
Etapa 5. Inspección Autónoma	
Etapa 4. Inspección General	Conoce la función y estructura del equipo
Etapa 3. Estándares del Equipo Provisionales	
Etapa 2. Eliminación de focos de suciedad	Puede detectar problemas y comprender los principios y procedimientos de mejora del equipo.
Etapa 1. Limpieza Inicial	

Fuente: (Cuatrecasas Arbós, y otros, 2010)

"La Tabla 4 resume los niveles anteriores y su equivalencia con las fases de formación de los operarios. Las distintas etapas de la implantación del mantenimiento autónomo deben abarcarse con mucha precaución y con total seguridad de que se puede dar el salto a la siguiente etapa, es decir que hasta que no haya una garantía de que ha sido superado todo cuanto exige la etapa no debería pasarse a la siguiente."²²

Este paso de una etapa a la siguiente debe darse con la debida supervisión de los responsables de la implantación del programa, dentro de esta supervisión se puede establecer un método de auditoría en base a un formato que contemple todos los requisitos exigibles de cada una de las etapas y el desempeño alcanzado por cada uno de los equipos auditados, de forma que solo cuando todos los objetivos hayan sido alcanzados puede darse el paso de una etapa a otra.

1.3.1.1 Eficiencia Global de los Equipos (OEE)

Definiciones:

"El índice de eficiencia global de los equipos mide la condición operativa y la fiabilidad de un proceso respecto al nivel de operación deseado. Muestra que también se está utilizando los recursos, incluyendo el equipo y la mano de obra"²³.

"El OEE es un indicador que mide la eficacia de la maquinaria industrial, y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua. Sus siglas corresponden al término inglés Overall Equipment Effectiveness o Eficacia Global de Equipos Productivos".²⁴

"El OEE es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial. Es un indicador que se emplea para medir el rendimiento y productividad de las líneas de producción en las que la maquinaria tiene gran influencia".²⁵

²² (cuatrecasas Arbos y otros,2010)

²³ (cuatrecasas Arbos y otro, 2010)

²⁴ (sistemaOEE.com.2016)

²⁵ (Edinn.com.2016)

"El OEE es un indicador que permite medir la eficiencia con la que trabaja un equipo o un proceso. El OEE también se puede entender cómo la relación que existe entre el tiempo que teóricamente debería haber costado fabricar las unidades obtenidas (sin paradas, a la máxima velocidad y sin unidades defectuosas) y el tiempo que realmente ha costado".²⁶

La ventaja del OEE frente a otras razones es que mide, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, el rendimiento y la calidad. Tener un OEE de, por ejemplo el 40%, significa que de cada 100 piezas buenas que la máquina podría haber producido, sólo ha producido 40.

"Se dice que engloba todos los parámetros fundamentales, porque del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible saber si lo que falta hasta 100% se ha perdido por disponibilidad (la maquinaria estuvo cierto tiempo parada), rendimiento (la maquinaria estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se ha producido unidades defectuosas)"²⁷ .

Origen

"La Eficiencia Global del Equipo fue utilizada por primera vez por Seichi Nakajima, el fundador del TPM (Total Productive Maintenance), como la herramienta de medición fundamental para conocer el rendimiento productivo de la maquinaria industrial. Su reto fue aún mayor al crear un sentimiento de responsabilidad conjunta entre los operarios de las máquinas y los responsables de mantenimiento para trabajar en la mejora continua y optimizar la Eficiencia Global de los Equipos (OEE)"²⁸ .

Objetivos de la Eficiencia Global de los equipos (OEE)

Algunos de los objetivos que persigue el OEE son:

- Mediante el análisis del OEE se puede detectar las fallas más comunes a fin de mejorar los puntos débiles de la planta.

²⁶ (cdiconsultoria,2016)

²⁷ (Crueller Ruiz,2010)

²⁸ (Sist. OEE de productividad industrial,2011)

- Se pretende reducir los costos relacionados con las pérdidas de mantenimiento y calidad.
- Se desea establecer un costo efectivo de mantenimiento.

Los objetivos del OEE mencionados anteriormente, tienen como finalidad hacer más productiva y eficiente la planta, por lo tanto la reducción de costos y la generación de utilidades para la empresa.

Cálculo de la Eficiencia Global de los Equipos (OEE)

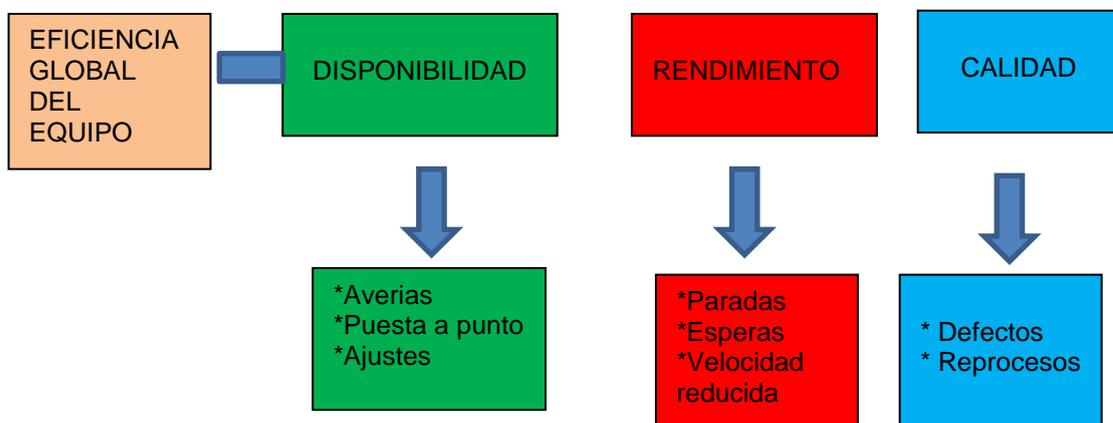
El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la Disponibilidad, el Rendimiento y la Calidad.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

Donde:

- **Disponibilidad:** cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que se planificó que estuviera funcionando.
- **Rendimiento:** durante el tiempo que ha estado funcionando, cuánto ha fabricado (bueno y malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal.
- **Calidad:** es el indicador más conocido de todos. Cuánto he fabricado bueno a la primera respecto del Total de la Producción realizada (Bueno + Malo).

Figura N°4 Desglose Cálculo Eficiencia Global del Equipo (OEE)



• Disponibilidad en la Eficiencia Global de los Equipos

Incluye: Pérdidas de Tiempo Productivo por Paradas

“La Disponibilidad resulta de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo (Tiempo de Operación: TO) por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo. El tiempo que la máquina podría haber estado produciendo (Tiempo Planificado de Producción: TPO) es el tiempo total menos los períodos en los que no estaba planificado producir por razones legales, festivos, almuerzos, mantenimientos programados, etc., lo que se denominan Paradas Planificadas”²⁹.

$$\% \text{ Disponibilidad} = (\text{TO} / \text{TPO}) \times 100$$

Donde:

TPO = Tiempo total de trabajo - Tiempo de paradas planificadas

TO = TPO - Paradas y/o Averías

La disponibilidad es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.

• Rendimiento en la Eficiencia Global de los Equipos

Incluye:

Pérdidas de velocidad por pequeñas paradas.

Pérdidas de velocidad por reducción de velocidad.

“El rendimiento resulta de dividir la cantidad de piezas realmente producidas por la cantidad de piezas que se podrían haber producido durante el tiempo de disponibilidad de la máquina. La cantidad de piezas que se podrían haber producido se obtiene multiplicando el tiempo en producción por la capacidad de producción nominal de la máquina”³⁰.

Siendo: Capacidad Nominal: la capacidad de la máquina / línea declarada en la especificación (normativa DIN 8743), se denomina también Velocidad Máxima u óptima equivalente a:

²⁹ (cuatrecasas Arbos y otro,2010)

³⁰ (Cuatrecasas Arbos Y otro, 2010)

Rendimiento Ideal que se mide en: Número de Unidades/Hora.

La Capacidad Nominal, es lo primero que debe ser establecido. En general, esta Capacidad es proporcionada por el fabricante, aunque suele ser una aproximación, ya que puede variar considerablemente según las condiciones en que se opera la máquina o línea. Es mejor realizar ensayos para determinar el verdadero valor. La capacidad nominal deberá ser determinada para cada producto (incluyendo formato y presentación).

"El valor será siempre el referido al producto final que sale de la línea.

Rendimiento tiene en cuenta todas las pérdidas de velocidad."³¹

$$\text{Rendimiento} = \text{N}^\circ \text{ Total Unidades} / (\text{PPP})$$

Donde:

La cantidad de piezas que se podrían haber producido (PPP) = tiempo de Operación x Capacidad nominal.

• **Calidad en la Eficiencia Global de los Equipos**

Incluye:

Pérdidas por Calidad

El tiempo empleado para fabricar productos defectuosos deberá ser estimado y sumado al tiempo de Paradas, ya que durante ese tiempo no se han fabricado productos conformes. Por lo tanto, la pérdida de calidad implica dos tipos de pérdidas:

Pérdida de Calidad, igual al número de unidades malas fabricadas.

Pérdida de Tiempo Productivo, igual al tiempo empleado en fabricar las unidades defectuosas.

Adicionalmente, en función de que las unidades sean o no válidas para ser reprocesadas, influyen:

Tiempo de reprocesado.

Costo de tirar, reciclar, etc., las unidades malas.

³¹ (Cuatrecasas Arbos y otro , 2010)

Tiene en cuenta todas las pérdidas de calidad del producto. Se mide en tanto por uno o tanto por/ciento de unidades no conformes con respecto al número total de unidades fabricadas.

$$\text{Calidad} = \text{No de unidades Conformes} / \text{N}^{\circ} \text{ unidades totales}$$

“La OEE sólo considera buenas las piezas que salen conformes la primera vez, no las reprocesadas. Por lo tanto las unidades que posteriormente serán reprocesadas deben considerarse Rechazos, es decir, malas. Por tanto, la Calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas incluyendo piezas retrabajadas o desechadas”³².

1.3.2 Marco conceptual

- **Mantenimiento Autónomo.**- Metodología que transfiere el mantenimiento liviano a los operarios: limpieza, lubricación, revisión de niveles y ajustes. Herramienta valiosa para este mantenimiento es la aplicación de la estrategia de las 5's para procurar la conservación del lugar de trabajo.
- **Mantenimiento Productivo Total (TPM).**- Es una filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial.
- **Metodología de las 5s.**- Las 5s fue un programa desarrollado por Toyota para conseguir mejoras duraderas en el nivel de organización, orden y limpieza; además de aumentar la motivación del personal. El método de trabajo es el trabajo en equipo.
- **Mantenimiento Preventivo.**- El objetivo básico es la planificación de las actividades de mantenimiento que eviten problemas posteriores de cualquiera de los seis tipos de pérdidas, se apoya en dos grandes pilares: El mantenimiento periódico o basado en tiempo (TBM) y El mantenimiento basado en las condiciones (CBM).

³²(Ccuatrecasas Arbos, y otro,2010)

- **Mantenimiento Correctivo.-** Comprende las mejoras realizadas sobre el equipo o sus componentes a fin de facilitar y realizar adecuadamente el mantenimiento preventivo. En este tipo de mantenimiento estarían las mejoras efectuadas para solucionar los puntos débiles del equipo.
- **Mantenimiento de Averías.-** Esta clase de mantenimiento normalmente se desarrolla cuando hay falla o rotura o cuando definitivamente ya no funciona más el elemento o pieza en cuestión y su reemplazo es inminente e inaplazable.
- **Confiabilidad.-** La confiabilidad de un sistema o un equipo, es la probabilidad que dicha entidad pueda operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función.
- **Disponibilidad.-** Es el tiempo de operación expresado como porcentaje del tiempo disponible.
- **Rendimiento.-** El ratio de rendimiento de la planta expresa la producción actual como porcentaje del ratio de la producción estándar.
- **Calidad.-** El ratio de calidad expresa la cantidad de productos aceptables (producción total menos productos rechazados por calidad como reproceso, productos no re procesables, etc.). El indicador de calidad es equivalente a la producción aceptable lista para venta sobre la producción total.
- **Falla de Equipos.-** Se define como el tiempo perdido por defecto o avería del equipo ocurrido durante el tiempo disponible. Esta clase de fallas se atribuye a mantenimiento y afectan la disponibilidad directamente. Las causas que se encuentran dentro de este tipo de falla son: Mecánicas, Eléctricas, Instalaciones Varias e Instrumentos.
- **Justo a tiempo.-** Es una filosofía que define la forma en que debería optimizarse un sistema de producción. Se trata de entregar materias primas

o componentes a la línea de fabricación de forma que lleguen "justo a tiempo" a medida que son necesarios.

- **Tiempo medio entre fallos (MTBF).**- Es el tiempo medio entre cada ocurrencia de una parada específica por fallo (o avería) de un proceso, o en otras palabras, la inversa de la frecuencia con que ocurre cada parada.
- **Tiempo medio de reparación (MTTR).**- Es el tiempo medio hasta haber reparado la avería.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema General

¿De qué forma la aplicación del mantenimiento autónomo, mejora el índice de eficiencia global de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C?

1.4.2 Problemas específicos

¿De qué forma la aplicación del mantenimiento autónomo, mejora el coeficiente de disponibilidad de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C. Callao 2017?

¿De qué modo la aplicación del mantenimiento autónomo, mejora el coeficiente de efectividad de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C Callao 2017?

¿De qué manera la implantación del mantenimiento autónomo, mejora el coeficiente de calidad de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C Callao 2017?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Justificación económica.

“En el caso de las ciencias económico-administrativas, un trabajo investigativo tiene justificación teórica cuando se cuestiona una teoría administrativa o una económica (es decir, los principios que la soportan), su proceso de implantación o

sus resultados”³³. Bernal, 2010.106p.

El presente proyecto es factible de ser realizado económicamente, por el motivo que no presenta un gasto exorbitante tanto en su planteamiento, implementación y en su ejecución; además que, en la actualidad el conocimiento y la información en lo que respecta a la aplicación de un mantenimiento autónomo y su relación para con la eficiencia global, será de mucha importancia y trascendencia para los colaboradores y sobre todo la empresa quienes serán los beneficiados con este proyecto. Los cálculos de la evaluación para incrementar la productividad consideran variables como: Coeficiente de disponibilidad, Coeficiente de efectividad, Tasa de calidad

La inversión en éste tipo de indicadores de alto desempeño se recupera con el ahorro obtenido con la aplicación del mantenimiento autónomo.

1.5.2 Justificación práctica.

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo”³⁴. Bernal, 2010.107p.

La base de las posibles mejoras en los equipos de toda entidad privada es el control de los equipos productivos y su operatividad, de aquí la importancia de una aplicación de un mantenimiento autónomo, esta aplicación permitirá mediante el involucramiento de todos los colaboradores, incrementar considerablemente la eficiencia de la máquinas CNC, el desarrollo de este proyecto buscara también mejorar las habilidades de los colaboradores en temas de mantenimiento quienes serán los encargados de proporcionar una mejor calidad en la información, al enfocarnos inicialmente en el potencial humano nos permitirá reducir conflictos de diversas índoles entre nuestros áreas externas e interna, con las actividades que se realicen en la aplicación de este proyecto se lograra un aumento significativo en el índice de eficiencia, así como también una mejor utilización de los recursos a nuestro alcance.

³³ (Bernal,2010)

³⁴ (Bernal, 2010)

1.5.3 Justificación Teórica

En el presente estudio de investigación permitirá poner en práctica las bases teóricas y científicas de la metodología del mantenimiento autónomo con el fin de solucionar el problema del bajo índice de eficiencia global de los equipos. En los países de primer mundo donde existen filosofías, que les permite un mejor aprovechamiento de sus recursos, la metodología del mantenimiento autónomo ha logrado el aumento significativo de la eficiencia global de los equipos y por ende la reducción significativa de los costos de producción.

1.5.4 Justificación metodológica

“En investigación científica, la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento valido y confiable”³⁵. Bernal, 2010.108p.

El presente estudio se justifica pues se utilizarán las metodologías de investigación científica que permitan relacionar científicamente las variables en estudio: Mantenimiento Autónomo y la eficiencia global de los equipos, empleando herramientas como las 5S.

1.6 Hipotesis

“Son las guías para una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado”³⁶. Hernández, 2010.92p.

1.6.1 Hipótesis general

H1=La aplicación de un mantenimiento autónomo mejora el índice de eficiencia global de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C, Callao 2017.

1.6.2 Hipótesis específica.

La aplicación de un mantenimiento autónomo, mejora la disponibilidad de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C, Callao 2017.

³⁵ (Bernal,2010)

³⁶ (Hernandez, 2010)

La aplicación de un mantenimiento autónomo, mejora la calidad de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C, Callao 2017.

La aplicación de un mantenimiento autónomo, mejora la efectividad de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C, Callao 2017.

1.7 Objetivo

1.7.1 Objetivo General

Demostrar como la aplicación de un mantenimiento autónomo, mejorar el índice de eficiencia global de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C, Callao 2017

1.7.2 Objetivo Específicos

- Establecer Como la aplicación de un mantenimiento autónomo, mejora la disponibilidad de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C, Callao 2017.
- Demostrar Como la aplicación de un mantenimiento autónomo, mejora la calidad de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C, Callao 2017.
- Determinar Como la aplicación de un mantenimiento autónomo, mejora la efectividad de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C, Callao 2017.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de Investigación

2.1.1 Investigación Aplicada

Por él, fin que perseguimos, esta investigación es aplicada. Cuando los resultados de una investigación de conocimientos teóricos se aplican a realidades concretas para darle solución a problema práctico. Sampieri, fernandez y Baptista, 2010.50p.

2.1.2 Investigación Explicativa

Por el nivel de aplicación esta tesis es Explicativa-Descriptiva.

Es de tipo explicativa ya que se orienta determina el grado de relación existente entre las dos variables en una forma de causa efecto, donde

La causa es las variables independientes y el efecto es la variable dependiente.

Van más allá de la descripción de concepto o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre concepto; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales.

Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o porque SE relacionan dos o más variables. Sampieri, Fernandez y Baptista, 2010.108p.

2.1.3 Investigación Cuantitativa

Por el enfoque esta investigación es cuantitativa.

Debe ser lo más objetiva posible, evitando que afecten las tendencias del investigador u otra persona. Los estudios cuantitativos siguen un patrón predecible y estructurado. Se pretende generalizar los resultados encontrados en un grupo a una colectividad mayor. La meta principal es la construcción y la demostración de teorías. Sampieri, Fernandez y baptista, 2010.26p.

2.1.4 Investigación Cuasi experimental

El diseño del presente estudio es cuasi experimental, porque modificará la variable independiente con la aplicación del mantenimiento autónomo para así poder determinar su impacto en la variable dependiente (OEE).

El termino "cuasi-experimental" se refiere a diseños de investigación

experimentales en los cuales los sujetos o grupos de sujetos de estudio.

No están asignados aleatoriamente. Los diseños cuasi-experimentales mas usados siguen la misma lógica e involucran la comparación de los grupos de tratamiento sirve como su propio control (se compara el "antes" con el "después") y se utilizan método de serie de tiempo para medir el impacto neto del programa Rossi y Freeman, 1993.203p.

2.1.5 Investigación Longitudinal

Esta tesis por su alcance es longitudinal. La investigación se concentra en analizar los cambios a través del tiempo de un evento, una comunidad, un fenómeno, una situación o un contexto. Sampieri, fernandez y baptista, 2010.208p.

Su diagrama viene a ser:

G.E.: O₁-X -O₂

G.C.: O₁O₂

Dónde:

O1: Pre test.

X: Tratamiento.

O2: Post – test

Los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente al menos una variable independiente para ver su efecto y relación con una o más variables dependientes; a su vez, comprende: diseño con pre prueba y pos prueba con grupo de control no aleatorio. Valderrama, 2013.65p.

2.2 Variables de operacionalización.

2.2.1 Identificación de variables

Variable independiente: Mantenimiento autónomo.

La aplicación del mantenimiento autónomo es más un cambio de actitud, una mentalización, una implicación personal con el proceso, que no una cuestión de mera formación, ya que las operaciones de limpieza y mantenimiento básico que engloba, son poco complicadas de aprender. Cuatrecasas y Torrell, 2010.148p.

Variable Dependiente: Eficiencia global.

El OEE permite mejorar la eficacia con lo que operan los equipos e instalaciones productivas, y como resultado de ello puede aumentar considerablemente la eficiencia del sistema productivo. (Cuatrecasas y Torrell, 2010.111p.

Matriz de Operacionalización.

Tabla 5: Matriz operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Formula	Técnica	Instrumento	Escala
VI. Mantenimiento autónomo	El mantenimiento productivo total es una nueva filosofía de trabajo en plantas productivas que se genera en torno al mantenimiento, pero que alcanza y enfatiza otros aspectos como son: participación de todo el personal de la planta, eficacia total, sistema total de gestión de mantenimiento de equipos desde su diseño hasta la corrección, y la prevención. (Cuatrecasas y Torrell, 2010, p.33)	El plan de mantenimiento autónomo es aquel que para su implementación progresiva es necesario que cumpla tres niveles, el básico, cuyo objetivo es la limpieza, engrase y apriete o ajuste de elementos fijos o móviles de los equipos, el de eficiencia, este nivel tiene como finalidad lograr mejoras efectivas a través de la inspección y consiguiente eliminación o reducción de las grandes seis pérdidas y el plena implementación, en él se estandariza el control y se emparentan sistemas de control visual.	Nivel básico	Limpieza inicial	$LI = \frac{Area\ limpia}{Area\ total} \times 100$	Observación	Registro en formatos de recolección de datos	Razón
			Nivel eficiencia	Inspección general de equipos	$RI = \frac{Inspeccion\ Efectiva}{inspeccion\ propuesta}$			
			Nivel de plena implantación	Completar la gestión autónoma del mantenimiento	$GA = \frac{Condiciones\ optimas\ de\ equipo}{Estandadres\ adecuados}$			
VD. Eficiencia global de equipos	El OEE permite mejorar la eficacia con lo que operan los equipos e instalaciones productivas, y como resultado de ello puede aumentar considerablemente la eficiencia del sistema productivo. (Cuatrecasas y Torrell, 2010, Pg. 111)	La eficiencia global de máquinas, es un factor importante en la producción ya que mide la disponibilidad, el rendimiento y la calidad de las máquinas, teniendo en cuenta los tiempos de operación, en tiempo planificado de producción, en número de piezas producidas y los que podrían haber producido, así como el número de unidades conformes frente al total de unidades, todas ellas medidas en una escala de razón	Disponibilidad	Coeficiente de disponibilidad	$CD = \frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ de\ carga}$			
			Calidad	Coeficiente de calidad	$CC = \frac{Tiempo\ operativo\ efectivo}{Tiempo\ oprativo\ real}$			
			Efectividad	Coeficiente de efectividad	$CE = \frac{Tiempo\ opetativo\ real}{Tiempo\ operativo}$			

Elaboración propia

2.3 Población y muestra.

2.3.1 Población

Para la presente investigación definimos la población como el conjunto conformado por la producción de 3 máquinas CNC (Anglemaster AFPS 643, FPB 1800/3C y Revolution 1900/4C) de las que se registraron los OEE durante 24 semanas antes y después, y que se encuentra ubicada en el área de mecanizado CNC de una empresa metal mecánica lima peru 2017

2.3.2 Muestra

Convenientemente la muestra será del mismo tamaño que la población, equivalente a un periodo de toma de datos de 24 semanas.

2.3.3 Muestreo

No se aplicaran técnicas de muestreo ya que se trabaja con la población en su totalidad

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, valides y confiabilidad

2.4.1 Técnica

La técnica a realizar será la observación de campo, la cual nos facilitó percibir la realidad porque permitió obtener información clara y precisa acerca del desarrollo de cada una de las actividades que se desarrollan dentro del área de producción.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos a utilizar, ficha de recolección de datos, la hoja de registro y la guía de observación, así como las fichas de inspección de equipos. La toma de datos se realizará sin perjudicar las operaciones de los equipos antes y después.

2.4.3 Validez

El proceso de validación de un constructo está vinculado con la teoría. No es conveniente llevar a cabo tal validación, a menos que exista un marco teórico

que soporte la variable en relación con otras variables. Hernández ,2010.250p. En cuanto a la validación del instrumento, es el juicio de 3 expertos de la universidad, procediéndose a corregir dichos instrumentos según sus observaciones y recomendaciones.

2.4.4 Confiabilidad

El término de confiabilidad de un instrumento se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto, produce iguales resultados. Hernández ,2003.243p.

La confiabilidad de un instrumento de medición expresa el grado que su aplicación es repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales

2.5 Metodo de análisis de datos

Para el presente proyecto de investigación se hará uso del software estadístico SPSS 22 y de Microsoft Excel 2013, el cual nos permitirá procesar los datos ingresados para luego obtener tablas de distribución de frecuencias, gráficos estadísticos y otros resultados que nos servirán para ser analizados y llegar a una conclusión

2.5.1 Analisis descriptivo

Promedio. Estadígrafo que sirve para describir la situación de cada grupo antes y después de la aplicación del programa. Además, para hacer el análisis comparativo de significancia estadística entre los promedios de los grupos.

Desviación estándar. Estadígrafo que nos permite el grado de desviación del puntaje de los sujetos respecto al puntaje promedio y además que lo empleamos en el análisis de comparación de los promedios de los grupos antes y después.

Coficiente de variabilidad. Estadístico que nos permite tener en cuenta el grado de homogeneidad de cada grupo antes y después del tratamiento.

Tabla de frecuencias. Nos permite ordenar y resumir nuestros datos.

Gráfico de barras. Se utiliza con la finalidad de visualizar los resultados

2.5.2 Análisis ligados a las hipótesis.

Para probar la hipótesis se hará uso de la prueba estadística inferencial, en este caso se utilizará la prueba de normalidad de medias de la variable dependiente e independiente antes y después de la aplicación y para ello se utilizará la prueba estadística de T de student y su procesamiento se realizará en el programa SPSS22.

2.5.3 Estadística inferencial.

Es una afirmación que se hace acerca de la población en base a la información contenida en una muestra aleatoria tomada de esta población. Rodríguez, 2007.205p.

2.5.3.1 Pruebas de normalidad.

Estadísticos que se realizan para conocer si los datos tienen un comportamiento normal o no paramétrico. Se debe de tener en cuenta que el nivel de significancia (sig.) debe tomarse según sea la cantidad de la muestra:

Tabla 6: Valor estadístico de la muestra.

Kolmogorov - smirnov	> 40 muestras
Shapiro wilk	< 40 muestras

Fuente: Hernadez, Fernández y baptista.

De acuerdo a dichos resultados se procederá a evaluar los datos mediante una prueba T o Z según sea el caso.

2.5.3.2 Contrastación de hipótesis.

Debemos tener claramente cuantas son las hipótesis a contrastar en cada caso de investigación tendremos una contrastación de hipótesis

Tabla 7: Valor estadístico alfa

Si: Media variable antes \neq media variable despues
Interpretacion: Se rechaza hipotesis nula y se acepta hipotesi alternativa ya que el nivel de significancia es < 0.05

Fuente: Hernández, Fernández y baptista

2.6 Aspectos éticos.

En el desarrollo de la presente tesis, el investigador ha tomado en cuenta los principios éticos fundamentales y se compromete a respetar la veracidad de los resultados y de la confiabilidad de los datos suministrados por la empresa y la identidad de los individuos que participan en el estudio.

2.7 Desarrollo de la propuesta

Recolección de información

La empresa MIMCO S. A. C en estos últimos años se ha registrado que en la línea de producción se ha incrementado la baja eficiencia de las máquinas CNC en el área de producción por el incremento de fallas, mantenimiento correctivos, parada de las máquinas a causa de fugas de aceite y una de las causas es que no hay un plan de mantenimiento establecido que se ejecute y que ayude a solucionar los problemas en la empresa. Los datos muestran un incremento de costo en el proceso de producción debido a la disminución en la producción por la mala utilización de las máquinas CNC por parte de los operarios. Si esto se mantiene se incrementa pérdidas en el proceso y una baja rentabilidad.

Se debe aplicar una metodología de mejora continua que ayude a mejorar la producción y así mejorar la eficiencia de la línea de producción para mejorar nuestros indicadores, de tal manera nos permita reducir los tiempos muertos y cumplir con nuestras metas establecidas por la empresa.

Habiendo obtenido la autorización respectiva se obtendrá la información necesaria de las máquinas CNC, para determinar con claridad nuestros indicadores y así conseguir las evaluaciones comparativas que nos lleven a cumplir con los objetivos propuestos en este trabajo de investigación.

El plan de mantenimiento autónomo inicia con un concepto: el personal que tiene a su cargo las tareas de producción se ocupe también de las tareas de mantenimiento básico de los equipos a su cargo, así como de la prevención de fallos. El mantenimiento autónomo se basa en el principio de las 5s las cuales constan de 7 etapas comúnmente conocidas en el mantenimiento autónomo.

2.7.1 Situación actual

Etapa 1: En esta primera etapa se busca alcanzar las condiciones básicas de los equipos, utilizando como herramientas principales la limpieza y la inspección tanto de las máquinas, equipos, herramientas y también de las áreas de trabajo estableciendo un sistema que mantenga esas condiciones básicas durante las etapas 1,2 y 3.

Lo ideal es introducir en esta primera etapa las 3 primeras “S”, eso quiere decir que debemos aplicar Seiri, Seiton y Seiso. La importancia de la limpieza es fundamental en el mantenimiento autónomo, hasta el punto de ser el pilar básico donde se apoya todo el programa ya que la propia actividad de producción puede generar suciedad.

Seiri (Clasificar)

En esta etapa de clasificación se procede a retirar de los puestos de trabajo todos los elementos innecesarios a través de la campaña de las tarjetas rojas. Una vez identificados dichos elementos se les lleva a un área temporal en la cual después se los desecha, vende, repara, etc.

Figura 5: antes de la aplicación



Fuente: MIMCO S.A.C.2016

Seiton (orden)

Seiton implica dar un lugar adecuado a cada elemento deseado, de tal manera que los operarios puedan acceder con facilidad a las herramientas evitando desplazamientos innecesarios y sin pérdida de tiempo.

En este caso el armario de herramientas se encontraba en completo desorden lo cual genera pérdida de tiempo al momento de buscar la herramienta deseada, del mismo modo se realiza para una mejor localización de las herramientas la técnica de contornos.

Figura 6: Aplicando la metodología



Fuente: MIMCO S.A.C.

Seiso (limpieza)

La limpieza inicial se la entiende como un proceso de inspección, control del equipo y sus piezas, la limpieza significa tocar mirar cada pieza del equipo y cada area escondida del equipo en el cual se permite identificar fugas, fuentes de contaminación, mala lubricación, desajuste de pernos, el resultado de estas acciones es que el equipo se encuentre limpio y con imagen correcta.

Por el contrario, sin una limpieza rigurosa del equipo este sufre de innumerables problemas que, en menor o mayor grado, están relacionados con la falta de limpieza diaria.

Figura 7: ante de la Aplicando



Fuente: MIMCO S.A.C.

Figura 8: Aplicando la metodología



Fuente: MIMCO S.A.C

Habiendo obtenido la autorización respectiva por parte de la gerencia del departamento se obtuvo la información necesaria de las máquinas CNC y las actividades que se venían haciendo para conseguirlo. Asimismo analizamos nuestros indicadores para determinar con claridad nuestro problema y así conseguir las evaluaciones comparativas que nos lleven a cumplir con los objetivos propuestos en este trabajo de investigación.

