

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA DE POSTGRADO**



**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN EL
ÁREA DE EXTRACCIÓN DE JUGO TRAPICHE PARA
MEDIR EL IMPACTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA
AGROINDUSTRIA POMALCA SAA**

Autor: Ing. Lucio Antonio Llontop Mendoza

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE
OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

**Chiclayo, Perú
2018**

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)
EN EL ÁREA DE EXTRACCIÓN DE JUGO
TRAPICHE PARA MEDIR EL IMPACTO DE LA
PRODUCTIVIDAD DE LA AGROINDUSTRIA
POMALCA SAA**

POR

AUTOR: ING. LLONTOP MENDOZA LUCIO ANTONIO

Tesis presentada a la Escuela de Postgrado de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, para optar el Grado Académico de **MAESTRO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE OPERACIONES Y LOGÍSTICA**

APROBADO POR

Dr. Jorge Mundaca Guerra
Presidente de Jurado

Mtro. César Ulises Cama Peláez
Secretario de Jurado

Dr. Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa
Vocal/Asesor de Jurado

Chiclayo, 27 de setiembre de 2018

Dedicatoria

A Dios por ser la luz que siempre quiero alcanzar en mi vida, a nuestra madre la Virgen María porque siempre nos cuida.

A mi amada esposa María Luisa por apoyarme todos los días, a mis queridos padres Manuel y Purificación, mis hermanos Paul, Liliana, Marco, Julio y mis queridos abuelos Pio y Sofía por su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida personal y profesional.

Agradecimientos

A la Agroindustria Pomalca SAA, a los ingenieros jefes del área de trapiche por el apoyo en la recolección de información.

A mi asesor de Tesis Dr. Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa por el apoyo brindado. A mi jurado por el aporte otorgado.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I	16
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	16
1.1. ANTECEDENTES	16
1.2. BASE TEÓRICA CONCEPTUAL	22
1.2.1 Sistemas Productivos	23
1.2.2 Producción Ajustada	23
1.2.3 Productividad	24
1.2.4 Evolución de los Conceptos de Productividad	24
1.2.5 Definición de Mantenimiento	25
1.2.6 Evolución del mantenimiento hasta la implantación del TPM ..	26
1.2.7 El TPM Conceptos y Características	28
1.2.8 Objetivos del TPM	29
1.2.9 Aspectos del TPM	30
1.2.10 Mantenimiento Autónomo (MA)	31
1.2.10.1 Eliminar (Seiri)	33
1.2.10.2 Ordenar (Seiton)	33
1.2.10.3 Limpieza e inspección (Seiso)	34
1.2.10.4 Estandarizar (Seiketsu)	35
1.2.10.5 Disciplina (Shitsuke)	35
1.2.11 Pilares del TPM	36
1.2.12 Propuesta del Implementación del TPM	44
1.2.12.1 Actividades que comprende la implementación del TPM	45
1.2.12.2 Etapas de la implantación de un programa de TPM	46
1.2.13 Las 3Y: Un objetivo previo a la implantación de TPM	54
1.2.14 Las Seis Grandes Pérdidas de los Equipos	54
1.2.14.1 Clasificación de las Seis Grandes Pérdidas de los Equipos	55
1.2.15. Eficiencia Global de los Equipos OEE	62
1.2.15.1 Extracción de Jugo de Caña	63
CAPÍTULO II	70
MARCO METODOLÓGICO	70
2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	70

2.2 POBLACIÓN	71
2.3 MUESTRA	71
2.4 MUESTREO	71
2.5 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	71
CAPÍTULO III.....	73
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	73
3.1. DIAGNÓSTICO	73
3.1.1 Aspectos Generales de la Industria Azucarera	73
Agroindustria Pomalca SAA	73
3.1.2 Descripción del Proceso Productivo	77
3.1.3 Diagrama de Flujo de Proceso.....	81
3.1.4 Diagrama de Operaciones del Proceso de Producción.....	82
3.1.5 Diagrama de Análisis de las Operaciones (DAP)	83
3.2 MEDICIÓN.....	85
3.2.1 Eficiencia de los equipos en el Área de Extracción de Jugo de Caña	85
3.2.2 Clasificación de la Eficiencia Global de los Equipos	86
3.2.3 Elaboración de la Eficiencia Global de los Equipos	86
3.2.3.1 Tiempo Disponible.....	86
3.3 MÁQUINAS.....	90
3.3.1. Grúa hilo.....	90
3.3.2. Mesa alimentadora.....	90
3.3.3. Conductores de Caña	91
3.3.4. Niveladores y Macheteros de Caña	91
3.3.5. Desfibrador de caña	92
3.3.6. Molienda.....	92
3.3.8. Bombas de jugo, bomba de agua de imbibición y filtros de jugo.	93
3.4 MANO DE OBRA	94
3.4.1. Análisis del costo de mano de obra	94
3.5 MEDIO AMBIENTE	96
3.5.1 Mala ubicación de máquinas	96

3.5.2	Áreas inseguras de trabajo	97
3.5.3	Mal diseño de los equipos	98
3.6	MATERIALES	99
3.6.1	Espera en proceso	99
3.6.2	Demasiado tiempo en campo	101
3.6.3	No reúne los parámetros	101
3.7	MÉTODOS	102
3.7.1	Procesos no estandarizados	102
3.7.2	Existe porcentaje de mermas	102
3.8	PROPUESTA DEL IMPLEMENTACIÓN DEL TPM	113
3.8.1	Compromiso de la Compañía de Asumir el TPM, Gerencia y Altos Mandos	113
3.8.2	Identificación de las fallas en el área de extracción de jugo de caña para la aplicación de la Eficiencia Global de Equipos	114
3.8.3	Cálculo Actual de la Eficiencia de los Equipos en la Extracción de Jugo de Caña.	117
3.9	EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO COMO BASE DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM EN LA COMPAÑÍA	141
3.9.1	Análisis mensual del tiempo de fallas en conductores de caña 145	
3.9.2	Apoyo en las “5 S” como base en la eliminación de las seis grandes pérdidas como ayuda en el mantenimiento autónomo en la agroindustria Pomalca SAA	155
3.9.2.1	Organización del área de extracción (SEIRI)	156
3.9.2.2	Orden del área de extracción (SEITON).....	156
3.9.2.3	Limpieza del área de extracción (SEISO).....	157
3.9.2.4	Estandarización del área de extracción (SEITKETSU)	157
3.9.2.5	Cumplimiento de la disciplina del área de extracción (SHITSUKE)	157
3.9.3	Implantación del mantenimiento autónomo Agroindustria Pomalca SAA	158
3.9.3.1	Descripción del Equipo de Molienda	158
3.9.3.2	Objetivos a lograr del Equipo de Molienda	159
3.9.3.3	Seguimiento de actividades a lograr del Equipo de Molienda.	161
3.10.	IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD	166
4.-	DISCUSIÓN	168

5.- CONCLUSIONES	171
Referencias bibliográficas.....	173
ANEXOS	175

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resume los principios básicos de las 5S.	36
Tabla 2 Etapas comprendidas en la implantación del TPM.....	47
Tabla 3 Clasificación de las seis grandes pérdidas.	56
Tabla 4 Diagrama de Análisis de Operaciones (DAP)	83
Tabla 5 Eficiencia Global de los Equipos.	86
Tabla 6 Resumen de pérdidas originada en la grúa hilo	90
Tabla 7 Resumen de pérdidas originada en la mesa alimentadora.....	91
Tabla 8 Resumen de pérdidas originada en los conductores de caña	91
Tabla 9 Resumen de pérdidas originada en los niveladores y macheteros de caña	92
Tabla 10 Resumen de pérdidas originada en los desfibradores de caña.....	92
Tabla 11 Resumen de pérdidas originada en los molinos de caña.....	93
Tabla 12 Resumen de pérdidas originada en las bombas y filtros de jugo de caña	93
Tabla 13 Personal que labora en el Trapiche en un turno	94
Tabla 14 Resumen de capacitación de personal en el área de trapiche	95
Tabla 15 Pérdidas originadas por tiempo espera en proceso.....	99
Tabla 16 Datos de molienda real Agroindustria Azucarera.	106
Tabla 17 Comparación molienda real vs ideal de Agroindustria Azucarera.	107
Tabla 18 Datos de molienda real anual en Agroindustria Azucarera	108
Tabla 19 Datos de molienda optima anual de Agroindustria Azucarera.	108
Tabla 20 Datos de molienda ideal azúcar Agroindustria Azucarera.	109
Tabla 21 Datos de molienda ideal azúcar Agroindustria Azucarera.	110
Tabla 22 Principales fallas presentes en el sistema de extracción de jugo de caña trapiche..	114
Tabla 23 Indicadores OEE sistema de extracción de jugo de caña trapiche.	118
Tabla 24 Control de tiempos perdidos del mes de agosto del 2014.....	121
Tabla 25 Eficiencia Global de Equipos Agosto.	122
Tabla 26 Control de tiempos perdidos del mes de setiembre del 2014.....	124
Tabla 27 Aplicación de la Eficiencia Global de los Equipos.....	125
Tabla 28 Control de tiempos perdidos del mes de octubre del 2014.....	127
Tabla 29 Aplicación de la Eficiencia Global de los Equipos.	128
Tabla 30 Resultados de la Eficiencia Global de los Equipos.	130
Tabla 31 Promedio de la Eficiencia Global de los Equipos.	130
Tabla 32 Calificativo del OEE.	130
Tabla 33 Análisis del mes de agosto por día del OEE.....	131
Tabla 34 Análisis del mes de setiembre por día del OEE.....	134
Tabla 35 Análisis del mes de octubre por día del OEE	137
Tabla 36 Tiempo perdido por tipo de falla, mes de Agosto – 2014.	145
Tabla 37 Tiempo perdido en conductores de caña, mes de agosto 2014.	147
Tabla 38 Tiempo perdido por tipo de falla, mes de setiembre – 2014.....	149
Tabla 39 Tiempo perdido en conductores de caña, mes de setiembre 2014.	151
Tabla 40 Tiempo perdido por tipo de falla, mes de octubre – 2014.....	152
Tabla 41 Tiempo perdido en conductores de caña, mes de octubre 2014.....	154
Tabla 42 Clasificación de pérdidas en sistema de molienda de jugo de caña.....	160

Tabla 43 Seguimiento de actividades para la mejora del TPM.....	161
Tabla 44 Clasificación de pérdidas en sistema de molienda de jugo de caña.....	164
Tabla 45 Mantenimiento autónomo aplica al área de extracción.	165
Tabla 46 Clasificación de pérdidas con OEE antes de las mejoras del acumulado.....	170
Tabla 47 Clasificación de pérdidas después de la mejora de acumulado al 75,00%.	170

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N ° 1 Evolución de la gestión del mantenimiento	27
Figura N ° 2 Mantenimiento Total Productivo.....	28
Figura N ° 3 Mejoras en el ciclo de vida del equipo.	30
Figura N ° 4 Resume los principios básicos y su implantación en cinco pasos o fases	33
Figura N ° 5 Pilares de TPM: Los Ochos Pilares.	44
Figura N ° 6 La estructura promocional del TPM.....	49
Figura N ° 7 Agrupación de las pérdidas en función de los efectos que provocan.....	55
Figura N ° 8 Características de las pérdidas según su naturaleza.....	58
Figura N ° 9 Aspectos a considerar en el tratamiento de ajustes.	59
Figura N ° 10 Etapas del Proceso de Extracción de Jugo de Caña	64
Figura N ° 11 Empresa Agroindustrial Azucarera.	75
Figura N ° 12 Vista Satelital empresa Agroindustria Azucarera.....	75
Figura N ° 13 Organigrama de la empresa agroindustrial	76
Figura N ° 14 Diagrama de Flujo Agroindustria Pomalca SAA	81
Figura N ° 15 Diagrama de Operaciones del Proceso de Producción del azúcar.....	82
Figura N ° 16 Mapa de procesos del área de extracción de jugo trapiche.....	84
Figura N ° 17 Distribución de los tiempos en una planta para la aplicación del OEE.....	86
Figura N ° 18 Pérdida de materia por maltrato de camiones	100
Figura N ° 19 Pérdida de materia por maltrato de camiones	102
Figura N ° 20 Datos de molienda en toneladas promedio al día en cada año en Agroindustria Azucarera. 2005 -2015.....	103
Figura N ° 21 Datos de hectáreas cosechadas en Agroindustria Azucarera. 2005 -2013.....	103
Figura N ° 22 Datos t/año de caña en Agroindustria Azucarera. 2005 -2015.....	104
Figura N ° 23 Datos de promedio t/h de caña en Agroindustria Azucarera. 2005 -2015.....	104
Figura N ° 24 Datos de molienda diaria Agroindustria Azucarera.	105
Figura N ° 25 Producción de t de caña anual Agroindustria Azucarera.....	109
Figura N ° 26 Pérdidas en soles ocasionadas en la producción del azúcar mensual en agroindustria.....	111
Figura N ° 27 Pérdidas en soles de producción mensual en agroindustria	111
Figura N ° 28 Pérdidas de sacarosa en bagazo de caña, agroindustria Pomalca SAA.....	112
Figura N ° 29 Eficiencia Global de los Equipos - Mes de agosto 2014.	123
Figura N ° 30 Eficiencia Global de los Equipos - Mes de Setiembre - 2014.....	126
Figura N ° 31 Eficiencia Global de los Equipos - Mes de octubre 2014.....	129
Figura N ° 32 Disponibilidad diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA....	132
Figura N ° 33 Eficiencia diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA.....	132
Figura N ° 34 Calidad diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA.....	133
Figura N ° 35 Efectividad Global de Equipos diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA.....	133
Figura N ° 36 Disponibilidad de Equipos diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA.....	135
Figura N ° 37 Eficiencia de Equipos diaria del mes de setiembre de la Agroindustria Pomalca SAA.....	135
Figura N ° 38 Calidad diaria del mes de setiembre de la Agroindustria Pomalca SAA.....	136

Figura N ° 39 Efectividad Global de Equipos diaria del mes de setiembre de la Agroindustria Pomalca SAA.....	136
Figura N ° 40 Disponibilidad de Equipos diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA.....	138
Figura N ° 41 Eficiencia de Equipos diaria del mes de setiembre de la Agroindustria Pomalca SAA.....	138
Figura N ° 42 Calidad diaria del mes de setiembre de la Agroindustria Pomalca SAA.....	139
Figura N ° 43 Efectividad Global de Equipos diaria del mes de octubre de la Agroindustria Pomalca SAA.....	139
Figura N ° 44 Secuencia del Mantenimiento Auto Autónomo	141
Figura N ° 45 Relación de actividades y responsabilidades en el mantenimiento autónomo. Fuente: (Torrell, 2012).....	143
Figura N ° 46 Datos de secuencia del mantenimiento autónomo y su futura ejecución implantándolo en la agroindustria Pomalca SAA	144
Figura N ° 47 Frecuencia de paros vs Tiempo de parada mes de agosto 2014.....	146
Figura N ° 48 Frecuencia de paros vs Tiempo de parada mes de agosto 2014	147
Figura N ° 49 Tiempo de descarrilo de conductores de caña mes de agosto 2014.	148
Figura N ° 50 Frecuencia de paros vs Tiempo de Parada	149
Figura N ° 51 Frecuencia de paros vs Tiempo de parada mes de agosto 2014	150
Figura N ° 52 Tiempo de descarrilo de conductores de caña	151
Figura N ° 53 Frecuencia de paros vs Tiempo de Parada.....	153
Figura N ° 54 Frecuencia de paros vs Tiempo	153
Figura N ° 55 Tiempo de descarrilo de conductores de caña.....	154
Figura N ° 56 Tarjeta roja para la organización	156
Figura N ° 57 Diagrama de actuación relativo a detección de defectos.....	162
Figura N ° 58 OEE Acumulado del mes de agosto a octubre.....	169
Figura N ° 59 OEE Acumulado con las mejoras al 75,00%.....	169

RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito proponer la implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca SAA, en el presente estudio se enfoca en la situación actual de la compañía mediante un análisis para determinar cómo está realizando y de que forma el mantenimiento puede causar la disminución en el proceso de extracción de jugo de caña, dando origen a pérdidas económicas en la productividad. Por tal motivo se plantearon objetivos como realizar un diagnóstico basado en la identificación de las pérdidas ocasionadas en el área de extracción de jugo de caña, calcular la efectividad global de los equipos en el área de extracción de jugo de caña, proponer la implementación del mantenimiento total productivo apoyado con el mantenimiento autónomo y realizar un análisis costo beneficio de la propuesta para disminuir las pérdidas de la productividad. La propuesta estará basada en el análisis previo mediante la eficiencia global de los equipos y como mejorarla para poder incrementar las paradas con la mejora en el mantenimiento.

Una vez identificado la OEE de los equipos, se determinó que un correcto mantenimiento, para una molienda de 252 138,24 t de caña se obtuvo 28 540,65 t de azúcar, con la mejora se va a llegar a 29 093,4 t de azúcar, recuperando 552,72 t de azúcar.