En siguiente cuadro observamos los datos cuantitativos de las actividades mediante nuestros indicadores el cual muestra que no se cumplen las tareas programadas y establecidas en su realización

Tabla 8: Datos antes de la aplicación del mantenimiento autónomo 2016

	JULIO 2016				AGOSTO 2016				SETIEMBRE 2016				OCTUBRE 2016				NOVIEMBRE 2016				DICIEMBRE 2016				PROM FINAL
	Sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6	sem 7	sem 8	sem 9	sem 10	sem 11	sem 12	sem 13	sem 14	sem 15	sem 16	sem 17	sem 18	sem 19	sem 20	sem 21	sem 22	sem 23	sem 24	
Limpieza inicial	17 de 20	16 de 20	16 de 20	14 de 20	16 de 20	15 de 20	16 de 20	13 de 20	15 de 20	14 de 20	16 de 20	15 de 20	13 de 20	16 de 20	14 de 20	13 de 20	15 de 20	12 de 20	14 de 20	17 de 20	15 de 20	16 de 20	15 de 20	16 de 20	75.0%
	90.0%	75.0%	85.0%	70.0%	80.0%	75.0%	80.0%	65.0%	75.0%	70.0%	80.0%	75.0%	65.0%	80.5	70.0%	65.5	75.5	60.5	70.0%	85.0%	75.0%	80.0%	75.0%	80.0%	
Eliminación de focos de suciedad	12 de 17	11 de 17	10 de 17	14 de 17	12 de 17	12 de 17	13 de 17	12 de 17	13 de 17	12 de 17	13 de 17	14 de 17	11 de 17	12 de 17	13 de 17	13 de 17	12 de 17	12 de 17	14 de 17	14 de 17	12 de 17	13 de 17	12 de 17	11 de 17	72.7%
	70.6	64.7	58.8	82.4	70.6	70.6	76.5	70.6	76.5	70.6	76.5	82.4	64.7	70.6	76.5	76.5	70.6	70.6	82.4	82.4	70.6	76.5	70.6	64.7	
Establecimiento de estándares	14 de 18	11 de 18	14 de 20	19 de 20	15 de 20	15 de 20	12 de 20	14 de 20	13 de 20	15 de 20	14 de 20	14 de 20	15 de 20	17 de 20	13 de 20	18 de 20	14 de 20	16 de 20	15 de 20	15 de 20	14 de 20	15 de 20	13 de 20	15 de 20	72.9%
	70.0	55.0	70.0	95.0	75.0	75.0	60.0	70.0	65.0	75.0	70.0	70.0	75.0	85.0	65.0	90.0	70.0	80.0	75.0	75.0	70.0	75.0	65.0	75.0	
Inspección general del equipo	4 de 10	3 de 10	5 de 10	3 de 10	2 de 10	3 de 10	4 de 10	5 de 10	3 de 10	4 de 10	3 de 10	5 de 10	2 de 10	3 de 10	4 de 10	2 de 10	3 de 10	5 de 10	3 de 10	4 de 10	3 de 10	2 de 10	4 de 10	3 de 10	34.2%
	40.0	30.0	50.0	30.0	20.0	30.0	40.0	50.0	30.0	40.0	30.0	50.0	20.0	30.0	40.0	20.0	30.0	50.0	30.0	40.0	30.0	20.0	40.0	30.0	
Inspección autónoma del equipo	2 de 3	1 de 3	1 de 3	1 de 3	1 de 3	0 de 3	1 de 3	1 de 3	0 de 3	0 de 3	1 de 3	1 de 3	0 de 3	1 de 3	1 de 3	0 de 3	1 de 3	1 de 3	1 de 3	0 de 3	0 de 3	1 de 3	1 de 3	1 de 3	25.0%
	66.7	33.3	33.3	33.3	33.3	0.0	33.3	33.3	0.0	0.0	33.3	33.3	0.0	33.3	33.3	0.0	33.3	33.3	33.3	0.0	0.0	33.3	33.3	33.3	
Organizar y ordenar el área de trabajo	6 de 15	5 de 15	4 de 15	6 de 15	4 de 15	6 de 15	4 de 15	6 de 15	4 de 15	4 de 15	6 de 15	6 de 15	6 de 15	5 de 15	5 de 15	6 de 15	5 de 15	5 de 15	7 de 15	6 de 15	4 de 15	4 de 15	5 de 15	5 de 15	34.4%
	40.0	33.3	26.7	40.0	26.7	40.0	26.7	40.0	26.7	26.7	40.0	40.0	40.0	33.3	33.3	40.0	33.3	33.3	46.7	40.0	26.7	26.7	33.3	33.3	
Completar la gestión autónoma del mantenimiento	6 de 20	7 de 20	5 de 20	7 de 20	7 de 20	5 de 20	6 de 20	4 de 20	7 de 20	5 de 20	4 de 20	6 de 20	8 de 20	7 de 20	5 de 20	8 de 20	7 de 20	5 de 20	6 de 20	5 de 20	6 de 20	5 de 20	6 de 20	8 de 20	30.1%
	30.0	35.0	25.0	35.0	35.0	25.0	30.0	20.0	35.0	25.0	20.0	30.0	40.0	35.0	25.0	40.0	35.0	25.0	30.0	25.0	30.0	25.0	30.0	40.0	

Elaboracion propia

Análisis del mantenimiento correctivo

La intervención tomada era el “no hacer nada” o “esperar la falla de las máquinas CNC”. Los tiempos para efectuar una reparación tardaban muchas horas, incluso días, esto debido a la mala gestión de los responsables del área de mantenimiento, sumado a ello la deficiente logística.

El no contar con las con el equipamiento necesario y el personal adecuado para intervenir las máquinas generaban aún más la demora, a continuación, mostraremos que las principales causas del problema eran:

Falta de stock de repuestos y/o accesorios de las máquinas CNC

Falta de capacitación al personal

No contar con la información estadística de mantenimiento correctivo realizadas de las máquinas.

Deficiente gestión para general la orden de trabajo para la intervención de las máquinas CNC

Mediante un diagrama de análisis de procesos para mantenimientos correctivos, se puede determinar el porqué de la demora para reparar las máquinas CNC. En el siguiente diagrama se puede observar que se tiene un retraso en horas con respecto a lo establecido para su realización que es.

Tabla 9: Diagrama de análisis del proceso de mantenimiento correctivo 2016

DIAGRAMA ANALITICO DEL PROCESO (DAP)								
<h1>Mimco S.A.C</h1>			RESUMEN DE ACTIVIDAD		ACTUAL			
			OPERACIÓN		2			
			TRANSPORTE		2			
			DEMORA		7			
			INSPECCION		3			
			AREA DE OPERACIONES		2			
			DISTANCIA (METROS)		810			
			TIEMPO (HORAS)		5.35			
DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Dis.	Tiem						Observación
Departamento de mantenimiento								Supervisor de mantenimiento
Se informa al jefatura el motivo de la parada								Supervisor de mantenimiento
Coordinar y avisar la parada de la máquina								Supervisor de mantenimiento
Revisión de las herramientas y repuesto	100	0.20						Mecánico recibe orden de trabajo
Máquina CNC en el área de producción								Responsable el operador
Hacia el taller de reparación	150	0.20						Operario y su equipo
Inicia la evaluación del equipo		0.15						Mecánico interviene maquina
Inicia del mantenimiento		3.00						Mecánico ejecuta mantenimiento
La máquina presenta inconbenientes								Búsqueda de repuetos
Se buscas los repuestos en almacen	200	0.30						Salida y búsqueda de repuestos
Se busco repuestos en proveedores		0.10						Espera que logística atienda el pedido
Repuestos yegan a almacen y se repara máquina		1.00						Mecánico ejecuta interbención
Se realiza prueba de funcionamiento	150	0.10						Prueba de funcionamiento en el area de producción
Supervisor revisa estado de funcionamiento		0.10						Supervisor observa y revisa la máquina
Mecánico guarda herramientas y repuestos	200	0.20						mecánico
Operario retoma el área de produccion	100							Operario se dirige a el área de producción

Fuente: Elaboración propia

Disponibilidad

Los resultados reflejaban un bajo porcentaje de disponibilidad de las máquinas CNC debido a que existían deficiencias en la aplicación del mantenimiento preventivo de las máquinas CNC, provocando que estos no se desempeñen adecuadamente, acortando su vida útil y se generándose gastos innecesarios, estas causadas por:

- ✓ falta de conocimiento y capacitación de los operadores sobre el funcionamiento y mantenimiento básico de sus equipos a cargo.
- ✓ No se encuentran diseñadas las actividades y responsabilidades que debe cumplir cada trabajador

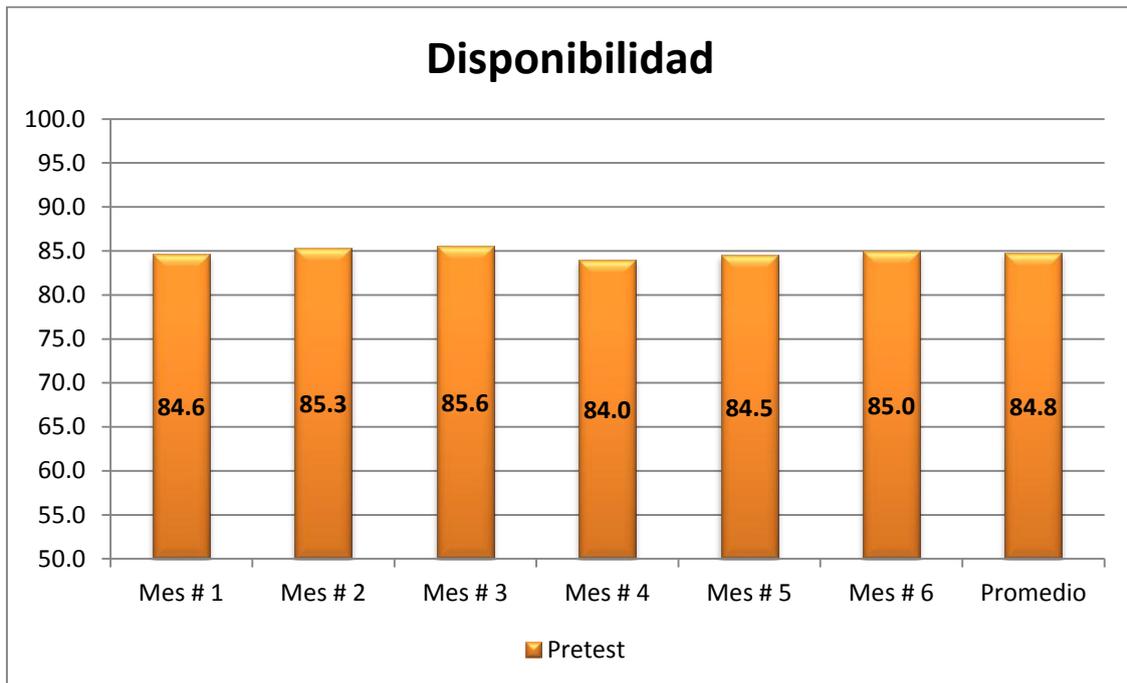
Los resultados que mostramos a continuación muestran claramente la deficiencia en la disponibilidad de las máquinas.

Tabla 10: Resultados de disponibilidad antes de la mejora

Pretes de Disponibilidad de equipo 2016							
Semana	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Semestral
Semana 1	84.3	85.4	86.0	84.0	84.0	86.0	84.8
Semana 2	83.2	86.5	87.0	83.0	85.0	85.0	
Semana 3	85.0	83.5	84.5	84.0	83.0	86.0	
Semana 4	86.0	85.7	85.0	85.0	86.0	83.0	
Promedio mensual	84.6	85.3	85.6	84.0	84.5	85.0	

Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Diagrama de disponibilidad de máquinas CNC 2016



Fuente: Elaboración propia

Calidad

Se observaba que el porcentaje de calidad de producción estaba muy por debajo de lo que se esperaba, ocasionando un alto costo por cada pieza producida, esto debido al reproceso para la corrección, llegando a la conclusión que son ocasionas principalmente por:

- ✓ Falta de capacitación al personal encargada de monitorear el funcionamiento de las máquinas
- ✓ Falta de actualización del software.

Por lo que se esperaba que con la aplicación de la mejora incrementar el porcentaje de productos aceptables y mejorar los estándares de calidad.

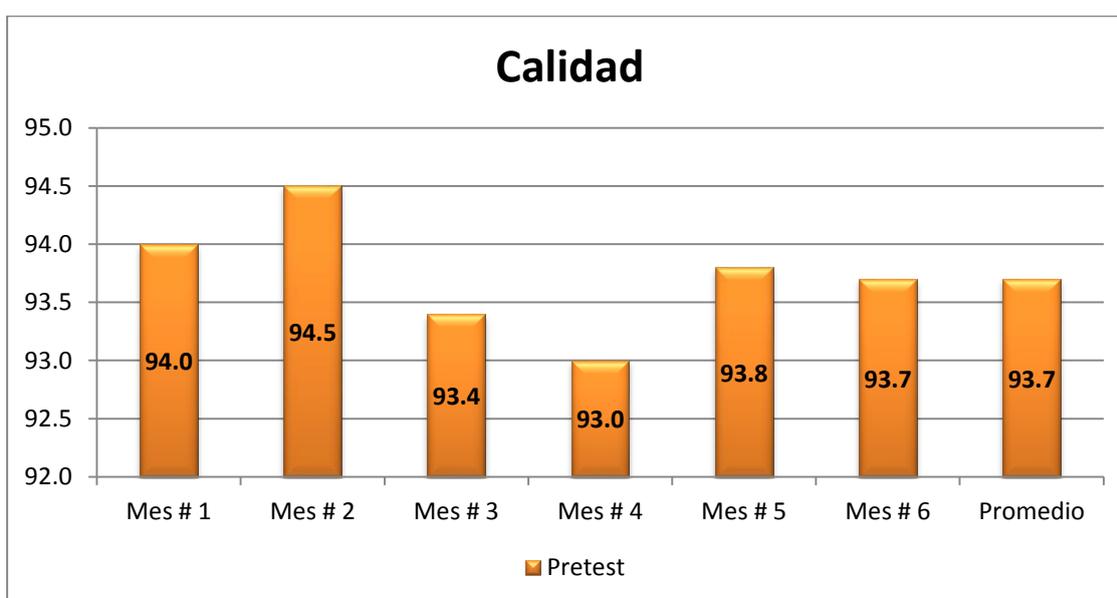
Los resultados que mostraremos a continuación reflejan claramente que la calidad en la producción es deficiente y que no se cumplen la programación establecida.

Tabla 11: Número de piezas producidas en Julio- diciembre 2016

Pretest de calidad 2016							
Semana	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Semestral
Semana 1	94.0	95.0	92.0	94.0	94.0	94.0	93.7
Semana 2	95.0	94.0	94.7	92.0	93.0	93.8	
Semana 3	94.0	95.0	93.0	92.0	94.0	94.0	
Semana 4	93.0	94.0	94.0	94.0	94.0	93.0	
Promedio mensual	94.0	94.5	93.4	93.0	93.8	93.7	

Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Diagrama de calidad de máquinas CNC 2016



Fuente: Elaboración propia

Efectividad

En el área de producción se observaba baja efectividad de las máquinas CNC, debido a los tiempos perdidos por paradas menores y pérdidas de velocidad, el no contar con registros de control de los tiempos fue uno de los factores principales de baja efectividad, asimismo mencionaremos otras causas que fueron determinantes las cuales son:

- ✓ Paradas por falla de equipo

- ✓ Caída de tensión eléctrica
- ✓ Falta de capacitación al personal
- ✓ Mala operación de las máquinas CNC
- ✓ Deficiente mantenimiento preventivo

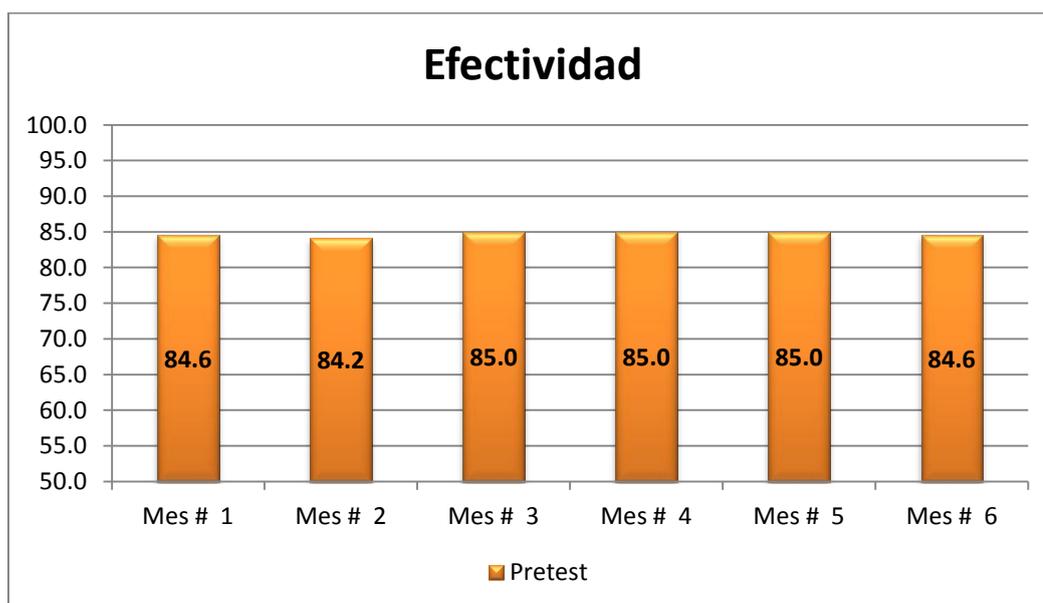
En el siguiente cuadro mostramos los resultados alarmantes de efectividad en horas de trabajo de las máquinas CNC antes de la mejora

Tabla 12: Resultados de efectividad de las máquinas CNC Julio - Diciembre

Pretest de Efectividad 2016							
Semana	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Semestral
Semana 1	83.5	85.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.6
Semana 2	86.0	83.7	86.0	86.0	86.0	83.2	
Semana 3	84.0	84.0	83.4	83.4	84.8	86.0	
Semana 4	85.0	84.0	86.6	86.6	85.0	85.1	
Promedio mensual	84.6	84.2	85.0	85.0	85.0	84.6	

Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Diagrama de efectividad de las máquinas CNC 2016



Fuente: Elaboración propia

Análisis del mantenimiento autónomo

Antes de la mejora, los operadores sólo se dedicaban a operar las máquinas CNC si ninguna responsabilidad y conocimiento del mantenimiento autónomo. No se realizaban los chequeos necesarios a sus equipos antes, durante y después de sus labores. No se documentaba las fallas que se generaban en los equipos durante su funcionamiento, la que sólo era reportada en el momento en que el equipo dejaba de funcionar.

Análisis de mejora para el mantenimiento autónomo

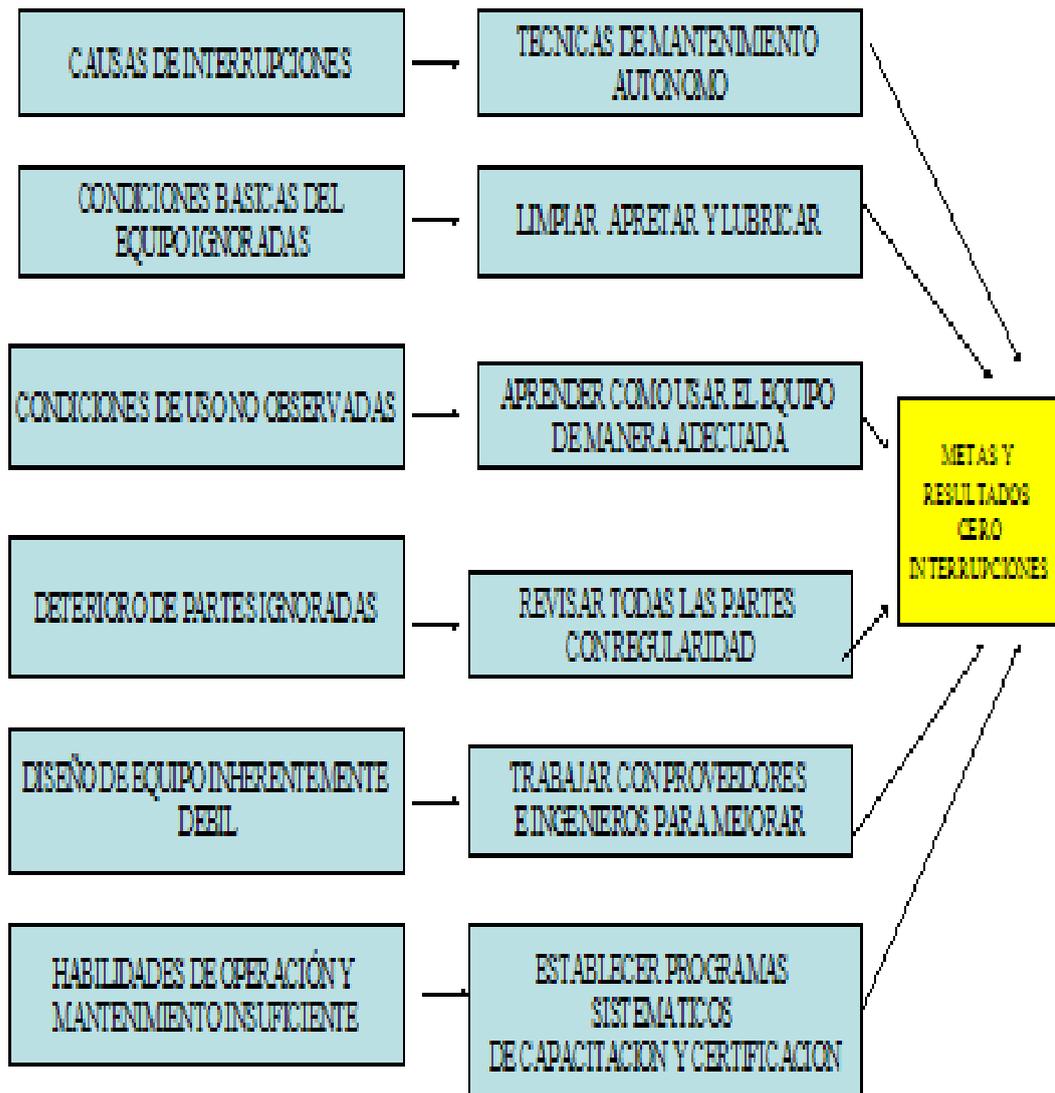
Este mantenimiento es realizado únicamente por los operadores de los equipos, la cual consta de simples intervenciones diarias, antes, durante y después de realizado sus funciones con las máquinas CNC. Para hacer conocer al operador de la importancia de este mantenimiento, se programó una capacitación para operadores cada año, con el propósito de tener la seguridad de que reciban toda la información y conocimientos necesarios para mejorar el desempeño de sus labores. Fue necesario identificar las causas de los desperfectos o cualquier otra que generaba alguna interrupción de las máquinas CNC, para así poder aplicar una serie de técnicas de mejora y obtener un buen resultado, que fue de cero paradas no programadas (véase tabla)

Los operadores lograron regularizar las condiciones básicas de: limpieza de sus equipos, apegarse a los procedimientos de operación, eliminación de dudas acerca del desperfecto, ayuda al área de mantenimiento en señalar las debilidades del diseño de los equipos, mejora de las habilidades y destrezas en sus operaciones.

Tabla13: Causas y técnicas para el mantenimiento autónomo



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO CAUSAS Y TÉCNICAS



Fuente: Elaboración propia

2.7.2 Propuesta de mejora.

Mantenimiento productivo total (TPM)

Es una filosofía originada de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial.

Mantenimiento preventivo

El objetivo básico es la planificación de las actividades de mantenimiento que eviten problemas posteriores de cualquiera de los seis tipos de pérdida, se apoya en dos grandes pilares: el mantenimiento periódico o basado en tiempo (TBM) y el mantenimiento basado en las condiciones (CBM)

Mantenimiento correctivo

Comprende las mejoras realizadas sobre el equipo o sus componentes a fin de facilitar y realizar adecuadamente el mantenimiento preventivo. En este tipo de mantenimiento estarían las mejoras efectuadas para solucionar los puntos débiles del equipo.

Mantenimiento autónomo

Metodología que transfiere el mantenimiento liviano a los operarios: limpieza, lubricación, revisión de niveles y ajustes. Herramientas valiosas para este mantenimiento es la aplicación de la estrategia de las 5's para procurar la conservación del lugar de trabajo.

Tabla 14: Diagrama de Gantt

N°	Programa de implementación del mantenimiento autónomo	Periodo																							
		Primer mes				Segundo mes				Tercer mes				Cuarto mes				Quinto mes				Sexto mes			
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Fase preparación																								
1.1	Obtención del compromiso de la jefatura de mantenimiento	■																							
1.2	Determinación de la estructura organizativa de la implementación		■																						
1.3	Capacitación inducción y introducción del mantenimiento autónomo			■	■																				
2	Fase implementación																								
2.1	Limpieza inicial					■	■																		
2.2	Eliminación de focos de suciedad y limpieza de zonas inaccesible							■																	
2.3	Establecimiento de estándares de limpieza inspección y otra tareas sencillas								■																
2.4	Inspección general									■															
2.5	Inspección autónoma										■														
2.6	Organizar y ordenar el área de trabajo											■	■												
2.7	Control autónomo													■											
3	Fase evaluación																								
3.1	Evaluación de resultados															■	■	■	■	■	■	■	■	■	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: costo de inversión

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO
capacitación del mantenimiento autónomo	6 PER	S/.3000.00
fabricación de casilleros estandarizados	3 UND	S/.300.00
tarjeta de señalización	100UND	S/50.00
Paneles de señalización	4UND	S/200.00
panel de herramientas 5s	3 UND	S/150.00
implementos de limpieza	4UND	S/50.00
pintura para señalización	4GL	S/200ñ.00
cartillas de bloqueo	50UND	S/100.00
		S/.4050.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: costo de inversión

Capacitación de operarios	Sueldo básico	Suelo por día	Suelo por hora
vilca percy	S/2000	S/66.67	S/8.33
Masías junior	S/1500	S/50	S/6.25
Ponte marino	S/2000	S/66.67	S/8.33
Castillo Cristian	S/1500	S/50	S/6.25
Inofuentes ángel	S/2000	S/66.67	S/8.33
Acosta encarnación	S/1500	S/50	S/6.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: costo de inversión

Capacitación de operarios	Proceso de limpieza	Costo por hora	Monto total
vilca percy	1 hora	S/8.33	S/43.75
Masías junior	1 hora	S/6.25	
Ponte marino	1 hora	S/8.33	
Castillo Cristian	1 hora	S/6.25	
Inofuentes ángel	1 hora	S/8.33	
Acosta encarnación	1 hora	S/6.25	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: costo de inversión

Personal	Proceso de lubricación	Costo por hora	Monto total
vilca percy	15 minutos	S/2.08	S/10.95
Masías junior	15 minutos	S/1.56	
Ponte marino	15 minutos	S/2.08	
Castillo Cristian	15 minutos	S/1.56	
Inofuentes ángel	15 minutos	S/2.08	
Acosta encarnación	15 minutos	S/1.56	

Fuente: Elaboración propia

2.7.3 Implementación de la propuesta

Desarrollo de la implementación del mantenimiento autónomo

Fase 1: preparación

Compromiso de la jefatura

Se expuso el proyecto de aplicación del mantenimiento autónomo al jefe de Departamento del área de mantenimiento con el fin de lograr el compromiso de Este dado que es de vital importancia el compromiso de la jefatura y por ende se asegura el involucramiento del personal del área con el fin de alcanzar los objetivos

Capacitación y charlas de introducción del mantenimiento autónomo

Se realizó una charla de introducción al mantenimiento autónomo en el cual se le comunico al personal la necesidad de la aplicación del fundamento del mantenimiento autónomo. Se conformó un grupo que se encargó de la capacitación de los operarios del área de máquinas cnc en temas como: etapas del mantenimiento autónomo, cursos básicos de electricidad, instrumentación, mecánica, inspección y detección de fallas. Los responsables del adiestramiento del personal son: el supervisor de mantenimiento para el tema de mantenimiento autónomo y supervisores del área de producción. Estos a la vez se encargan de elaborar el material para el entrenamiento y solicitaran los requerimientos de equipos e insumos como computadoras, proyectores, hojas, etc.

A los coordinados de la implementación el cual le dará los requerimientos a logística para que los provean.

Figura: 12 capacitación al personal sobre el M.A.

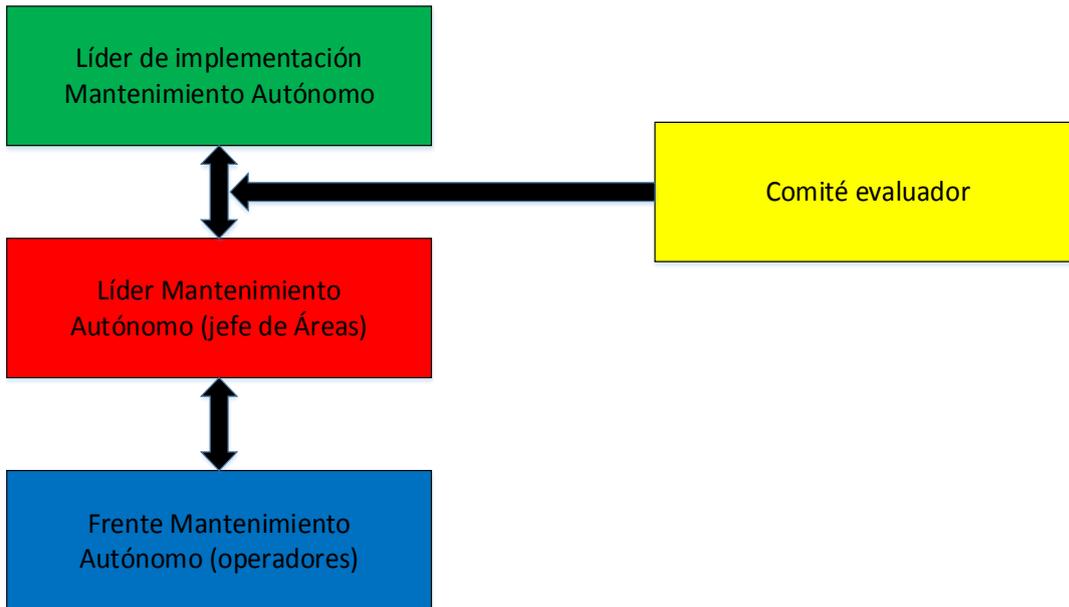


Fuente:MIMCO S.A.C

Estructura organizativa

La implementación fue direccionada por un supervisor de mantenimiento, evaluado por un comité y ejecutada por un frente, la cual estará a cargo de la implementación de las herramientas del mantenimiento autónomo. En la siguiente figura se muestra la estructura organizativa propuesta.

Figura: 13 Estructura organizativa – Mantenimiento autónomo



Fuente: Elaboración propia

Fase II: implementación

En esta fase se desarrolla la implementación del mantenimiento autónomo propuesto.