Palabras claves: Implementación, mantenimiento total productivo, área de extracción de jugo de caña, impacto de la productividad.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to propose the implementation of total productive maintenance (TPM) in the extraction area of fraiche juice to measure the impact of the productivity of the Agroindustry Pomalca SAA, in the present study focuses on the current situation of the company through an analysis to determine how it is performing and how maintenance can cause the decrease in the process of extracting cane juice, giving rise to economic losses in productivity. For this reason, objectives were set such as making a diagnosis based on the identification of the losses caused in the area of cane juice extraction, calculating the overall effectiveness of the equipment in the sugarcane extraction area, proposing the implementation of maintenance total productive supported by autonomous maintenance and perform a cost-benefit analysis of the proposal to reduce productivity losses. The proposal will be based on the previous analysis by means of the global effectiveness of the equipment and how to improve it in order to increase the stops with the improvement in maintenance.

Once the OEE of the equipment was identified, it was determined that a correct maintenance, for a milling of 252 138,24 t of cane, 28 540,65 t of sugar was obtained, with the improvement it has reached 29 093,42 t of sugar. Recovering 552,72 tons of sugar

Keywords: Implementation of total productive maintenance, cane juice extraction area, productivity impact.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, la industria azucarera durante el periodo del 2005 al 2016, presentó un incremento de la producción nacional. El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) informó que, en enero 2016, la producción de caña de azúcar fue de 922 mil 216 toneladas, siendo su rendimiento de 112,120 toneladas por hectárea para el último año, dando un aumento en 8,7%, en comparación con similar mes de 2015. La producción del mencionado cultivo aumentó en los departamentos de Lambayeque (30,9 %), La Libertad (7,4 %) y Áncash (5,1%), los que en conjunto concentraron el 87,4% del total nacional. No obstante, disminuyó en el departamento de Lima (14,9%). Las empresas Casa Grande, Cartavio, Laredo, Paramonga, Tumán y Pomalca tuvieron en conjunto una participación del 80,0% de la superficie cosechada a nivel nacional. El resto de las empresas participaron con el 20,0%. Aquí también se encuentran productores independientes que tienen áreas.

Los departamentos que concentran la mayor superficie cosechada al año 2012, son La Libertad con el 45,7% y Lambayeque con el 31,7%, ambos concentran el 77,4% de la superficie cosechada nacional. Los demás departamentos concentran el 22,6%, esto es Lima con 14,9%, Ancash con 7,0% y Arequipa con 0,7% respectivamente. La región de Lambayeque cuenta con empresas agroindustriales como Pucalá, Tumán, Pomalca y ANORSAC (Azucarera del Norte SAC), estas aun presentan deficiencias que las hacen que no operen correctamente.

Actualmente la empresa está moliendo en promedio 150,15 toneladas por hora, esto representa de 3603 toneladas de caña por día, pero su capacidad instalada es de aproximadamente 200 toneladas por hora haciendo un total de 4800 toneladas de caña por día. El área de extracción de jugo de caña en trapiche es el punto de partida para que la planta de azúcar pueda tener los mejores rendimientos dentro de su proceso fabril.

El área de extracción de jugo se encarga de preparar la caña para molerla hasta extraer la máxima cantidad de jugo de la caña, pero siempre se presentan inconvenientes para hacer este proceso. Estas variaciones se deben a falta de caña para moler y los tiempos perdidos en la extracción como son los descarrilamientos en la mesa alimentadora, fallas en los conductores, en las cadenas que alimentan la caña de los conductores. De igual manera existen problemas en las fajas que hacen la transmisión a estos equipos. Cuando la caña trae demasiadas piedras malogra los equipos de reducción de tamaño de caña conocidos como macheteros, malogrando los machetes que están en los ejes del equipo. Los desfibradores cuentan con martillos los cuales ayudan a desmenuzar la caña estos martillos también sufren desperfectos cuando pasa alguna pieza metálica en la caña o existe presencia de piedras.

Los molinos también sufren cuando entra restos metálicos malogrando las ranuras de extracción, haciendo que se quiebren y disminuye la extracción. De igual manera hacen que los molinos de descentren y origina paradas, las cadenas de transmisión de los conductores de bagazo. Otro factor importante es el jugo de caña, es muy corrosivo con las estructuras de los equipos haciendo que estos se malogren rápidamente, afecta directamente a los rodillos de extracción de jugo de caña, a las bombas que envían el jugo extraído al proceso de elaboración de azúcar y las tuberías.

Aun con las fallas presentadas y las paradas la empresa solo aplica mantenimiento correctivo tal como lo menciona los ingenieros de mantenimiento, cuando falla la maquina ellos actúan parando el proceso.

Todas estas fallas y averías disminuyen la eficiencia de extracción o productividad. Esta eficiencia ha venido disminuyendo según datos reportados por el Ministerio de Agricultura 2005 – 2012, donde en los tres últimos años estaba en 94,01%, 94,79% y 95,69% respectivamente.

Todos los puntos anteriores nos llevan a una interrogante. ¿De qué manera la propuesta de implementación del mantenimiento total productivo (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche mide el impacto de la productividad en la Agroindustria Pomalca SAA?

Para dar solución a la interrogante se planteó el siguiente objetivo general: Proponer la implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la Agroindustria Pomalca SAA. Así mismo se formularon los siguientes objetivos específicos: Analizar la situación actual de la empresa agroindustrial Pomalca SAA, en el área de extracción de jugo de caña trapiche, proponer el TPM con los indicadores de Eficiencia Total de Equipos para la planta Agroindustrial Pomalca en el área de extracción de jugo de caña y analizar el impacto de la productividad que traería implantar el TPM.

Esto será de gran valor para las empresas, pues se contará con un trabajo que ayude y de ideas a este sector muy importante en nuestra región. La propuesta de la aplicación de mantenimiento productivo total permitirá plantear acciones que orienten a las empresas para tener en cuenta la importancia del mantenimiento, y que puedan sacar ventajas que se necesita. Esta investigación permitirá mostrar los conocimientos durante la realización de esta maestría, los cuales, a su vez, podrán ser transmitidos a estudiantes de pregrado.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

1.1. ANTECEDENTES

(Kestwal, 2017) En su investigación “Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la Planta de Producción Eksamo SA”. En la cual presenta el desarrollo de evaluar el impacto de la implementación del mantenimiento productivo total en la planta de fabricación, y posteriormente puedan tomar decisiones inteligentes para aumentar la eficiencia, la calidad de la planta y el producto. Se tomó en cuenta comprender las herramientas y procesos Lean, identificar los puntos clave para implementar el TPM, identificar las actividades operativas existentes y la comprensión de los problemas, identificar el nivel actual del uso del TPM, los factores que determinan la evaluación del TPM, recomendar técnicas y procesos Lean para simplificar y estandarizar el trabajo y por último validar el marco de la evaluación del impacto que trae la mejora. Todo esto después de las consideraciones anteriores llego hacer una mejora encontrando un 55,94% de OEE y llegando a un 59,05% OEE teniendo un incremento del 3,11%

(Nieminen, 2016) En su investigación “Mejora de la Producción para la Fabricación de Grandes Volúmenes de Envases de Hojalata para Bebidas”. En este presente trabajo el objetivo era investigar el estado actual del mantenimiento de la empresa, donde se encontraban los cuellos de botella del proceso, para luego determinar la situación actual de la compañía mediante el análisis causa raíz, para mejorar las actividades de los procesos de fabricación. Todo este análisis determinó las fallas en el proceso de producción, las cuales fueron medidas utilizando la efectividad global de los equipos como un

indicador. En esta compañía se midieron antes y después de la implementación, el cual se aplicó mediante la ayuda del método etiquetado, apoyado en el Six Sigma. Como resultado de la implementación del sistema de etiquetado, la Eficiencia Global de Equipos (OEE) mejoró significativamente durante el período de evaluación de dos meses. En la aplicación del OEE el promedio se incrementó desde el 67,85% hasta el 73,85%, siendo la mejora en 6,0%, en una línea de producción y en la segunda línea va desde el 69,61% al 79,07% incrementándose en un 9,46%

Tuarez (2013) en su investigación “Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas en la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (Mantenimiento productivo total)”. En este trabajo se optimizó las tareas de mantenimiento preventivo gracias a que los operadores empezaron a realizar las tareas básicas de inspección en las máquinas entre estas actividades estaban la inspección de estado de tornillería, limpieza de sensores, lubricación básica. El cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo que en el mes de enero estaba en un 57% llegó a aumentar al mes de junio al 91 %. Como conclusión se disminuyó el tiempo de reparación de los equipos sobre todo en la llenadora de botellas, que como se ha dicho es la que marca el ritmo de la producción de la línea, antes del TPM el tiempo promedio de parada por daño era de 1,897 horas (113 minutos) y luego gracias a lo aprendido el promedio de parada de esta máquina es de 1,308 horas (78 minutos) lo que representa una reducción de 35 minutos es decir toma menos tiempo reparar la máquina.

Liu Yong y Zhu Jiajia (2009) en su investigación “El Mantenimiento Total Productivo (Total Productive Maintenance) empresas hacia la producción de excelencia un análisis práctico de la OEE”. En su trabajo de tesis indican que las industrias de fabricación global, los cambios fuertes que han tenido lugar en las últimas tres décadas se reflejan en los enfoques de gestión,

productos y procesos tecnológicos, las expectativas del cliente, relaciones con los proveedores, así como el comportamiento competitivo. Cada vez el mercado global ha sido testigo de un aumento de la presión de los clientes y competidores en la fabricación de Toyota presentó inicialmente la idea no muy acertada la producción ajustada, justo a tiempo y tirar de gestión con el fin de satisfacer las más altas exigencias de los clientes.

El incremento de la competencia global hace que más empresas cambien sus atenciones de aumento de la eficiencia a través de economías de escala para cumplir con las demandas exigentes del mercado en términos de flexibilidad, el rendimiento y la calidad de entrega. Ante esto, las empresas experimentan una intensa competencia en el lado de la oferta y la fuerte volatilidad en los requisitos del cliente en cuanto a la demanda.

Frente a estos desafíos, se busca la adopción de una estrategia de mantenimiento adecuado, esto se convierte en esencial para las organizaciones para poder sobrevivir. Estas estrategias de mantenimiento avanzados requieren esfuerzos de compromisos en cuanto a los empleados, los recursos, los materiales y la integración, sino que también se espera que proporcionen mayores niveles de disponibilidad de los equipos y el rendimiento de la planta.

Llegaron a la siguiente conclusión, es notable saber que el Eficiencia Global de los Equipos (OEE) simplemente es una herramienta para analizar y diagnosticar las causas y la deficiencia, mientras que con respecto a cómo mejorar la OEE que necesita a las empresas a adoptar diferentes medidas adecuadas en las cuales deben de estar involucrados todos los supervisores de línea de producción y técnicos de equipos, estos deben de tener las estadísticas de disponibilidad de equipos clave, el rendimiento y la calidad periódicamente y establecer el objetivo de OEE para ayudar a la gestión de la eficiencia del equipo.

Esto conlleva a que los operadores y supervisores de primera línea deben registrar para cada momento el mantenimiento del equipo no planificado, el cambio y el número de defectos en una tabla de datos de registro OEE y llevados al departamento de desarrollo. El equipo debe analizar los datos del registro del OEE de primera línea, para el cálculo antes de comparar el resultado y la meta a llegar. Para aquellos equipos cuyos resultados del OEE están por debajo del 85%, los supervisores o jefe responsables deben organizar un plan de mejora (PM), para establecer, planificar y supervisar el progreso del plan de mejora. Si los efectos de la mejora no son sustanciales, entonces el restablecimiento del plan tiene que ser hecho en el tiempo. En el mantenimiento de los equipos, la empresa debe de crear: “instrucciones de mantenimiento de los equipos, un inventario regular del mantenimiento equipo, mesa de inspección diaria de los equipos y un inventario del equipo de mantenimiento preventivo.

Daniel Ottosson (2009) en su investigación “El inicio del Mantenimiento Productivo Total (TPM) de una línea de producción piloto en la industria del automóvil en Alemania. En este presente trabajo desarrollado en Witte’s la planta de automóviles en la ciudad de Velbert en Alemania, se ha iniciado un gran esfuerzo en aplicar el Mantenimiento Productivo Total. El cual es un método de gestión de la producción y la empresa Witte's tiene como objetivo final la introducción de TPM como un medio para lograr una producción más simple y secuencial.

En el Mantenimiento Productivo Total, es importante tener Fiabilidad y disponibilidad los cuales son los objetivos principales y sobre la manera de cómo lograrlos es a través de la eliminación de las pérdidas importantes que se generan durante la operación de los equipos. Estas pérdidas se deben únicamente a la naturaleza mecánica y se tendrán mediante la figura clave Efectividad global del equipo OEE.

El objetivo de la tesis es lograr un aumento de unidades producidas desde 140 a 160 por hora. De este modo, el OEE también debe aumentar, pero las ganancias en la productividad o la eficacia sólo debe ser justificado por medio de medidas de TPM, el cual no es una tarea fácil. A través de estudios referentes al mantenimiento, un taller con un consultor con experiencia y una visita a la empresa Arcelor Mittal en Bremen a modo de ejemplo se hizo la implementación de TPM, se establecieron las tareas a seguir para una mejora de los procesos. Con el fin de visualizar el progreso de producción de una manera oportuna fue desarrollado, junto con un análisis asistido por ordenador, y la posibilidad para ilustrar los datos para una evaluación adicional. Mientras tanto, la introducción de un grupo de trabajo llamado Comando - TPM, especializada en la eliminación de las grandes pérdidas debería ser apoyada y rindió un proceso de mejora continua que debe aplicarse. Por último, el autor debe (Ottosson 2009) de proporcionar la programación y ayudas visuales en la introducción de los trabajadores de mantenimiento autónomo.

El valor inicial de tesis resultó estimado, con el valor inicial real de 115 unidades producidas y el tiempo empleado por hora. Si la misma tasa de mejora de 14 % a ser aplicado al nuevo valor, el nuevo objetivo era superior 130 unidades producidas por hora. Sin embargo, las expectativas fueron superadas y un valor de más de 140 unidades por hora, se promediaron en un período de cuatro semanas, lo que significa un aumento de más del 20%. Sin embargo, el resultado más significativo es el hecho de que la tendencia va en aumento, así como el hecho de que los empleados encontraron que el método es beneficioso tanto para la empresa y los operadores. En consecuencia, se hicieron recomendaciones para fortificar el plan de proyecto completo con metas en una línea de tiempo, así como para asignar recursos suficientes a la aplicación.

Blancas (2005) en su investigación: Propuesta de un Sistema de Mantenimiento Preventivo y de Logística para Firth Industries Perú S.A. En la presente tesis se planteó la base de un sistema de mantenimiento preventivo y logística para la gestión de los inventarios de mantenimiento. Así mismo se describió cómo se viene realizando todo ello actualmente y se analizaron los problemas generados por esta forma de trabajo, a partir de los cuales se presentaron las distintas soluciones que se integran en el sistema de planificación. (Rodriguez 2013). En la planificación de las actividades de permite una mejor utilización del personal interno de mantenimiento de la empresa y la reducción del tiempo improductivo de los equipos. Por extensión, el departamento de Producción será beneficiado, debido a la mayor disponibilidad de máquinas y equipos, lo que permitirá una producción más eficiente. Del mismo modo, se minimizan los riesgos de seguridad con lo cual se aumentan los niveles de seguridad de los trabajadores. El sistema creará un ambiente de trabajo en el que interactuarán las áreas de Mantenimiento y, Compras y Almacenes, facilitando el intercambio de información, orientado a beneficiar a todos los usuarios de la empresa.

Se concluye en este trabajo se determina el costo de inversión que implica el desarrollo del Sistema de Planificación de Mantenimiento y Logística, así como las actividades previas a su implementación entre las que se encuentran la reorganización del área de mantenimiento, la planificación del mantenimiento y la formación de un área logística. Todo esto deben ser ejecutado de manera planificada, organizada y controlada para no exceder en el plazo y costo, por lo que es necesario considerar esta propuesta como un proyecto independiente, su implementación alcanza los S./ 16 295 00. Las herramientas de análisis financiero que se utilizan son la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) con los siguientes resultados: VAN = 15,942 US\$ TIR = 7,11%. Al analizar estos valores se determina que la propuesta es financieramente rentable.

(Martínez, 2009) en su investigación “Diseño de un modelo para aplicar el mantenimiento productivo total a los sectores de bienes y servicios”. El modelo diseñado obedece al cumplimiento del plan estratégico cuyos esfuerzos permiten lograr el cambio de actitud del personal para ser más eficientes y eficaces en todas las actividades en las que están involucrados. Las empresas que implementan o están implementando modelos que conjuntan todas las actividades de la organización para un mejor desempeño han logrado ser más competitivas. Por lo tanto, las bondades y beneficios de estos modelos bien planteados y con un buen liderazgo que contribuyan al cumplimiento de las metas y objetivos tanto en lo técnico como en lo administrativo y financiero, con la participación y colaboración de los directivos como de todos los equipos de trabajo permitan que el diseño del Sistema de Mantenimiento Total Productivo no sea solamente observado como una inversión si no como un valor agregado dentro de la organización. Se concluye este trabajo se describe la ejecución real de un reemplazo al equipo de control de una planta de productos de limpieza, bajo los conceptos de la filosofía del mantenimiento total. Debido a los altos costos de estos proyectos, es imperante que se establezca un plan detallado que contempla todos los aspectos relacionados a la planeación, ejecución, control y operación.