Proceso de implementación. La implementación de la metodología del mantenimiento autónomo se realizara en siete etapas

Figura: 14 Hoja de control – Mantenimiento autónomo

Anomalías de los equipos	
Departamento:	_____
Equipo:	_____
Grupo:	_____ Fecha: _____
<input type="checkbox"/>	Perdida o fugas con rotura
<input type="checkbox"/>	Roturas mecanicas
<input type="checkbox"/>	Circuitos electricos
<input type="checkbox"/>	Grietas o deformaciones
<input type="checkbox"/>	Ruidos y vibraciones
<input type="checkbox"/>	Recalentamientos
<input type="checkbox"/>	Otros: _____

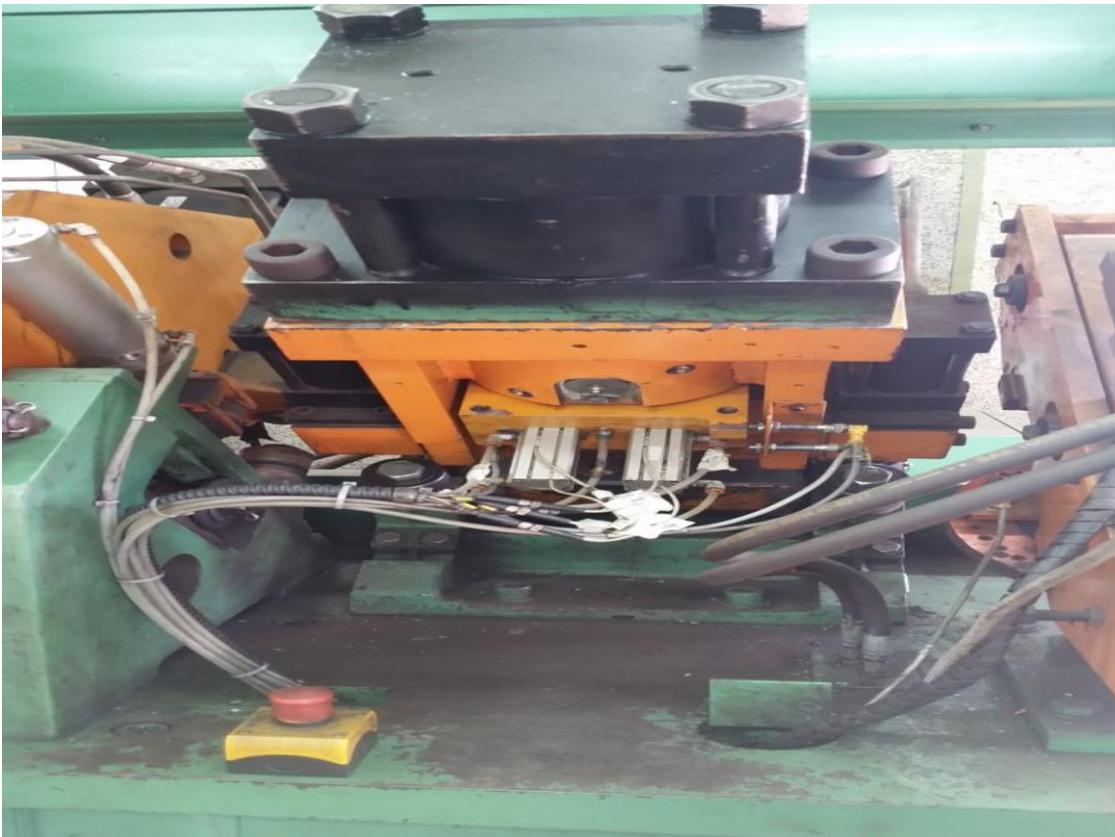
Fuente: MIMCO S.A.

Etapa1- limpieza inicial

La primera etapa en la implementación de un programa de mantenimiento autónomo consiste en la limpieza inicial del equipo y sus accesorios. El frente de mantenimiento autónomo se organizó en tres grupos de trabajo, cada uno de los cuales realizara la limpieza del área y sus equipos. Se entiende como limpieza la acción de eliminar todo rastro de suciedad, polvo, hollín presente; ya que, como se reconoce, la falta de limpieza es cesante de muchos problemas.

La limpieza realizada sirve como medio de inspección, así pues a medida que esta se ejecute se detectaran desperfectos o anomalías. Sin embargo es posible que los operarios tengan dificultad para reconocer cuando esta se presenta, ya que existen muchas condiciones sub estándares las que se han vuelto parte de la rutina. Por ello los operarios serán capacitados en los tipos de anomalías a través de manuales y hojas de lecciones de punto único e instruidos en el uso de tarjetas para señalar las anomalías.

Figura15: Mantenimiento y limpieza



Fuente: MIMCO.S.A.C

Mantenimiento y limpieza de la máquina

Como se puede observar en la fotografía anterior el operario realiza la actividad de limpieza del vástago de una válvula, en la cual se detectó acumulación de polvo constantemente, impidiendo su correcto funcionamiento.

Etapa 2 eliminación de focos de suciedad y limpieza de zonas inaccesibles.

Esta etapa llego de forma natural después de realizar la limpieza inicial y comprobar que el equipo se vuelve a ensuciar rápidamente o existen zonas cuyo acceso es imposible o peligroso, de tal forma que el tiempo y esfuerzo invertido es enorme. Esto lleva a activar la motivación de los operarios para descubrir y eliminar cualquier fuente de suciedad que contrarreste aquello que tanto trabajo les ha costado limpiar. Para ello se realizó diversas reuniones, estas con el propicito identificar las fuentes de contaminación y los puntos de difícil acceso de las distintas partes de la planta. Además de preparar planes de acción para atacar las fuentes de contaminación y convertir los lugares inaccesibles en accesibles. Ello con el fin minimizar el tiempo dedicado a la limpieza y proteger la seguridad de los operadores.

Etapa 3-establecimiento de estándares de limpieza, lubricación y otras tareas sencillas de mantenimiento autónomo.

Luego de efectúas las operaciones de limpieza, se pudo establecer los estándares de limpieza .lubricación, apriete de tornillos y tareas sencillas de mantenimiento autónomo que aseguren la situación óptima de la planta. Para ello los operarios fijaron estándares para los procedimientos de limpieza , lubricación, sujeción y revisión del equipamiento asumiendo de esta forma la responsabilidad de mantener su propio equipo.es importante para su cumplimiento que los estándares de operaciones no vengan impuestos ,es decir, que cuando se establecen los estándares se reflejen las opiniones formuladas por los propios operarios ,se trata, pues ,de estándares elaborados por los mismos operarios y fundamentados en su propia experiencia directa con el equipo. En esta etapa se logró elaborar las hojas de inspecciones, formatos de limpieza y lubricación de equipos

Etapa4-inspeccion general

En la inspección general se pretende introducir controles sobre el elemento vital de los equipos, que lo mantenga en perfecto estado de funcionamiento, y asegure la calidad de la producción y la seguridad del proceso. La inspección nos sirvió para la detección de averías en las cuales el operario los detectaba con el uso de nuestros sentidos.

Tabla 19: Detección de averías con nuestro sentido

Tacto	Vibradores
Visto	Rotura, suciedad, humedad, fugas, etc.
Olfato	Olor a quemado
Oído	Ruido anormales

Fuente: Elaboracion propia

En esta etapa se realizó las inspecciones generales de los equipos de planta, que nos permitió detectar fallas y anomalías de los equipos (ver siguiente fotografía), el cumplimiento las hojas de chequeo. Los resultados se guardaron en una hoja de registro el cual nos permitió disponer de un histórico de las actividades realizadas y su frecuencia, se estableció que las inspecciones integrales de planta se realizaran semanalmente.

Figura 16: Fuga de lubricante



Fuente: MIMCO S.A.C

Etapa-5 inspección autónoma

El objetivo de esta etapa es incorporar progresivamente las tareas de inspección al mantenimiento realizado por los propios operarios ,al tiempo que constituyen una depuración sistemática del deterioro del equipo ;tal como se dijo , debe optimizarse todo cuando afecta al funcionamiento correcto del equipo, la calidad , fiabilidad y seguridad .

En esta etapa se busca que el operario sea capaz de valorizar los resultado de las inspecciones y estandarizar los procedimiento de inspección.

Figura 17: Reunión de estandarización y evaluación de inspecciones

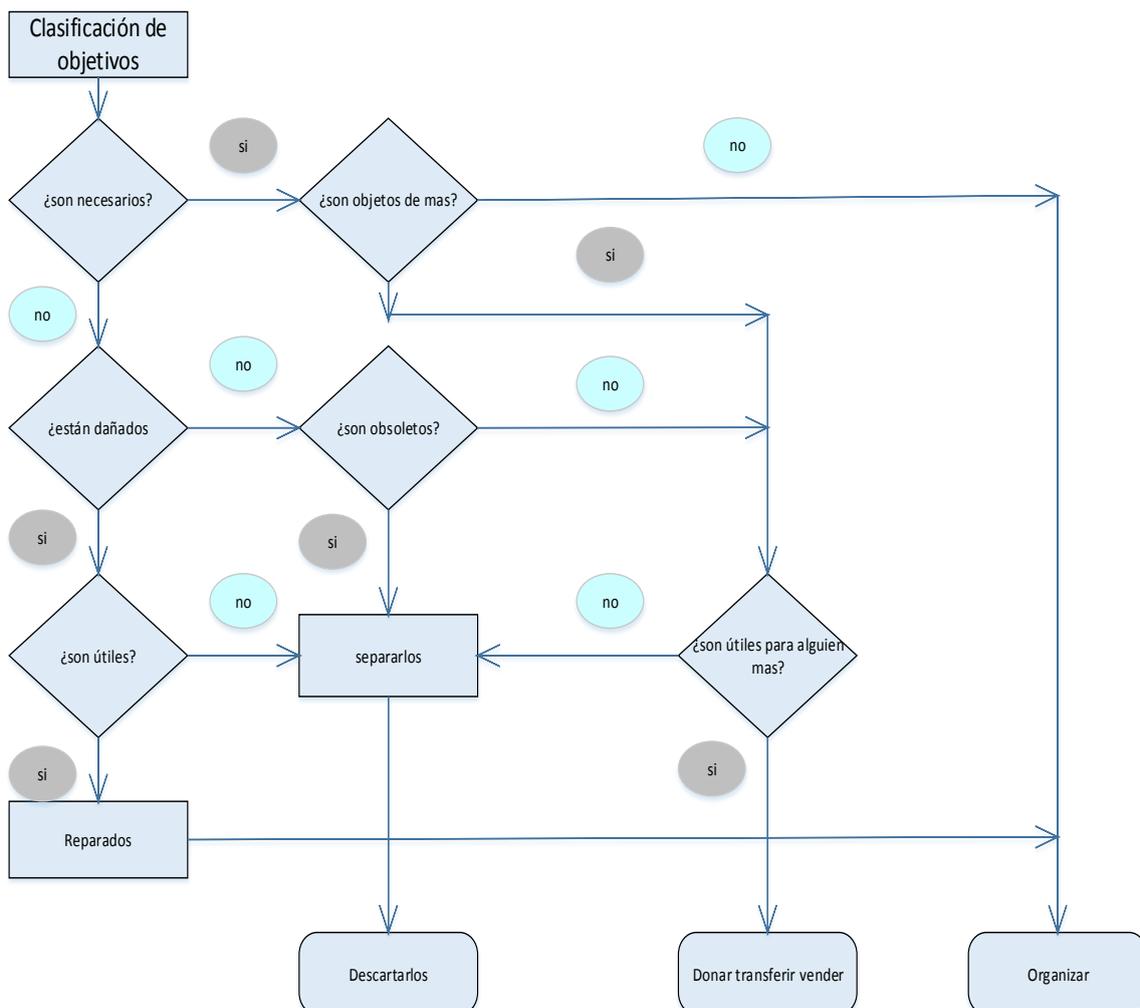


Fuente: MIMCO S.A.C

Etapa 6-organizar y ordenar el área de trabajo.

La gestión del área de trabajo esta perfectamente contemplada en el mantenimiento autónomo.se trata de aplicar dos de las 5 S seiton-organizar y seiri-ordenar. Aunque parece una actividad sencilla, requiere conseguir conciencia de las funciones a llevar a cabo de cada operario y conservar este orden y limpieza dentro del plan de mejora continua. En esta etapa se buscó que con la organización se disminuya el número de herramientas y materiales en el área de trabajo, de tal manera que no exista ningún material o herramienta que no sea necesario. Con respeto al orden se trata de la correcta disposición de los materiales y herramientas del área de trabajo.Para tal fin se preparo el siguiente diagrama de flujo para una correcta clacificacion de las herramientas, equipos y materiales.

Figura 18: Diagrama de flujo –clasificación de materiales y herramientas



Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la siguiente fotografía en esta etapa se logró que cada cosa este en su lugar en el momento que se necesita, con la cantidad exacta y con la calidad precisa.

Figura19: Área de trabajo después de la etapa 6



Fuente: Elaboración propia

Etapa 7-control autónomo

La planta que haya conseguido niveles anteriores del mantenimiento autónomo habrá adquirido condiciones óptimas en el equipo apoyadas en un sistema de estándares adecuados. Los operarios expertos en los equipos que operan son capaces de detectar y corregir las anomalías ocurridas en su trabajo diario a través de chequeos y otras actividades. Poco a poco se van mejorando las acciones y se acumulan las mejoras.

En la siguiente figura se resume las actividades realizadas en cada una de las etapas de implementación del mantenimiento autónomo.

Figura: 20 Actividades por etapas del mantenimiento autónomo

Etapas	actividad
Limpieza inicial	Limpieza de equipos en general. Lubricación de bomba, motores y vástagos de válvulas
Eliminación de focos de suciedad y limpieza de zonas inaccesibles	Prevención de las causas que provoca suciedad (evitar fugas de producción).
Establecimiento de estándares de limpieza, lubricación y otras tareas sencillas de mantenimiento autónomo	Establecimiento de los estándares de limpieza y lubricación: realización de estas tareas de forma periódica y reduciendo los tiempos de ejecución
Inspección general	Instrucción de operador para que sea capaz de detectar problemas por inspección, de manera que se puedan corregir ciertos defectos: detección de fugas, vibración, ruidos anormales, temperaturas excesivas, etc.
Inspección autónoma	Operadores entrenados y establecimiento de un calendario de mantenimiento por parte del área: realizar el siguiente de cuando hay que lubricar los equipos, verificar los ajustes de pernos, etc.
Organizar y ordenar	Estandarización y sistematización del control: definición de estándares, almacenamiento de datos y mantenimiento de útiles y herramientas.
Control autónomo	Aumentar las actividades de mejoras Reducir tiempos de preparación y tiempos de averías. Análisis de tiempos de paro y resultados.

Fuente: elaboración propia

Fase III: evaluación

La etapa de evaluación de la implementación se realizó mediante reuniones periódicas y auditoría interna. Estas se ejecutaron durante el desarrollo de la implementación y al término de esta con la finalidad de identificar las metas alcanzadas y las desviaciones respecto a las metas planeadas. Con la información recolectada de esta fase se plantearán acciones futuras con el fin de mejorar continuamente.

Reuniones periódicas

Se realizaron reuniones periódicas en las que se revisaron los indicadores y definieron planes de acción con la finalidad de lograr los objetivos propuestos con la implementación de mantenimiento autónomo.

Auditorias

Se realizaron las auditorias por parte de los miembros del comité evaluador al término de cada etapa o paso de la implementación del mantenimiento autónomo, esto sirvió como medio de verificación de cumplimiento de los objetivos en cada etapa.

Figura: 21 Auditoría realizada en la planta



Fuente: MIMCO S.A.C

Cabe mencionar que el proceso de implementación del mantenimiento autónomo en un ciclo de mejora continua y no termina con la implementación de los planes de mejora derivados del diagnóstico sino que debe ser evaluado constantemente.

Contrastar información de los indicadores antes y después de la aplicación.

Luego de medir los indicadores se realizó el cruce de información, analizando el antes y después de la aplicación de la mejora.

Tabla 20: Cuadro de datos estadístico de variable independiente después de la aplicación (2017)

Indicadores	AGOSTO 2016				SEPTIEMBRE 2016				OCTUBRE 2016				NOVIEMBRE 2016				DICIEMBRE 2016				ENERO 2017				PRO FINAL
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	
limpieza inicial	18 de 20	17 de 20	18 de 20	16 de 20	18 de 20	17 de 20	18 de 20	15 de 20	18 de 20	16 de 20	16 de 20	15 de 20	15 de 20	17 de 20	17 de 20	15 de 20	16 de 20	17 de 20	16 de 20	18 de 20	17 de 20	18 de 20	17 de 20	18 de 20	84%
	90.0%	85.0%	90.0%	80.0%	90.0%	85.0%	90.0%	75.0%	90.0%	80.0%	80.0%	75.0%	75.0%	85.0%	85.0%	75.0%	80.0%	85.0%	80.0%	90.0%	85.0%	90.0%	85.0%	90.0%	
Eliminación de focos de suciedad	15 de 17	16 de 17	14 de 17	15 de 17	13 de 17	12 de 17	15 de 17	14 de 17	15 de 17	15 de 17	16 de 17	16 de 17	14 de 17	13 de 17	15 de 17	16 de 17	15 de 17	15 de 17	16 de 17	15 de 17	14 de 17	15 de 17	16 de 17	14 de 17	86.8%
	88.2	94.1	82.4	88.2	76.5	70.6	88.2	82.4	88.2	88.2	94.1	94.1	82.4	76.5	88.2	94.1	88.2	88.2	94.1	88.2	82.4	88.2	94.1	82.4	
Establecimiento de estándares	16 de 20	12 de 20	14 de 20	19 de 20	15 de 20	15 de 20	12 de 20	14 de 20	13 de 20	15 de 20	14 de 20	14 de 20	15 de 20	17 de 20	13 de 20	18 de 20	14 de 20	16 de 20	15 de 20	15 de 20	14 de 20	15 de 20	13 de 20	15 de 20	73.3%
	80.0	60.0	70.0	95.0	75.0	75.0	60.0	70.0	65.0	75.0	70.0	70.0	75.0	85.0	65.0	90.0	70.0	80.0	75.0	75.0	70.0	75.0	65.0	75.0	
Inspección general del equipo	7 de 10	6 de 10	8 de 10	6 de 10	5 de 10	6 de 10	7 de 10	7 de 10	6 de 10	7 de 10	6 de 10	7 de 10	6 de 10	6 de 10	7 de 10	5 de 10	6 de 10	7 de 10	7 de 10	6 de 10	6 de 10	5 de 10	7 de 10	6 de 10	63.3%
	70.0	60.0	80.0	60.0	50.0	60.0	70.0	70.0	60.0	70.0	60.0	70.0	60.0	60.0	70.0	50.0	60.0	70.0	70.0	60.0	60.0	50.0	70.0	60.0	
Inspección autónoma del equipo	2 de 3	2 de 3	2 de 3	1 de 3	2 de 3	1 de 3	2 de 3	2 de 3	1 de 3	2 de 3	2 de 3	2 de 3	1 de 3	2 de 3	2 de 3	1 de 3	2 de 3	2 de 3	2 de 3	1 de 3	2 de 3	2 de 3	2 de 3	2 de 3	58.3%
	66.7	66.7	66.7	33.3	66.7	33.3	66.7	66.7	33.3	66.7	66.7	66.7	33.3	66.7	66.7	33.3	66.7	66.7	66.7	33.3	66.7	66.7	66.7	66.7	
Organizar y ordenar el área de trabajo	7 de 15	6 de 15	7 de 15	7 de 15	5 de 15	8 de 15	6 de 15	8 de 15	6 de 15	7 de 15	8 de 15	8 de 15	8 de 15	7 de 15	7 de 15	8 de 15	7 de 15	7 de 15	9 de 15	8 de 15	6 de 15	6 de 15	7 de 15	8 de 15	47.5%
	46.7	40.0	46.7	46.7	33.3	53.3	40.0	53.3	40.0	46.7	53.3	53.3	53.3	46.7	46.7	53.3	46.7	46.7	60.0	53.3	40.0	40.0	46.7	53.3	
Completar la gestión autónoma del mantenimiento	6 de 20	7 de 20	7 de 20	8 de 20	8 de 20	7 de 20	8 de 20	7 de 20	8 de 20	7 de 20	6 de 20	7 de 20	10 de 20	9 de 20	7 de 20	10 de 20	7 de 20	8 de 20	9 de 20	8 de 20	9 de 20	8 de 20	8 de 20	10 de 20	39.4%
	30.0	35.0	35.0	40.0	40.0	35.0	40.0	35.0	40.0	35.0	30.0	35.0	50.0	45.0	35.0	50.0	35.0	40.0	45.0	40.0	45.0	40.0	40.0	50.0	

Fuente: elaboración propia

Análisis de mejora para el mantenimiento correctivo

La intervención de mantenimiento correctivo es aplicable a cualquier modo de falla donde se encuentre que es técnicamente posible y rentable. La condición del equipo y/o componente es medido a intervalos predeterminados (horas), para detectar cuando el componente fallará.

Se pueden identificar las fallas basadas en la condición e información:

- ✓ Inspección: Ingeniero, técnico y operador, podrán determinar la condición del equipo, como propuesta de involucrar a todas las áreas en la mejora.
- ✓ Monitorio de condición: algunos parámetros son monitoreados para detectar signos de inminente falla (calentamiento de máquina, vibraciones, condición del aceite, rendimiento de la máquina, etc.).
- ✓ Se elaboró un formato en donde se registra e informa todas las actividades y ocurrencias realizadas en el mantenimiento correctivo, quedando establecido su estricto cumplimiento de la misma.

Contar con el personal capacitado y adecuado para la realización de las actividades de mantenimiento correctivo es fundamental porque nos garantiza el cuidado y la solución al problema de las máquinas CNC, de tal manera se pueda cumplir con programa de producción, el cual se ve reflejado en las utilidades generadas durante el periodo después de la aplicación de la mejora y que esto nos permita desarrollarnos como empresa siendo parte fundamental para alcanzar nuestra misión y visión organizacional.

El siguiente diagrama de análisis del proceso de mantenimiento correctivo después de la aplicación de la mejora muestra el tiempo de intervención que se necesitó para ejecutar el trabajo fue (horas) mejorando en horas respecto al antes de la aplicación, esto nos permite contar con las horas establecidas de operación programada.

Tabla 21: Diagrama de análisis del proceso de mantenimiento correctivo 2017

DIAGRAMA ANALITICO DEL PROCESO (DAP)								
<h1>Mimco S.A.C</h1>			RESUMEN DE ACTIVIDAD				ACTUAL	
			OPERACIÓN	●			2	
			TRANSPORTE	→				2
			DEMORA	D				6
			INSPECCION	■				3
			ALMACEN	▼				2
			DISTANCIA (METROS)				650	
			TIEMPO (HORAS)				4.05	
DESCRIPCIÓN DE TAREAS	Dis.	Tiem	●	→	D	■	▼	Observación
Departamento de mantenimiento							●	Supervisor de mantenimiento
Se informa al jefatura el motivo de la parada							●	Supervisor de mantenimiento
Coordinar y avisar la parada de la máquina							●	Supervisor de mantenimiento
Revisión de las herramientas y repuesto	100	0.20					●	Mecánico recibe orden de trabajo
Máquina CNC en el área de producción							●	Responsable el operador
Hacia el taller de reparación	100	0.20					●	Operario y su equipo
Inicia la evaluación del equipo		0.15					●	Mecánico interviene maquina
Inicia del mantenimiento		2.00					●	Mecánico ejecuta mantenimiento
La máquina presenta inconvenientes							●	Búsqueda de repuestos
Se buscas los repuestos en almacen		0.10					●	Salida y búsqueda de repuestos
Se realiza la reparación del caso		1.00					●	Mecánico ejecuta intervención
Se realiza prueba de funcionamiento	150	0.10					●	Prueba de funcionamiento en el era de producción
Supervisor revisa estado de funcionamiento		0.10					●	Supervisor observa y revisa la máquina
Mecánico guarda herramientas y repuestos	200	0.20					●	mecánico
Operario retoma el área de producción	100						●	Operario se dirige a el área de producción

Fuente: Elaboración propia

Disponibilidad

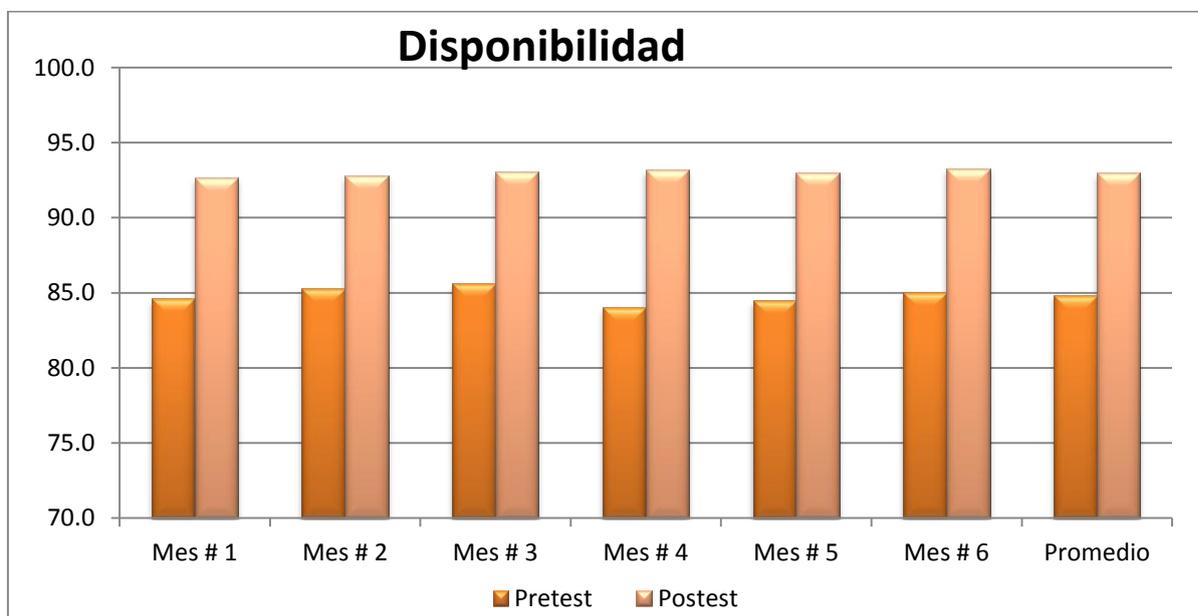
Una vez aplicado la mejora, y haber realizado lo establecido se puede observar un aumento en el tiempo operativo de las máquinas CNC, logrando maximizar la disponibilidad del equipo que forman parte del cumpliendo nuestro objetivo de mejora.

Tabla 22: Disponibilidad de máquinas CNC después de la mejora 2017

Postest de Disponibilidad de equipo 2017							
Semana	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Promedio Semestral
Semana 1	92.2	93.0	92.6	93.5	92.8	93.4	93.0
Semana 2	92.5	92.4	93.5	93.0	92.5	93.0	
Semana 3	93.0	92.2	93.2	93.4	93.5	93.8	
Semana 4	93.0	93.6	93.0	92.8	93.3	93.0	
Promedio mensual	92.7	92.8	93.1	93.2	93.0	93.3	

Fuente: Elaboración propia

Figura 25: Histograma de los promedios de disponibilidad 2016 – 2017



Fuente: Elaboración propia

Antes de la aplicación del mantenimiento autónomo el promedio fue de 84.8% y de después de la aplicación en los 6 primeros meses es de 93%, mejorando un 9,66% la disponibilidad de las máquinas CNC.

Efectividad

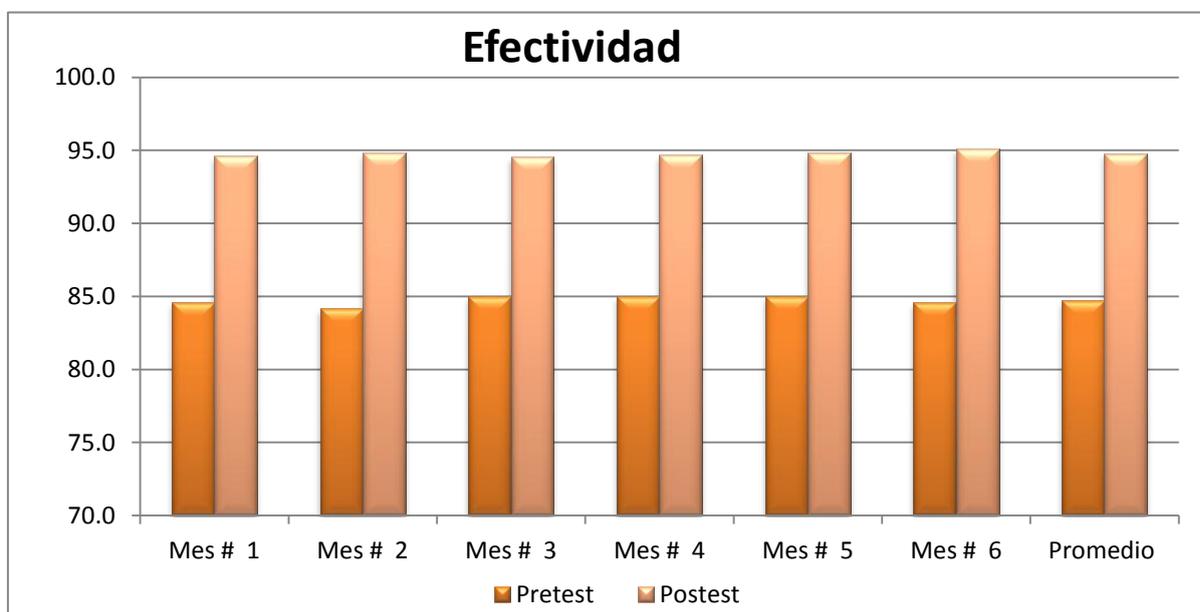
Después de aplicado la mejora, y haber realizado lo establecido se puede observar un aumento en el tiempo operativo de las máquinas CNC, logrando maximizar la efectividad del equipo que forman parte del cumpliendo nuestro objetivo de mejora.

Tabla 23: Efectividad de las máquinas después de la aplicación 2017

Postest de efectividad 2017							
Semana	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Semestral
Semana 1	94.5	94.7	94.5	94.0	95.0	95.2	94.8
Semana 2	94.2	94.5	95.0	94.5	94.8	95.0	
Semana 3	95.2	95.2	94.0	95.4	94.5	95.5	
Semana 4	94.5	94.9	94.7	94.8	95.0	94.8	
Promedio mensual	94.6	94.8	94.6	94.7	94.8	95.1	

Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Histograma de efectividad antes y después de la mejora 2016- 2017



Fuente: Elaboración propia

Antes de la aplicación del mantenimiento autónomo el promedio fue de 84.7% y de después de la aplicación en los 6 primeros meses es de 94,8%, mejorando un 11.92% la efectividad de las máquinas CNC.

Calidad

Una vez aplicado la mejora, y haber realizado lo establecido siguiendo las recomendaciones de nuestros autores referenciales, se puede observar un aumento de la calidad comparando los resultados antes y después de la aplicación, que nos indica que aplicar esta metodología si mejora la calidad de las máquinas CNC.