En este proyecto la inversión de capital fue de \$ 2 280 000 y los ahorros netos a lo largo de tres años fueron de \$. 1 183 400, lo cual arrojó un Valor Neto Presente (VPN) positivo de \$1 091 100 y un retorno sobre la inversión de 31%.

1.2. BASE TEÓRICA CONCEPTUAL

Los sistemas productivos, que durante muchos años se han concentrado sus esfuerzos en aumentar su capacidad de producción, y mejorar su productividad, están mejorando cada día más, todo esto conlleva a efectuar mejoras dentro de los procesos, apareciendo nuevos sistemas de gestión que con sus respectivas técnicas permiten mejorar en forma progresiva los

procesos, y que han apoyado incorporándose en la gestión de los equipos y medios de producción orientados a la obtención de la máxima eficiencia a través del TPM.

1.2.1 Sistemas Productivos

“Conjunto de agentes y relaciones productivas que tienen lugar sobre un espacio determinado”, los sistemas productivos que durante mucho tiempo han concentrado sus esfuerzos en aumentar su capacidad de producción, hoy en día con la globalización están evolucionando más hacia la mejora de su eficiencia, llevando a los mismos a la producción necesaria de los mismos en cada etapa con el mínimo de empleo de recursos, disminuyendo las pérdidas. Esto genera la aparición de nuevos sistemas de gestión que dentro de los sistemas productivos los han mejorado notablemente, los cuales han sido aplicados a los equipos y medios de producción orientados hacia la obtención de una máxima eficiencia. (Cuatrecasas 2000)

1.2.2 Producción Ajustada

En la actualidad a estos modelos de sistemas productivos se les conoce como Lean Production, es decir sin consumo de los recursos innecesarios, los cuales al ser aplicados a los sistemas productivos conducen a la producción de calidad, sin defectos en productos resultantes, donde la gestión del TQM (Total Quality Management) hace que los procesos productivos generen cero defectos, y que se elaboren a la primera, con la finalidad de mantener una óptima eficiencia dentro del proceso, siendo en la actualidad consideradas estas empresas como altamente competitivas. En efecto al emplear sistemas tan eficientes como los mencionados para lograr productos de calidad a la primera, la máxima eficiencia exige el uso de medios productivos más adecuados, siempre preparados para funcionar sin ningún problema y con el mínimo de recursos, en este último caso se introduce al TPM (Mantenimiento Total Productivo) (Cuatrecasas 2000)

1.2.3 Productividad

Cuando damos el concepto de productividad este con el tiempo ha ido evolucionando, el cual ante los cambios se ha ido adaptando a las necesidades de competitividad de los mercados, sin bien es cierto la productividad viene hacer el resultado de un buen desarrollo de la mejora continua, a través de la “Gestión de la calidad” y de la calidad del trabajo, cuando este evoluciona se convierte en el motor principal de las empresas. (Cuatrecasas 2000)

Otros lo consideran como la relación que existe entre lo producido y lo consumido, por ese motivo no debe de existir confusión con los incrementos por decir, si cierta compañía hubiera producido el doble número de productos que su ejercicio anterior diremos que ha duplicado su producción, pero para producirlo se ha duplicado la cantidad de material, diremos que su productividad se mantendrá, pero en lugar se disminuyera la cantidad de material diremos que se ha incrementado la productividad. Estos materiales están basados en: tierra, materias primas, instalaciones, máquinas y herramientas, mano de obra, energía, etc. (Sanchez 2010)

1.2.4 Evolución de los Conceptos de Productividad

Se sabe que una de las necesidades importantes que tiene cada compañía es elevar la “Productividad Global”, es decir, no solamente en las tareas de mano de obra directa involucradas en la producción, sino también a nivel de supervisión y jerárquico. Todo ha evolucionado de tal manera que se han adaptado a las necesidades actuales de competitividad en que están inmersos los mercados, no es más que el resultado que se hace de la mejora continua mediante el uso de la “gestión de calidad” y de la “calidad del trabajo”, todo esto hace que las personas dentro de la organización: trabajen en operaciones de un proceso, controlen y aseguren su calidad a través de una táctica personal y responsable, piense como mejorar el proceso aplicando una estrategia

participativa, se reúnan en grupos de fiabilización y de mejora para resolver problemas y progresar.

Se desarrollan en compañías herramientas de solución de problemas y en las cuales se da el tiempo en la práctica, la excelencia en la fabricación para que los operadores de máquinas y sistemas de producción dediquen tiempo de su jornada para la resolución de problemas, donde puedan emplear los tiempos muertos a la realización de tareas de mantenimiento autónomo y a la mejora de procesos y equipos. (Sacristán 2001).

1.2.5 Definición de Mantenimiento

En forma habitual se define al mantenimiento como el conjunto de técnicas que tienen como finalidad la conservación de equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, el cual busca la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento. (Garrido 2003).

Otra concepción del mantenimiento son todas las actividades que se deben de desarrollar en un orden lógico dentro de la organización, con el único propósito de conservar en condiciones seguras, efectivas y económicas, los equipos, herramientas y demás actividades que están involucrados dentro de las instalaciones de las compañías.

Desde la perspectiva de la Administración de Mantenimiento Industrial, su principal logro es la conservación del servicio, esto garantiza que exista un correcto funcionamiento de los sistemas productivos siempre y cuando reciban el correcto mantenimiento. Esto quiere decir que en términos económicos la protección y conservación de las inversiones, la garantía de la productividad y la seguridad del servicio. (Palencia 2012)

1.2.6 Evolución del mantenimiento hasta la implantación del TPM

Por la década de los años 20 del siglo pasado ya se comenzó a hablar sobre la aplicación del mantenimiento en forma preventiva para evitar problemas y averías en los equipos de producción, no es hasta a los años de 1950, donde se toma énfasis en sentar las bases del mantenimiento previamente propiamente dicho.

Esto se introdujo en Japón procedente de los Estados Unidos en el año 1951, las empresas buscan la rentabilidad económica principalmente, basándose en la máxima producción, y para cumplirlo se orientaban a detectar o prevenir posibles fallos antes de que estos ocurran. Por la década de los años sesenta, se incorporó y desarrolló el Mantenimiento Productivo, se dio un paso adelante con respecto al mantenimiento preventivo, porque se incluye un plan de mantenimiento para toda la vida útil del equipo sin descuidar la fiabilidad (F) y mantenibilidad (M).

El Mantenimiento Productivo Total conocido como TPM, comienza a implantarse por la década de los años setenta, en Japón. Se desarrolla un programa de gestión del mantenimiento efectivo e integrado por los enfoques anteriores, se diferencia por la incorporación de conceptos innovadores entre ellos el Mantenimiento Autónomo. Están involucrados los propios operarios de producción, y la implantación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta el operario, originando la creación de una nueva cultura propia que estimula el trabajo en equipo y eleva la moral personal.

Todo esto hace posible llegar a la filosofía del TPM, quien aplica el concepto de la mejora continua desde el punto de vista del mantenimiento y la gestión de equipos, de allí el cambio del término del mantenimiento productivo, por el de mantenimiento total productivo, dando un nuevo concepto de mantenimiento. (Cuatrecasas 2000).

La Prevención del Mantenimiento, se identifica como MP, el cual centra su actividad fuera de la planta de producción ya que actúa en la etapa de diseño, desarrollo y construcción del equipo, es el mantenimiento a nivel de desarrollo de ingeniería. Siendo su objetivo principal, reducir al máximo, e incluso eliminar si es posible la necesidad de actividades de mantenimiento del equipo, cuando ya está operativo.

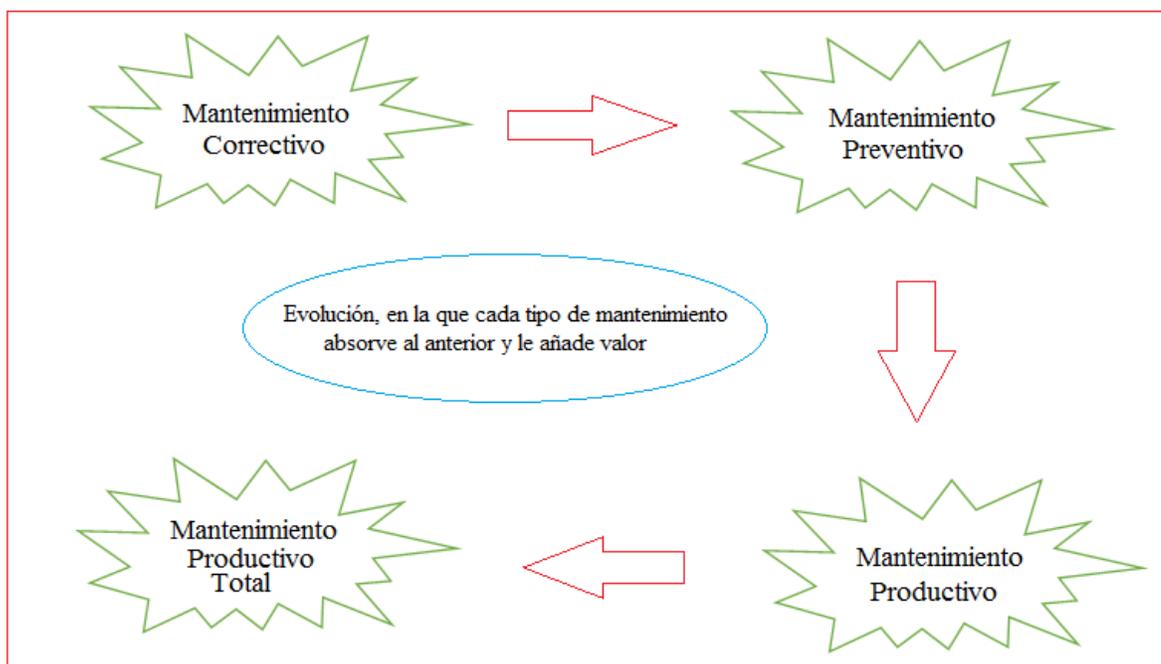


Figura N ° 1 Evolución de la gestión del mantenimiento

Fuente: Cuatrecasas (2000)

Todo esto dio con inicio al TPM, como consecuencia de la implantación de las distintas etapas: mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y mantenimiento productivo, en una evolución fundamentada en la filosofía de la mejora continua (Kaisen), donde cada fase se ha caracterizado por un enfoque propio que finalmente ha servido para el desarrollo de la siguiente etapa.



Figura N ° 2Mantenimiento Total Productivo.
Fuente: Cuatrecasas (2000)

El TPM ha recogido también los siguientes conceptos:

- Mantenimiento Basado en el Tiempo (TBM), se basa en la planificación periódica de las actividades del mantenimiento, reemplazándolo, en el momento indicado las partes que provean de dichos equipos, para garantizar un eficiente mantenimiento.
- Mantenimiento Basado en las Condiciones (CBM), consiste en planificar el control sobre el equipo y sus partes, con el fin de asegurarse de que se reúnan las condiciones necesarias para una operación correcta, previniendo las posibles averías o anomalías que se presenten. (Cuatrecasas, 2000)

1.2.7 El TPM Conceptos y Características

En el Instituto Japonés de Ingeniería de Plantas (JIP), por el año de 1971 fue acuñado termino TPM, esta institución fue considerada como una de las principales precursoras, este instituto dedicado al Mantenimiento de Plantas (JIPM: Japan Institute Plant Maintenance), en la actualidad es la organización dedicada a la investigación, consultoría y formación de ingenieros.

El TPM nace en la industria automotriz, en empresas como Toyota, Nissan y Mazda, que paso ha forma parte de la cultura de estas compañías, después otras empresas no solamente aquellas que fabrican vehículos, sino también los sectores proveedores.

El interés por el TPM fuera de Japón está creciendo cada vez más debido a las mejoras que se consiguen como rentabilidad, eficacia de gestión y calidad, en Estados Unidos se inició a finales de la década de los ochenta, este sistema participativo de producción y mantenimiento se ha introducido en empresas no sólo japonesas, sino en industrias americanas y europeas.

El TPM o Mantenimiento Productivo Total supone un nuevo concepto de gestión del mantenimiento, que trata de que éste sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades de pequeños grupos. (Torrell, 2012)

EFICACIA GLOBAL: PRODUCTIVIDAD + GESTIÓN DE EQUIPOS

1.2.8 Objetivos del TPM

Según Ichizoh Takagi, miembro del Japan Institute for Planning Maintenance, incluye cinco objetivos:

1. Cooperación de todo el personal, donde debe estar involucrados la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a cada uno de ellos para alcanzar con éxito el objetivo.
2. Desarrollar una cultura corporativa que esté orientada a la obtención de una máxima eficacia en el sistema de producción y gestión de equipos.
3. Implantación de un sistema de gestión de las plantas productivas de tal forma que reduzcan la eliminación de las pérdidas antes de que se produzcan y mejoren el ciclo de vida del equipo.
4. Implantación del mantenimiento preventivo siendo el medio básico para lograr cero pérdidas, donde se dan actividades integradas en pequeños grupos de trabajo, apoyándose en el mantenimiento autónomo.

5. Aplicación de los sistemas de gestión, los cuales involucren los aspectos de la producción, donde están involucrados el diseño y desarrollo, ventas y dirección. (Cuatrecasas, 2000)

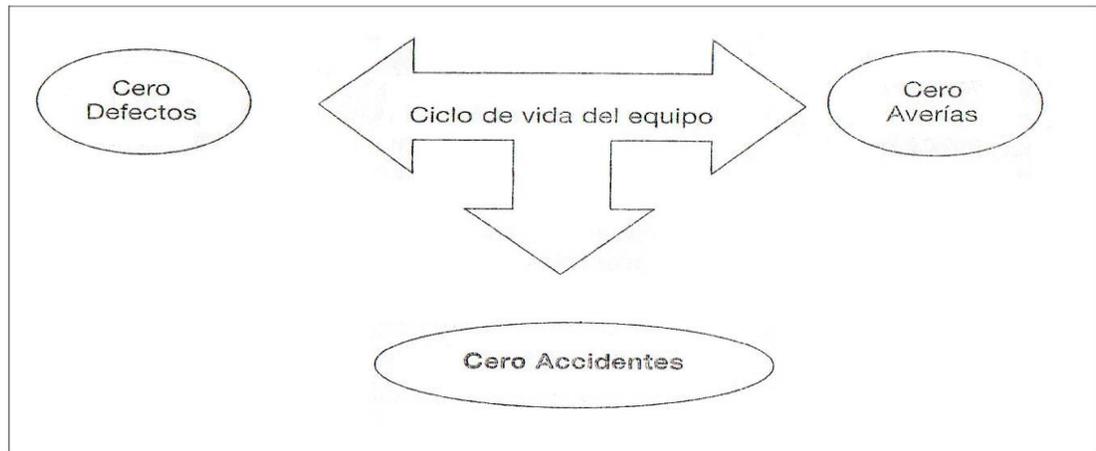


Figura N ° 3 Mejoras en el ciclo de vida del equipo.

Fuente: Cuatrecasas (2000)

1.2.9 Aspectos del TPM

El Mantenimiento Productivo Total es una nueva filosofía de trabajo en plantas productivas que se genera en torno al mantenimiento, pero alcanza y enfatiza aspectos como:

- 1.- Participación Total de Personal: Está inmerso la participación de la dirección, la formación de grupos multidisciplinarios para el trabajo en equipo debe existir una colaboración de todos los departamentos de la compañía y una estrecha cooperación entre los trabajadores de producción y mantenimiento.
- 2.- Eficacia Total. Se busca los máximos rendimiento de los equipos y la rentabilidad.
- 3.- Sistema Total de Gestión de Mantenimiento. La gestión fortalece su diseño y lo orienta hacer accesible el mantenimiento, formando un mantenimiento correctivo eficaz, recambios y documentación. (Cuatrecasas, 2000)

1.2.10 Mantenimiento Autónomo (MA)

Viene hacer cuando los operarios de producción están asumiendo tareas de mantenimiento productivo, donde se incluye la limpieza, también se incluyen algunas actividades que se dan en el mantenimiento preventivo los cuales propician actividades propias de este mantenimiento. *“La filosofía básica del mantenimiento autónomo es que la persona que opera con un equipo productivo se ocupe del mantenimiento”*. Cuando se hace el mantenimiento por los trabajadores, se denomina el MA, donde la mejora de la eficiencia y la competitividad. logre mejorar la eficiencia y competitividad tiene en cuenta la herramienta 5S se corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo que, de una manera menos formal y metodológica, ya existían dentro de los conceptos clásicos de organización de los medios de producción. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramientas y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

Estos principios (5S) son fáciles de comprender, aplicación no requiere ni un conocimiento en particular ni grandes inversiones financieras. Sin embargo, detrás de su aparente simplicidad, se encuentra una herramienta potente y multifuncional, pocas empresas han conseguido sacar todo el beneficio posible. La implantación tiene como objetivo evitar que se presenten síntomas disfuncionales y que afectan, decisivamente, a la eficiencia de la empresa, tenemos:

- ✓ La empresa presenta aspecto sucio: máquinas, instalaciones, técnicas, etc.
- ✓ Existe desorden: pasillos ocupados, herramientas en cualquier sitio, embalajes, etc.