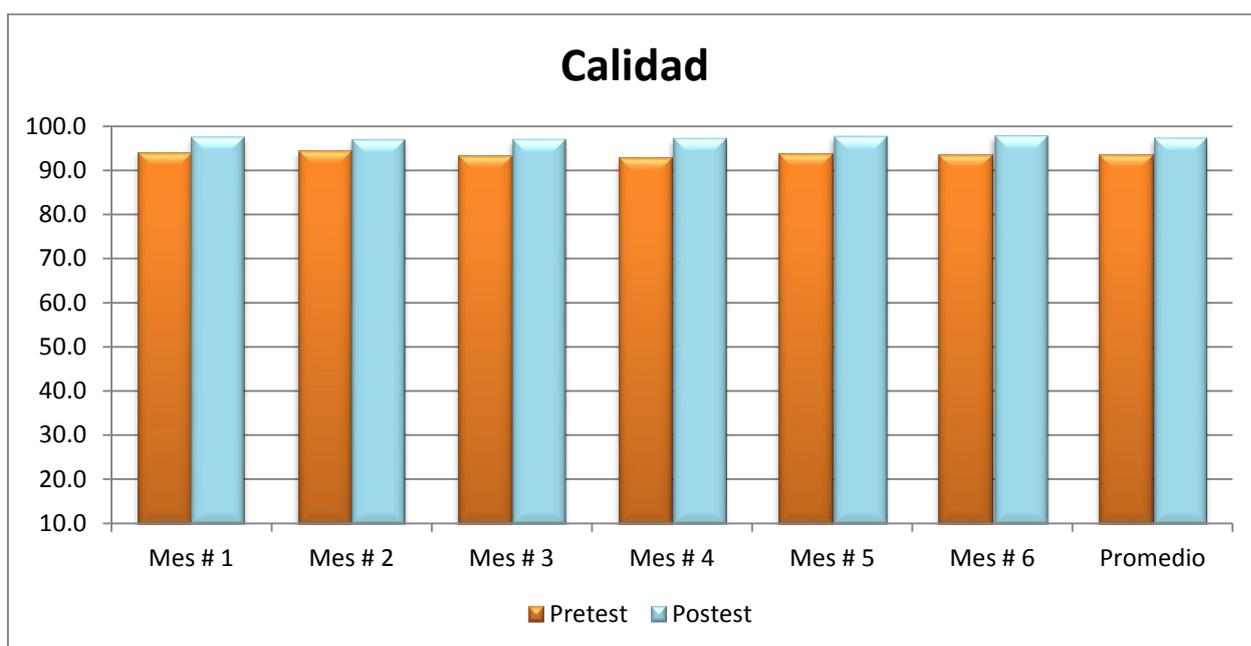
A continuación, mostramos los resultados de los 6 meses antes y 6 meses después de la aplicación

Tabla 24: Calidad de las máquinas después de la aplicación 2017

Postest de calidad 2017							
Semana	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Semestral
Semana 1	98.0	96.0	97.0	97.0	97.0	98.0	97.4
Semana 2	97.5	97.0	97.0	97.5	98.0	97.5	
Semana 3	98.0	98.0	96.7	96.9	97.8	98.0	
Semana 4	97.0	97.0	97.5	97.8	98.0	98.0	
Promedio mensual	97.6	97.0	97.1	97.3	97.7	97.9	

Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Histograma de calidad antes y después de mejora 2016- 2017



Fuente: Elaboración propia

La mejora realizada dio como resultado un mayor calidad de las máquinas CNC, como muestra el histograma de promedios, antes 48.3% después 67.5% que hace una mejora de 19.2%, cumpliendo así nuestro objetivo planteado de mejora de este indicador.

La aplicación del mantenimiento autónomo logro mejorar la eficiencia global de las máquinas CNC. Los responsables del equipo de trabajo de mejora continua cumplieron responsablemente cada paso estratégicamente programas el cual permitió cumplir los objetivos establecidos de mejora, después de aplicación del mantenimiento autónomo del OEE de las máquinas CNC, pasa de un 5.06% a un 17.7% logrando mejorar un 12.64%

OEE = DISPONIBILIDAD X EFECTIVIDAD X CALIDAD

Dónde:

TO = tiempo operativo TOR = tiempo operativo real

TC= tiempo de carga TOE = tiempo operativo efectivo

A continuación se puede apreciar todos los indicadores medidos a través del OEE, los datos medidos fueron los promedios tomados de los últimos seis meses del año 2016 y los primeros seis meses del 2017, por lo que nos muestra el antes y después de la aplicación del mantenimiento autónomo.

Tabla 25: OEE antes y después de la aplicación del mantenimiento autónomo 2016 – 2017

PERIODO 2016	Disponibilidad D= TO / TC	Efectividad E= TOR / TO	Calidad C= TOE / TOR	OEE= Eficiencia Global de Máquinas
Julio	84.6	94	84.6	67.3%
Agosto	85.2	94.5	84.1	67.8%
Septiembre	85.6	93.42	85	68.0%
Octubre	84	93	85	66.4
Noviembre	84.5	93.7	84.9	67.3%
Diciembre	85	93.7	84.5	67.4%
Promedio semestral	67.36			
2017	Vs			
Enero	92.67	97.625	94.6	85.6%
Febrero	92.8	97	94.82	85.4%
Marzo	93.07	97.05	94.55	85.4%
Abril	93.17	97.3	94.67	85.8%
Mayo	93.02	97.7	94.82	86.2%
Junio	93.3	97.85	95.12	86.8%
Promedio semestral	85.86			

Fuente: Elaboración propia

2.7.4 Resultados

2.7.4.1 Coeficiente de disponibilidad.

El indicador de disponibilidad, tiene como objetivo controlar el tiempo que el equipo está operando, estudiar este indicador permitirá minimizar los retrasos en la producción y costos de personal asociados, por lo que ha de garantizar siempre la precisión y rapidez necesaria para satisfacer los requerimientos de producción, antes de aplicar las técnicas de mantenimiento autónomo, se procede a realizar el levantamiento de la información necesaria del área observada obteniendo los siguientes resultados.

Indicador utilizado:

$$D = \frac{\text{Tiempo de operacion}}{\text{Tiempo planificado de operacion}} \times 100$$

Tabla: 26 Resultados antes y después coeficiente disponibilidad.

Pretest de Disponibilidad de equipo 2016							
Semana	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Semestral
Semana 1	84.3	85.4	86.0	84.0	84.0	86.0	84.8
Semana 2	83.2	86.5	87.0	83.0	85.0	85.0	
Semana 3	85.0	83.5	84.5	84.0	83.0	86.0	
Semana 4	86.0	85.7	85.0	85.0	86.0	83.0	
Promedio mensual	84.6	85.3	85.6	84.0	84.5	85.0	
vs							
Postest de Disponibilidad de equipo 2017							
Semana	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Promedio Semestral
Semana 1	92.2	93.0	92.6	93.5	92.8	93.4	93.0
Semana 2	92.5	92.4	93.5	93.0	92.5	93.0	
Semana 3	93.0	92.2	93.2	93.4	93.5	93.8	
Semana 4	93.0	93.6	93.0	92.8	93.3	93.0	
Promedio mensual	92.7	92.8	93.1	93.2	93.0	93.3	

Fuente: Elaboración propia.

Después de la implementación de las técnicas de mantenimiento autónomo se realiza el levantamiento de los resultados y se logró obtener 9.7% de mejora en el nivel de disponibilidad de tiempo de la máquinas CNC.

2.7.4.2 Coeficiente de calidad.

El desarrollo de técnicas proporcionadas por el mantenimiento autónomo para su implantación en el área de producción que se utilizaron, permitió apreciar una visión estratégica para satisfacer los tiempos muertos entre los requerimientos que se presentan día a día, controlando las paradas y mejorando los estándares de calidad.

Tabla: 27 Resultados antes y después coeficiente de calidad.

Pretest de calidad 2016							
Semana	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Semestral
Semana 1	94.0	95.0	92.0	94.0	94.0	94.0	93.7
Semana 2	95.0	94.0	94.7	92.0	93.0	93.8	
Semana 3	94.0	95.0	93.0	92.0	94.0	94.0	
Semana 4	93.0	94.0	94.0	94.0	94.0	93.0	
Promedio mensual	94.0	94.5	93.4	93.0	93.8	93.7	
vs							
Postest de calidad 2017							
Semana	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Semestral
Semana 1	98.0	96.0	97.0	97.0	97.0	98.0	97.4
Semana 2	97.5	97.0	97.0	97.5	98.0	97.5	
Semana 3	98.0	98.0	96.7	96.9	97.8	98.0	
Semana 4	97.0	97.0	97.5	97.8	98.0	98.0	
Promedio mensual	97.6	97.0	97.1	97.3	97.7	97.9	

Fuente: Elaboración propia.

Después de la implementación de las técnicas de mantenimiento autónomo se realiza el levantamiento de los resultados y se logró obtener 3.95 % de mejora en el nivel de coeficiente del cumplimiento de los estándares de calidad establecido para las máquinas CNC.

2.7.4.3 Efectividad o rendimiento de ciclo.

Una implantación adecuada del mantenimiento autónomo en el área de producción asegura que la empresa pueda contar con un oportuno rendimiento de los equipos, permitiendo un óptimo nivel de funcionamiento de acuerdo con los tiempos de paro planteados, así también permitió establecer los tiempos más convenientes a requerir, tomando en cuenta el criterio del operario y los costos que generan si se permanecen excesivos los paros de máquina.

Tabla: 28 Resultados antes y después de efectividad o rendimiento del ciclo.

Pretest de Efectividad 2016							
Semana	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Semestral
Semana 1	83.5	85.0	84.0	84.0	84.0	84.0	84.7
Semana 2	86.0	83.7	86.0	86.0	86.0	83.2	
Semana 3	84.0	84.0	83.4	83.4	84.8	86.0	
Semana 4	85.0	84.0	86.6	86.6	85.0	85.1	
Promedio mensual	84.6	84.2	85.0	85.0	85.0	84.6	
vs							
Postest de efectividad 2017							
Semana	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Semestral
Semana 1	94.5	94.7	94.5	94.0	95.0	95.2	94.8
Semana 2	94.2	94.5	95.0	94.5	94.8	95.0	
Semana 3	95.2	95.2	94.0	95.4	94.5	95.5	
Semana 4	94.5	94.9	94.7	94.8	95.0	94.8	
Promedio mensual	94.6	94.8	94.6	94.7	94.8	95.1	

Fuente: Elaboración propia.

Después de la implementación de las técnicas de mantenimiento autónomo se realiza el levantamiento de los resultados y se logró obtener 11.92% de mejora en el nivel de rendimiento de los equipos CNC.

2.7.5 Análisis económico y financiero

Para definir el análisis económico financiero, la investigación empleará un análisis del periodo de retorno de la inversión (PRI), en la cual se considera la disminución de los costos por reparación de los equipos (estimado en un 27%) y el aumento de la eficiencia en las 3 máquinas CNC para lo cual se utilizará un promedio de la recuperación de los tiempos perdidos en los procesos hallados en 02 máquinas críticas como son la ANGLEMASTER ME-AM01 y la FPB 1800/3C ME-FPB01

Tabla 29: Reducción del costo de mantenimiento en el área de máquinas CNC

Costo de mantenimiento anual periodo 2016-2017	Reducción del costo en 27% Anual	Reducción del costo bimestral (Promedio)
212,000.00	57,240.00	9,540.00

Fuente: elaboración propia

En la tabla 32 se determina la reducción del costo del mantenimiento por reparaciones, averías y reemplazo de partes, producto de los impactos que sufren las máquinas CNC. Se calcula una reducción de estos costos en un 27% con la aplicación del mantenimiento autónomo y que en otras organizaciones donde se implementó, se han logrado alcanzar

Para la realización del análisis de inversión hayamos y anlaizamos el TIR y VAN

Tabla 30: Calculo del TIR y VAN

Meses	flujo de beneficio (+) S/	flujo de costo (-) S/	Flujo de beneficio neto S/
0	0	1365	-1365
1	8985	495	8490
2	8670	420	8250
3	9805	360	9445
4	4740	565	4175
5	3850	480	3370
6	3450	365	3085

tasa = 4%

VAN= S/. 31,599.44 TIR= 620%

El cuadro muestra la recuperacion de la inversión en un periodo del primer mes del proyecto, por lo que concluimos que es una buena oportunidad de inversion ya que el resultado del TIR llega a un 620%

Fuente: elaboración propia

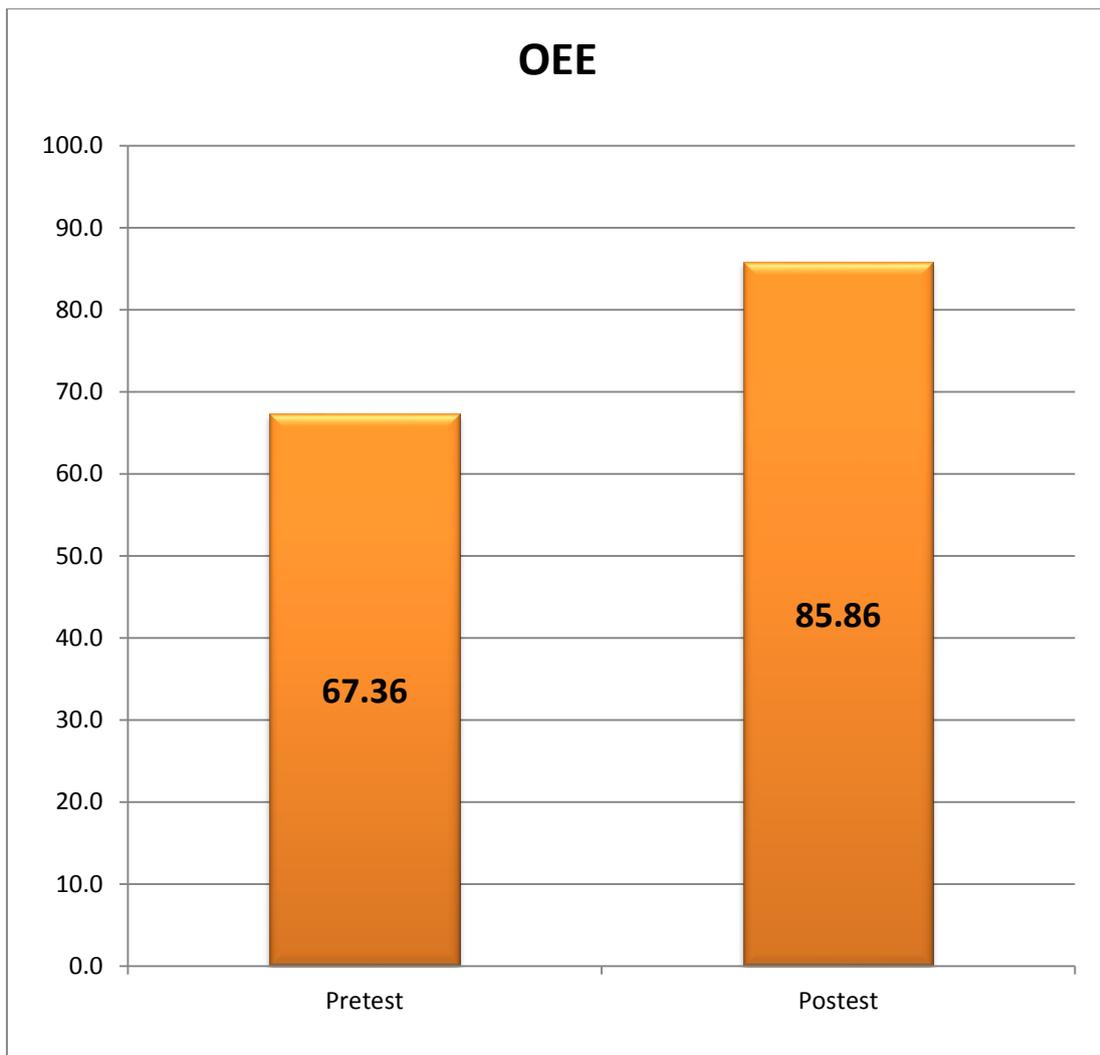
III RESULTADOS

3.1 Análisis de los datos.

3.1.1 Análisis descriptivo.

En el análisis descriptivo podemos ver a través de los siguientes diagramas los cambios de valores que se han producido en las 24 semanas durante y después de la aplicación del Mantenimiento Autónomo.

Figura 25: Porcentaje de la Eficiencia Global de equipos 2016 vs 2017

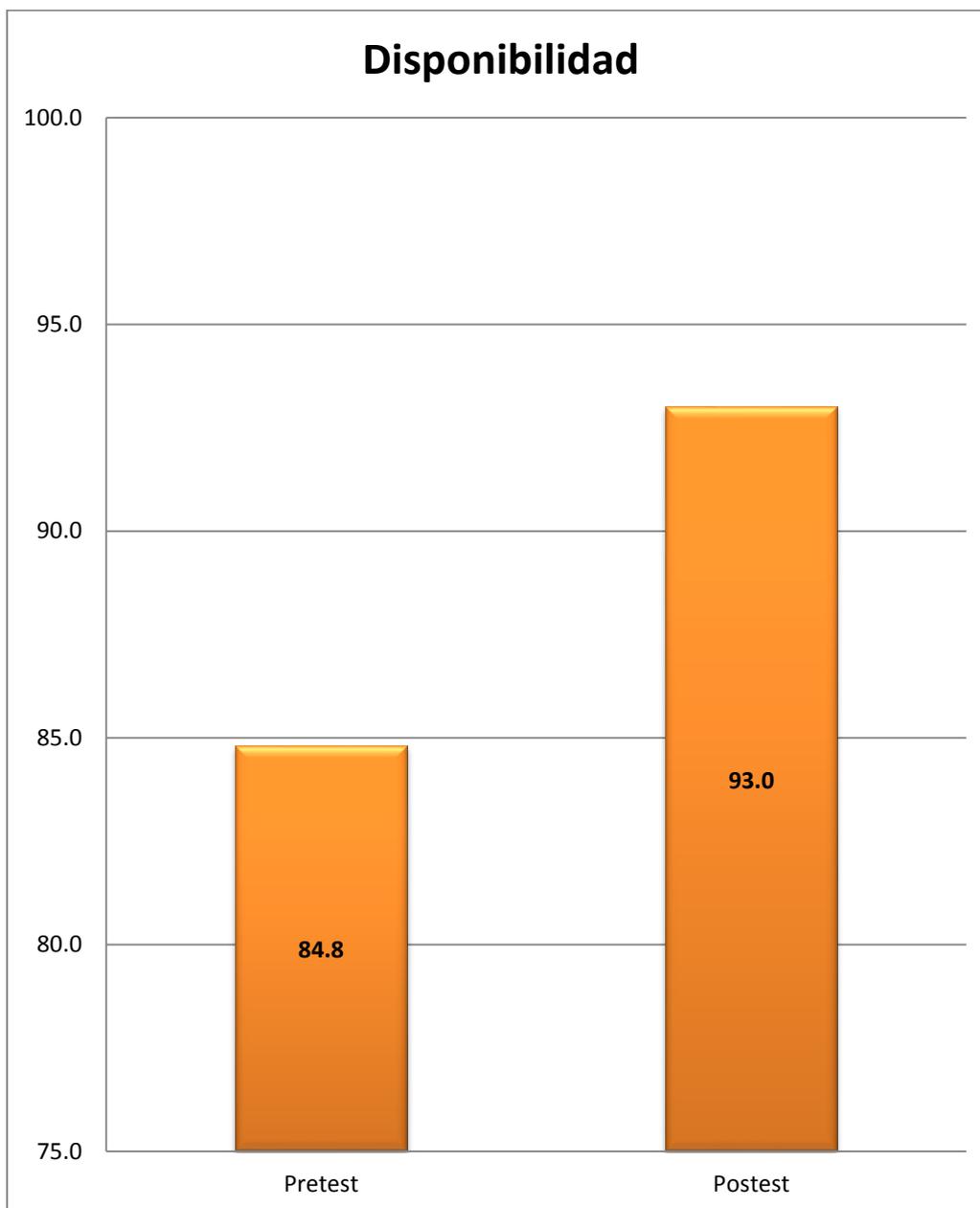


Elaboracion propia

Al comparar ambos resultados después de la aplicación se evidencia una mejora significativa ya que de estar un 67.36% llegó a un 85.86% es significa un porcentaje de mejora de un 27.46%, asimismo los resultados obtenidos nos permite alcanzar nuestros objetivos.

Dimensión 1 Disponibilidad

Figura .26: Grafica de barras de disponibilidad de equipo

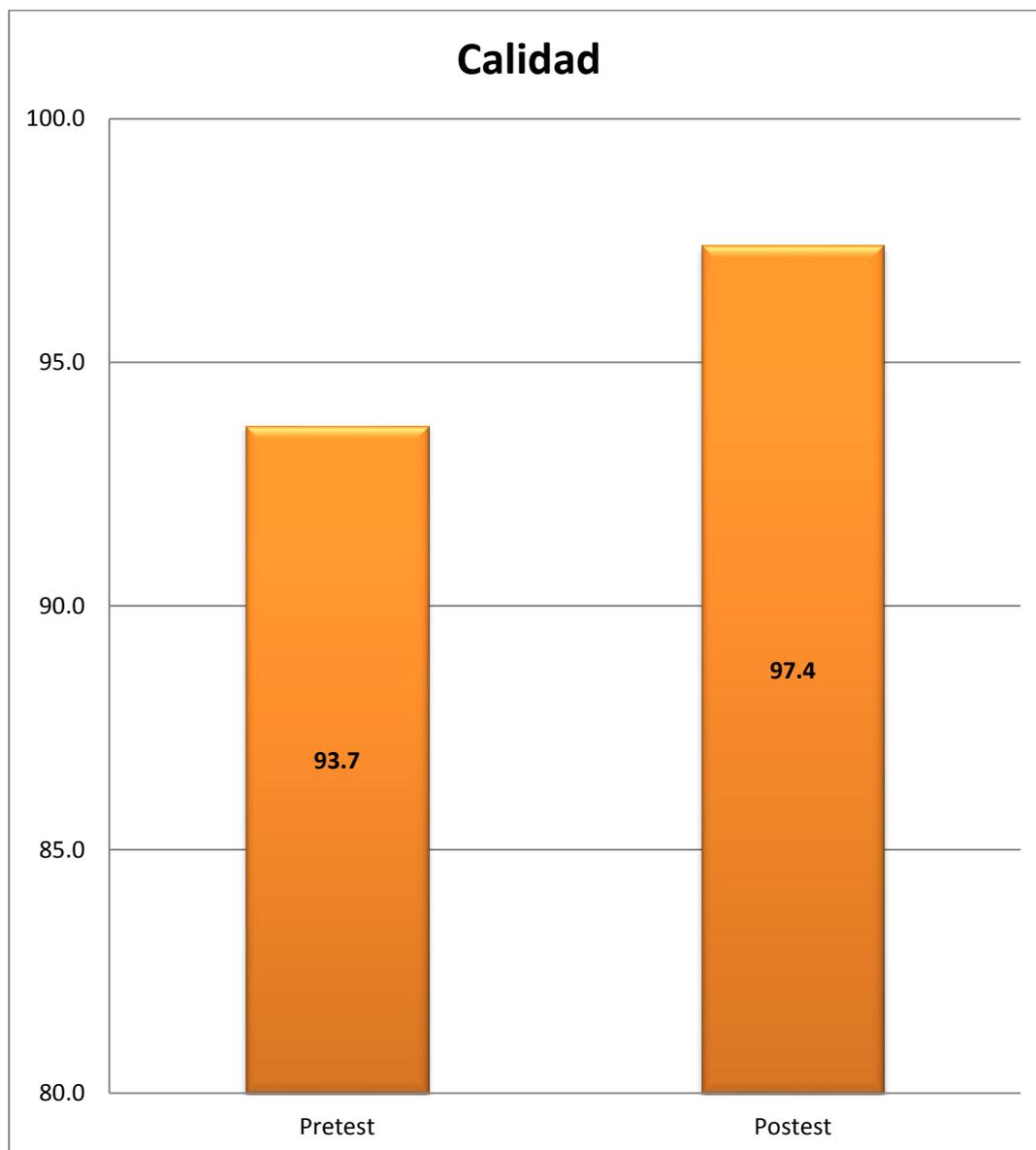


Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra que la disponibilidad ha mejorado notablemente, antes teníamos un porcentaje de 84.8% y con la Aplicación del Mantenimiento Autónomo, se obtiene un promedio semestral de 93%, lográndose incrementar un 9.6%, esto nos permite mejorar la disponibilidad de todos los equipos la producción.

Dimensión 2: Calidad

Figura .27: Grafica de barras de la caliadd antes y después

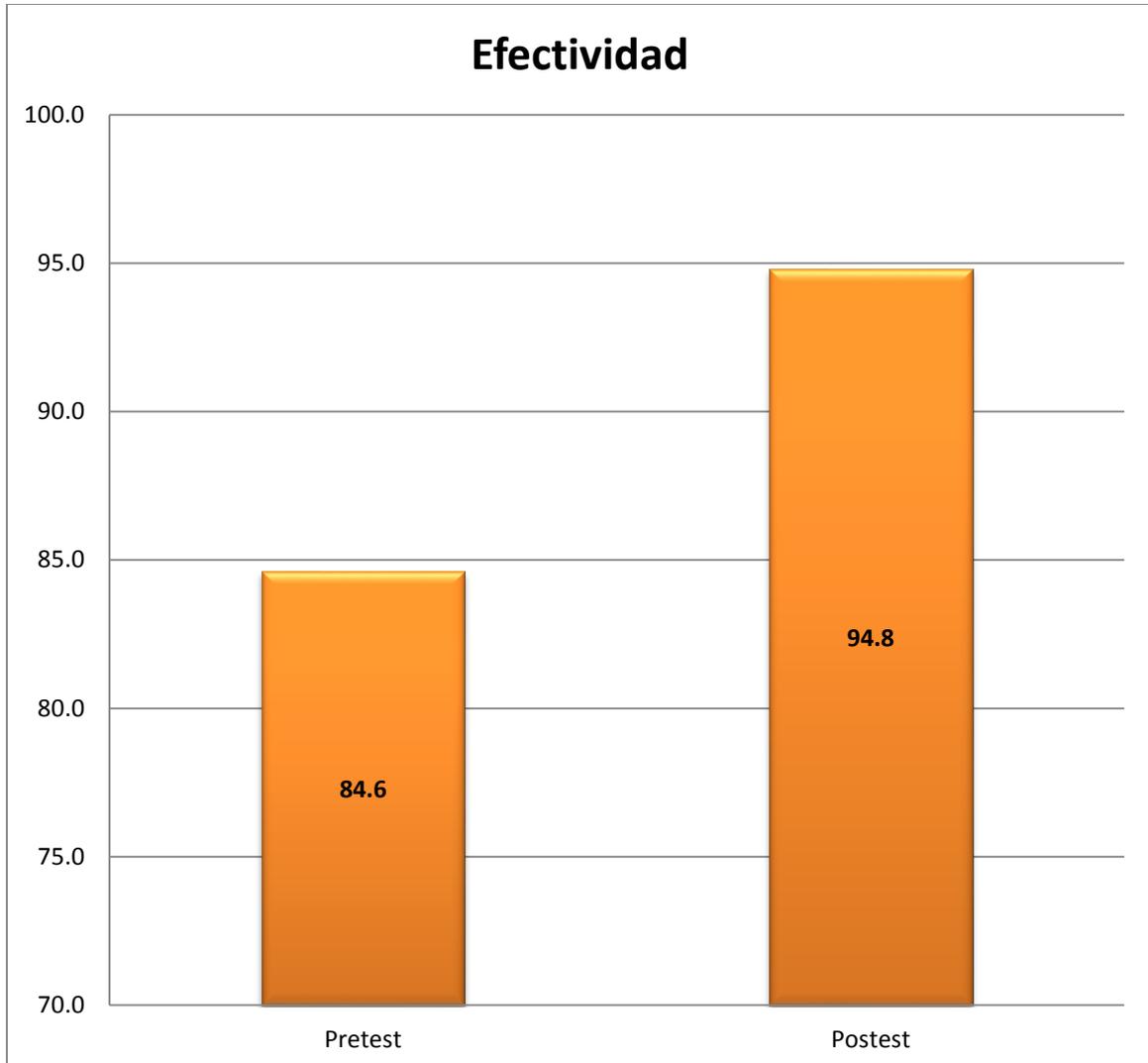


Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra que se ha mejorado la calidad, antes teníamos un porcentaje de 93.7 y con la, Aplicación del Mantenimiento Autónomo se obtiene un promedio semestral de 97.4, lográndose incrementar un 3.9% esto nos beneficia ya que se reduce las pérdidas de la producción, y se produce con menos defectos.

Dimensión 3: efectividad

Figura 28: horas de producción antes y después de la aplicación del mantenimiento autónomo.



Fuente: Elaboración propia

El gráfico muestra que se ha mejorado la efectividad ya que antes teníamos un porcentaje de 84.6% y con la Aplicación del Mantenimiento Autónomo se obtiene un promedio semestral de 94.8%, lográndose incrementar un 12% esto nos permite mejorar la efectividad asegurando los pedidos de producción.

3.1.2 Análisis inferencial.

3.1.2.1 Dimensión de la variable dependiente disponibilidad

Prueba Normalidad

Se va llevar adelante la contratación de la hipótesis general, en primer lugar se debe determinar el comportamiento de la serie de datos, observaremos y verificaremos si provienen de una distribución normal o no, para tal efecto nuestra muestra es pequeña dado que es una muestra pequeña menor o igual a ≤ 30 datos, por ende procede con el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Si el valor P es mayor al nivel de significación α (0.05) quiere decir que los datos provienen de una distribución normal.

P valor $> \alpha$ = los datos provienen de una distribución normal.

Si el P valor es menor al nivel de significación α (0.05) quiere decir que los datos no provienen de una distribución normal.

P valor $\leq \alpha$ = los datos no provienen de una distribución normal

Ho: La disponibilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento autónomo sigue una distribución normal.

Ha: La disponibilidad antes y después de la aplicación del mantenimiento autónomo no sigue una distribución normal.

Regla de decisión:

Si $p \leq 0.05$ % se rechaza Ho

Si $p > 0.05$ % se acepta Ho

Tabla 31: Prueba de normalidad de eficiencia del pre y pos mejora.

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pretest de Disponibilidad -	0.138	24	,200 [*]	0.942	24	0.185
Postest de Disponibilidad	0.159	24	0.118	0.954	24	0.337

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Se puede apreciar en la tabla, en la disponibilidad antes la significancia o p valor es 0.185 por lo tanto es mayor al 0.05, y en el caso de la disponibilidad después la significancia o P valor es 0.337 también es mayor a 0.05, en tal efecto se acepta la hipótesis nula, con los valores obtenidos de nuestras significancias llegamos a la conclusión de que nuestros datos siguen una distribución normal.

El P valor (Disponibilidad Antes) = 0.56 > α ; $\alpha = 0,05$

El P valor (Disponibilidad Después) = 0.65 > α ; $\alpha = 0,057$

Prueba de Hipótesis

Para la prueba de la Hipótesis tenemos que observar los datos, al ser los datos de la disponibilidad provenientes de una distribución normal, el estadístico de prueba que se utilizó para la comparación de medias fue T Student, con esta realizamos la Prueba de nuestra Hipótesis.

H0: La aplicación del mantenimiento autónomo no mejora la disponibilidad global de máquinas CNC del area de producción de la empresa Mimco S.A.C. Callao 2017.