- ✓ Elementos rotos: mobiliario, cristales, señales, topes, indicadores, etc.
- ✓ No existe instrucciones sencillas de operación.
- ✓ La cantidad de averías más frecuentes de lo normal.
- ✓ Poco interés de los empleados por su área de trabajo.
- ✓ Los movimientos y recorridos innecesarios de personas, materiales, herramientas, etc.
- ✓ El espacio es pequeño en general.

Para la implantación de las 5S, sigue un proceso de cinco pasos donde implica la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos. La alta dirección de la empresa debe estar convencida de que su aplicación supone una inversión en tiempo por parte de los operarios y la aparición de unas actividades que deberán mantenerse en el tiempo. Para ello, es necesario preparar material didáctico y explicar a los operarios la importancia y los conceptos básicos de la metodología. Cuando se da inicio la implantación de las 5S, se escoge un área piloto y se concentrarse en ella, la cual servirá como aprendizaje y será el punto de partida para el despliegue al resto de la organización. (Vizán, 2013)

Esta área donde se va a aplicar las 5s debe ser muy bien conocida, debe representar una gran probabilidad alta de éxito de tal manera, que permita obtener resultados significativos y rápidos. Los cambios que se hagan en los hábitos de comportamiento lograrán que las demás técnicas Lean se establezcan con mucha facilidad. Este principio es utilizado para dejar atrás los viejos procedimientos existentes y adoptar una nueva cultura de incluir el mantenimiento del orden, la limpieza e higiene y la seguridad como un factor importante dentro del proceso productivo, de la calidad y de los objetivos generales de la organización. Dando la importancia en la aplicación de las 5S como la estrategia a seguir hacia una cultura Lean. En el siguiente gráfico se resume los principios básicos y su implantación en cinco pasos o fases:

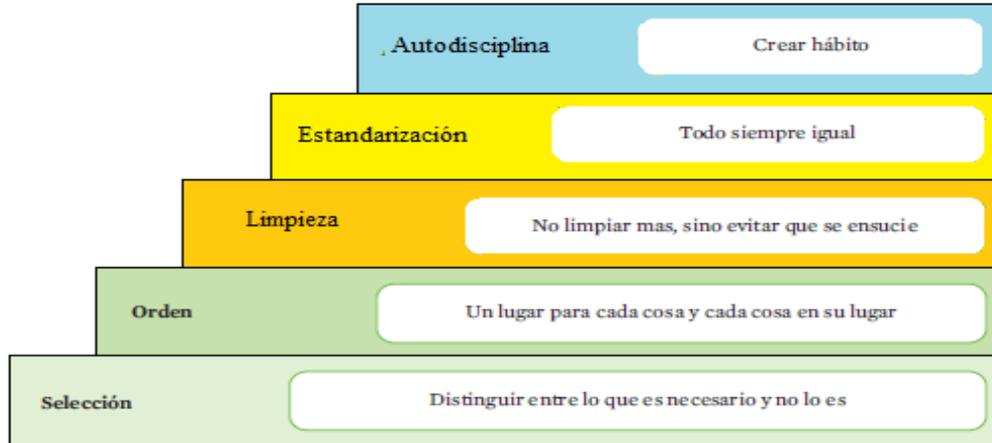


Figura N ° 4 Resume los principios básicos y su implantación en cinco pasos o fases

Fuente: Vizán (2013)

1.2.10.1 Eliminar (Seiri)

Este consiste en clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La clave es: “¿es esto útil o inútil?”. Radica en retirar del área de trabajo lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas con el fin de evitar estorbos y elementos prescindibles, que originan despilfarros (incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc.) Este trabajo es muy simple en la práctica, consiste en usar tarjetas rojas para identificar elementos susceptibles de ser excluidos y se concluye si hay que considerarlos como un desecho. (Vizán, 2013)

1.2.10.2. Ordenar (Seiton)

Una vez aplicada la eliminación, sigue la etapa de organizar los elementos clasificados como necesarios, para encontrarlos con facilidad, definir su lugar de ubicación y se identifica para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. La actitud que hace que esto no funcione a lo que representa seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que se hace

costumbre y se convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio”. La implantación del seiton permite:

- ✓ Delinear los límites de las áreas de trabajo, almacenaje y zonas de paso, en acorde a las normas de trabajo.
- ✓ Colocar en un lugar adecuado, impidiendo duplicidades; cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

Cuando se pone en práctica hay que decidir dónde ubicar las cosas y cómo ordenarlas, se tiene en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Alcanzándose el nivel de orden adecuado para producir con calidad y eficiencia, otorgando a los empleados un ambiente de trabajo favorable para sus desempeños.

1.2.10.3 Limpieza e inspección (Seiso)

Este término japonés significa limpiar, observar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, anticiparse para prevenir defectos. Su aplicación ayuda en:

- ✓ Hacer que la limpieza como parte del trabajo diario dentro de la compañía.
- ✓ Asumirla como una tarea de inspección necesaria.
- ✓ Priorizar tanto o más en la eliminación de los focos de suciedad que en sus resultados.
- ✓ Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, técnicas, documentos, etc.), adecuarlos para su uso más eficiente (empalmes rápidos, reubicaciones, etc.), y recuperar aquellos que no funcionan (relojes, utillajes, etc.) o que están reparados “provisionalmente”.

Para que el trabajo funcione la limpieza es el primer tipo de inspección hacia los equipos, de ahí su gran importancia. A través de esta

se aprecia si un motor bota aceite, está bien anclado a su base, si hay tornillos sin apretar, cables sueltos, etc. Se debe hacer la limpiar para inspeccionar, inspeccionar para detectar y corregir.

1.2.10.4 Estandarizar (Seiketsu)

Esta fase permite consolidar las metas una vez cumplidas las tres primeras “S”, porque conseguirlo asegura unos efectos perdurables. Permite seguir un método para ejecutar un determinado procedimiento de tal forma que la organización y el orden sean factores principales. Un estándar hace que las cosas sean más prácticas y fácil de trabajar a todos, mediante un documento, papel, fotografía o dibujo.

La conducta de los involucrados debe de cambiar, cuando se hace “hoy sí y mañana no”, es probable que los días de incumplimiento se multipliquen. Su aplicación proporciona las siguientes ventajas:

- ✓ Conservar los logros conseguidos con las tres primeras “S”.
- ✓ Elaborar y cumplir los estándares de limpieza y comprobar que éstos sean empleados correctamente.
- ✓ Hacer llegar a todo el personal la idea importante de aplicar los estándares.
- ✓ Crear hábitos en la organización, el orden y la limpieza.
- ✓ Evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.

Para implantar una limpieza estandarizada, el procediendo puede basarse en tres pasos (Asignar responsabilidades, integrar, chequear el nivel de mantenimiento). (Vizán, 2013)

1.2.10.5 Disciplina (Shitsuke)

Viene hacer la disciplina y su objetivo es hacer hábito el uso de los métodos estandarizados y aceptar su aplicación normalizada. Esto se

liga al desarrollo de una cultura de autodisciplina que hace perdurable el proyecto de las 5S. Este objetivo la convierte en la fase más fácil (consiste en aplicar regularmente las normas establecidas y mantener el estado de las cosas) y más difícil (porque su aplicación depende del grado de asunción del espíritu de las 5S a lo largo del proyecto de implantación). Los responsables de la implantación lean establecerán diversos sistemas o mecanismos que permitan el control. (Vizán 2013)

Tabla 1 Resume los principios básicos de las 5S.

SEIRI Separar y eliminar	SEITON Arreglar e identificar	SEIDO Proceso diario de limpieza	SEIKETSU Seguimiento de los primeros 3 pasos, asegurar un ambiente seguro	SHITSUKI Construir el hábito
Separar los artículos necesarios de los no necesarios	Identificar los artículos necesarios	Limpiar cuando se ensucia	Definir métodos de orden y limpieza	Hacer el orden y la limpieza con los trabajadores de cada puesto
Dejar solo los artículos necesarios en el lugar de trabajo	Marcar áreas en el suelo para elementos y actividades	Limpiar periódicamente	Aplicar el método general en todos los puestos de trabajo	Formar a los operarios de cada puesto para que hagan orden y limpieza
Eliminar los elementos no necesarios	Poner todos los artículos en su lugar definido	Limpiar sistemáticamente	Desarrollar un estándar específico por puesto de trabajo	Actualizar la formación de los operarios cuando hay cambios
Verificar periódicamente que no haya elementos no necesarios	Verificar que haya "un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"	Verificar sistemáticamente la limpieza de los puestos de trabajo	Verificar que exista un estándar actualizado en cada puesto de trabajo	Crear un sistema de auditoría permanente de planta visual y 5s

Fuente: Kaizen Institute - Vizán (2013)

1.2.11 Pilares del TPM

Las prácticas básicas que se efectúan en el TPM son a menudo llamados los pilares o elementos de TPM, los cuales sostienen todo el edificio de TPM se construye y se gradas, en ocho pilares (Sangameshwaran y Jagannathan, 2002). TPM es de gran ayuda porque abre el camino a una excelente planificación, organización, seguimiento y control de las prácticas a

través de su única metodología de ocho pilares iniciativas de TPM, todo esto es sugerido y promovido por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas (JIPM), involucrar a un plan de ejecución de ocho pilares que da lugar a aumento sustancial de la productividad del trabajo a través controlada mantenimiento, reducción en los costos de mantenimiento, y reduce paradas de producción y los tiempos de parada.

El TPM como núcleo central del mantenimiento propone iniciativas de clasificar en ocho pilares o actividades, con el objetivo de hacer las mejoras en el rendimiento de fabricación, donde se incluye el mantenimiento autónomo; mantenimiento centrado; mantenimiento planificado; mantenimiento de la calidad; educación y formación; TPM oficina; gestión del desarrollo; y seguridad, salud y medio ambiente (Irlanda y Dale, 2001; Shamsuddin et al., 2005; Rodríguez y Hatakeyama, 2006), a continuación se presentan de manera detallada los pilares: (Amit . Ingale, 2015)

1.2.11.1 Pilar 1 - 5S: El punto de partida del TPM es la 5S. El cual está considerado como un proceso sistemático donde se realiza la limpieza para lograr un ambiente adecuado de trabajo, donde se fomenta la participación de los empleados con el objetivo sincero de poner en práctica y el mantenimiento de la ejecución de esa práctica.

Si se tiene un lugar de trabajo donde no está organizado no se podrá observar este ambiente de trabajo. La buena limpieza y una correcta organización del lugar de trabajo ayudan a que el equipo pueda detectar dónde están los problemas. Cuando se hacen visibles los problemas da el primer paso hacia la mejora. Las 5S es un programa que se implantó antes de la aplicación de TPM. Si este pilar no es tomado en serio conlleva hacia los retrasos, defectos, clientes insatisfechos, disminución de utilidades y empleados desmoralizados.

La implementación que enfoca las 5S debe de ser llevado en forma escalonada. Primero diagnosticar la situación actual del lugar de trabajo, mediante una auditoría 5S, se apoya en las hojas de verificación para evaluar, estas constan de varios parámetros para ser valorados, a cada uno se le da una puntuación en una base de 5 puntos para cada uno de las ' S ', las calificaciones dan la situación actual de la empresa. Todas las 5s mencionados anteriormente deben ser implementadas y las auditorías que se les efectuó en intervalos regulares con la finalidad de monitorear el progreso y evaluar el éxito de la implementación. Concluidas las aplicaciones de las auditorías aleatorias de las 5S, podrían realizarse mediante hojas de control dentro de la compañía para asegurar que se existe un verdadero cambio en cada uno de los ambientes de trabajo. (Amit . Ingale, 2015)

1.2.11.2 Pilar 2- Mantenimiento Autónomo (MA): Este pilar está encaminado a los operadores que se formen, para que puedan ocuparse de todas las tareas de mantenimiento, liberando así a los especialistas del mantenimiento, para tareas más técnicas dando un valor agregado a sus actividades. Los operarios son responsables de mantener su equipo en perfecto estado para evitar que se deteriore.

El objetivo de este pilar es mantener la máquina en buenas condiciones, sus actividades involucradas son de naturaleza muy simple. Donde están incluidas la limpieza, lubricación, inspección visual, el endurecimiento de los pernos flojos etc. La política del MA es de mantener el funcionamiento de equipos, operadores flexibles para operar y mantener el Mantenimiento Total Productivo. El MA se apoya en los pasos como son la capacitación de los empleados, limpieza inicial de las máquinas, adoptar contramedidas, arreglar normas provisionales MA (jishu Hozen), inspección general, inspección autónoma, y la normalización. (Amit . Ingale, 2015)

1.2.11.3 Pilar Kaisen: El kaisen tiene el significado siguiente "Kai" es cambio, y "Zen" bueno para mejor. Fundamentalmente se da para las pequeñas mejoras, pero estas se dan de manera continua e involucran a todas las personas de la organización. Para aplicarlo no es necesario hacer innovaciones espectaculares, no requiere de mucha inversión. El principio profundiza en "un número muy grande de pequeñas mejoras la cuales son más eficaces que dan un buen giro al entorno de la organización de unas pocas mejoras de gran valor". Su objetivo principal es reducir las pérdidas en el lugar de trabajo que afectan a nuestra eficiencia, esto se hace mediante el uso de un detallado de herramientas y procedimiento a fondo la eliminación de pérdidas en una sistemática.

Estas actividades se dan en áreas de producción y puede ser implementados en áreas administrativas, la política Kaizen se basa en conceptos de cero pérdidas en todas las esferas de actividad, implicadas como objetivo de lograr reducir los costos en los recursos de la empresa, búsqueda incesante para mejorar sobre todo la eficiencia de equipos en la organización, la extensa utilización del análisis de PM como una herramienta para eliminando las pérdidas, y el enfoque de fácil manejo por parte de los operarios.

El objetivo es alcanzar y mantener a cero las perdidas con respecto a las paradas de menor importancia, la medición y ajustes, defectos y los tiempos de parada inevitable. Con este pilar se quiere lograr la reducción de costos de fabricación. El objetivo de TPM es la maximización de la eficacia de los equipos, maximización de la utilización de la máquina y no sencillamente la máquina tenga una maximización dentro de su disponibilidad. Dentro de las actividades de TPM como uno de los pilares, el kaizen persigue equipos eficientes, excelentes operarios, el material y la utilización de energía. En las actividades del Kaizen tratan de eliminar completamente las pérdidas. Seis grandes pérdidas fueron identificadas como: falla del equipo, puesta en marcha

y ajustes, pequeñas paradas, pérdidas de velocidad durante la producción, y pérdidas durante el calentamiento (Amit . Ingale, 2015)

1.2.11.4 Pilar 4 Planificación del Mantenimiento (PM): Está destinado a tener máquinas y equipos libres de problemas que producen sin defectos productos para la satisfacción total del cliente. Esto mejora al mantenimiento en cuatro "familias" o grupos y se conocen como: mantenimiento preventivo, mantenimiento avería, mantenimiento correctivo, y mantenimiento preventivo. Con la planificación del mantenimiento mejoran los esfuerzos convirtiéndose de manera proactiva y haciendo que el personal capacitado en temas de mantenimiento prepare a los operarios y puedan mantener sus equipos.

En la política de PM es lograr y mantener la disponibilidad de las máquinas, el costo de mantenimiento óptimo reduce el inventario de piezas de repuesto, y mejorar la fiabilidad y mantenimiento de las máquinas, tiene como objetivo que los equipos tengan cero fracasos y descomposiciones, mejorar la fiabilidad y mantenimiento en un 50 ciento, reducir los costos de mantenimiento en un 20 por ciento, y asegurar disponibilidad de piezas de repuesto todo el tiempo.

Se consideran seis pasos en el mantenimiento planificado son: la evaluación de equipos y recodificación presente estado; restaurar el deterioro y mejorar la debilidad; información del sistema de gestión; planificar el tiempo basado en un sistema de información; elegir el equipo, las partes y los miembros para trazar el plan; elaborar el sistema de mantenimiento predictivo mediante la introducción de técnicas de diagnóstico de los equipos y evaluación de mantenimiento planificado. (Amit . Ingale, 2015)

1.2.11.5 Pilar 5: Mantenimiento de la calidad (QM). Está dirigido hacia la satisfacción del cliente a través de la más alta calidad, mediante defectos

libres en la fabricación de los productos. Está centrado en eliminación de las no conformidades de una manera sistemática, de igual manera se enfoca en la mejora. Se debe de comprender de qué manera partes de los equipos afectan la calidad del producto y empezar a eliminarlos; después se ve los cuidados potenciales de calidad.

El cambio es de reactivo a proactivo (control de calidad para seguro de calidad), actividades de gestión de calidad son para configurar el equipo condiciones que descarten los defectos de calidad, basado en el concepto básico de mantenimiento de equipo perfecto para mantener la calidad de los productos. Se comprueba y es medida en varias series de tiempo para que los valores de medida realizados estén dentro del estándar, para prevenir defectos.