Ha: La aplicación del mantenimiento autónomo mejora la disponibilidad global de máquinas CNC del area de producción de la empresa Mimco S.A.C. Callao 2017.

Regla de decisión:

Si $p \leq 0.05$ % se rechaza H_0

Si $p > 0.05$ % se acepta H_0

Hipótesis Estadística

μ_{ea} = Promedio de la disponibilidad antes de la aplicación del mantenimiento autónomo.

μ_{ed} = Promedio de la disponibilidad después de la aplicación del mantenimiento autónomo.

$H_0: \mu_{ea} \geq \mu_{ed}$

$H_a: \mu_{ea} < \mu_{ed}$

Tabla 32: Prueba de muestras emparejadas

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Pretest Disponibilidad Postest de Disponibilidad	8.17083	1.18045	0.24096	8.66929	7.67237	33.910	23	0.000

Elaboración propia

Conclusión: El resultado alcanzado (Sig. Bilateral) $P=0.000 < 0.05$ por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

3.1.2.2 Dimensión de la variable dependiente, calidad

Prueba Normalidad

Se va llevar adelante la contratación de la hipótesis general, en primer lugar se debe determinar el comportamiento de la serie de datos, observaremos y verificaremos si provienen de una distribución normal o no, para tal efecto nuestra muestra es pequeña dado que es una muestra pequeña menor o igual

$n \leq 30$ datos, por ende procede con el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Si el valor P es mayor al nivel de significación α (0.05) quiere decir que los datos provienen de una distribución normal.

P valor $> \alpha$ = los datos provienen de una distribución normal.

Si el P valor es menor al nivel de significación α (0.05) quiere decir que los datos no provienen de una distribución normal.

P valor $\leq \alpha$ = los datos no provienen de una distribución normal

Ho: La calidad antes y después de la aplicación del mantenimiento autónomo sigue una distribución normal.

Ha: La calidad antes y después de la aplicación del mantenimiento autónomo no sigue una distribución normal.

Regla de decisión:

Si $p \leq 0.05$ % se rechaza Ho

Si $p > 0.05$ % se acepta Ho

Tabla 33: Prueba de normalidad de eficacia del pre y pos mejora.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pretest de calidad	0.185	24	0.034	0.919	24	0.055
Postest de calidad	0.167	24	0.082	0.925	24	0.076

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se puede apreciar en la tabla, en la calidad antes la significancia o p valor es 0.055 por lo tanto es mayor al 0.05, y en el caso de la calidad después la significancia o P valor es 0.076 también es mayor a 0.05, en tal efecto se

acepta la hipótesis nula, con los valores obtenidos de nuestras significancias llegamos a la conclusión de que nuestros datos siguen una distribución normal.

El P valor (Calidad antes) = 0.62 > α ; $\alpha = 0,05$

El P valor (Calidad después) = 0.65 > α ; $\alpha = 0,05$

Prueba de Hipótesis

Para la prueba de la Hipótesis tenemos que observar los datos, al ser los datos de la calidad provenientes de una distribución normal, el estadístico de prueba que se utilizó para la comparación de medias fue T Student, con esta realizamos la Prueba de nuestra Hipótesis.

Ho: La aplicación del mantenimiento autónomo no mejora la calidad global de máquinas CNC del area de producción de la empresa Mimco S.A.C. Callao 2017.

Ha: La aplicación del mantenimiento autónomo mejora la calidad global de máquinas CNC del area de producción de la empresa Mimco S.A.C. Callao 2017.

Regla de decisión:

Si $p \leq 0.05$ % se rechaza Ho

Si $p > 0.05$ % se acepta Ho

Hipótesis Estadística

μ_{ea} = Promedio de la calidad antes de la aplicación del mantenimiento autónomo.

μ_{ed} = Promedio de la calidad después de la aplicación del mantenimiento autónomo.

Ho: $\mu_{ea} \geq \mu_{ed}$

Ha: $\mu_{ea} < \mu_{ed}$

Tabla 34: Prueba de muestras emparejadas

	Prueba de muestras emparejadas							
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Pretest calidad Postest de calidad	4.20000	1.34585	0.27472	4.76830	3.63170	15.288	23	0.000

Elaboración propia

Conclusión: El resultado alcanzado (Sig. Bilateral) $P=0.000 < 0.05$ por la tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna

3.1.2.3 Dimensión de la variable dependiente, efectividad

Prueba Normalidad

Se va llevar adelante la contratación de la hipótesis general, en primer lugar se debe determinar el comportamiento de la serie de datos, observaremos y verificaremos si provienen de una distribución normal o no, para tal efecto nuestra muestra es pequeña dado que es una muestra pequeña menor o igual a ≤ 30 datos, por ende procede con el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Si el valor P es mayor al nivel de significación α (0.05) quiere decir que los datos provienen de una distribución normal.

$P \text{ valor} > \alpha$ = los datos provienen de una distribución normal.

Si el P valor es menor al nivel de significación α (0.05) quiere decir que los datos no provienen de una distribución normal.

$P \text{ valor} \leq \alpha$ = los datos no provienen de una distribución normal.

Ho: La efectividad antes y después de la aplicación del mantenimiento autónomo sigue una distribución normal.

Ha: La efectividad antes y después de la aplicación del mantenimiento autónomo no sigue una distribución normal.

Regla de decisión:

Si $p \leq 0.05$ % se rechaza Ho

Si $p > 0.05\%$ se acepta Ho

Tabla 35: Prueba de normalidad de eficacia del pre y pos mejora.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pretest de Efectividad	0.240	24	0.001	0.919	24	0.054
Postest de Efectividad	0.127	24	,200 [*]	0.963	24	0.502

Elaboración propia

Se puede apreciar en la tabla, en la efectividad antes la significancia o p valor es 0.054 por lo tanto es mayor al 0.05, y en el caso de la efectividad después la significancia o P valor es 0.502 también es mayor a 0.05, en tal efecto se acepta la hipótesis nula, con los valores obtenidos de nuestras significancias llegamos a la conclusión de que nuestros datos siguen una distribución normal.

El P valor (efectividad antes) = 0.93 > α ; $\alpha = 0,05$

El P valor (efectividad después) = 0.87 > α ; $\alpha = 0,05$

Prueba de Hipótesis

Para la prueba de la Hipótesis tenemos que observar los datos, al ser los datos de la efectividad provenientes de una distribución normal, el estadístico de prueba que se utilizó para la comparación de medias fue T Student, con esta realizamos la Prueba de nuestra Hipótesis.

Ho: La aplicación del mantenimiento autonomo no mejora la efectividad global de máquinas CNC del area de produccion de la empresa Mimco S.A.C. Callao 2017.

Ha: La aplicación del mantenimiento autonomo mejora la efectividad global de máquinas CNC del area de produccion de la empresa Mimco S.A.C. Callao 2017.

Regla de decisión:

Si $p \leq 0.05$ % se rechaza Ho Si $p > 0.05$ % se acepta Ho

Hipótesis Estadística

μ_{ea} = Promedio de la efectividad antes de la aplicación del mantenimiento autonomo.

μ_{ed} = Promedio de la efectividad después de la aplicación del mantenimiento autonomo.

Ho: $\mu_{ea} \geq \mu_{ed}$

Ha: $\mu_{ea} < \mu_{ed}$

Tabla 36: Prueba de muestras emparejadas

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Postest de Efectividad- Postest de Efectividad	10.09583	1.13040	0.23074	10.57316	9.61851	.754	23	0.000

Elaboración propia

Conclusión: El resultado alcanzado (Sig. Bilateral) $P=0.000 < 0.05$ por la tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna

IV. DISCUSIÓN

En el presente capítulo se mostraran los resultados de las referencias tomadas para nuestra investigación (antecedentes), con el fin de analizar y comparar resultados mediante la aplicación de nuestras variables.

FERREIRA, Daniel. Modelo para el diagnóstico del rendimiento en el proceso de producción y la localización de las pérdidas. Utilización de la unidad de esfuerzo de producción como conocimiento básico en la aplicación de la eficiencia global del equipo en la empresa Industria de Transformadores Amazonas Ltda. Obteniendo el grado de ingeniero industrial en la Universidad Politécnica de Valencia. El cual desarrollo un modelo sistemático para la valoración de medidas de rendimiento en el proceso de producción buscando detectar e identificar pérdidas en el sistema de producción. Esta investigación se basó en la integración de dos herramientas: la Unidad de Esfuerzo de producción (UEP), y Efectividad Global del Equipo (OEE), este último viene a ser la variable dependiente de nuestra investigación el cual utilizó para medir la eficacia del equipo. Esta técnica le permitió identificar, seleccionar y medir la eficiencia de los equipos, detectando fallas y/o pérdidas en cada uno de sus indicadores en el proceso de producción, en la que luego fueran controladas y mejoradas, esta propuesta facilitó a la empresa, identificar el puesto de trabajo donde las ineficiencias estaban ocurriendo de tal manera se pudo asignar y gastar recursos para las mejoras.

Finalmente la investigación de Ferreira concluye que una correcta medición del OEE es fundamental para tener el control de todo el proceso, en la que logro mejorar la eficiencia global de sus equipos un 36.8%. Asimismo en nuestra investigación después de aplicar las mejoras los resultados fueron medidos utilizando OEE a través de sus indicadores mejorando un 22.5%, de tal manera nos dice que todo proceso debe ser medido con el fin de asegurar el resultado.

TADEO, Juan. Optimización del procedimiento de trabajo para reducción de la necesidad de mantenimiento en tornos CNC en la empresa Pernito S.A.C. obteniendo el grado de Ingeniero Industrial en la Pontificia Universidad Católica del Perú. En esta investigación la finalidad fue reducir el mantenimiento en los tornos CNC y obtener una alta eficiencia a través de la disponibilidad de sus equipos, siendo la variable dependiente de nuestra

investigación. De la manera como aborda su investigación con temas, conceptos, herramientas, etcétera, fue importante para desarrollar nuestro proyecto. Se concluyó que una nueva distribución de planta de los tornos CNC estratégicamente diseñados de acuerdo a la necesidad de los procesos y el cumplimiento de las estandarizaciones entendiéndose que es la mejor manera de asegurar un resultado, fueron las que ayudaron a reducir la necesidad de mantenimiento de las máquinas, el cual fue 26% con respecto al antes de la optimización, de tal manera que se mejoró la eficiencia de las máquinas CNC hasta en **14%**, por lo que se determinó que al mejorar la eficiencia de las máquinas se mejora los resultados logrando ser más competitivos como empresa e incrementando la rentabilidad de la misma. Asimismo en nuestra investigación se logró mejorar la eficiencia de las máquinas CNC llegando a incrementarse un **12.78%** en los 6 primeros meses después de la aplicación de la mejora.

VIGO, Fiorella y ASTOCASA, Flores. Análisis y mejora de procesos de una línea procesadora de bizcochos empleando manufactura esbelta en una industria de alimentos de consumo masivo, el cual obtuvo el grado de Ingeniero Industrial en la Pontificia Universidad Católica. El cual logro optimizar los procesos productivos, uso de equipos y recurso humano consiguiendo asegurar la competitividad de la empresa. Mediante el desarrollo de las herramientas de la manufactura esbelta, tomando el TPM y su pilar el mantenimiento autónomo como base, consiguiendo maximizar la eficiencia de los equipos medidos por el OEE que formó parte de nuestra variable en estudio. Se concluyó que el objetivo principal del TPM es la educación y formación del recurso humano, que les permitió a los empleados empoderarse de su puesto de trabajo y actuar responsablemente. Todo trabajo y/o resultado debe ser medido con el fin de determinar el comportamiento del mismo y saber con exactitud si nos estamos dentro de los parámetros establecidos. Finalmente logro mejoras del OEE: máquina amasadora 6.5%, máquina empaquetadora 2.3% y Horno 30%.

Asimismo después de la aplicación realizada en nuestra investigación tomando como referencias los conceptos y estrategias realizadas en este antecedente, logramos mejorar la OEE en 12.78%, después de la aplicación de la mejora por

lo que podemos decir que medir los resultados en tener mejor control

MUÑOS Aguilar, Propuesta de mantenimiento productivo total para la línea zicalum de la compañía siderúrgica huachipato S.A. obteniendo el grado de Ingeniero Industrial en la universidad de Chile. En esta investigación la finalidad fue reducir al máximo las averías y productos defectuosos de los equipos mediante la aplicación del mantenimiento autónomo en los tornos CNC, asimismo se logró obtener una alta eficiencia a través de la disponibilidad de sus equipos. De la manera como aborda su investigación con temas, conceptos, herramientas, etcétera, fue importante para desarrollar nuestra investigación. Se concluyó que necesario contar con el personal bien capacitado el cual nos permita adelantarnos a los eventos no deseados las mismas que serán detectadas a tiempo por el mismo personal operativo de planta de los tornos CNC, de misma manera que serán estratégicamente diseñados de acuerdo a la necesidad de los procesos y el cumplimiento de las estandarizaciones entendiéndose que es la mejor manera de asegurar un resultado, fueron las que ayudaron a reducir la necesidad de mantenimiento de las máquinas, el cual fue 20% con respecto al antes de la optimización, de tal manera que se mejoró la eficiencia de las máquinas CNC hasta en **16%**, por lo que se determinó que al mejorar la eficiencia de las máquinas se mejora los resultados logrando ser más competitivos como empresa e incrementando la rentabilidad de la misma. Asimismo en nuestra investigación se logró mejorar la eficiencia de las máquinas CNC llegando a incrementarse un **12.78%** en los 6 primeros meses después de la aplicación de la mejora.

V. CONCLUSIONES

5.1 Conclusión General

La implantación del mantenimiento autónomo, mejoró el índice de eficiencia global de máquinas CNC del área de producción de la empresa MIMCO S.A.C. Se llegó a la siguiente conclusión de que, un buen mantenimiento autónomo, permitió mejorar la eficiencia global de las máquinas CNC, evitando paradas imprevistas y otros motivos que causaban el incumplimiento de la producción. La correcta programación y el cumplimiento de las estrategias del mantenimiento preventivo y correctivo permitieron mejorar los índices bajos de eficiencia, asimismo se pudo reducir los tiempos de intervención de las máquinas. Tales mejoras obtenidas se puede observar en el resultado de la eficiencia de las máquinas antes 67.36% después de la aplicación logró **85.86%** haciendo una mejora de **27.46%**.

Esta aplicación de la metodología del mantenimiento autónomo mejoró la eficiencia en la empresa, porque se usaron todas las herramientas de gestión para la elaboración de planes en cada tipo de intervención de reparaciones y conservación de la vida útil de sus máquinas CNC, que son la parte fundamental para el logro del objetivo de la empresa.

5.2 Conclusión específica 1

La aplicación del mantenimiento autónomo mejoró el coeficiente de disponibilidad de las máquinas CNC, en el área de producción, como lo demuestra la diferencia de medias de su disponibilidad con indicador (tiempo operativo / tiempo de carga) el cual mejoró de **84.8% a 93%**, obteniendo un incremento de 9,66%. Se concluye que la disponibilidad de las máquinas CNC, mejora la eficiencia del área de producción.

5.3 Conclusión específica 2

La aplicación del mantenimiento autónomo mejoró el coeficiente de calidad de las máquinas CNC, en el área de producción, como lo demuestra la diferencia de medias de su Calidad, cuyo indicador es (Tiempo operativo efectivo / tiempo operativo), y su mejora fue de **93.7% a 97.4%**, logrando así un incremento de **3.84%**. Se concluyó que se mejoró la calidad de las máquinas CNC, en el área.

5.4 Conclusión específica 3

La aplicación del mantenimiento autónomo mejoró el coeficiente de efectividad de las máquinas CNC, en el área de producción, como lo demuestra la diferencia de medias de su efectividad, cuyo indicador es (Tiempo operativo real / tiempo operativo), y su mejora fue de **84.6%** a **94.8%** logrando así un incremento de **12.0%**. Se concluyó que se mejoró la efectividad de las máquinas CNC, en el área de producción a través de la aplicación del mantenimiento autónomo

VI. RECOMENDACIONES

En consideración a los resultados, se recomienda:

A la gerencia de producción de la empresa continuar con la aplicación del Mantenimiento Autónomo que actualmente se viene realizando en la planta en el área de producción (máquinas CNC) a las otras áreas restantes de la línea de producción, siguiendo la misma metodología propuesta en esta tesis, ya que se ha obtenido un incremento significativo del 27.46% en promedio del índice de eficiencia global de las máquinas y por ende la disminución de los costos por mantenimiento y averías. lo cual se traduce en ganancias para la empresa y sus colaboradores.

Al área de producción continuar difundiendo los resultados de la aplicación del Mantenimiento Autónomo con el objetivo de motivar al personal y recordarles la importancia de las actividades del Mantenimiento autónomo y el cumplimiento de los estándares de limpieza, lubricación, ajustes e inspección en la obtención de los resultados proyectados de mejora del índice de eficiencia global de la planta.

Al área de formación seguir las actividades de capacitación de los operarios de máquinas CNC con el objetivo principal de aumentar el nivel de conocimiento y la habilidad para solucionar los problemas y tomar decisiones que los lleven a alcanzar el cero averías y cero defectos que permita el incremento de la disponibilidad y rendimiento de los equipos, así como también planear estrategias para el fortalecimiento del trabajo en las máquinas y la mejora continua.

A la gerencia general de la empresa a seguir apoyando los programas de mejora, ya que es la mejor manera de crecer organizacionalmente, por el cual se sugiere establecer programas de capacitación anual para todo el personal de diferentes áreas, el cual les permita fortalecer debilidades y consolidar fortalezas de las mismas, logrando el desarrollo personal y empresarial. Asimismo los resultados logrados (OEE 27.46%) en la investigación mediante el mantenimiento autónomo es un claro ejemplo que se puede conseguir y mejorar los resultados.

VII. REFERENCIAS

LIBROS

1. Arenas rosales, yuribeth.2011. Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento autónomo en la línea de mecanizado juntas fijas para Dana transeje. Bucaramanga: s.n., 2011. ISBN 968-948-689-126-2.
2. Bernal, cesar .2010.Metodología de la investigación. Tercera edición. Bogotá Pearson Educación, 2010 ISBN 978-958-699-128-5.
3. Cuatrecasas Arbor, Lluvis y Torrell Martinez, Francesca. 2010. TPM en un entorno Lean Management. Barcelona: profit Editorial,2010. Pag.23. ISBN 978-84-92956-12-8.
4. Cuatrecasas, Luis.2003. Total Productive Maintenance: Gestión 2000 2003. ISBN 978-84-96596-10-2.
5. Editorial Universitarias.2005.mantenimiento su implementación y gestión. Buenos Aires: Universitarias, 2005.ISBN 968-84-94592-12.
6. Hernández, R, Fernández, C y Baptista, P.2010. metodología de la investigación. México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2010.
7. Hozen, Jishu. 1995. COMO PROMOVER LA MANUTENCIA O AUTONOMA. Sao Paulo: Advance Technical Study Misión, 1995
8. Japan Institute of plant maintenance.1992.New implementación Program in Fabrication and assembly industries. 4ta Edicion. Tokyo: s.n.1992.
9. JIMP. 2010. COMO PROMOVER A MANTECAO AUTONOMA. Sao Paulo: Advance Technical Study Mission, 2010.
10. Lucio Moreno, Xavier Ivan.2008."Diseño de un sistema de mantenimiento Autónomo para la planta ensambladora de vehículos General Motors – Omnibus BB". Escuela Politecnica Nacional. Quito: s. n, 2008.

11. Nakajima, Seiichi. 1991. Introducción al TPM-Mantenimiento Productivo total. Madrid: tecnologías de gerencia y producción S: A. 1991.

12. Torrell Martinez, Francesca y Cuatrecasas Arbos, Luis. 2010. TPM en un entorno Lean management. Profit Editorial, 2010.

WEBGRAFIA

1. Cdiconsultoria. 2016. El indicador OEE. [En línea] 2016. [Citada el : 07 de 2016] <http://www.cdiconsultoria.es/sites/default/files/docsPaginas/Indicador%20OEE.pdf>.

2, Edinn.com. 2016. edinn- productividad y Eficiencia Total – OEE. [En línea] 2016 [Citar el 07 de 06 de 2016.] [http:// edinn.com/es/oe.html](http://edinn.com/es/oe.html).

3. Kuratomi, Ishiro. 2006. Ceroaverias.com. [En Línea] 2006. [Citado el : 01 de 09 de 2015] www.ceroaverias.com

4. La Esencia del TPM. [En Línea] www.ceroaverias.com

5. Sistemas OEE.com. 2016. Sistema.com. SistemasOEE.com. [En Línea] 2016 [Citado el: 07 de Junio de 2016] <http://www.sistmasoee.com/oe/para-Principiantes/89-definicion-oe>

6. Mantenimiento Autonomo. [En Línea] www.mantenimientomundial.com.

7. SOLOMANTENIMIENTO. 2016. SoloMantenimiento.com. [En Línea] 2016. [Citar el 07 de junio de 2016] <http://www.solomentenimiento.com/articulos/mantenimientoautonomo.htm>.

8. TPM. [En Línea] www.tpmonline.com

TESIS

GALVÁN, Daniel. Análisis de la implementación del mantenimiento productivo total mediante el modelo de opciones reales en una empresa empaquetadora de maíz. Tesis (ingeniería industrial). México: Universidad autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2012. 121p.

FERREIRA, Daniel. Modelo para el diagnóstico del rendimiento en el proceso de producción y la localización de las pérdidas. Utilización de la unidad de esfuerzo de producción como conocimiento básico en la aplicación de la eficiencia global del equipo en la empresa Industria de Transformadores Amazonas Ltda. Tesis (Ingeniero industrial). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Facultad de Ingeniería, 2012. 362p.

TUAREZ, Cesar. Diseño de un sistema de mejora continua en una planta embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM. Tesis (Ingeniero Industrial). Ecuador: Universidad Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería, 2013. 167p.

ARENAS rosales, yuribeth .diseño e implementación de un sistema de mantenimiento autónomo en la línea de mecanizado juntas fijas para Dana transejes Colombia. Tesis(ingeniería industrial).bucaramanga, Colombia: universidad industrial de Santander ,facultad de ingeniería, escuela de estudios industriales y empresariales , 2011,219 pag.

MUÑOZ Aguilar, Marcelo. Propuesta de mantenimiento productivo total para la línea zicalum de la compañía siderúrgica huachipato S.A. tesis (ingenieros civil industrial).concepción, chile: universidad del Bio- Bio, facultat de ingeniería, 2009.243 pag.

TADEO, Juan. Optimización del procedimiento de trabajo para reducción de la necesidad de mantenimiento en tornos CNC en la empresa Pernito S.A.C. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2011. 103p

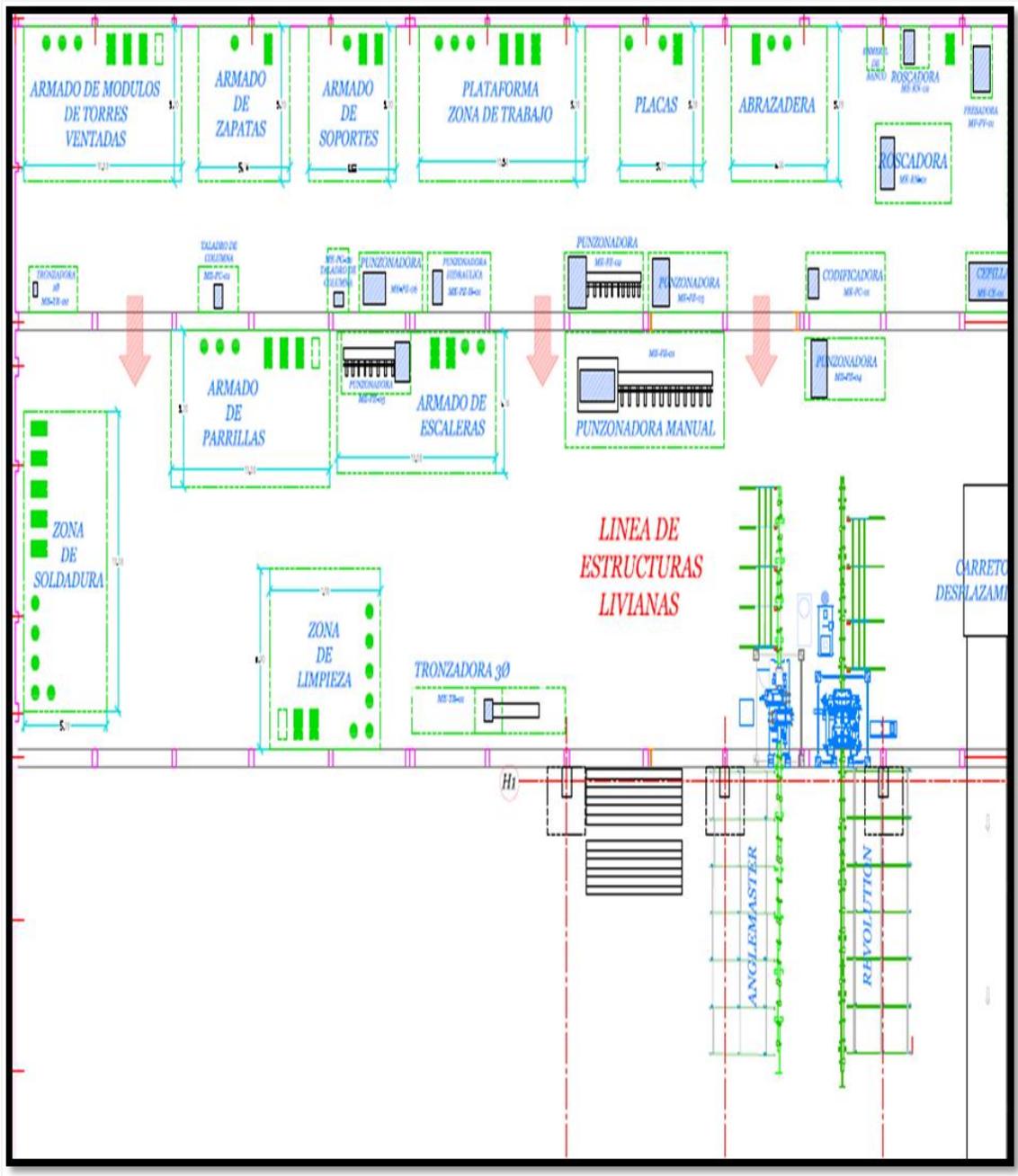
VIGO, Fiorella y ASTOCASA, Flores. Análisis y mejora de procesos de una línea procesadora de bizcochos empleando manufactura esbelta en una industria de alimentos de consumo masivo. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ingeniería, 2013. 102p

HUILLCA Choque, María .propuesta de distribución de planta nueva y mejora de procesos aplicando las 5 S y mantenimiento autónomo en la planta metalmeccánica que produce hornos estacionarios y rotativos .tesis (ingeniería industrial).lima, Perú: pontificia universidad Católica del Perú, facultad de Ciencias e ingeniería, 2015.110 pag.

CAVALCANTI Garay, Migdaliz. Adaptación de un programa de mantenimiento productivo total y aplicación de un sistema de indicadores de eficiencia global de los equipos para una compañía minera. Tesis (ingeniero industrial).lima, Perú: Universidad peruana de ciencias aplicadas, facultad de ingeniería, 2016.116 pag.

ANEXOS

Diagrama de planta de área de producción de MIMCO SAC.



	PROGRAMA	Código: SGC-MPG-001-B		
	MATRIZ DE MANTENIMIENTO DE LA LICUADORA INDUSTRIAL	Revisión: 04 Fecha de vigencia: Setiembre, 2018 Página: 1 de 1		
Item	Acción	Semanal	Mensual	Semestral
1	Inspeccionar estado y condición de la licuadora, identificar y eliminar posibles zonas con presencia de óxido.	X		
2	Inspeccionar limpiar y/o engrasar con grasa de grado alimentario componentes mecánicos y móviles de la licuadora y sistema de transmisión (motor, eje, rodaje, reten)	X		
3	Ajustar pernos, tuercas y tornillos de todo el equipo (sistema mecánico eléctrico)	X		
4	Verificar sistema de tierra para evitar las descargas eléctricas, revisar cableado eléctrico.	X		
5	Inspeccionar tomacorriente, verificar estado y condición y eliminar posibles zonas con óxido.	X		
6	Verificar estado y condición del cableado del motor (sin cables sueltos, cinta aislante, cables sulfatados, tornillos flojos, etc.)	X		
7	Meghar el motor		X	
8	Desmontar totalmente la licuadora			X
9	Desmontar completamente motor, evaluar condición de sus componentes internos (carcaza, base, devanado, rodajes, caja de conexión, eje, ventilador), efectuar limpieza, engrase, ajuste y/o reparaciones en alguno de sus componentes, evaluar el cambio de algún componente mecánico o eléctrico y finalmente montaje de la unidad			X
10	Inspeccionar estado y condición de los componentes (reten, eje, cuchillas, motor, chaveta, base del motor, rodajes, etc)			X
11	Realizar limpieza externa de cada uno de los componentes, y engrasar con grasa de grado alimentario elementos mecánicos.			X
12	Inspeccionar estado y condición de los componentes eléctricos y evaluar cambio de cables de conexión, tomacorriente, caja de conexiones del motor, etc			X
13	Montar completamente los componentes de la licuadora			X
		VºBº Responsable de Mantenimiento		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:		
Jefe de Mantenimiento	Jefe de Sistemas de Gestión	Jefe de Operaciones		
Fecha: 02/09/2016	Fecha: 02/09/2016	Fecha: 02/09/2016		
Confidencial: Prohibido reproducir total o parcialmente sin autorización del G.G.				



REGISTRO	Código : SGC-M-R-054
MANTENIMIENTO PROVISIONAL	Revisión : 00
	Fecha de vigencia: Enero, 2018
	Página : 1 de 1

MAQUINA:	MANTENCION	
	MONTAJE	
	MODIFICACION	
	OBRA CIVIL	

DURACION DE LOS TRABAJOS		TECNICO RESPONSABLE	RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO
DESDE	HASTA		

1. PREPARACION DEL AREA PREMANTENCION Fecha: _____ V°B°: _____

Tipo de Zoning: _____ Consideraciones del tránsito de personal/materiales: _____

Madera: _____ Barandas _____

Polietileno _____ Solo cierre de puertas _____ Responsables: _____

2. MATERIALES UTILIZADOS DURANTE LOS TRABAJOS (detallar)

- | | |
|----------------------|---------------|
| - Pintura al agua: | - Lubricante: |
| - Pintura al aceite: | - Aislante: |
| - Cemento: | - Otros: |
| - Soldadura | |

3. CAPACITACION EN SEGURIDAD / HIGIENE	Fecha	Asistencia Fabrica:	Asistencia Terceros:	Lugar	Entrenador
--	-------	---------------------	----------------------	-------	------------

I. LIBERACION DE MANTENIMIENTO Fecha / hora: _____

CONDICIONES DEL AREA ENTREGADA A MANTENIMIENTO:	CUMPLE (SI/NO/N.A.)	COMENTARIOS
a) Area limpia, sin residuos de producto		
b) Producto protegido (lo que no se pueda retirar de otras líneas)		
c) Señalización y aislamiento apropiado del area de trabajo		
d) Tránsito de personal, materiales definido y señalado		
e) Técnicos saben y cumplen las normas del BPF		
f) Herramientas/materiales higiénicos, seguros y limpios		

ASEO DURANTE Y AL FINAL DE LOS TRABAJOS: Semi húmedo () Seco ()

Comentarios: _____

V°B° Dpto. Técnico	V°B° Producción	V°B° Calidad
--------------------	-----------------	--------------

II. LIBERACION PRE-FABRICACION Fecha / hora: _____

CONDICIONES DEL AREA ENTREGADA A PRODUCCION:	CUMPLE	COMENTARIOS
a) Línea limpia, sin residuos de mantenimiento		
b) Mantenimiento retiro sus materiales		
c) No hubo deterioro de instalaciones		
d) Trabajo concluido conforme a lo acordado, acabado higiénico		

Comentarios: _____

V°B° Dpto. Técnico	V°B° Producción	V°B° Calidad
--------------------	-----------------	--------------

OBSERVACIONES PARA EL ARRANQUE

- Limpieza de instalaciones CONFORME ()
- Limpieza de equipos CONFORME ()
- Sin riesgo de cuerpos extraños luminarias, piezas de riesgo, filtros, tapas. ()

Elaborado Por: _____	Revisado Por: _____	Aprobado Por: _____
Responsable de Mantenimiento	Jefe de Sistemas de Gestión	Jefe de Operaciones
Fecha: 27/12/2015	Fecha: 30/12/2015	Fecha: 02/01/2016

Confidencial : Prohibido reproducir total o parcialmente sin autorización del G.G.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE "MANTENIMIENTO AUTONOMO"

N°	DIMENSIONES / items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1							
2	NIVEL BÁSICO		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
3								
5	DIMENSIÓN 2							
6	NIVEL DE EFICIENCIA	<input checked="" type="checkbox"/>						
7								
9	DIMENSIÓN 3							
10	NIVEL DE PELNA IMPLEMENTACION	<input checked="" type="checkbox"/>						
11								
12								

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [X] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Dr/Mg: Jorge Malpartida G DNI: 10490346

Especialidad del validador: Ing. Industrial

21 de 12 del 2016

Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE "EFICIENCIA GLOBAL DE MAQUINAS"

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
1	DIMENSIÓN 1							
2	DISPONIBILIDAD		✓		✓		✓	
3								
5	DIMENSIÓN 2							
6	CALIDAD	✓		✓		✓		
7								
5	DIMENSIÓN 3							
6	EFFECTIVIDAD	✓		✓		✓		
7								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: José M. Maldonado DNI: 10900346

Especialidad del validador: Ins. Industrias

21 de 12 del 2016



Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE "MANTENIMIENTO AUTONOMO"

N°	DIMENSIONES / items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
1	DIMENSIÓN 1							
2	NIVEL BASICO	✓		✓		✓		
3								
5	DIMENSIÓN 2							
6	NIVEL DE EFICIENCIA	✓		✓		✓		
7								
9	DIMENSIÓN 3							
10	NIVEL DE PELNA IMPLMETACION	✓		✓		✓		
11								
12								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI hay

Opinión de aplicabilidad: NO Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: LEONIDAS BARRO DNI: 08637746

Especialidad del validador: ING. IND. P.B.S. P.

22 de 12 del 2016



Firma del Experto Informante.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE "EFICIENCIA GLOBAL DE MAQUINAS"

Nº	DIMENSIONES / items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 DISPONIBILIDAD	✓		✓		✓		
2								
3								
5	DIMENSIÓN 2 CALIDAD	✓		✓		✓		
6								
7								
5	DIMENSIÓN 3 EFECTIVIDAD	✓		✓		✓		
6								
7								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dni/ Mg: LEONARDO BRAD R DNI: 08634346

Especialidad del validador: ING. IND. / MBA, DR.

22 de 12 del 2016

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE "MANTENIMIENTO AUTONOMO"

N°	DIMENSIONES / items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		SI	No	SI	No	SI	No	
1	DIMENSIÓN 1							
2	NIVEL BASICO	✓		✓		✓		
3								
5	DIMENSIÓN 2							
6	NIVEL DE EFICIENCIA	✓		✓		✓		
7								
9	DIMENSIÓN 3							
10	NIVEL DE PELNA IMPLEMENTACION	✓		✓		✓		
11								
12								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): *Es suficiente*

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: *Dr. Mg. Prof. Juan P. de la Cruz* DNI: *06155507*

Especialidad del validador: *Prof. Psicología, M.A. en Psicología, M.Sc. en Psicología*

..... de del 2016

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE "EFICIENCIA GLOBAL DE MAQUINAS"

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1							
2	DISPONIBILIDAD	✓		✓		✓		
3								
5	DIMENSIÓN 2							
6	CALIDAD	✓		✓		✓		
7								
5	DIMENSIÓN 3							
6	EFFECTIVIDAD	✓		✓		✓		
7								

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Es pertinente

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Dra. Mg. Rosa Patricia Alvarado DNI: 06535657

Especialidad del validador: Mg. Rosa Patricia Alvarado / Psicóloga Organizacional

21 de 12 de 2016

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


 Firma del Experto Informante.

MANUAL DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO MIMCO S.A.C

1. MIMCO S.A.C.

En MIMCO S.A.C. Como se aprecia, tiene un esquema organizativo de forma Vertical, ya que las unidades que tienen mayor autoridad se sitúan en posiciones más elevadas y debajo de ellas se colocan las unidades que están subordinadas. En este organigrama se pretende destacar la jerarquía de mando sobre cualquier otra cosa.

Visión:

Institucionalizar la empresa en donde cada trabajador perciba que su esfuerzo mejorará su nivel de vida y cada cliente tenga confianza en que obtendrá total satisfacción en sus requerimientos.

Misión

Realizar trabajos de infraestructura con responsabilidad social y con el aporte de la mejor tecnología disponible, contribuyendo de esta manera al desarrollo del país.

2. FUNDAMENTOS DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

2.1. Proceso de Implementación

La implementación de la metodología del Mantenimiento Autónomo se realizara en siete etapas:

2.2 Limpieza inicial

La primera etapa en la implementación de un programa de mantenimiento autónomo consiste en la limpieza inicial de las máquinas CNC y sus accesorios. La importancia de la limpieza es fundamental en el mantenimiento autónomo, hasta el punto de ser el pilar básico donde se apoya todo el programa ya que la propia actividad de producción puede generar suciedad en el area.

2.3 Eliminación la suciedad en los focos y limpieza de zonas inaccesibles.

Esta etapa llega de forma natural después de realizar la limpieza inicial y comprobar que la máquina CNC se vuelve a ensuciar rápidamente o existen zonas cuyo acceso es imposible o peligroso, de tal forma que el tiempo y esfuerzo invertido es enorme. Esto lleva a activar la motivación de los operarios para descubrir y eliminar cualquier fuente de suciedad que contrarreste aquello que tanto trabajo les ha costado limpiar.

2.4 Establecimiento de estándares de limpieza, inspección y otras tareas sencillas de Mantenimiento Autónomo.

Una vez efectuadas las operaciones de limpieza, podemos establecer las condiciones básicas (limpieza, lubricación, apriete de tornillos y tareas sencillas de Mantenimiento Autónomo) que aseguran la situación óptima del equipo. Para ello, los operarios fijarán estándares para los procedimientos de limpieza, lubricación, sujeción y revisión del equipamiento asumiendo de esta forma la responsabilidad de mantener su propio equipo. Es importante para su cumplimiento que los estándares de operaciones no vengán impuestos, es decir, que cuando se establecen los estándares se reflejen las opiniones formuladas por los propios operarios. Se trata, pues, de estándares elaborados por los mismos operarios y en su propia experiencia directa con la máquinas CNC

2.5 Inspección general

La Inspección General pretende introducir controles sobre los elementos vitales de las máquinas CNC, que lo mantengan en perfecto estado de funcionamiento, y asegure la calidad de la producción y la seguridad del proceso que realiza.

2.6 Inspección Autónoma

El objetivo de esta etapa es incorporar progresivamente las tareas de inspección al mantenimiento realizado por los propios operadores, al tiempo que constituyen una depuración sistemática del deterioro de las máquinas CNC tal como se dijo, debe optimizarse todo cuanto afecta al funcionamiento correcto de las máquinas CNC, la calidad, fiabilidad y seguridad.

2.7 Organizar y Ordenar el área de trabajo.

La gestión del área de trabajo está perfectamente contemplada en el mantenimiento autónomo. Se trata de aplicar dos de las 5 S: seiton - organizar y seiri – ordenar. Aunque parece una tarea sencilla, requiere adquirir conciencia de las funciones a llevar a cabo de cada operario y mantener este orden y limpieza dentro del plan de mejora continua.

2.8 Control autónomo

La planta que haya asumido los niveles anteriores del mantenimiento autónomo habrá alcanzado condiciones óptimas en las máquinas CNC apoyadas en un sistema de estándares adecuados. Los operarios expertos en las máquinas CNC que manejan son capaces de detectar y corregir las anomalías ocurridas en su trabajo diario, a través de chequeos y otras actividades. Poco a poco se van mejorando las acciones y se acumulan las mejoras.

2.9 Mantenimiento Autónomo

En la actualidad se considera al Mantenimiento Autónomo como una herramienta fundamental del mantenimiento total (TPM), al punto que se acostumbra a utilizarlos como sinónimos. El mantenimiento autónomo no se trata únicamente de acciones o conjunto de actividades de limpieza e inspección, gestionar automáticamente la información de mantenimiento, o aplicar una serie de técnicas de análisis de problemas. El mantenimiento autónomo es una estructura de gerenciamiento industrial que integra sistemas de dirección, cultura organizacional y humano, que busca racionalizar la gestión de todos los recursos que integran el proceso, de manera que puedan optimizarse tanto su rendimiento y productividad.

Una de las características del mantenimiento autónomo es que todo el personal que hace parte del proceso de producción participa en las actividades de mantenimiento, para esto es necesario formar y entrenar al operario en aspectos técnicos inherentes a los equipos de planta permitiéndole conocer perfectamente el funcionamiento de su equipo. Los trabajadores deben estar suficientemente entrenados para de forma temprana toda

clase de anomalías, y evitar así la presencia de fallos en sus máquinas y problemas de producción y/o calidad (JIMP, 1995). El papel que cumplen, tanto los operadores como los técnicos de mantenimiento, ha retomado gran importancia dentro de las 148rea148ive148 siendo indispensable que cada trabajador ejerza un control autónomo de su propio puesto de trabajo y preserve individualmente sus máquinas.

3. Plan para el desarrollo del Mantenimiento Autónomo

1. Limpieza inicial.

Los operarios desarrollan el interés y compromiso con sus máquinas a través de una limpieza profunda de las mismas. La limpieza es un proceso educacional del que surgen diversas cuestiones (—Por qué esta parte acumula suciedad tan rápidamente?) y se contestan otras (—no hay vibraciones cuando este perno está adecuadamente apretado?). Los operarios aprenden que la limpieza es inspección. También aprenden la lubricación básica y las técnicas de anclaje y se capacitan en detectar problemas del equipo.

2. Contramedidas por las causas y efectos de la suciedad y el polvo.

Cuanto más difícil sea para una persona realizar la limpieza inicial, más fuerte es el deseo de mantener limpio el equipo y, por tanto, de reducir el tiempo de limpieza. Deben adoptarse medidas para eliminar las causas de la suciedad, polvo, esquirlas, etc., o de limitar la dispersión y adherencia de partículas (p. e., usando cubiertas y blindajes). Si una causa no puede retirarse completamente, deben determinarse procedimientos de limpieza e inspección más eficientes para las áreas problema. Cada taller es responsable de limpiar y mejorar su área de trabajo, pero el staff de ingeniería y mantenimiento debe cooperar con ellos y apoyar sus esfuerzos.

Estándares de Limpieza y lubricación.

En los pasos 1 y 2, los operarios identifican las condiciones básicas que deben aplicarse al equipo. Cuando se ha hecho esto, los círculos TPM pueden establecer estándares para un trabajo de mantenimiento básico rápido y efectivo para evitar deterioro, p.e., limpiar, lubricar, y apretar pernos en cada pieza del equipo.

Obviamente, el tiempo disponible para limpieza, lubricación, apretado de pernos, y detectar los defectos menores es limitado. Los supervisores deben dar a los operarios márgenes de tiempo razonables para gastarlos en esas tareas – por ejemplo, diez minutos cada día antes y después de operación, treinta minutos en los fines de semana y una hora al final de cada mes. Si los estándares fijados por los operarios no pueden mantenerse dentro de los márgenes de tiempo establecidos, deben mejorarse las prácticas de limpieza y lubricación. Esto puede conseguirse investigando ideas innovativas, tales como controles visuales que muestren los límites en los calibres de nivel de los engrasadores, junto con un mejor posicionamiento de los engrasadores y métodos más eficientes de lubricación. En tales casos, los operarios pueden hacer cambios con el pleno apoyo y cooperación de supervisores y staff.

3. Inspección general

. Los pasos 1 al 3 se realizan para evitar el deterioro y controlar las condiciones básicas de mantenimiento del equipo — limpieza, lubricación, y apretado de pernos. En el paso 4, intentamos medir el deterioro con una inspección general del equipo. Adicionalmente, al trabajar restaurando las buenas condiciones de operación del equipo, se incrementa la competencia de los operarios del equipo.

Inicialmente, los líderes de círculos TPM reciben entrenamiento en estos procedimientos de inspección (una categoría de inspección a la vez) usando un manual de inspección general preparado por el staff y supervisores. Estos líderes participan lo aprendido con los miembros de su círculo. Los grupos de trabajadores trabajan juntos para identificar y reconocer las áreas problemáticas descubiertas durante la inspección de mantenimiento, el círculo toma la acción necesaria para corregir el deterioro y mejorar las áreas afectadas.

El entrenamiento en inspección general debe realizarse en una categoría a la vez, empezando con el desarrollo de capacidad. Su efectividad se audita y refuerza con entrenamiento adicional y aplicaciones prácticas. Este ciclo de entrenamiento, aplicación, auditoría, y modificación se repite para cada categoría de inspección.

Este cuarto paso puede requerir largo tiempo para completarse, porque todos

los operarios deben desarrollar la habilidad para detectar anomalías. Sin embargo, es el mejor método para producir operarios competentes, de forma que es un paso que no debe apresurarse. Los resultados positivos no podrán lograrse hasta que cada trabajador adquiriera los conocimientos necesarios.

Los tres primeros pasos del mantenimiento autónomo se centran en requerimientos básicos, y por tanto los esfuerzos en estos pasos iniciales no pueden siempre exhibir resultados dramáticos. Sin embargo, para el final del paso

4, la compañía debe poder contemplar cambios

tales como una reducción del 80 por ciento en los fallos del equipo o una tasa de efectividad global del equipo por encima del 80 por ciento.

Si por este tiempo no aparecen resultados, probablemente no se ha adquirido maestría en los conocimientos enseñados en los paso iniciales. Ello puede también señalar un nivel bajo generalizado de —expertisell técnico. Si este es el caso, es mejor empezar otra vez y comenzar por elevar el nivel técnico.

5. Inspección autónoma.

En el paso 5, los estándares establecidos en los pasos 1 al 3 y los estándares de inspección tentativos se comparan y reevalúan para eliminar cualesquiera inconsistencias y asegurar que las actividades de mantenimiento encajan dentro de las metas y períodos de tiempo establecidos.

En este período los operarios ya están plenamente entrenados para conducir una inspección general (paso 4), y el departamento de mantenimiento debe establecer un calendario de mantenimiento anual y preparar sus propios estándares de mantenimiento. Los estándares desarrollados por los círculos de los talleres deben entonces compararse con estos estándares de mantenimiento para corregir omisiones y eliminar solapes en categorías individuales. Las responsabilidades de los dos grupos deben definirse claramente de forma que se realiza una inspección completa para cada categoría.

6. Organización y orden. Seiri, u organización,

significa identificar los aspectos a dirigir del área de trabajo y fijar estándares

apropiados para ello. Este es un trabajo de directores y supervisores, quienes deben minimizar y simplificar los objetos o condiciones a gestionar. Seiton, u orden o arreglo apropiado, que significa adherirse a los estándares establecidos, es principalmente de la responsabilidad del operario. Parte de las actividades de los círculos debe siempre enfocarse a mejoras que hagan más fácil seguir los estándares.

Seiri y Seiton son por tanto actividades de mejora que promueven la simplificación, organización, y adherencia a los estándares — modos de asegurar que la estandarización y controles visuales se instituyen en toda la fábrica.

Los pasos 1 al 5 enfatizan las actividades concernidas con la inspección y mantenimiento de las condiciones básicas del equipo (limpieza, lubricación, y apretado de pernos). Sin embargo, el rol del operario es mucho más amplio que esto.

En el paso 6, los directores y supervisores toman el liderazgo para completar la implantación del mantenimiento autónomo evaluando el rol de los operarios y clarificando sus responsabilidades. Por ejemplo, ¿qué deben hacer los operarios para evitar averías y defectos, y qué capacidades adicionales deben adquirir? Sobre la base de las experiencias de los operarios hasta este punto, los directores deben ampliar el perfil de sus actividades relacionadas con el equipo.

Además del mantenimiento de las condiciones básicas y de la inspección del equipo, los operarios deben ser también responsables de:

- Operación y preparaciones de máquinas correctas (condiciones de montaje y chequeo de calidad del producto)
- Detección y tratamiento de condiciones anormales
- Registrar datos de la operación, calidad, y condiciones de proceso
- Servicios menores de máquinas, moldes, plantillas, y útiles

CUADRO DE ESTÁNDARES DE ORGANIZACIÓN Y ORDEN:

Tema	Elementos
Responsabilidad operarios	Organizar estándares para responsabilidades de operarios; adherencia plena a los mismos (incluido el registro de datos)
Trabajo	Promover operaciones organizadas y ordenadas así como el control visual del trabajo en proceso, productos, defectos, despilfarro y consumibles (tales como pintura)
Útiles, plantillas y herramientas	Mantener a los útiles, plantillas y herramientas organizados para una rápida recuperación mediante control visual; establecer estándares de reparaciones y precisión
Instrumentos de medida y mecanismos a prueba de errores	Inventariar instrumentos de medida y mecanismos a prueba de errores y asegurar que funcionan apropiadamente; inspeccionar y corregir el deterioro; fijar estándares de inspección
Precisión del equipo	Los operarios deben chequear la precisión del equipo (en cuanto a su influencia en la calidad) y estandarizar los procedimientos
Operación y tratamiento de anomalías	Establecer y verificar operaciones, preparaciones/ajustes, y condiciones de proceso; estandarizar chequeos de calidad; mejorar capacidad de resolución de problemas

7. Implantación plena del mantenimiento autónomo.

A través de las actividades de los círculos de calidad conducidas por los supervisores (paso 6), los trabajadores desarrollan una mayor moral y competencia. Últimamente, llegan a ser trabajadores independientes, entrenados, y en los que se puede confiar, de los que cabe esperar que verifiquen su propio trabajo e implanten mejoras autónomamente. En esta fase, las actividades de los círculos se centran en eliminar las seis pérdidas e implantar en cada taller las mejoras adoptadas por los equipos de proyecto en los equipos de modelo. Auditoría del mantenimiento autónomo las auditorías de las actividades de los círculos sobre los equipos realizadas por supervisores y staff juegan un rol importante en un desarrollo efectivo del sistema de mantenimiento autónomo. Para conducir las efectivamente, los supervisores y el staff deben entender a fondo el entorno del área de trabajo; deben proveer a los círculos con las instrucciones apropiadas y estimularles a dar a los trabajadores un sentido de logro conforme completan cada paso.

ETAPA 2: En esta etapa se pretende que el trabajador descubra las fuentes profundas de la suciedad que deteriora el equipo y tome acciones correctivas para prevenir su presencia. Se busca mejorar el acceso a sitios difíciles para la limpieza de las máquinas, áreas de trabajo, eliminar zonas donde se deposite la suciedad o sean un peligro para el operador y mejorar la visibilidad de los instrumentos de control de las máquinas. Las actividades de esta etapa son:

- ✓ Identificar y eliminar los focos de suciedad.
- ✓ Mejorar la accesibilidad a las zonas susceptibles de ser limpiadas.
- ✓ Realizar mejoras en el equipo en base a las anomalías encontradas.
- ✓ Eliminar las entradas de polvo e impurezas en partes cerradas, a través de sellos e instalación de protectores.
- ✓ Crear dispositivos o mecanismos para que materiales no se dispersen por el ambiente donde se encuentra el equipo y no afecten al operario.

Medidas contra las fuentes de averías.

En esta etapa se pretende que el trabajador descubra las fuentes profundas de la suciedad que deteriora el equipo y tome acciones correctivas para prevenir su presencia. Se busca mejorar el acceso a sitios difíciles para la limpieza de las máquinas, áreas de trabajo, eliminar zonas donde se deposite la suciedad o sean un peligro para el operador y mejorar la visibilidad de los instrumentos de control de las máquinas. Esta etapa llega de forma natural después de realizar la limpieza inicial y comprobar que el equipo se vuelve a ensuciar rápidamente o existen zonas cuyo acceso es imposible o peligroso, de tal manera que el tiempo y esfuerzo invertido es enorme. Esto lleva a activar la motivación de los operarios para descubrir y eliminar cualquier Fuente de suciedad que contrarreste aquello que tanto trabajo cuesta limpiar.

Las actividades propias de esta fase son:

- ✓ Identificar y eliminar los focos de suciedad.
- ✓ Mejorar la accesibilidad a las zonas susceptibles de ser limpiadas.
- ✓ Realizar mejoras en base a las anomalías encontradas.
- ✓ Eliminar las entradas de polvo e impurezas en partes cerradas, a través de sellos e instalación de protectores.

- ✓ Crear mecanismos o dispositivos para que suciedades y otros materiales no se dispersen por el ambiente donde se encuentra el equipo y no afecten al operario. (Ejemplo: bandejas recolectoras, en el caso del torno visores protectores)

En el contexto global en el que hoy en día se desarrollan los procesos productivos, con una exigencia de eficiencia y calidad cada vez mayor, resulta casi obligatorio plantearse la búsqueda de nuevas oportunidades de mejora en la optimización de recursos, disminución de los tiempos muertos, eliminación de averías y defectos. En nuestro medio local, se necesita de una serie de instrumentos y herramientas para poder innovarse y abaratar costes, es preciso disponer de un sistema de mejora continua que nos permita mejorar nuestra posición en el mercado. En nuestra investigación se basó en la mejora de eficiencia global de las máquinas CNC, debido a los índices bajos que están reflejaban las cuales fueron detectados mediante las inspecciones de planta, análisis de procesos y registros del comportamiento de los indicadores de mantenimiento las cuales son:

- ✓ Disponibilidad
- ✓ Calidad
- ✓ Efectividad.

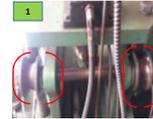
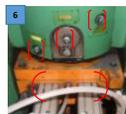
Análisis del mantenimiento correctivo

La intervención tomada era el “no hacer nada” o “esperar la falla de las máquinas CNC”. Los tiempos para efectuar una reparación tardaban muchas horas, incluso días, esto debido a la mala gestión de los responsables del área de mantenimiento, sumado a ello la deficiente logística.

El no contar con las con el equipamiento necesario y el personal adecuado para intervenir las máquinas generaban aún más la demora, a continuación, mostraremos que las principales causas del problema eran:

- ✓ Falta de stock de repuestos y/o accesorios de las máquinas CNC
- ✓ Falta de capacitación al personal
- ✓ No contar con la información estadística de mantenimiento correctivo realizadas de las máquinas.
- ✓ Deficiente gestión para general la orden de trabajo para la intervención

**CARTILLA DE LUBRICACIÓN
MÁQUINA CNC DE PUNZONADO Y CORTE DE ÁNGULOS Y PLATINAS(ME-AM 01)**



LUBRICACIÓN POR ENGRASE

ITEM	SISTEMA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FREC	LUBRICANTE	CTD	N° ptos	RESP	TIEMP
1	GRUPO HIDRAÚLICO	RODAJES DEL MOTOR HIDRAÚLICO.	ENGRASE DE RODAJES	SEMESTRAL	GRASA AMARILLA	2 GOLPES	2	TÉCNICO MECÁNICO	2MN
2	RUEDAS DE ARRASTRE DE ENTRADA	EJE CHAVETERO.	ENGRASE DE EJE	DIARIO	MOBL GREASE XHP 222	2 GOLPES	1	TÉCNICO OPERARIO	2MN
3	RUEDA DE ARRASTRE DE SALIDA	PISTÓN HIDRAÚLICO.	ENGRASE DE VÁSTAGO	DIARIO	MOBL GREASE XHP 223	3 GOLPES	1	TÉCNICO OPERARIO	2MN
4	ENCODER DE ENTRADA	RODAJES INTERNOS.	ENGRASE DE RODAJES	DIARIO	MOBL GREASE XHP 229	1 GOLPE	2	TÉCNICO OPERARIO	2MN
5	ENCODER DE SALIDA	RODAJES INTERNOS.	ENGRASE DE RODAJES	DIARIO	MOBL GREASE XHP 222	1 GOLPE	2	TÉCNICO OPERARIO	2MN
6	PIERNA CERCANA	RODAJES DE PRING ROLLER.	ENGRASE DE RODAJES	DIARIO	MOBL GREASE XHP 223	1 GOLPE	2	TÉCNICO OPERARIO	2MN
		BLOQUE-PISTONES NEUMÁTICOS.	ENGRASE DEL VÁSTAGO DE DESPLAZAMIENTO	DIARIO	MOBL GREASE XHP 224	2 GOLPE	2(INTERNO)	TÉCNICO MECÁNICO	2HRS
		PISTÓN HIDRAÚLICO.	ENGRASE DE VÁSTAGO	DIARIO	MOBL GREASE XHP 225	2GOLPE	1	TÉCNICO OPERARIO	2MN
7	PIERNA LEJANA	RODAJES DE PRING ROLLER.	ENGRASE DE RODAJES	DIARIO	MOBL GREASE XHP 226	1 GOLPE	2	TÉCNICO OPERARIO	2MN
		BLOQUES DE PISTONES NEUMÁTICOS	ENGRASE DEL VÁSTAGO DE DESPLAZAMIENTO	DIARIO	MOBL GREASE XHP 227	2 GOLPE	2(INTERNO)	TÉCNICO MECÁNICO	2HRS
		PISTÓN HIDRAÚLICO.	ENGRASE DE VÁSTAGO	DIARIO	MOBL GREASE XHP 228	2 GOLPE	2	TÉCNICO OPERARIO	2MN
8	SISTEMA DE CORTE (CIZALLA)	PLACA FRONTAL	ENGRASE DE CUÑA DE BRONCE	DIARIO	MOBL GREASE CM-P	2 GOLPE	4	TÉCNICO MECÁNICO	2MN
		BLOQUES LATERALES	ENGRASE DE PLATNAS DE BROCE	DIARIO	MOBL GREASE CM-P	2 GOLPE	2	TÉCNICO MECÁNICO	2MN
		CUÑA DE BRONCE	ENGRASE DE CUÑA	DIARIO	MOBL GREASE CM-P	2 GOLPE	2(INTERNO)	TÉCNICO MECÁNICO	2HRS

LUBRICACIÓN POR ACEITE

ITEM	SISTEMA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FREC	LUBRICANTE	CTD	N° ptos	RESP	TIEMP
1	RUEDAS GRATORIAS DE PIERNA CERCANA.	RUEDAS Y EJE	BOMBEO DE ACEITE A RUEDAS Y EJE	DIARIO	MOBL DTE HEAVY	5 BOMBEDAS MANUAL	4 RUEDAS Y 2 EJES	TÉCNICO OPERARIO	2MN
2	RUEDAS GRATORIAS DE PIERNA LEJANA.	RUEDAS Y EJE	BOMBEO DE ACEITE A RUEDAS Y EJE	DIARIO	MOBL DTE HEAVY	5 BOMBEDAS MANUAL	4 RUEDAS Y 2 EJES	TÉCNICO OPERARIO	2MN

NOTA:COMPROBAR LAS JUNTAS DE ESTANQUEIDAD,LÍNEAS DE ACEITE Y LÍNEAS DE GRASA POR SI EXISTIERAN FUGAS DE ACEITE Y GRASA.

	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ANGLEMASTER AFPS 643 ME-AM01		GOP-MT-I-18
			Rev. 01
	Revisado por: JEFE DE MT	Aprobado por: RED	Pág. 1/5 Fecha: 01/05/2011

OBJETIVO:

Definir e indicar las tareas que se deben ejecutar para realizar el mantenimiento preventivo de la máquina indicada en este instructivo.

Indicar los tiempos en que se ejecutaran estas tareas para llevar un control de las mismas, así mismo definir los responsables de la ejecución de estas tareas.

ALCANCE

Todas estas tareas se aplican a la ANGLEMASTER ME-AM01, la cual se encuentra ubicada dentro de las instalaciones de la planta de Mimco siempre y cuando esta no haya sido dada de baja.

TERMINOLOGIA (DEFINICIONES Y ABREVIATURAS)

No aplica.

DESARROLLO

Mantenimiento Diario (ME- AM01 - MD) Tiempo: 15 min.

(Responsable: Operario de la Maquina)

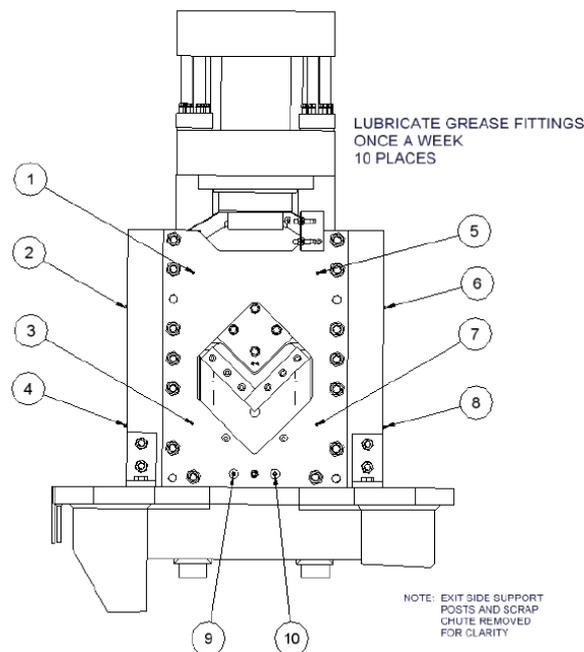
1. Verificar que las zonas de desplazamiento de las partes móviles de la máquina se encuentren libres de obstáculos.
2. Realizar el ciclo de calentamiento de la máquina. Este ciclo debe durar como mínimo 5 minutos.
3. Verificar durante el ciclo de calentamiento las presiones del sistema hidráulico de la máquina, estas deben ser observadas de izquierda a derecha en la zona de manómetros junto al manifold.
P1: 500 psi, P2: 500 psi, P3: 500 psi, P4: 500 psi, P5: 400 psi, P6: 400 psi.
4. Verificar que durante el trabajo de punzonado de la máquina la presión que indica el manómetro de la bomba de aceite este por debajo de los 3000 psi.
5. Verificar durante el ciclo de calentamiento que la cortina de seguridad este funcionando correctamente.