La transición de estos datos medidos es controlada, con la finalidad de predecir las posibilidades de que ocurran defectos y a adoptar contramedidas antes de que sucedan. En la política de gestión de la calidad del mantenimiento están los defectos que condiciones libres y el control de los equipos, se debe de tener calidad de mantenimiento de forma gratuita, de calidad actividades de mantenimiento para apoyar la garantía de calidad, el enfoque de la prevención de los defectos en el origen, se centran en Poka-Yoke (sistema de prueba de errores), la detección y la segregación de los defectos en línea, y la aplicación efectiva de la garantía de calidad del operador. En el QM los objetivos son alcanzar y mantener cero quejas por parte de los clientes, reducir los defectos en proceso y los costos de calidad en un 50 por ciento respectivamente. (Amit . Ingale, 2015)

1.2.11.6 Pilar 6. Formación: Se tiene como objetivo tener múltiples aptitudes fortaleciendo a empleados, aquellos cuya moral es alta y con ganas de ir a trabajar y llevar a cabo todas las funciones requeridas efectivas e independientes. La educación se da aquellos operadores para mejorar sus

habilidades. No es suficiente saber el Mantenimiento Total Productivo, acá no interviene solamente "know-how" de también deben prepararse para "Know-Why", por la experiencia que adquieren, "Know-how" para superar un problema de lo que debe hacerse. Esta que hacen entrenarlos en el conocimiento "saber por qué".

Los empleados deben ser capacitados para lograr las cuatro fases de habilidad. La meta es la creación dentro de la empresa de un equipo completo de los expertos, se presentan diversas fases que proporcionan habilidades:

- a) Fase 1 – No lo sé.
- b) Fase 2 – Saber la teoría, pero no puede hacer.
- c) Fase 3 – Puede hacer, pero no puede enseñar.
- d) Fase 4 – Sabe hacer y enseñar.

Las políticas de formación están centradas en la mejora de los conocimientos, las habilidades y técnicas, la creación de un ambiente de entrenamiento para el autoaprendizaje basado en las necesidades, programa de capacitación que incluye herramientas/evaluación, etc., la cual es conductora a la fortalecer a empleados, y la formación de cómo se puede eliminar la fatiga haciendo un ambiente de trabajo agradable. El objetivo del entrenamiento (Training target: TTI) son de lograr y mantener el menor tiempo de inactividad de los equipos, mantener en cero perdidas en máquinas críticas, lograr y mantener la pérdida en cero, para hacerlo es necesario tener conocimientos, habilidades y técnicas, y el objetivo para que se cumpla en un 100 por ciento es la participación de sus opiniones.

Los pasos en la educación y actividades de formación están establecidos en las políticas, las prioridades y comprobar el estado actual de la educación y la formación, para establecer un sistema de formación, el cual ayudará al funcionamiento y mantenimiento de habilidades, la formación de

los empleados para el mejoramiento de la operación y las habilidades de mantenimiento, preparación del programa de entrenamiento, inicios del sistema de formación, evaluación de las actividades y el estudio de enfoque en el futuro. (Amit . Ingale, 2015)

1.2.11.7 Pilar 7 Departamento TPM: El TPM se debe iniciarse después de la activación de otros cuatro pilares del TPM como son: MA, Kaizen, PM, y QM, se debe seguir para mejorar la productividad, eficiencia en las funciones administrativas y de identificar y eliminar las pérdidas, analiza los procesos y procedimientos hacia una mayor automatización de oficinas.

Se dirige a doce pérdidas importantes, que se transforman estas pérdidas en costos, se incluyen las pérdidas en áreas como: compras, cuentas, marketing, ventas provocando altos niveles de inventarios; comunicación pérdida; la pérdida de inactividad; set-up pérdida; pérdida de precisión; equipos de oficina descompuestos; ruptura de comunicación del canal, teléfono y líneas de fax; tiempo dedicado a la recuperación de la información; no disponibilidad de correcta sobre el estado de la línea de valores; cliente quejas debido a la logística; y los gastos de emergencia las expediciones o compras.

El tener el departamento del TPM da beneficios como: la participación de todas las personas en funciones de apoyo para centrarse en mejorar el rendimiento de la planta, utilizar mejor el área de trabajo, reducción de trabajos repetitivos, la reducción de costos administrativos, la reducción costo de mantenimiento de inventario, reducción del número de archivos, productividad de las personas en las funciones de apoyo, la reducción en equipo de oficina, la reducción del cliente quejas debido a la logística, la reducción en los gastos debido a la despachos y compras de emergencia, la reducción de mano de obra, y ambiente de trabajo limpio y agradable. (Amit . Ingale, 2015)

1.2.11.8 Pilar 8. Seguridad, Salud y Medio Ambiente: En esta área se concentra la creación de un lugar de trabajo seguro y una zona circundante que no sea dañado por nuestro proceso o procedimientos. Haciendo que este pilar desempeñe un papel activo en cada uno de los otros pilares de forma regular (base). Es un papel importante la Seguridad, salud y medio ambiente sus objetivos son cero accidentes, cero daños a la salud, y cero incendios. En este pilar, se constituye un comité, que comprende representantes de los empleados y de los trabajadores. La comisión está encabezada por el vicepresidente (técnica). La mayor importancia a la seguridad se da en la planta. Manager (seguridad) se ocupa de las funciones relacionadas con la seguridad. Para crear conciencia entre los empleados de diversas áreas se aplican consignas de seguridad, concurso, teatro, carteles, etc. (Amit . Ingale, 2015)

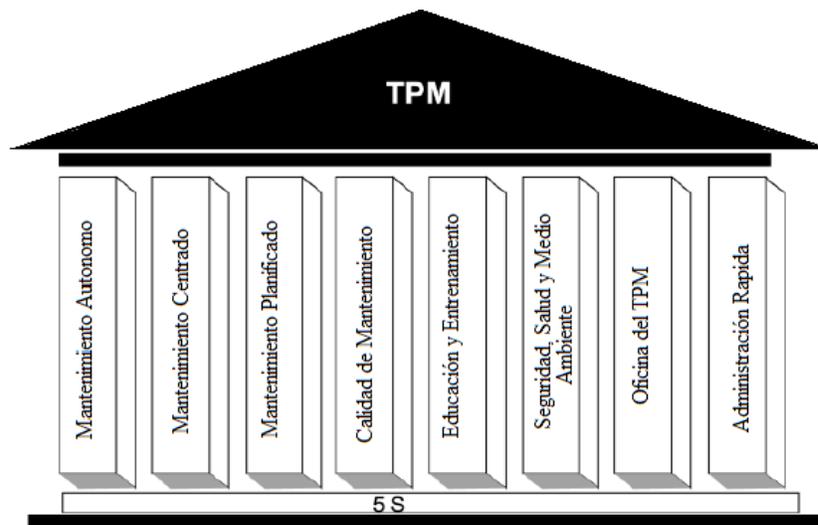


Figura N ° 5 Pilares de TPM: Los Ochos Pilares.

Fuente: *Jonathan Wee Jian Meng (2013)*

1.2.12 Propuesta del Implementación del TPM

Los objetivos fundamentales del TPM es la obtención del máximo rendimiento y eficacia global de un sistema productivo a través de la corrección en la gestión de los equipos que lo conforman. Estos se centrarán en la eliminación de tiempos muerto o de vacío, reducción del funcionamiento a

velocidad reducida (la cual es inferior a su capacidad) y a la minimización de disfunciones y defectos derivados de los procesos en que intervienen los equipos. Esto se verá más adelante transformado en las Seis Grandes Pérdidas. (Torrell, 2012)

1.2.12.1 Actividades que comprende la implementación del TPM

Para la implementación del TPM comprende las siguientes actividades:

- a. Incremento en la duración del ciclo y de la calidad de la vida que presentan los equipos dentro de las áreas donde se evalúa.
- b. Establecimiento del mantenimiento autónomo el cual se desarrolla en el propio puesto de trabajo.
- c. Reordenación de los trabajos del departamento de mantenimiento enfocados en la prevención.
- d. Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo orientado a la mejora.
- e. Mejora del desempeño y mantenimiento de los equipos.
- f. Formación y entrenamiento del personal productivo y de mantenimiento.
- g. Rediseño de los equipos, para obtener el máximo de rendimiento con el mínimo de mantenimiento.
- h. Implantar una política de prevención del mantenimiento.

Para terminar cada una de las actividades mencionadas es necesario implantar un programa de TPM completo y adecuado el cual deberá de cubrir los siguientes puntos:

- Llegar alcanzar las condiciones de funcionamiento óptimas. Eliminación de aspectos que disminuyan el rendimiento del sistema productivo a partir de los equipos (pérdidas).
- Disminuir el deterioro acelerado o excesivo de los equipos y el desgaste de sus componentes.

- Programación de tareas a los operarios: limpieza, mantenimiento y prevención.
- Establecer las mejoras que se consideren adecuadas en equipos y sus necesidades de mantenimiento.
- Planificar y gestionar el conjunto de acciones que arreglarán el programa de mantenimiento.
- Fomentar de manera visual el TPM dentro de la organización.
(Torrell, 2012)

1.2.12.2 Etapas de la implantación de un programa de TPM

El desarrollo de un programa TPM se lleva a cabo normalmente en cuatro fases de manera clara diferenciadas con unos objetivos en cada una de ellas, las cuales se indican a continuación.

- a. Preparación.
- b. Introducción.
- c. Implantación.
- d. Estabilización.

Estas etapas en su desarrollo se descomponen en 12 etapas, las cuales abarcan desde la decisión de aplicar una política de TPM en la empresa hasta la consolidación de la implantación del TPM y la búsqueda de objetivos más ambiciosos como la implantación de un Mantenimiento Preventivo, e incluso más allá con un Mantenimiento Predictivo. (Torrell, 2012)

Tabla 2 Etapas comprendidas en la implantación del TPM.

Fase	Etapa	Aspectos de Gestión
1. Preparación	1.Decisión de aplicar el TPM en la empresa	La alta dirección hace público su deseo de llevar a cabo un programa TPM a través de reuniones internas, boletines en la empresa
	2.Información sobre el TPM	Campañas informativas a todos los niveles para la introducción del TPM
	3.Estructura promocional del TPM	Formar comités especiales en cada nivel para promover el TPM. Crear una oficina de promoción del TPM.
	4.Objetivos y políticas básicas TPM	Analizar las condiciones existentes; establecer objetivos, prever resultados.
	5.Plan maestro de desarrollo del TPM	Preparar planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean para ello.
2. Introducción	6. Arranque formal del TPM	Conviene llevarlo a cabo invitando a clientes, proveedores y empresas o entidades relacionadas
3. Implementación	7.Mejorar la efectividad del equipo	Seleccionar un(os) equipo(s) con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar.
	8.Desarrollar un programa de mantenimiento	Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada.
	9.Desarrollar un programa de mantenimiento planificado	Incluye el mantenimiento periódico o con parada, el correctivo y el predictivo.
	10.Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento	Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñarán a los miembros del grupo correspondiente.
	11.Gestión temprana de equipos	Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad.
4.Consolidación	12.Consolidación del TPM y elevación de las metas	Mantener y mejorar los resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua, que pueda basarse en la aplicación del ciclo PDCA

Fuente: TPM en un entorno Lean Manufacturing. Lluís Cuatrecasas – Francesca Torrel.

A. Fase de Preparación

Considerada como fase fundamental la planificación, quien establece un cuidadoso programa TPM el cual debe de evitar o limitar el máximo de modificaciones futuras en su implantación.

Etapa 1: Anuncio de la alta dirección de la decisión de aplicar el TPM

En esta etapa la dirección debe de informar a todos los empleados y órganos empresariales de la intención de implantar el TPM. Previo a dar este paso resulta imprescindible que la alta dirección tenga la plena convicción primero, de la necesidad y, segundo, de la utilidad de implantar un programa de TPM. Si no hay un fuerte y sincero compromiso por su parte, que promueva la creación de un entorno favorable al cambio, sería un esfuerzo inútil, concluyendo que la alta dirección debe de estar absolutamente involucrada.

Etapa 2: Información del TPM

Esta etapa comprende una política de difusión al alcance de todo el personal el cual debe permitir entender el concepto de TPM, mediante las campañas informativas que hacer comprender a todo el personal, sea cual sea su nivel dentro de la compañía y su grado de responsabilidad, el porqué de la introducción del TPM.

Una parte fundamental es eliminar la resistencia que se genera en toda una organización cuando se promulga la decisión de introducir un cambio que va a afectar a todos de manera directa o indirectamente. El TPM supondrá que la división del trabajo y la especialización desaparecerán el cual será un factor que superar.

La importancia, radica en convencer a los operarios de producción de que vale la pena la restablecer del TPM, aunque esto conlleve que deberán de dedicar una parte de su tiempo a limpiar y mantener en correcto funcionamiento su equipo de producción, en lugar de estar produciendo. El cual se trata de una resistencia que al inicio de

los programas de TPM se presenta con gran frecuencia, ya que los operarios creen que de esta forma se pierde productividad.

Etapa 3: Estructura Promocional del TPM

Esta etapa se lleva a cabo a través de la formación de pequeños grupos que se encuentran dentro de la organización. Cada líder de grupo es miembro de otro grupo del nivel superior. De esta forma existe conexión entre cada nivel y la comunicación es de manera horizontal y vertical y cada vez más fluida.

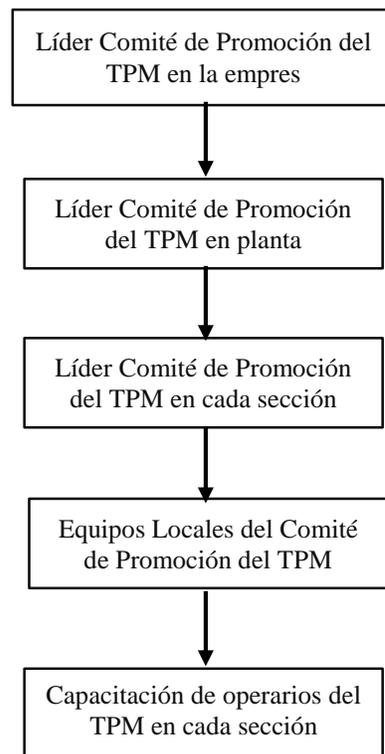


Figura N ° 6 La estructura promocional del TPM
Fuente: TPM Total Productive Maintenance, de LLuis Cuatrecasas.

Es adecuado tener una oficina de promoción del TPM, tendrá como función de promover y desarrollar estrategias eficaces para la promoción del TPM. Tendrá vital importancia en la fase de implantación del mantenimiento autónomo, y es importante que funcione en profesionales cualificados.

Etapa 4: Establecer Políticas Básicas del TPM y fijar los objetivos

En esta etapa de la organización, la alta dirección de la empresa deberá de incorporar el TPM dentro de la política estratégica de la compañía; de esta manera, fijará los objetivos concretos de alcanzar y las directrices a seguir a mediano y largo plazo. La empresa debe de fijar su punto de partida y tener una base de referencia, para lo cual debe de conocer la situación actual de la empresa, disponer de los datos cuantitativos de las averías, los defectos, rendimientos, etc.

Etapa 5: Desarrollo de un plan maestro del TPM

Es el paso, tal vez más importante acá se trata de establecer un plan concreto para la implantación del TPM que integra las actividades a desarrollar para conseguir las metas propuestas, las principales actividades que debe de contener son:

- ✓ Establecer un programa de mantenimiento autónomo llevado a cabo por los propios operarios.
- ✓ Incrementa la efectividad del equipo.
- ✓ Establecer un programa de mantenimiento planificado por el personal de mantenimiento.
- ✓ Aseguramiento de la calidad.
- ✓ Gestión anticipada de equipos.
- ✓ Formación y entrenamiento para aumentar las aptitudes personales.

B. Fase de Introducción

Etapa 6: Arranque del TPM

Es la etapa es considerada como la puesta en práctica del TPM. Se recomienda organizar un acto formal de presentación donde asistan todos los empleados y clientes o representantes de empresas relacionadas, en donde se informe de las actividades llevadas a cabo en la fase de preparación y de los planes futuros. Es muy importante que la alta dirección debe de procurar que su interés por el TPM alcance a toda la empresa, inyectando moral y disposición hacia el TPM a todos sus trabajadores.

C. Fase de Implantación

En esta fase debe de desarrollarse las actividades planificadas, con la adecuada asignación de los responsables y el acuerdo acerca de las fechas de implantación de estas. Para esta implantación caiga en demoras y retrasos excesivos, así como la falta de coordinación que puede darse en la introducción de un nuevo sistema de gestión, es muy importante ajustarse a los plazos previstos en el plan de implantación, por lo cual es indispensable tener asignados los objetivos a una fecha y contar con un responsable.