6. Verificar que la presión del manómetro del marcador de metal indique 45 psi
7. Lubricar con aceite Mobil DTE Heavy las partes móviles de la máquina que la necesiten.
8. Inspeccionar que no haya fuga de aceite en la máquina, bomba de aceite y en las mangueras.
9. Inspeccionar que no haya fuga de aire en la máquina ni en la tuberías.
10. Verificar que la unidad de mantenimiento (FRL) cuente con un nivel de aceite encima del mínimo, además purgar el condensado de esta unidad.

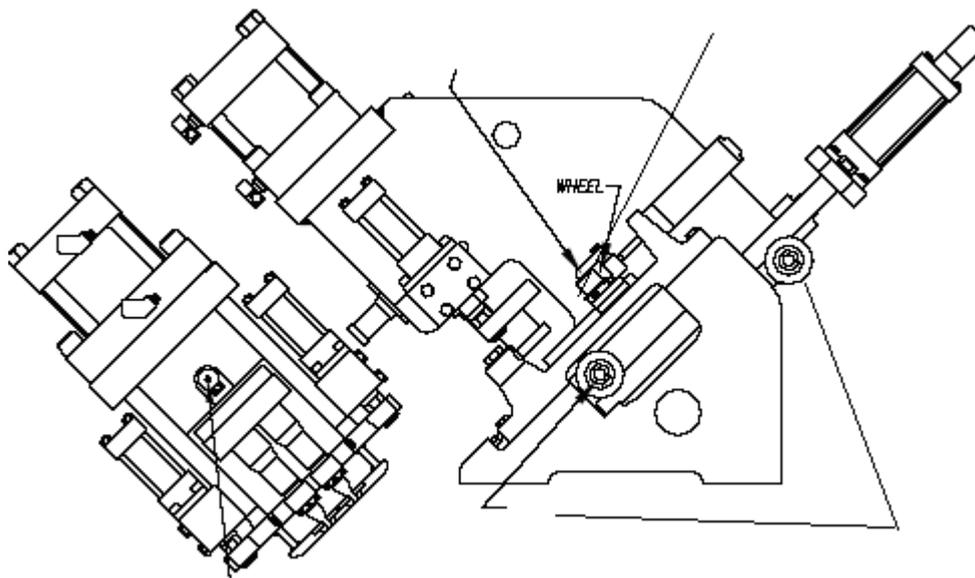
Mantenimiento Semanal (ME- AM01 - MS) Tiempo: 30 min.

(Responsable: Operario de la Maquina)

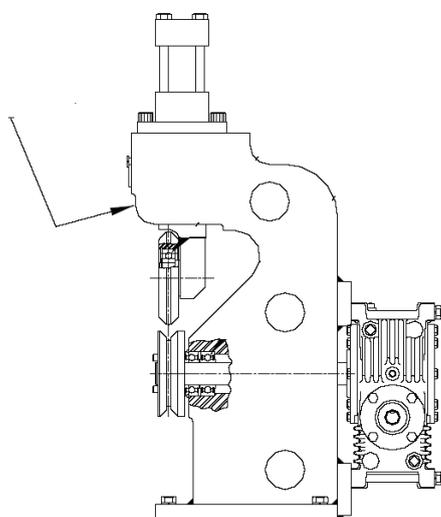
1. Engrasar la placa de la cizalla con 1 disparo en cada punto de engrase, desde el punto 1 hasta el 10 con grasa Mobilgrease CM-P como se indica en la figura F1.



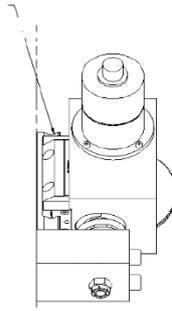
2. Aplicar aceite Mobil DTE Heavy al exterior de la rueda girándola, ver figura F2.
3. Aplicar aceite Mobil DTE Heavy a la Arandela de empuje ver figura F2.
4. Engrasar con Mobilgrease CM-P ver figura F2.



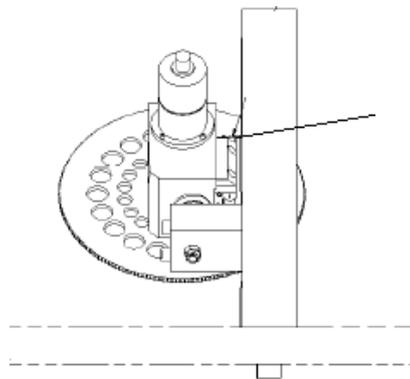
5. Aplicar grasa Mobilgrease XHP 222 al punto de engrase indicado en la figura F3.



6. Aplicar un disparo de grasa Mobilgrease XHP 222 en el punto de engrase indicado en la figura F4.



7. Aplicar un disparo de grasa Mobilgrease XHP 222 en el punto indicado en la figura F5



8. Lubricar con aceite Mobil DTE Heavy las partes móviles de la máquina que la necesiten.

9. Verificar que los rodillos de las guías de las piernas lejana y cercana giren libremente, de lo contrario lubricar con aceite Mobil DTE Heavy.

10. Limpiar los filtros de la compresora de aire echando aire a presión del interior al exterior del filtro.

Mantenimiento Mensual1 (ME- AM01 – MS1) Tiempo: 2 horas.

Responsable: Operario de mantenimiento.

Desmontaje y limpieza de la cuña de bronce de la cizalla, verificar que no esté desgastada. Revisar el sensor y el vástago de señalización.

Desmontaje y limpieza de la placa que soporta la cuchilla, revisión de tolerancias mínimas de trabajo de 01-03 mm.

Revisión de tolerancia de distancia entre planos de las cuchillas de corte.

Desmontaje y limpieza de la unidad de mantenimiento neumático (FRL), de ser necesario cambiar el filtro.

Revisar fugas de aceite en las conexiones y los cilindros hidráulicos

Mantenimiento Mensual2 (ME- AM01 – MS2) Tiempo: 2 horas.

Responsable: Operario de mantenimiento.

Desmontaje y limpieza de signoscrip.

Desmontaje y engrase de Camrol bearing.

Desmontaje y engrase de Mcgill camrol bearing.

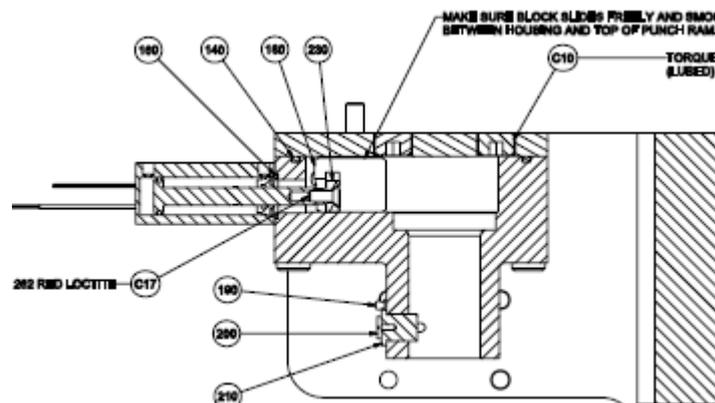
Limpieza e inspección de filtro de retorno de la bomba hidráulica. Verificar la existencia de partículas y grumos, en caso de producirse avisar al Jefe de mantenimiento.

Limpieza de transformador de 220/460 V. Medición de aislamiento.

Mantenimiento Trimestral1 (ME- AM01 – MS1) Tiempo: 5 horas.

Responsable: Operario de mantenimiento.

Desmontaje, limpieza y engrase del sistema de cambio de pistones neumáticos de los cilindros punzonadores3



Revisión y/o cambios de mangueras neumáticas de toda la máquina.

Desmontaje, limpieza, engrase y cabio de rodajes de signoscrip.1

Mantenimiento Trimestral2 (ME- AM01 – MS2) Tiempo: 2 horas.

Responsable: Operario de mantenimiento.

Desmontaje y limpieza de manifold y válvulas del sistema hidráulico
Ajuste y reapriete de mangueras y conexiones hidráulicas, de ser necesario cambiarlas.

Mantenimiento Trimestral3 (ME- AM01 – MS3) Tiempo: 4 horas.

Responsable: Operario de mantenimiento.

Desmontaje y limpieza de upper pinch roller y lower pinch roller del ingreso de material. Verificar el estado de los rodajes, de ser necesario cambiarlos.
Desmontaje y limpieza de upper pinch roller y lower pinch roller de la salida de material. Verificar el estado de los rodajes, de ser necesario cambiarlos.

Mantenimiento Semestral1 (ME- AM01 – MS1) Tiempo: 1 día.

Responsable: Operario de mantenimiento.

Ajuste y reapriete general de contactos eléctricos. Parte de control y fuerza.
Desmontaje de motor de bomba hidráulica, revisión de voltaje amperaje y aislamiento. Revisar los rodajes del motor, de ser necesario cambiarlos.
Limpieza y barnizado de motor eléctrico.
Alineamiento en servicio del motor con la bomba hidráulica.
Limpieza y barnizado de transformador de 220/460 V.

Mantenimiento Semestral2 (ME- AM01 – MS2) Tiempo: 3 horas.

Responsable: Operario de mantenimiento.

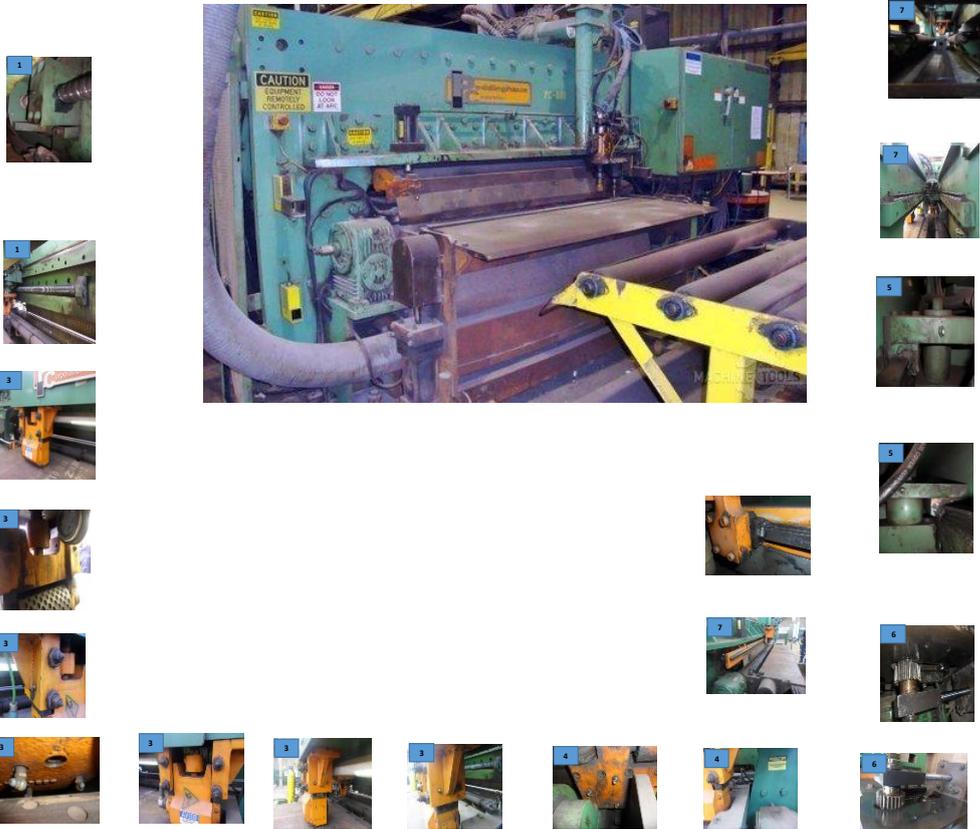
- ✓ Análisis de aceite de los reductores de velocidad, lo más recomendable
- ✓ Análisis de aceite de la bomba hidráulica de acuerdo al análisis cambiarlo.
- ✓ Realizar un análisis vibraciones del equipo con servicios externos.
- ✓ Realizar un análisis térmico del equipo con una empresa de servicios.

Mantenimiento Anual (ME- AM01 - MS) Tiempo: 2 días.

Responsable: Operario de mantenimiento.

Revisión de bomba hidráulica en taller especializado. Revisar reporte para posible cambio de piezas o de bomba.

**CARTILLA DE LUBRICACIÓN
MAQUINA CNC DE PUNZONADO Y CORTE POR PLASMA DE PLACAS (ME-FPB 01)**



LUBRICACION POR ENGRASE									
ITEM	SISTEMA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FREC	LUBRICANTE	CTD	N° pios	RESP	TIEMP
1	GRUPO HIDRÁULICO	RODAJES DE MOTOR	ENGRASE DE RODAJES	SEMESTRAL	GOLDEN GREASE	2 GOLPES	2	TÉCNICO MECÁNICO	
2	EJE Y	TORNILLO SINFIN	ENGRASE DE TORNILLO	SEMANTAL	A BASE DE LITIO	UNA EMPAÑADA DE GRASA MANUAL	TORNILLO	TÉCNICO OPERARIO	
		RODAJES DEL TORNILLO SINFIN	ENGRASE DE RODAJES	SEMANTAL	MOBIL GREASE XHP 222	2 GOLPES	2	TÉCNICO OPERARIO	
3	CLAMP VERTICAL	RODILLO DE PRESIÓN 01	ENGRASE DE RODAJES Y VÁSTAGO	SEMANTAL	MOBIL GREASE XHP 223	2 GOLPES	10	TÉCNICO OPERARIO	
		RODILLO DE PRESIÓN 02	ENGRASE DE RODAJES Y VÁSTAGO	SEMANTAL	MOBIL GREASE XHP 224	2 GOLPES	10	TÉCNICO OPERARIO	
4	CLAMP HORIZONTAL	RUEDAS DE ARRASTRE Y PRESIÓN DE MATERIAL(ENTRADA DE PISTÓN)	ENGRASE DE RUEDAS	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	2 GOLPES	8	TÉCNICO OPERARIO	
		RUEDAS DE PRESIÓN DE MATERIAL (FINAL DE SUJECCIÓN)	ENGRASE DE RUEDAS	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	2 GOLPES	7	TÉCNICO OPERARIO	
5	SISTEMA DE PUNZONADO	BLOQUE DE TRES PUNZONES	ENGRASE DE VASTAGO DE DESPLAZAMIENTO	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	3 GOLPES	3	TÉCNICO OPERARIO	
6	CÁMARA DE DESCARGA DEL MATERIAL	CREMALLERA Y PIÑÓN	ENGRASE DE PIÑÓN Y CREMALLERA	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	UN PAÑO NDE GRASA MANUAL	DIENTES DE PIÑÓN Y CREMALLERA	TÉCNICO MECÁNICO	
		RODAJES DE CARRITO DE CHATARRA	ENGRASE DE RODAJES	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	2 GOLPES	4	TÉCNICO OPERARIO	
7	CARRITO PLASMA ANTORCHA-MARCADOR	GUÍAS DE DESPLAZAMIENTO DEL CARRITO	ENGRASE DE GUÍA	DIARIO	MOBIL GREASE CM-P	2 GOLPES	2	TÉCNICO OPERARIO	
8	CARRO QUE DESPLAZA LOS 3 PUNZONES CON SUS HEMBRAS	GUÍAS DEL CARRO	ENGRASE DE GUÍAS	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	2 GOLPES	8	TÉCNICO MECÁNICO	
		VASTAGO DL PISTÓN HIDRAULICO	ENGRASE DE VASTAGO	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	3 GOLPES	4	TÉCNICO MECÁNICO	

Comprobar las juntas de estanqueidad, líneas de aceite y líneas de grasa por si existieran fugas de aceite o grasa.

	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE FPB 1800/3C ME-FPB01		GOP-MT-I-19
			Rev. 01
	Revisado por: JEFE DE MT	Aprobado por: RED	Pág. 1/9 Fecha: 01/05/2011

OBJETIVO:

Definir e indicar las tareas que se deben ejecutar para realizar el mantenimiento preventivo de la máquina indicada en este instructivo.

Indicar los tiempos en que se ejecutaran estas tareas para llevar un control de las mismas, así mismo definir los responsables de la ejecución de estas tareas.

ALCANCE

Todas estas tareas se aplican a la **FPB 1800/3C ME-FPB01** , la cual se encuentra ubicada dentro de las instalaciones de la planta de Mimco siempre y cuando esta no haya sido dada de baja.

TERMINOLOGIA (DEFINICIONES Y ABREVIATURAS)

No aplica.

DESARROLLO

Mantenimiento Diario (ME – FPB01 – MD) Tiempo: 20 minutos.

Responsable: Operario de producción (Responsable de la maquina)

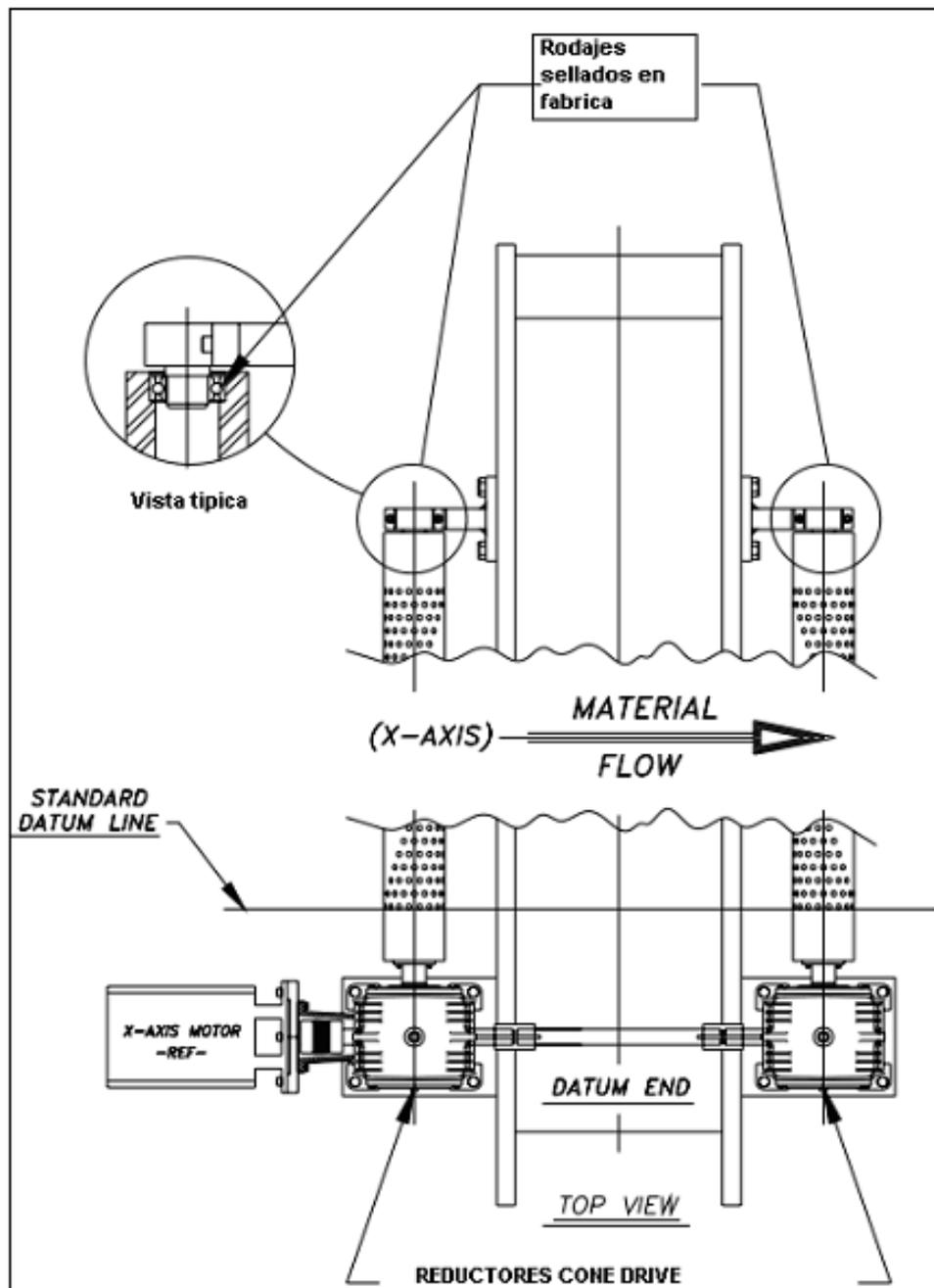
1. Verificar que la zona de trabajo se encuentre limpia
2. Purgar el condensado de la compresora de aire, abriendo la válvula que se encuentra en la parte inferior del tanque.
3. Verificar el correcto funcionamiento de la válvula de seguridad del tanque de la compresora de aire, al jalar el pestillo debería salir un poco aire, si no sale aire avisar al personal de mantenimiento y no encender la compresora.
- 4 Verificar que la compresora no presente ruidos extraños ni vibraciones fuera de lo común.
5. Revisar que el nivel de aceite de la compresora este entre la mitad y las tres cuartas partes en el visor de aceite.
6. Purgar el agua del filtro del sistema Neumático de la máquina.
7. Verificar que el aceite del Lubricador de la máquina este por encima del nivel mínimo.

8. Verificar que las zonas de desplazamiento de las partes móviles de la máquina se encuentren libres de obstáculos.
9. Realizar el ciclo de calentamiento de la máquina. Este ciclo debe durar como mínimo 5 minutos.
10. Verificar durante el ciclo de calentamiento las presiones del sistema hidráulico de la máquina, estas deben ser observadas de izquierda a derecha en la zona de manómetros junto al manifold.
P1: 500 psi, P2 : 500 psi, P3: 500 psi, P4: 500 psi, P5: 400 psi, P6: 400 psi.
11. Verificar que durante el trabajo de punzonado de la máquina la presión que indica el manómetro de la bomba de aceite este por debajo de los 3000 psi.
12. Verificar durante el ciclo de calentamiento que la cortina de seguridad este funcionando correctamente.
13. Verificar que la presión del manómetro del marcador de metal indique 45 psi
14. Lubricar con aceite Mobil DTE Heavy las partes móviles de la máquina que la necesiten.
15. Inspeccionar que no haya fuga de aceite en la máquina, bomba de aceite y en las mangueras.
16. Inspeccionar que no haya fuga de aire en la máquina ni en la tuberías.
17. Realizar un precalentamiento de la máquina por un espacio de 5 minutos antes de iniciar las operaciones.

Mantenimiento Semanal (ME – FPB01 – MS) Tiempo: 30 minutos.

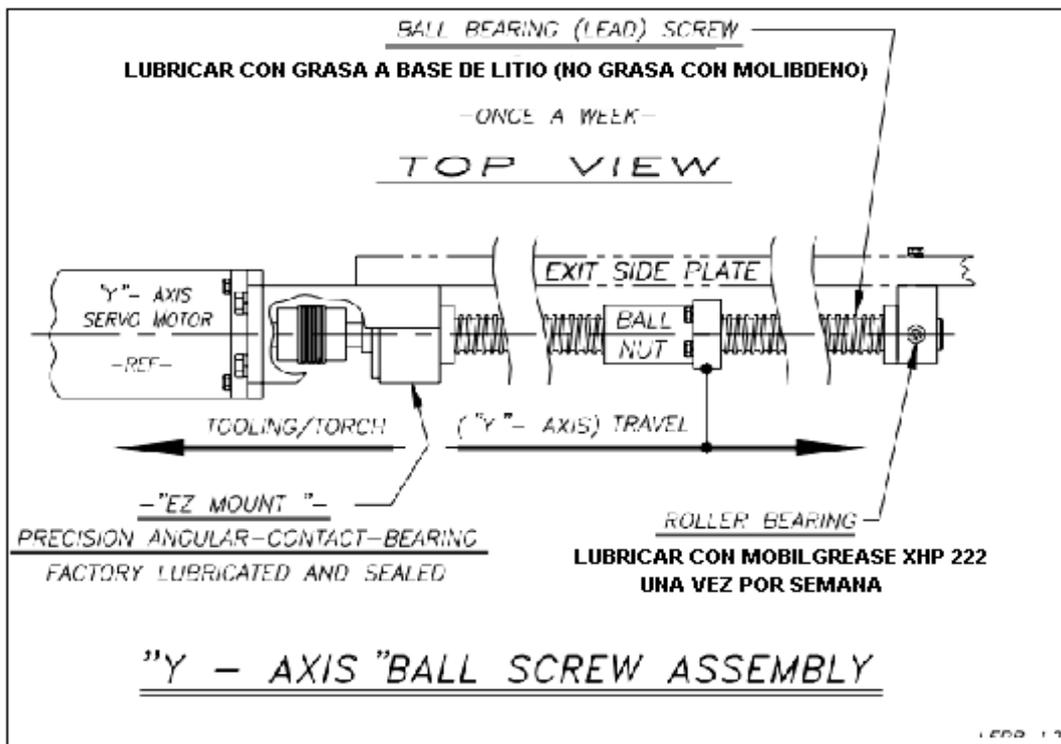
Responsable: Operario de mantenimiento

Revisar que los rodajes indicados estén sellados, revisar el consumo de corriente de los motoredutores cuando esta operando.

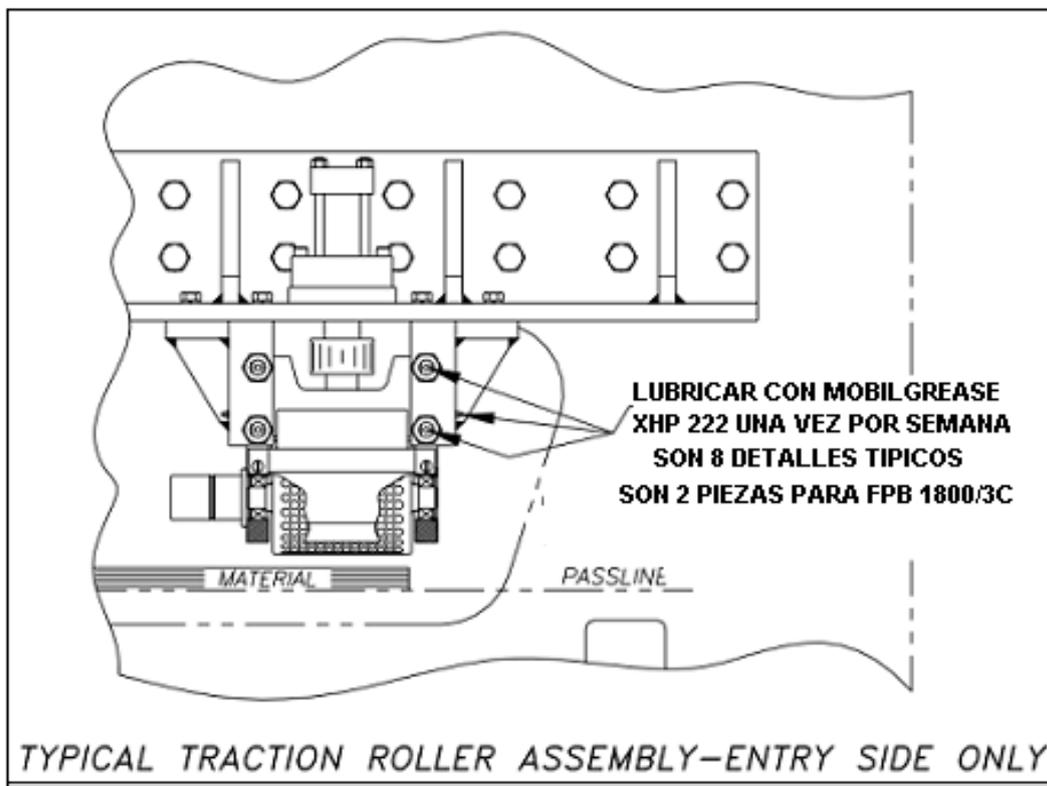


Lubricar con grasa a base de Litio el tornillo sin fin, una vez por semana. Ver

Esquema.

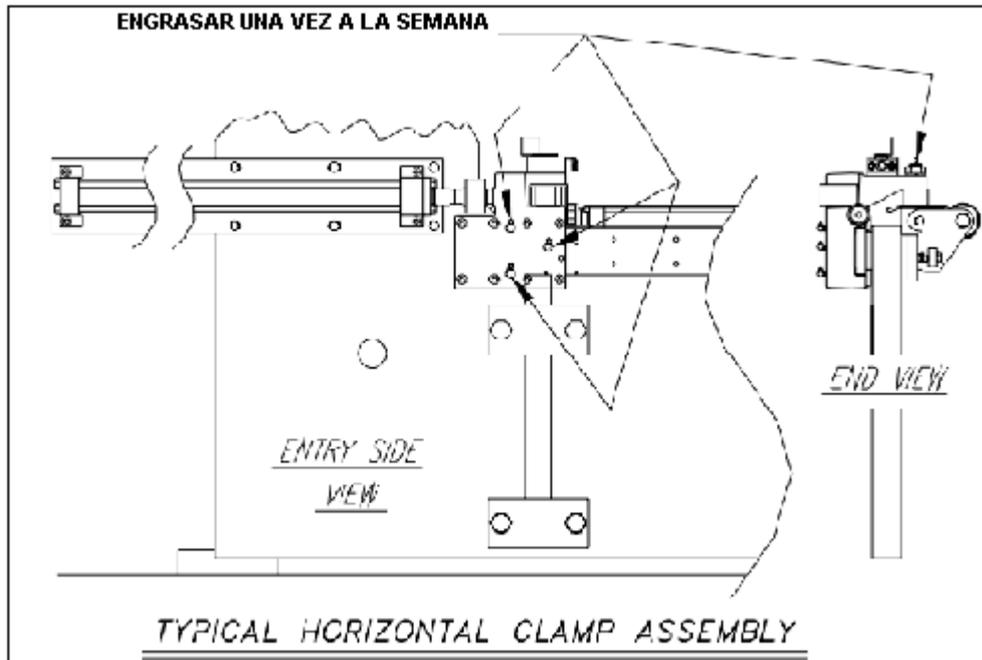


Lubricar los rodillos de presión con Mobilgrease XHP 222 una vez a la semana, son 8 puntos de lubricación en 2 rodillos.