Etapa 7: Mejorar la Eficiencia del Equipo

Formar grupos multifuncionales compuestos por ingenieros de producción, personal de mantenimiento y operarios con el propósito de eliminar las pérdidas y mejorar la efectividad del equipo. Deberá de elegirse un equipo que sufra pérdidas crónicas y, una vez medidas y evaluadas cuidadosamente, se actuará de forma que se obtengan mejoras significativas en un período de aproximadamente tres meses.

Etapa 8: Establecer un Programa de Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo es una de las características más inherentes al TPM. Donde se requiere la especialización producción - mantenimiento, los operarios manejan el equipo, el personal de mantenimiento lo repara, se mantiene vigente hasta que aparece el mantenimiento autónomo en un programa TPM. Después de la implantación del TPM, operarios de producción participan en las funciones de dar un mantenimiento diario y en actividades de mejora que evitan el deterioro rápido de los equipos.

Etapa 9: Establecimiento de un Programa de Mantenimiento Planificado

Esta etapa consiste en efectuar un mantenimiento programado el cual se lleve en forma periódica dado por el departamento de mantenimiento. El personal debe centrar sus energías en las tareas que requieren su propia experiencia técnica y aprender técnicas más sofisticadas de mantenimiento, al tiempo que es de ayuda en el mantenimiento autónomo.

Etapa 10: Formación para elevar capacidad de operación y mantenimiento

Para elaborar un mantenimiento eficaz es importante mejorar las destrezas de los recursos humanos, que dispone la empresa. Es conveniente, en las etapas iniciales de la implantación del TPM realizar un esfuerzo especial, muy valioso en la formación de los empleados. Cuando se pone en marcha el TPM, se valorará paulatinamente a cada persona para establecer planes de formación para la siguiente fase.

Etapa 11: Creación de un programa de gestión temprana de equipos

Es necesario contar con un programa de gestión temprana de equipos el cual tiene como objetivos la prevención del mantenimiento y un diseño de nuevos equipos que minimicen el mantenimiento e incluso estén exentos de él. Para llegar a estos objetivos se tiene que actuar desde la formación del equipo, su proyecto inicial, hasta su madurez, en donde tendrá lugar la operación normal con producción estable de procesos y productos con calidad.

A esta etapa en el tiempo se le denomina ciclo de vida del sistema o ciclo de vida total. El TPM se enfoca en minimizar el costo económico del ciclo de vida de un sistema, iniciando con las fases tempranas del desarrollo de este: fases de planificación de inversiones de equipos, de diseño, de fabricación, de instalación, de pruebas y de arranque. El programa de gestión temprana no acaba aquí, si no que abarca las fases de operación y mantenimiento bajo un enfoque de sistema total integrado, donde se combinan los esfuerzos de los ingenieros de diseño, de mantenimiento y mejorar la mantenibilidad.

D. Fase de Estabilización

Etapa 12: Consolidación del TPM y elevación de los objetivos

El paso final de un programa TPM es conservar y perfeccionar las mejoras conseguidas a lo largo de cada de las etapas mencionadas. Se debe de cuantificar el progreso alcanzado y dar a conocer a todos los empleados, el cual ayudará a la comprensión y valoración de su trabajo. Se debe de mantener la filosofía de la mejora continua, revisando los objetivos establecidos y fijando otras ambiciones. (Cuatrecasas, 2000)

1.2.13 Las 3Y: Un objetivo previo a la implantación de TPM

Para que se pueda iniciar la implementación del TPM es necesario contar con un ambiente propicio que abarquen a todas las empresas involucradas, así como la formación y entrenamiento necesarios. Para ello en Japón se inició con la aplicación de la motivación (YAKUKI), competencia (YARUUDE) y entorno de trabajo propicio (YARUBA).

YAKUKI. - Motivación o cambio de actitud de las personas que se ven involucradas en el programa de mantenimiento, acá se logra una predisposición positiva a los cambios que se pretende lograr dentro de la empresa y un alto espíritu de colaboración hacia los mismos.

YARUUDE. - Competencia, habilidad o destreza para poder llevar a cabo las labores encargadas, donde se debe de combinar tareas productivas con otras tareas de mantenimiento.

YARUBA. – Ambiente de trabajo agradable y adecuado, sin problemas. Es considerado trascendental para la aplicación de la introducción del TPM se lleve a cabo con la pequeña cantidad de problemas y posibles consecuencias. El papel de la dirección es crucial.

Todo esto apoyara a mejorar el clima y una cultura adecuados dentro de la organización, que servirán de ayuda al inicio de la implementación del TPM. (Cuatrecasas, 2000)

1.2.14 Las Seis Grandes Pérdidas de los Equipos

Es muy importante saber que desde el punto de vista de un sistema productivo eficiente es el de conseguir que estos operen de la forma más eficaz durante el mayor tiempo posible. En los sistemas productivos se tiene que descubrir, clasificar y eliminar los principales factores que merman las

condiciones operativas ideales de los equipos, el cual es un objetivo fundamental del TPM.

Existen diferentes factores que impiden lograr maximizar la eficiencia global de un equipo, los cuales se han clasificado en las seis grandes pérdidas, las cuales se agrupan en tres categorías tomando en consideración el tipo de mermas y efectos que pueden afectar el rendimiento de un sistema productivo con intervención directa o no de los equipos. A continuación, se muestra un cuadro donde se ponen las agrupaciones de las pérdidas en función de los efectos que las provocan.



Figura N ° 7 Agrupación de las pérdidas en función de los efectos que provocan.

Fuente: Lluís Cuatrecasas, las seis grandes pérdidas de los equipos.

1.2.14.1 Clasificación de las Seis Grandes Pérdidas de los Equipos

Siempre los sistemas productivos tratan en lo posible de optimizar su eficiencia mediante la eliminación de despilfarros, en esto se centra la denominada Producción Ajustada, la cual se basa justo en el consumo de recursos de todo tipo y por lo cual evita los despilfarros, generalmente se le conoce como el sistema Just inTime (JIT). El TPM se afianza en este sistema para optimizar el rendimiento de los procesos, en el caso de los equipos de

producción y su mantenimiento, en el siguiente cuadro se hace la relación entre los despilfarros del JIT, con las pérdidas del TPM, de una manera general, teniendo una dependencia que existe entre el JIT y el TPM

Tabla 3 Clasificación de las seis grandes pérdidas.

Tipo	Pérdidas	Tipo y Características	Objetivo
Tiempos muertos y de vacío.	1. Averías	Tiempo de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas de los equipos	Eliminar
	2. Tiempos de preparación y ajustes de los equipos	Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas útiles necesarios para su puesta en marcha	Reducir al máximo
Pérdidas de velocidad del proceso	3. Funcionamiento a velocidad reducida	Diferencia entre la velocidad actual y la del diseño del equipo según su capacidad. Se puede contemplar además otras mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño	Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño.
	4. Tiempo en vacío y paradas cortas	Intervalos de tiempos en que el equipo está en espera poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios.	Eliminar
Productos o procesos defectuosos	5. Defectos de calidad y repetición de trabajos	Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos.	Eliminar productos y procesos fuera tolerancias
	6. Puesta en marcha	Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas.	Eliminar o minimizar según exigencias técnicas.

Fuente: TPM Mantenimiento Total Productivo. LLuis Cuatrecasas

A. Pérdidas por averías en los equipos

Dentro de los procesos productivos existen pérdidas por averías, errores o fallos de los equipos que operan dentro del proceso, los cuales provocan tiempos muertos por paro total del mismo debido a problemas de funcionamiento, estas paradas pueden ser de manera temporal o permanente

Esto no solamente ocasiona pérdidas en el tiempo, si no también pérdidas en el volumen de producción, estas se encuentran en relación con los equipos y pueden ser:

- a. Averías con pérdida de función.** - El equipo pierde de forma inesperada sus funciones fundamentales y para por completo, esto se debe a fallos repetitivos y drásticos, originando pérdidas claras y urgentes de dar solución.
- b. Averías con reducción de función.** - se originan sin que el equipo deje de funcionar, pero el deterioro sufrido por el equipo o parte de este hace que rinda por debajo de lo previsto.

Es necesario hacer un análisis con respecto a las averías para determinar las averías según su naturaleza, las cuales pueden ser crónicas o esporádicas. La primera de acuerdo con los análisis efectuados en los procesos productivos estos son de manera frecuente que se consideran normales que ocurran, esto es tan frecuente que cuando se repiten perjudican o afectan el rendimiento de la producción.

Si se quiere atacar este tipo de avería se pueden eliminar, pero para no es una tarea sencilla, la dificultad que presenta es la combinación de causas que intervienen, con las respectivas circunstancias agravantes las cuales pueden ser diferentes en el momento en que se presentan. En el

caso en la cual la avería, solo produzca un defecto singular se considera esporádica, estas se combinan con defectos pequeños como suciedad, partículas, polvo, abrasión, tornillos aflojados, vibraciones, etc. Las cuales no tienen relación directa con la avería que se presenta.

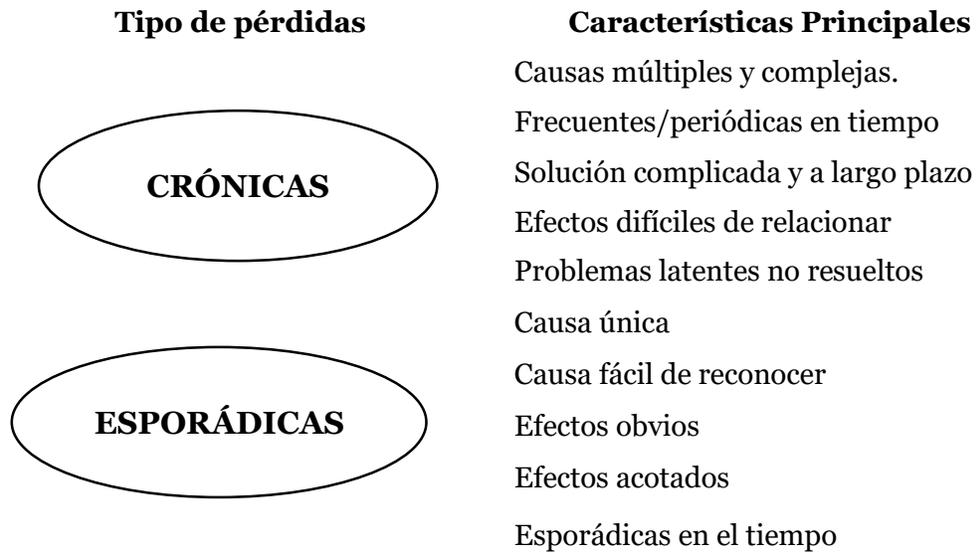


Figura N ° 8 Características de las pérdidas según su naturaleza.
Fuente: TPM Mantenimiento Total Productivo. LLuis Cuatrecasas.

B. Pérdidas debidas a la preparación y ajustes de equipos

La empresa Toyota Motors con la ayuda de Sigeo Shingo, realizaron técnicas para la reducción de tiempos de cambio de matrices, en las prensas de las carrocerías de los automóviles, este tiempo debería de ser menor a 10 minutos, el cual se emplea en la preparación o cambio de útiles y herramientas y los ajustes necesarios en los equipos para atender los requerimientos de la producción ya sea para un nuevo producto o para la variante de esta.

En las empresas se plantean técnicas como los sistemas RTS (Rapid Tool Setting) entre las cuales destaca el SMED (Single Minute Exchange Die) con el objetivo de hacer estos ajustes antes de un

tiempo inferior a los diez minutos. Cabe mencionar que la clave del SMED se basa en:

- ✓ Minimizar la cantidad de operaciones a máquina parada (MP) y convertir la mayor cantidad de esta que sea posible en operaciones a máquina en marcha (MM).
- ✓ Reducir los tiempos de las operaciones de preparación, esto está relacionado en especial con las que se llevan a cabo a MP, acá las operaciones de fijación y ajuste ayudan a la disminución del tiempo.
- ✓ Combinar operaciones no necesariamente secuenciales, es decir todas aquellas operaciones.

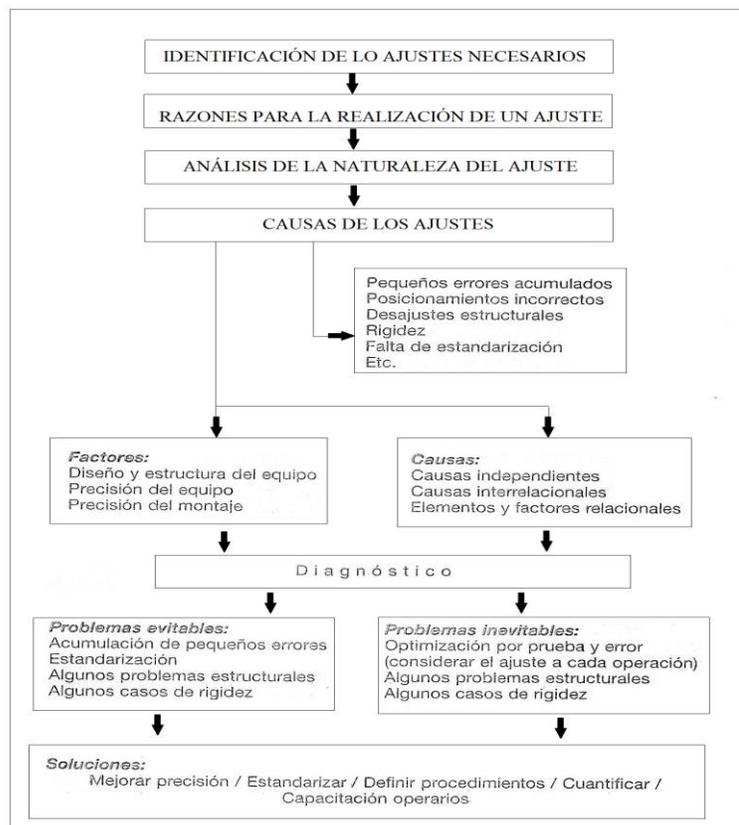


Figura N ° 9 Aspectos a considerar en el tratamiento de ajustes.

Fuente: TPM Mantenimiento Total Productivo. LLuis Cuatrecasas

C. Pérdidas por funcionamiento a velocidad reducida

Cuando se referencia este tipo de falla que ocasiona pérdidas en la producción, debida a la diferencia que existe entre la velocidad de diseño para el equipo y la velocidad real en la que se encuentra operando la cual esta enlazada con la capacidad de producción. Esto tiene muchos factores entre ellos se produce por problemas de calidad, mecánicos, también debido a trabajos no deseados falta de materia prima, descentrado de los ejes entre otros.

Es muy importante que las personas encargadas de la operación de los equipos conozcan cual es la velocidad de operación de este, porque sin que se den cuenta este puede cambiar, motivo por el cual debe de tener conocimiento con las velocidades de operación del equipo y como debe de operarlas al tener imprevistos. De hecho, el operario debe tener plena capacidad de operar al equipo en su máxima velocidad en condiciones correctas de funcionamiento y en qué condiciones de trabajo es alcanzable.

D. Pérdidas por tiempo de ciclo en vacío y paradas cortas

Este tipo de pérdidas se debe a los periodos de funcionamiento en vacío y a paradas breves, se hace sin efectuar la producción por algún problema temporal. Al parecer estos problemas impiden la operación eficiente del equipo y son muy comunes en empresas donde existe procesos continuos, cuando se quiera automatizar la producción este tipo de pérdida se debe de tomar en cuenta, puesto que son previsibles y fáciles de dar solución. Existen diferentes tipos de paradas breves y que a continuación vamos a mencionar:

- ✓ **Paradas relacionadas al transporte de los materiales.** Como referidas al material o producto, relacionadas con el sistema de transporte o alimentación al equipo (faja transportadora, ductos, canales, etc.), así mismo puede darse causas al alimentador como sus

medidas, instalaciones, etc. y relacionadas con el control de posición del material.

- ✓ Paradas relacionadas con las operaciones de producción y en especial a los montajes.
- ✓ Paradas relacionadas con el control de los operarios y los sistemas de detección.

E. Pérdidas por defecto de calidad, recuperaciones y reprocesos

Este tipo de pérdidas involucran el tiempo perdido en la producción debido a productos defectuosos, la calidad inferior a la exigida, la pérdida de productos irrecuperables y las pérdidas provocadas por el reproceso de productos defectuosos. Se debe de tener las pérdidas a incluir pueden ser del tipo crónico o esporádico, claro que en este sentido están referenciados con respecto a la calidad del producto, con el objeto de darle la solución y no pueda trascender a la siguiente etapa del proceso.

Las presencias de los problemas de pérdidas por defectos de calidad deben de estar en el dominio de la Gestión de la Calidad Total (TQM), los cuales a su vez tienen que estar interrelacionados con el Mantenimiento Productivo Total.

F. Pérdidas por funcionamiento por puesta en marcha del equipo

Este tipo de pérdida se origina al nivel de producción que se da en ocasiones en el arranque y puesta en marcha de los equipos los cuales están por debajo de su capacidad de producción esto se inicia cuando el equipo ha superado la falla e inicia el proceso de marcha en la producción, es por ello que estamos ante una pérdida de

rendimiento y su impacto tendrá mayor o menor incidencia dependiendo de las condiciones de operación de los equipos, esta pérdida debe de minimizarse si se quiere aumentar la efectividad del equipo mediante el arranque inmediato del mismo. (Torrell, 2012)

1.2.15. Eficiencia Global de los Equipos OEE

De acuerdo con lo que se ha explicado, el TPM permite mejorar la eficiencia con la que operan los equipos e instalaciones productivas y como resultado de ello puede aumentar considerablemente la eficiencia del sistema productivo. Las posibles mejoras que se efectuó a los equipos productivos y su operatividad se centran especialmente según lo señalado en las pérdidas, tanto las crónicas como las esporádicas, provocadas por causa única o múltiples, o por causas o por causas interrelacionadas.

Será conveniente definir una magnitud que englobe a otras que permitan ver aspectos relevantes de la eficiencia del equipo. Se representadas por la disponibilidad, la efectividad y calidad. Estas magnitudes se medirán por medio de coeficientes que harán referencias a los conceptos de tiempo requerido para trabajar, tiempo que realmente está operativo el equipo, tiempo que, a pesar de estar operativo, puede no estar produciendo, o bien hacerlo a una velocidad inferior a la esperada y también a la calidad.

$$OEE = D \times E \times C$$

Coefficiente de Disponibilidad (D): también denominado fracción del equipo que está operando dentro de la empresa.

Efectividad (E): o nivel de funcionamiento de acuerdo con los tiempos de paro.

Calidad (C): o fracción de la producción obtenida que cumple con los estándares de calidad.

El coeficiente de eficiencia global se obtiene, pues, por determinación de la fracción de tiempo que el equipo funciona, una vez deducidas las pérdidas derivadas de un funcionamiento incorrecto o incompleto, y deducidas también las que resultan de la obtención de productos defectuosos, tanto si deben declararse como si puedan reprocesarse.

1.2.15.1 Extracción de Jugo de Caña

La extracción de jugo de caña en la industria azucarera consta de diversas etapas y se mencionan a continuación. (Chen, 1997)

A. Peso de Caña. Se efectúa en grandes básculas de plataforma, junto con el medio de transporte en la que se recepción en el ingenio (camión, remolque o carretas). Normalmente en la industria azucarera del país el exceso de caña se saca mediante grúas. (Chen, 1997)

B. Mesa Alimentadora Mesa de la recepción de caña que viene a campo, esta recepción se hace con ayuda de la grúa hilo, en esta mesa se tiene tuberías donde cae agua para iniciar el lavado de la caña.

C. Dispositivos de Descarga En los ingenios modernos usan descargadores mecánicos. Las grandes grúas de pluma que cubren un radio de 30,5m para apilar la caña dan caña al ingenio todo el día. Esta misma pluma levanta la caña de las pilas y la deposita directamente en el transportador, deposita la caña descargada sobre el transportador. Los camiones se posesionan a lado de la mesa y la grúa hilo con su brazo mecánico sujeta la plataforma del camión y

con la otra parte del brazo levanta un lado del camión y lo voltea la caña hacia la mesa. (Chen 1997).

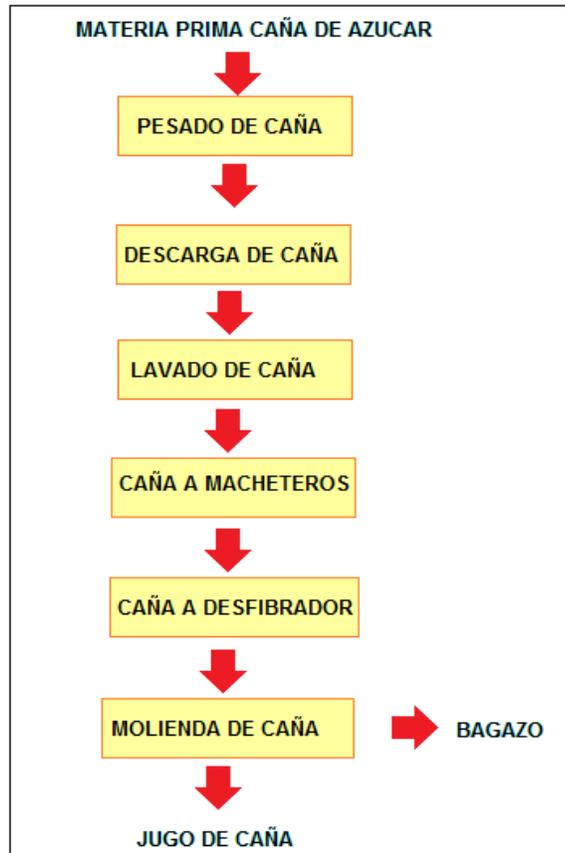


Figura N ° 10 Etapas del Proceso de Extracción de Jugo de Caña

D. Equipos para la Limpieza de la Caña. El proceso de limpieza de la caña forma parte del equipo transportador, o constituye un proceso auxiliar del mismo, y es necesario en aquellas regiones donde predominan los métodos mecánicos de recolección de caña. En algunas empresas azucareras se utiliza mesas alimentadoras con una inclinación de 45° donde se les agrega agua caliente proveniente de la condensación del proceso de elaboración de azúcar, para eliminar las cenizas, piedras, pajas, tierra.

Esta agua de lavado se retorna al campo. Una limpieza minuciosa de la caña da por resultado un menor desgaste del equipo de molienda y del sistema de bombeo de jugo y permite que el ingenio opere a plena capacidad. Reduce al mínimo las pérdidas de sacarosa en la cachaza.

- E. Limpieza en Seco.** Es más eficiente se la ganancia de azúcar con respecto a la limpieza con agua o húmeda es de 5,3%. Consta de una mesa alimentadora inclina con 45° la cual es perforada donde cae la tierra y cenizas, también en algunos casos es necesario utilizar ventiladores para sacar la ceniza y la tierra. La mesa alimentadora utiliza rodillos para transportar la caña, debajo de estos se encuentran las fajas transportadoras que separan la tierra, cenizas y piedras. (Chen 1997).
- F. Preparación de Caña a Molienda.** La caña antes de la molienda se prepara en dos partes: el rompimiento de las estructuras duras y las células, y la verdadera molienda de la caña. Esta preparación se da mediante cuchillas giratorias, que cortan la caña en trozos, pero no extraen el jugo. Se utilizan desfibradoras que reducen la caña a tiras, acá no se extrae el jugo. La aplicación de desmenuzadoras que quiebran y aplastan la caña y extraen una gran parte de jugo. Mediante combinaciones de algunos de los dos métodos mencionados anteriormente. (Chen 1997)
- G. Cuchillas Corta Cañas Giratorias.** Se utilizan cuchillas en pares que giran a velocidades que oscilan entre 450 y 750 RPM. Actualmente se han patentado varios diseños de cuchillas que han sido desarrollados en el transcurso de los años y facilitan la sustitución y el afilado, además de reducir la ruptura de las hojas. También se utilizan hojas de filo curvo, se indica que varios informes

determinan que la potencia requerida para operar un juego de cuchillas varía entre 1 a 2 caballos de fuerza por tonelada de caña por hora. Se aceptan generalmente que la velocidad óptima de rotación de cuchillas oscila entre los 500 y 600rpm. Algunos autores recomiendan 500rpm para el primer juego de cuchillas y 600rpm para el segundo juego de cuchillas. (Chen 1997).

H. Desfibradores. La función del desfibrador es desgarrar los pedazos de caña provenientes de las cuchillas convirtiéndolos en tiras sin extraer jugo alguno. Los desfibradores modernos son del tipo martillo oscilante (1200rpm). En la mayoría de las industrias azucareras, las desfibradoras proceden a la desmenuzadora o trituradora, no es capaz de manejar tallos grandes o enteros, pero en una serie las cuchillas han cortado la caña en astillas, la desfibradora puede sustituir a la desmenuzadora.

La caña presenta la apariencia esponjosa, tiene una densidad de 40% mayor que la caña suelta y entera, debido a la ausencia de espacios vacíos, esto permite una alimentación más uniforme de los molinos. (Chen 1997).

I. Desmenuzadoras o Trituradoras. En general las desmenuzadoras se colocan una batería de tres desmenuzadoras, con muescas profundas que desmenuzan o pican la caña, exprimiendo en un 40% a un 70% de jugo. Las cuchillas giratorias, ya descritas, son suplementarias a las desmenuzadoras. Todos los rodillos de desmenuzadora tienen dos tipos de ranuras, en forma de zigzag o en v dispuestos en espiral con una separación de 2 a 3 pulgadas. (Chen 1997).

J. Maquinaria de Molienda. En este tipo de industria es clásica de tres rodillos o mazas, que están dispuestas en forma triangular es la unidad estándar de molienda en la industria azucarera. Actualmente, se usan de tres a siete juegos de dichas unidades, llamados respectivamente molinos de nueve y veintiún rodillos, si bien los de nueve rodillos se aprecian en los ingenios antiguos o pequeños. Las combinaciones de quince a dieciocho rodillos son los que predominan mundialmente en la actualidad. Los rodillos tienen de 24 a 36 pulgadas de diámetro y de 48 a 84 pulgadas de largo. Las dimensiones estándar son incrementos de 6 pulgadas en la longitud y 2 pulgadas en el diámetro.

Los molinos son movidos por una motriz individual que puede ser una máquina de vapor, un motor eléctrico o una turbina de vapor. Un tándem de molinos de servicio pesado, con una matriz, barcazas, mecanismos de impulsión, engranajes y otros accesorios constituyen una de las combinaciones de maquinaria más pesada y grandes utilizadas en la industria.

Los molinos que presenta tres rodillos, se les conocen respectivamente como rodillo superior o mayor, rodillo cañero (por donde entra la caña) o de alimentación y rodillo bagacero o de descarga (por donde se descarga la caña molida). Los dos rodillos inferiores tienen una posición fija: el rodillo superior, controlado por un émbolo hidráulico, puede subir o bajar o flotar, según las variaciones en la alimentación de la caña. La caña triturada llamada ahora bagazo, es conducida desde la abertura del rodillo superior y el rodillo de descarga por medio de una lámina o placa curva que se le conoce como cuchilla central, la cual esta soportada en una barra de acero maciza.

La impulsión mediante turbinas de vapor, introducidas a finales de la década del 40, combinan las mejores características de las máquinas de vapor y las de los motores eléctricos, y casi todos los trapiches nuevos son movidos con esta clase de equipos. El vapor se utiliza directamente en vez de ser transformado en energía eléctrica. (Chen 1997)

K. Coladores de jugo. Son enviados por medio de las bombas que recirculan el jugo mezclado hacia zarandas vibratorias o separadores de túneles con vapor.

L. Transportadores Intermedios de Bagazo. Para llevar la caña parcialmente exprimida de un molino al siguiente, se utilizan transportadores intermedios. Quizás el modelo más antiguo sea el transportador de cadena sin fin y tablillas de madera. Estos transportadores han sido sustituidos por unidades de listones de acero que se traslapan ya que los primeros se ensuciaban demasiado por el deterioro del jugo que era absorbido por las tablillas. Los transportadores arrastran el bagazo a lo largo de un canal sólido de acero, lo que evita el derrame de este y la acumulación en los conductores de bagazo. Una modificación, en el caso de distancias cortas entre los molinos, consiste en instalar un transportador de arrastre o uno de listones de acero tipo horizontal.

M. Alimentaros de Bagazo. Los atascamientos de los molinos son la causa principal de las demoras en las operaciones de molienda. Para evitar o minimizar los atascamientos se ha generalizado el uso de alimentadores forzados. El alimentador no empuja el bagazo hacia el molino, sino que sólo lo hace accesible a la abertura de los rodillos.

Los rodillos alimentadores, del tipo más común, poseen ranuras o barras longitudinales y suben y bajan con los cambios en el grueso del colchón de caña. También se utilizan rodillos alimentadores de bagazo en los primeros molinos. Los alimentadores de empuje presentan un movimiento recíproco impulsado por una excéntrica. (Chen 1997).

N. Imbibición. Es el proceso en el que se aplica agua o jugo a un bagazo para aumentar la extracción de jugo en el siguiente molino. La práctica general de la imbibición se conoce como imbibición compuesta, aplicable a trenes de cuatro a más molinos. Esta imbibición corriente consiste en enviar el jugo proveniente de la desmenuzadora y del primer y segundo molinos al proceso, pero el jugo del segundo molino puede manejarse por separado. La aplicación del agua y jugos tanto a la superficie superior como inferior del colchón de bagazo resulta más efectiva. Se aplica el agua al último molino, el jugo es devuelto al molino anterior y así sucesivamente a cada uno de los molinos. (Chen 1997).

CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

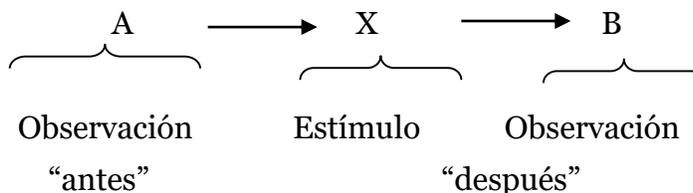
2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Con respecto a la finalidad del investigador:

De acuerdo con el tipo de estudio se presentó, que es de tipo aplicada debido a que se aplicaron los conocimientos obtenidos en la práctica obtenidos de las investigaciones realizadas, y con ello se obtuvo un beneficio para la empresa Agroindustria Pomalca SAA, en especial en el área de extracción de jugo de caña.

De acuerdo con el diseño de la investigación:

La investigación es aplicada y con diseño pre experimental. Se aplicó: Diseño pre experimental con dos grupos, pre prueba “antes” y post prueba “después”.



Donde:

A: Observación pre prueba “antes de”, es la productividad sin la aplicación del TPM con los indicadores

B: Observación post prueba “después de”, es la mejora de la productividad con la implementación del Mantenimiento Total Productivo (TPM) basado en la Eficiencia Global de los Equipos con los indicadores

X: Es el Estímulo, implementación del modelo del TPM aplicado a la Planta en el Área de extracción de jugo de caña – Trapiche para medir el impacto en la productividad.

2.2 POBLACIÓN

La población estará conformada por el área de extracción conformada por los 57 trabajadores de jugo de caña de la Agroindustria Pomalca SAA.

2.3 MUESTRA

La muestra estará conformada por el área de extracción de jugo de caña de la Agroindustria Pomalca SAA.

2.4 MUESTREO

Este tipo de muestro se efectuará en el área de extracción de jugo de caña trapiche en los diferentes equipos que forman parte del proceso de extracción desde la preparación hasta la extracción, en base a los tiempos de operación de los equipos y los tiempos de parada por las diferentes fallas que se presentes.

2.5 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los métodos aplicados fueron:

- Observación directa: en cuanto a la forma en que se realizan las actividades de extracción de jugo de caña en la planta agroindustrial de Pomalca SAA.
- Toma de datos estadísticos: los que serán proporcionados por la Jefatura del Área de Trapiche Extracción de Jugo de Caña.

Así mismo se aplicaron las siguientes técnicas:

- Entrevistas a los encargados del Área de Extracción de Jugo de Caña:
 - Ing. Justo Chacon Marroquin (Gerencia de Producción Agroindustria Pomalca y Tumán SAA)
 - Ing. Rafael Ampudia Timbata (Jefe de Área de Extracción Pomalca SAA)
- Encuestas a los trabajadores de la planta Agroindustrial Pomalca SAA.

Los instrumentos utilizados fueron:

- Formato de Entrevista (ver anexo)
- Formato de Encuesta (ver anexo)
- Cámara fotográfica LUMIX modelo DMCS-D-S2K

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DIAGNÓSTICO

3.1.1 Aspectos Generales de la Industria Azucarera

Agroindustria Pomalca SAA

Por el año 1869, Pomalca es adquirida por los hermanos Simón y Vicente Gutiérrez, respetables ciudadanos españoles quienes al inicio la denominaron Hacienda Pomalca y Hacienda Collud, separadamente. La familia Gutiérrez, intensificó el cultivo de la caña de azúcar; es así como pasada la depresión de la guerra del pacífico modernizaron la fábrica y cultivos con tecnología de la época. En este periodo los precios del azúcar se elevan como consecuencia de la guerra mundial. El 30 de junio de 1902 la Familia Gutiérrez funda la Sociedad Agrícola Pomalca Limitada, en extensión Pomalca llegó a tener 7,500 Hectáreas. Contaba en esa época con un Trapiche Humaya cuya capacidad de molienda era de 1,000 TM de caña por día.

En mayo de 1920, Pomalca y Collud que comprendía la Sociedad Agrícola Pomalca Limitada, son adquiridas por la Empresa Sociedad Viuda de Piedra e Hijos Sociedad Anónima, de la Familia De la Piedra del Castillo. Tres Haciendas mayores fueron anexadas a Pomalca en el año 1933, como por ejemplo Saltur, Sipán y la Concordia. En 1954 adquieren Pampa Grande y Samán, y en el año 1957 Mocce y otras más como Laran, Potrero, El Palmo, Wadington etc. En Cajamarca compran la Hacienda Udimá, Monteseco, Espinar y Pan de Azúcar; áreas de terreno con grandes extensiones de cultivos de Arroz, Cacao, Café, Producción Maderera; de igual manera tuvieron pastos naturales con crías de ganado lanar, vacunos, de tiro y de campo. Con todas estas áreas Pomalca llegó a alcanzar 14,529 Hectáreas. Pomalca debido al tesón

y habilidad de la Familia De la Piedra llega a su máxima extensión convirtiéndose en un poderoso enclave económico del norte peruano.