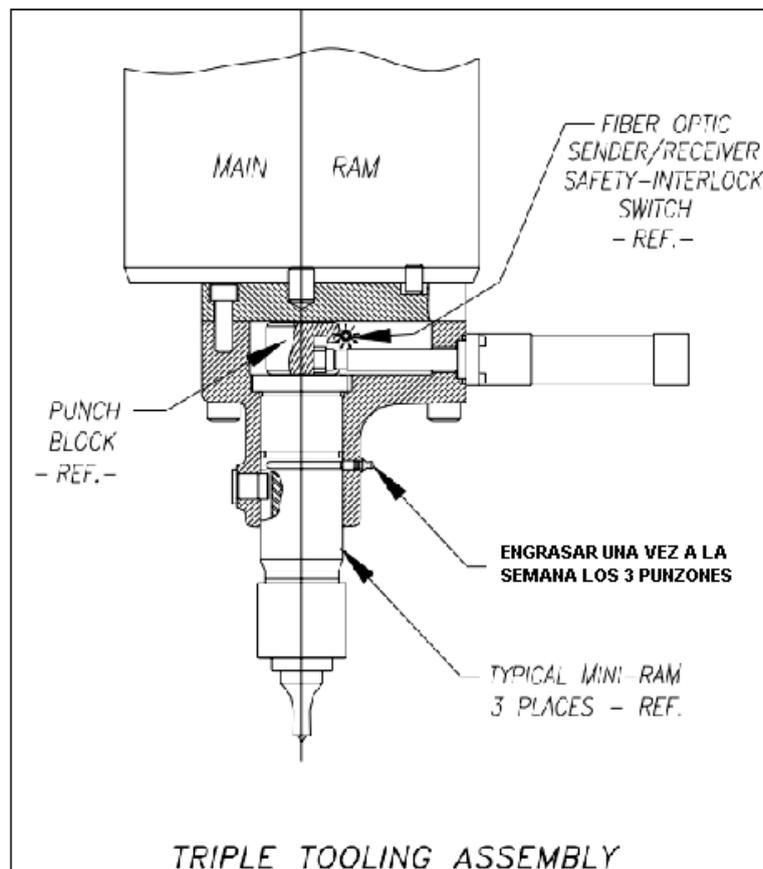


Engrasar el Clamp horizontal en los puntos indicados, una vez a la semana con

Mobilgrease CM-P

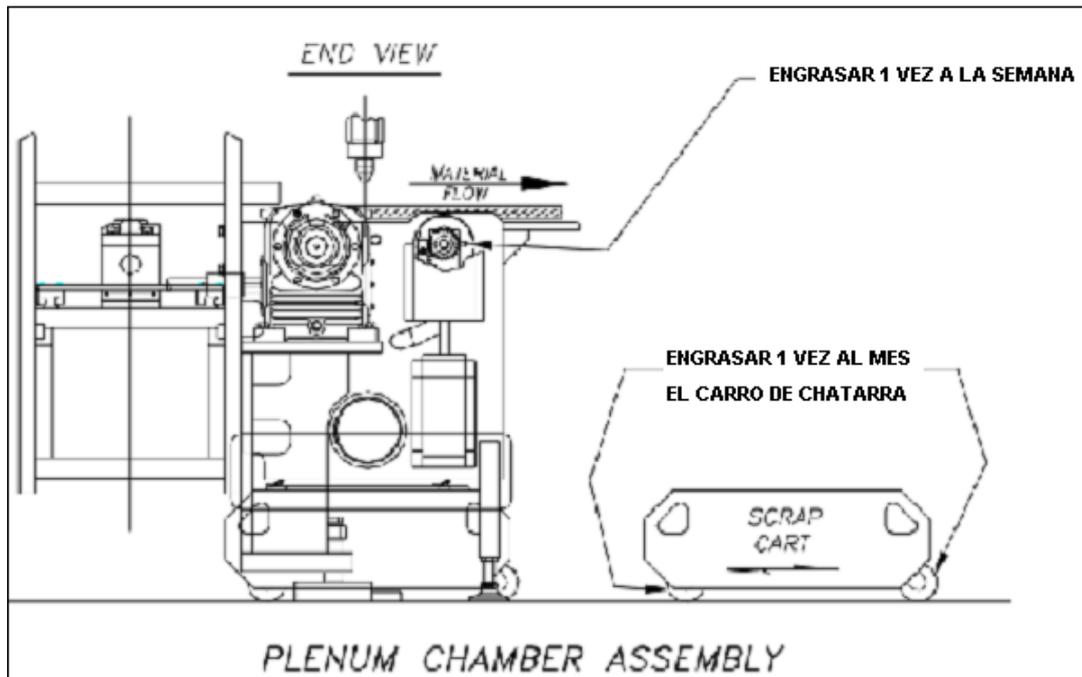


5. Engrasar el punzón triple 1 vez a la semana los tres punzones con Mobilgrease CM-P.

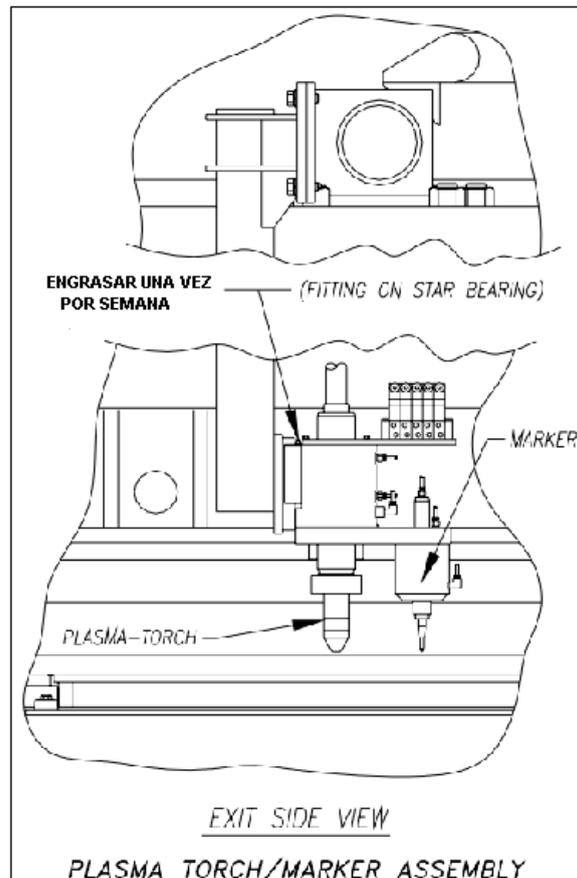


Engrasar la cámara 1 vez por semana con Mobilgrease CM-P. El carrito de

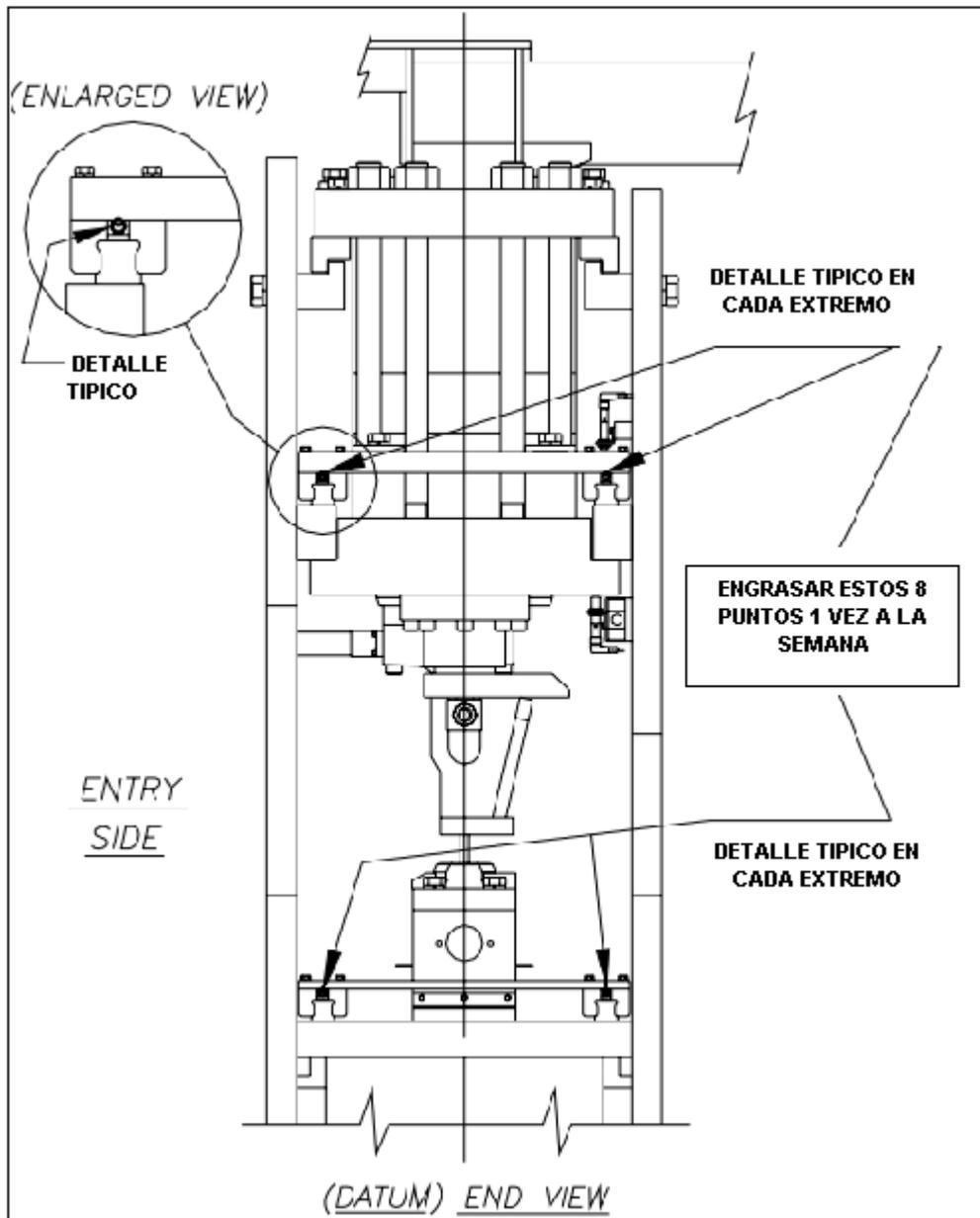
chatarra con grasa a base de Litio.



7. Engrasar la guía del marcador 1 vez por semana con Mobilgrease CM-P



8. Engrasar 1 vez



9. Lubricar con aceite Mobil DTE Heavy las partes móviles de la máquina que la necesiten.
10. Verificar que los rodillos de las guías de las piernas lejana y cercana giren libremente, de lo contrario lubricar con aceite Mobil DTE Heavy .
11. Limpiar los filtros de la compresora de aire echando aire a presión del interior al exterior del filtro.

Mantenimiento Mensual (ME – FPB01 – MM) Tiempo: 2 horas.

Responsable: Supervisor de mantenimiento.

- ✓ Desmontaje y limpieza de la unidad de mantenimiento neumático (FRL), de ser necesario cambiar el filtro.
- ✓ Revisar fugas de aceite en las conexiones y los cilindros hidráulicos.
- ✓ Inspeccionar oxidación de componentes de la máquina, proceder a su engrase o pintado.
- ✓ Limpieza e inspección de filtro de retorno de la bomba hidráulica. Verificar la existencia de partículas y grumos, en caso de producirse avisar al Jefe de mantenimiento.
- ✓ Limpieza de transformador de 220/460 V. Medición de aislamiento.
- ✓ Desmontaje y limpieza de antorcha del equipo Plasma.
- ✓ Inspeccionar filtro de aire en el panel frontal de la fuente de energía, de ser necesario cambiar filtro.

Mantenimiento Trimestral1 (ME – FPB01 – MT1) Tiempo: 8 horas.

Responsable: Supervisor de mantenimiento.

- ✓ Revisión y/o cambios de mangueras neumáticas de toda la máquina.
- ✓ Desmontaje y limpieza de manifold y válvulas del sistema hidráulico
- ✓ Ajuste y reapriete de mangueras y conexiones hidráulicas, de ser necesario cambiarlas.

Mantenimiento Trimestral2 (ME – FPB01 – MT2) Tiempo: 6 horas.

Responsable: Supervisor de mantenimiento.

- ✓ Desmontaje de filtros de unidad de filtro de mangas para su limpieza con aire comprimido.
- ✓ Desmontaje y limpieza de marcadora (Signoscrip).
- ✓ Limpieza del equipo plasma Hyperterm HT 2000, quitar polvo y suciedades del equipo.

Mantenimiento Semestral1 (ME- AM01 – MS1) Tiempo: 1 día.

Responsable: Operario de mantenimiento.

- ✓ Ajuste y reapriete general de contactos eléctricos. Parte de control,

fuerza y equipo plasma Hyperterm HT 2000.

- ✓ Desmontaje de motor de bomba hidráulica, revisión de voltaje amperaje y aislamiento. Revisar los rodajes del motor, de ser necesario cambiarlos. Limpieza y barnizado de motor eléctrico.
- ✓ Alineamiento en servicio del motor con la bomba hidráulica.
- ✓ Limpieza y barnizado de transformador de 220/460 V.
- ✓ Desmontaje y engrase de cuerpo de punzones (triple línea de punzones)

Mantenimiento Semestral2 (ME- AM01 – MS2) Tiempo: 8 horas.

Responsable: Operario de mantenimiento.

- ✓ Análisis de aceite de los reductores de velocidad, lo más recomendable es cambiarlo.
- ✓ Análisis de aceite de la bomba hidráulica. De acuerdo al análisis cambiarlo.
- ✓ Realizar un análisis vibraciones del equipo con servicios externos.
- ✓ Realizar un análisis térmico del equipo con una empresa de servicios.
- ✓ Cambio de refrigerante del equipo plasma.
- ✓ Limpieza del cedazo de la bomba con solución suave de jabón y agua
- ✓ Desmontaje de motor de extractor de polvo.
- ✓ Limpieza, barnizado y megado de motor extracto de polvo.
- ✓ Engrase de mesa de rodillos de ingreso y salida de material.

Mantenimiento Anual (ME- AM01 - MS) Tiempo: 2 días.

Responsable: Operario de mantenimiento.

- ✓ Revisión de bomba hidráulica en taller especializado. Revisar reporte para posible cambio de piezas o de bomba.
- ✓ Desmontaje de extractor colector de pepas de punzonado.
- ✓ Limpieza, barnizado y megado de motor de colector de pepas.

CARTILLA DE LUBRICACIÓN
REVOLUTION , MÁQUINA CNC DE PUNZONADO Y CORTE DE ANGULOS Y PLATINAS(ME-REV 01)



LUBRICACIÓN POR ENGRASE

ITEM	SISTEMA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FREC	LUBRICANTE	CTD	N° ptos	RESP	TIEMP
1	GRUPO HIDRÁULICO	RODAJES DE MOTOR	ENGRASE DE RODAJES	SEMESTRAL	GOLDEN GREASE	2 GOLPES	2	TÉCNICO MECÁNICO	
2	EJE X CLAMP DE ENTRADA	TRES RUEDAS DE PRESIÓN	ENGRASE DE RUEDAS	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	2 GOLPES	3	TÉCNICO OPERARIO	
		TRES GUÍAS DE DESPLAZAMIENTO DE CLANES	ENGRASE DE GUÍAS	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	2 GOLPES	3	TÉCNICO OPERARIO	
3	CLAMP DE SALIDA	TRES RUEDAS DE PRESIÓN	ENGRASE DE RUEDAS	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	2 GOLPES	3	TÉCNICO OPERARIO	
		TRES GUÍAS DE DESPLAZAMIENTO DE CLANES	ENGRASE DE GUÍAS	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	2 GOLPES	3	TÉCNICO OPERARIO	
4	EJE Y CARRO DE PUNZONADO	CUATRO GUÍAS DE DESPLAZAMIENTO DEL BLOQUE DE PUNZONADO	ENGRASE DE GUÍAS	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	2 GOLPES	4	TÉCNICO OPERARIO	
		BLOQUE DE PUNZONES	ENGRASE DE VASTAGO DE PUNZONES	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	2 GOLPES	3	TÉCNICO OPERARIO	
5	EJE U	SEIS RODAJES LINEALES DE CORREDERAS	ENGRASE DE RODAJES	SEMANTAL	MOBIL GREASE CM-P	2 GOLPES	6	TÉCNICO OPERARIO	

LUBRICACIÓN POR ACEITE

ITEM	SISTEMA	COMPONENTE	ACTIVIDAD	FREC	LUBRICANTE	CTD	N° ptos	RESP	TIEMP
1	BLOQUE DE PUNZONADO	POSTRES DE BLOQUE DE PUNZONADO	BOMBEO DE ACEITE A POSTES	SEMANTAL	3 EN 1	UN BAÑO DE ACEITE COMPLETO	4 POSTES	TÉCNICO OPERARIO	
2	BLOQUE DE CIZALLA DE CORTE	POSTES DE CIZALLA	BOMBEO DE ACEITE A POSTES	SEMANTAL	3 EN 1	UN BAÑO DE ACEITE COMPLETO	4 POSTES	TÉCNICO OPERARIO	

Comprobar las juntas de estanqueidad, líneas de aceite y líneas de grasa por si existieran fugas de aceite o grasa.

	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE ANGLEMASTER AFPS 643 ME-AM02		GOP-MT-I-18
			Rev. 01 Pág. 1/5
	Revisado por: JEFE DE MT	Aprobado por: RED	Fecha: 01/05/2011

OBJETIVO:

- ✓ Definir e indicar las tareas que se deben ejecutar para realizar el mantenimiento preventivo de la máquina indicada en este instructivo.
- ✓ Indicar los tiempos en que se ejecutaran estas tareas para llevar un control de las mismas, así mismo definir los responsables de la ejecución de estas tareas.

ALCANCE

Todas estas tareas se aplican a la ANGLEMASTER ME-AM01, la cual se encuentra ubicada dentro de las instalaciones de la planta de Mimco siempre y cuando esta no haya sido dada de baja.

TERMINOLOGIA (DEFINICIONES Y ABREVIATURAS)

No aplica.

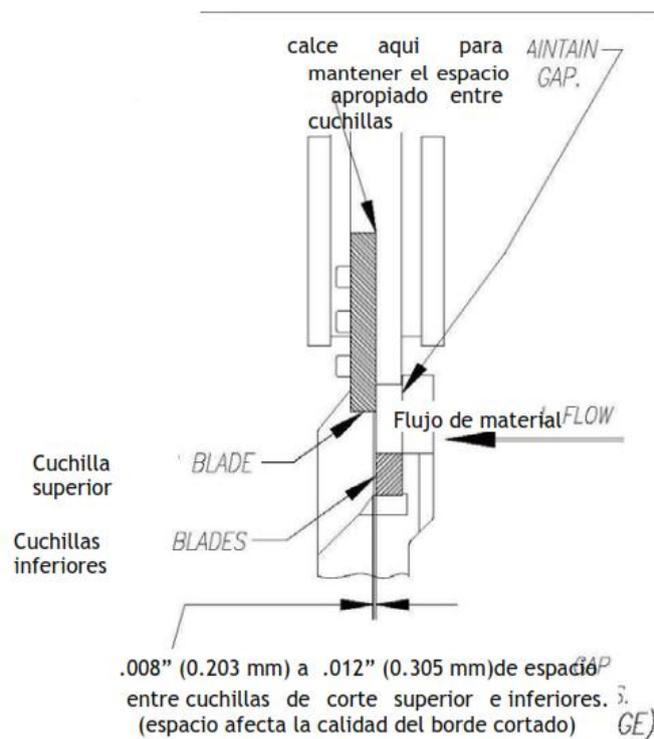
DESARROLLO

Mantenimiento Diario (ME- AM01 - MD) Tiempo: 15 min.

(Responsable: Operario de la Máquina)

1. Verificar que las zonas de desplazamiento de las partes móviles de la máquina se encuentren libres de obstáculos.
2. Realizar el ciclo de calentamiento de la máquina. Este ciclo debe durar como mínimo 5 minutos.
3. Verificar durante el ciclo de calentamiento las presiones del sistema hidráulico de la máquina, estas deben ser observadas de izquierda a derecha en la zona de manómetros junto al manifold. P1: 500 psi, P2: 500 psi, P3: 500 psi, P4: 500 psi, P5: 400 psi, P6: 400 psi.
4. Verificar que durante el trabajo de punzonado de la máquina la presión que indica el manómetro de la bomba de aceite este por debajo de los 3000 psi.
5. Verificar durante el ciclo de calentamiento que la cortina de seguridad

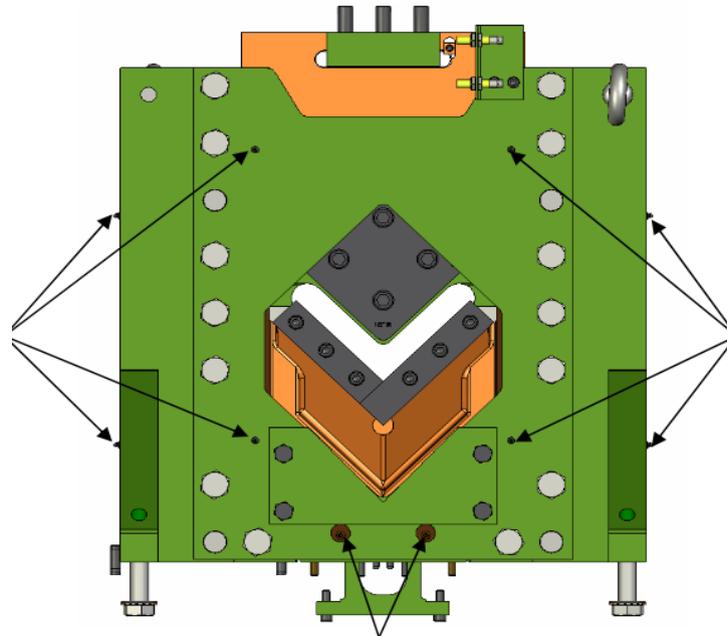
- esté funcionando correctamente.
6. Verificar que la presión del manómetro del marcador de metal indique 45 psi
 7. Lubricar con aceite SAE 30 las partes móviles de la máquina que la necesiten.
 8. Inspeccionar que no haya fuga de aceite en la máquina, bomba de aceite y en las mangueras.
 9. Inspeccionar que no haya fuga de aire en la maquina ni en la tuberías.
 10. Verificar que la unidad de mantenimiento (FRL) cuente con un nivel de aceite encima del mínimo, además purgar el condensado de esta unidad.



Mantenimiento Semanal (ME- AM01 - MS) Tiempo: 30 min.

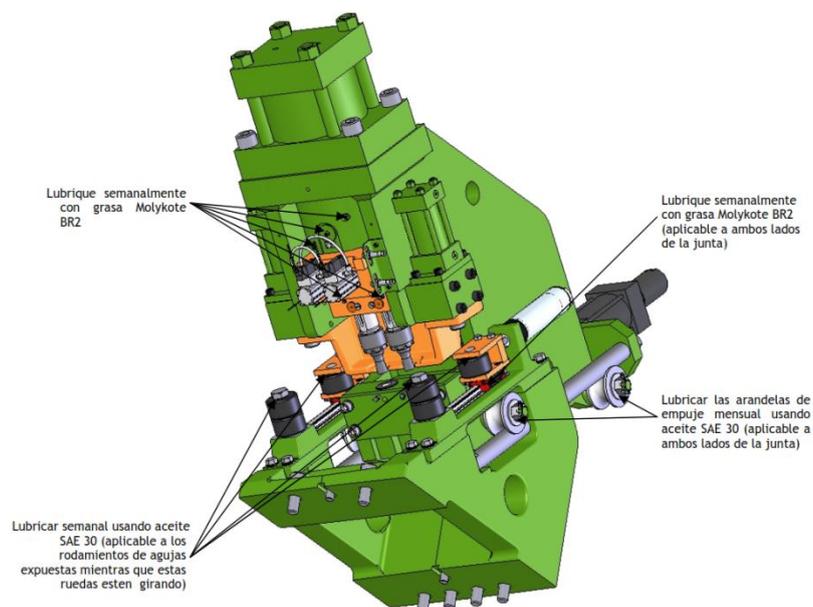
(Responsable: Operario de la Maquina)

1. Engrasar la placa de la cizalla con 1 disparo en cada punto de engrase, desde el punto 1 hasta el 10 con grasa Mobilgrease CM-P como se indica en la figura.



Lubrique semanalmente con grasa Molykote BR2

2. Aplicar aceite **SAE 30** al exterior de Los rodajes girándola, ver figura.
3. Aplicar aceite **SAE 30** a la Arandela de empuje ver figura.
4. Engrasar con **Molykote BR2** ver figura.



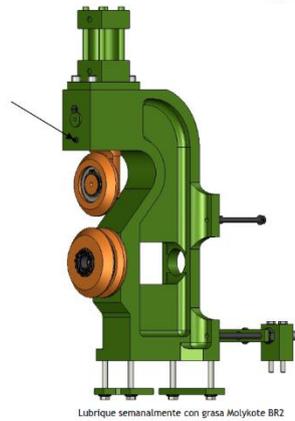
Lubrique semanalmente con grasa Molykote BR2

Lubrique semanalmente con grasa Molykote BR2 (aplicable a ambos lados de la junta)

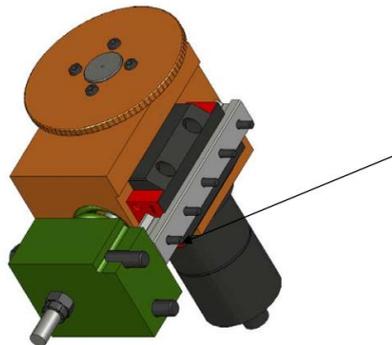
Lubricar semanal usando aceite SAE 30 (aplicable a los rodamientos de agujas expuestas mientras que estas ruedas esten girando)

Lubricar las arandelas de empuje mensual usando aceite SAE 30 (aplicable a ambos lados de la junta)

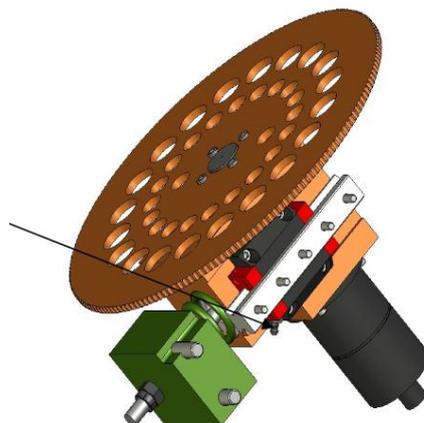
5. Lubrique semanalmente con grasa **Molykote BR2** en el punto indicado en la figura.



6. Lubrique semanalmente con grasa **Molykote BR2** en el punto indicado en la figura.



7. Lubrique semanalmente con grasa **Molykote BR2** en el punto indicado en la figura.



8. Lubricar con aceite **SAE 30** las partes móviles de la máquina que la necesiten.

9. Verificar que los rodillos de las guías de las piernas lejana y cercana giren

libremente, de lo contrario lubricar con aceite SAE 30.

Mantenimiento Mensual1 (ME- AM01 – MS1) Tiempo: 2 horas.

Responsable: Operario de mantenimiento.

- ✓ Desmontaje y limpieza de la cuña de bronce de la cizalla, verificar que no esté desgastada. Revisar el sensor y el vástago de señalización.
- ✓ Desmontaje y limpieza de la placa que soporta la cuchilla, revisión de tolerancias mínimas de trabajo de 01-03 mm.
- ✓ Revisión de tolerancia de distancia entre planos de las cuchillas de corte.
- ✓ Desmontaje y limpieza de la unidad de mantenimiento neumático (FRL), de ser necesario cambiar el filtro.
- ✓ Revisar fugas de aceite en las conexiones y los cilindros hidráulicos.
- ✓ Verifique los tornillos de las ruedas de medición de entrada y salida.
- ✓ Inspeccione los 4 tornillos que sujetan cada rueda de medición al centro del eje. Si los tornillos no están seguros, apriete con cuidado.

Mantenimiento Mensual2 (ME- AM01 – MS2) Tiempo: 2 horas.

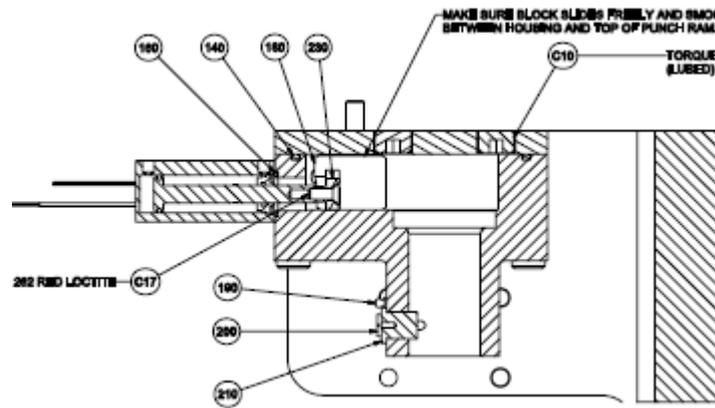
Responsable: Operario de mantenimiento.

- ✓ Desmontaje y limpieza de signoscrip.
- ✓ Desmontaje y engrase de Camrol bearing.
- ✓ Desmontaje y engrase de Mcgill camrol bearing.
- ✓ Limpieza e inspección de filtro de retorno de la bomba hidráulica.
- ✓ Verificar la existencia de partículas y grumos, en caso de producirse avisar al Jefe de mantenimiento.
- ✓ Limpieza de transformador de 220/460 V. Medición de aislamiento.

Mantenimiento Trimestral1 (ME- AM01 – MS1) Tiempo: 5 horas.

Responsable: Operario de mantenimiento.

- ✓ Desmontaje, limpieza y engrase del sistema de cambio de pistones neumáticos de los cilindros punzonadores³



- ✓ Revisión y/o cambios de mangueras neumáticas de toda la máquina.
- ✓ Desmontaje, limpieza, engrase y cambio de rodajes de signoscrip.1

Mantenimiento Trimestral2 (ME- AM01 – MS2) Tiempo: 2 horas

Responsable: Operario de mantenimiento.

- ✓ Desmontaje y limpieza de manifold y válvulas del sistema hidráulico.
- ✓ Ajuste y reapriete de mangueras y conexiones hidráulicas, de ser necesario cambiarlas.

Mantenimiento Trimestral3 (ME- AM01 – MS3) Tiempo: 4 horas.

Responsable: Operario de mantenimiento.

Verificar el estado de los rodajes, de ser necesario cambiarlos.

Mantenimiento Semestral1 (ME- AM01 – MS1) Tiempo: 1 día.

Responsable: Operario de mantenimiento.

- ✓ Ajuste y reapriete general de contactos eléctricos. Parte de control y fuerza.
- ✓ Desmontaje de motor de bomba hidráulica, revisión de voltaje amperaje y aislamiento. Revisar los rodajes del motor, de ser necesario cambiarlos. Limpieza y barnizado de motor eléctrico.
- ✓ Alineamiento en servicio del motor con la bomba hidráulica.
- ✓ Limpieza y barnizado de transformador de 220/460 V.

Turnitin

Visualizador de Documentos de Turnitin - Google Chrome
Es seguro | https://turnitin.com/div?s=18&v=831876492&u=10511305958&lang=es&...
Probar el nuevo Feedback Studio

GRUPO 27 ING IND | TESIS ING IND CONDORI PAMPAS par... | Roadmap | Trabajo 1 de 2

Originality | GradeMark | PeerMark

TESIS ING IND CONDORI PAMPAS
POR HARRY CONDORI PAMPAS

turnitin 24%
SIMILAR DE 0

Resumen de Coincidencias

Rank	Source	Percentage
2	dokumen.tips fuente de Internet	2%
3	riunet.upv.es fuente de Internet	1%
4	www.ptolomeo.unam.m... fuente de Internet	1%
5	es.slideshare.net fuente de Internet	1%
6	www.scribd.com fuente de Internet	1%
7	docplayer.es fuente de Internet	1%
8	es.wikipedia.org fuente de Internet	1%
9	issuu.com fuente de Internet	1%
10	tesis.pucp.edu.pe fuente de Internet	1%
11	saber.ucv.ve fuente de Internet	1%
12	documents.mx fuente de Internet	1%
13	www.dspace.espol.edu... fuente de Internet	<1%
14	www.slideshare.net fuente de Internet	<1%

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APLICACION DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MEJORAR EL ÍNDICE DE EFICIENCIA GLOBAL DE MAQUINAS CNC DEL AREA DE PRODUCCION DE LA EMPRESA MIMCO S.A.C.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR
CONDORI PAMPAS HARRY HILTON

ASESOR
MG. RONALD DAVILA LAGUNA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA - PERÚ
2017

PÁGINA: 1 DE 01

Escritorio ES 06:19 p.m. 19/07/2017