El 03 de octubre de 1968, luego de un golpe de Estado asume la Presidencia de la República, el General don Juan Velasco Alvarado. El emporio empresarial de la Familia de la Piedra vio su fin al ser trastocado por la Ley de Reforma Agraria N° 17716 expedida el 24 de junio de 1969, convirtiendo a Pomalca primero en “Complejo Agroindustrial Pomalca” para luego mediante Decreto Supremo N° 16-70-DGRA del 30 de enero de 1,970 es convertida en “Cooperativa Agraria de Producción Pomalca Ltda. N° 38”

Estando en contexto de crisis, el Gobierno del presidente Alberto Fujimori Fujimori, emite el 12 de marzo de 1996 el decreto Legislativo N° 802 con fines de reprivatizar el sistema Cooperativo denominándolo “Ley de Saneamiento Económico Financiero de la Industria Azucarera”, posteriormente reglamentado el 03 de junio de 1996, según el cual la empresa Cooperativa se transforma en Sociedad Anónima, y según el propio gobierno la finalidad era la de reactivar la Industria azucarera.

Actualmente la empresa Agroindustrial Pomalca SAA, se encuentra ubicada en el Km. 7 de la carretera Chiclayo- Chongoyape en el distrito de Pomalca provincia de Chiclayo – Región Lambayeque; está dedicada a producir azúcar a partir del cultivo de caña de azúcar, así como sus derivados (melaza, mieles y bagazo), y a la agroexportación en menor escala (pimientos dulces y picantes como páprika, guajillo, jalapeños etc.)



Figura N ° 11 Empresa Agroindustrial Azucarera.



Figura N ° 12 Vista Satelital empresa Agroindustria Azucarera
Fuente: Google maps



EMPRESA AGROINDUSTRIAL POMALCA S.A.A

NUEVA ESTRUCTURA ORGANICA Y FUNCIONAL
(Aprobado por Acuerdo de Directorio N° 025 - D - LRB - 97)

"ORGANIGRAMA GENERAL"

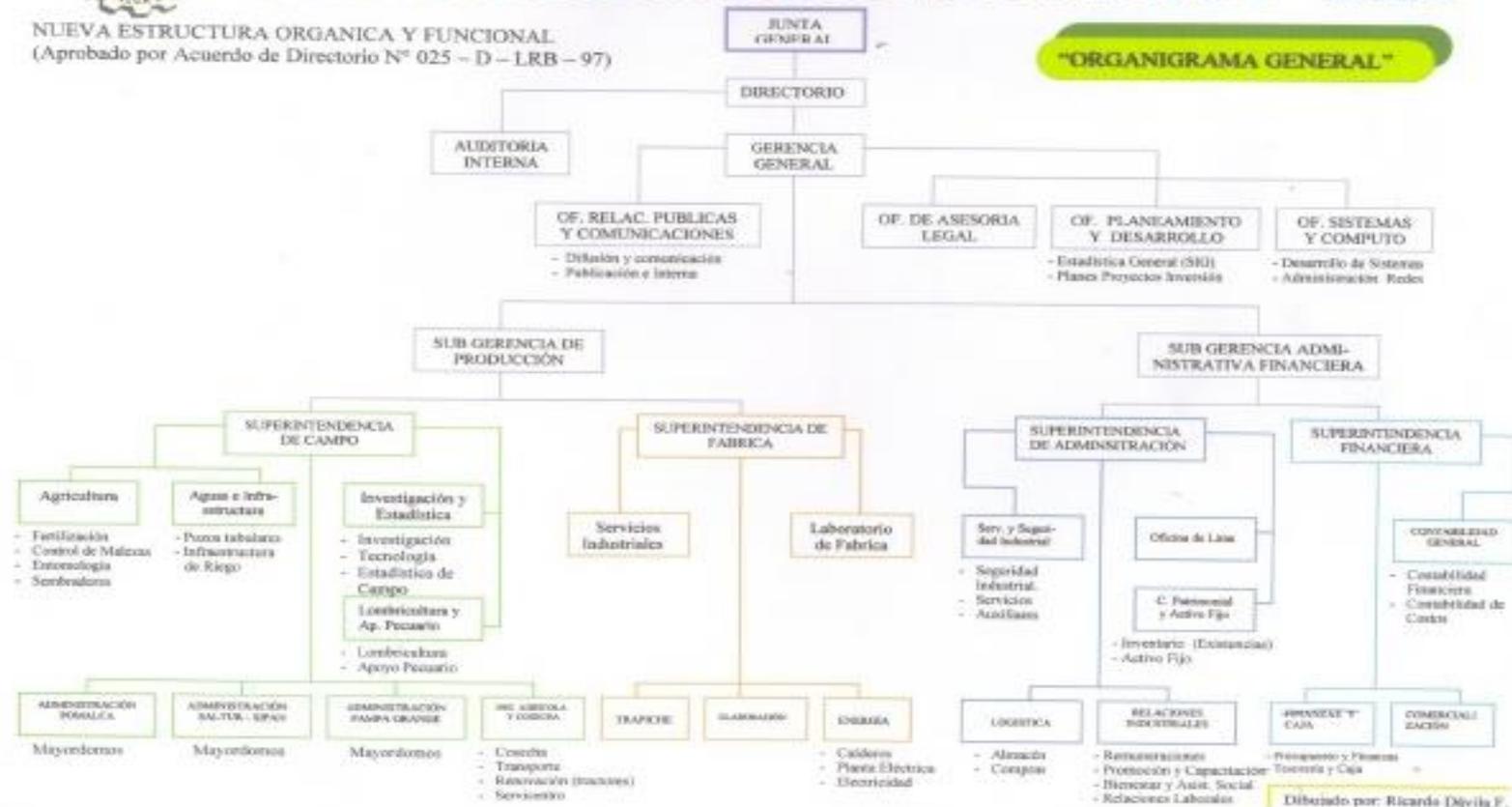


Figura N ° 13 Organigrama de la empresa agroindustrial

Fuente: Agroindustria Pomalca SAA

3.1.2 Descripción del Proceso Productivo

La empresa Azucarera, se dedica a la elaboración de azúcar rubia para el mercado nacional, y como subproductos de todo el proceso productivo se obtienen melaza y bagazo. La principal materia prima que se utiliza es la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*), en nuestro país esta planta crece en las zonas de climas tropicales, donde la zona norte del Perú es la más apta para este cultivo, incluso se puede cosechar todo el año. Dentro del año 2000 al 2009 y específicamente en el año 2008, se alcanzó el mayor rendimiento de caña por hectárea siendo de 135,9t/ha. El proceso de producción del área de extracción de jugo de caña se inicia con la llegada de la materia prima, la cual llega desde los campos de cultivo de la empresa agroindustrial, en camiones especiales que tienen de una a dos carretas, en cada una de las cuales lleva en promedio 22 – 25 t de caña, seguido se hace un limpieza y lavado de caña, la siguiente etapa se reduce de tamaño concluyendo con la molienda donde se obtiene bagazo y el jugo de la caña que es enviado al área de elaboración. A continuación, se detallan las diferentes zonas en el área de extracción de jugo de caña.

Zona de Pesado

El pesado de la materia prima (caña de Azúcar). En esta etapa de control se efectúa el pesado en bruto de la caña de azúcar, transportada al ingenio para su estadística correspondiente en laboratorio. El tipo de balanza que utiliza la empresa es balanza electrónica Metter Toledo la cual tiene una capacidad máxima de pesado de 100 toneladas, está dividido en 4 bloques y tiene un ancho de 3,35m y un largo de 21,00 m. El control lo efectúa un operario, el cual registra el peso bruto de caña que entra a la agroindustria, el tipo de caña (variedad), su madurez y de que campo proviene.

Zona de Descargue

Este sistema se encarga de voltear toda la caña contenida en la unidad (Traylers) a la mesa alimentadora. El tiempo de descargue de cada unidad es de 7 minutos utilizando los 4 minutos de diferencia para limpieza de la zona.

A este sistema se le conoce como la grúa hilo. Este equipo tiene una capacidad máxima de levante de 28 toneladas, tiene una capacidad en promedio de 4400 toneladas por día (trabajando en forma continua).

Zona de Preparación

En esta zona se acondiciona la caña preveía a la molienda, los conductores son transportadores de caña mediante cadenas y puentes de arrastre. Conducen la caña preparada hacia la zona de extracción Trapiche. Se efectúa el primer lavado de caña en la mesa y el segundo lavado en el conductor N°2. En los conductores N°2 y N°3 de caña se nivela la caña obteniendo una altura de colchón homogénea para un buen desfibrado a través del sistema de machetes tipo comba. Esta consta de las siguientes etapas previas a la extracción de jugo de caña:

- **Mesa Alimentadora**

Este tiene la función de recibir la caña del campo y es alimentado esporádicamente a los conductores de caña. La mesa alimentadora tiene incluido el conductor de caña 1, el cual va alimentado al siguiente conductor, con velocidad de 85Rpm. Tiene las siguientes características técnicas: capacidad de trabajo 6600 Toneladas como máximo por día, una capacidad acumulada de 75 toneladas en mesa.

- **Conductor de Caña N° 2**

Se incluye en este conductor el sistema de nivelación de caña, el Nivelador N° 01, el sistema de desfibrado mediante el Machetero N° 01. Estos constan de las siguientes características técnicas: tanto el conductor como los macheteros están en función a la cantidad de caña efectiva que pasa en el momento de la alimentación, el conductor tiene una capacidad de alimentación como máximo de 6600 toneladas por día, el nivelador tiene 2,15m de diámetro de corte, tiene 14 cuchillas niveladoras y una velocidad de alimentación promedio de 32,5 Rpm.

A continuación, se indican las características técnicas del machetero de caña N° 01, este equipo se encarga de quebrar a la caña reduciendo de tamaño la caña que es transportada por los conductores, tiene 24 machetes (piezas que reducen el tamaño de la caña), tiene un diámetro de corte 1,60m y con una velocidad de 502rpm.

- **Conductor de Caña N° 03**

En este sistema se va reduciendo más la caña se la acondiciona hasta desfibrarla. Se incluye en este conductor el sistema de nivelación de caña – Nivelador N° 02, el sistema de desfibrado Machetero N° 02 y en la descarga se encuentra ubicado el nivelador Kiker. El nivelador de caña tiene un ancho de 1,8 m, largo de 35m y con una velocidad lineal de arrastre de 0,20m/s.

El nivelador de caña N° 03, presenta un diámetro de corte de 0,90m, con 12 cuchilla de nivelación (piezas de corte) y una velocidad que va de 40 – 45rpm.

El Machetero de Caña N° 02, en este equipo se encarga de reducir el tamaño de la caña de azúcar el cual queda listo para la etapa del desfibrado.

Nivelador Kiker.- Sirve para desenredar el paquete de caña que ingresa al desfibrador tipo TONGAT. Apoya para que no se atore la caña antes de llegar al desfibrador de caña. Tiene un diámetro de corte de 1,0m, cuenta con 26 cuchillas (piezas) y su velocidad es de 70rpm.

- **Desfibrador**

En esta etapa se encarga de efectuar el último desfibrado, para obtener una buena preparación homogénea de caña. Su función es exponer a la superficie las células de sacarosa de la caña para lograr una mejor extracción. En esta parte del acondicionamiento de la caña es vital, en el momento de la entrada a los molinos se obtenga mayor extracción de jugo de caña. Tiene una capacidad de trabajo máxima de

280 toneladas por hora, tiene 60 martillos de corte para hacer homogéneo el desfibrado último de la caña. Tiene un diámetro de corte de 1,27 m y velocidad de 592 rpm.

- **Conductor de Caña N° 04**

Este conductor sirve simplemente para transportar toda la caña preparada hacia la tova Donelly del primer molino con cuarta maza. Es uno de los conductores más importantes dentro de la zona de preparación de caña, en su operación se debe de cuidar que la alimentación sea de manera homogénea, si no causa atoros y posibles fallas al sistema de extracción de los molinos. A continuación, se indican las especificaciones técnicas del conductor de caña: capacidad máxima 300 toneladas por hora, ancho 1,67 m, largo 14 m y velocidad de 0,84 m/s.

- **Zona de Extracción de Jugo de Caña**

Su capacidad de producción al 100%: 4800 Toneladas. El sistema de extracción de la fábrica azucarera Pomalca posee un trapiche formado por un tándem de 7 molinos (Actualmente anulado el 5to molino). Cada molino es accionado por un motor de corriente continua de velocidad variable La velocidad de diseño de los molinos del trapiche es de 54 Pies/minuto.

El jugo extraído es enviado al área de elaboración siguiendo el proceso de elaboración de azúcar, se obtiene el subproducto bagazo, es utilizado en la planta de fuerza para la generación tanto de vapor como de electricidad para la planta agroindustrial. A continuación, se dan las especificaciones técnicas del sistema de extracción de jugo de caña.

3.1.3 Diagrama de Flujo de Proceso

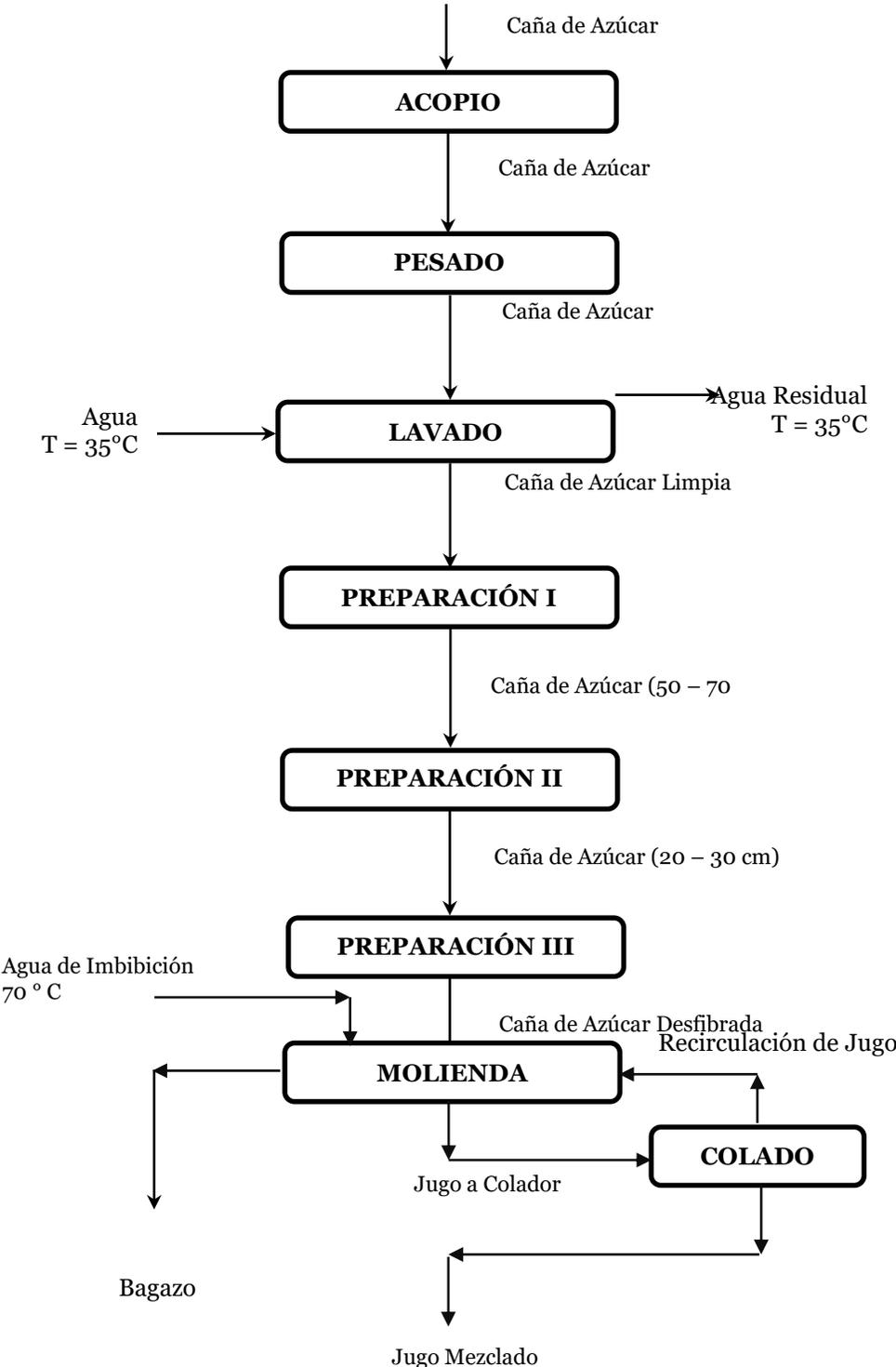


Figura N ° 14 Diagrama de Flujo Agroindustria Pomalca SAA

3.1.4 Diagrama de Operaciones del Proceso de Producción

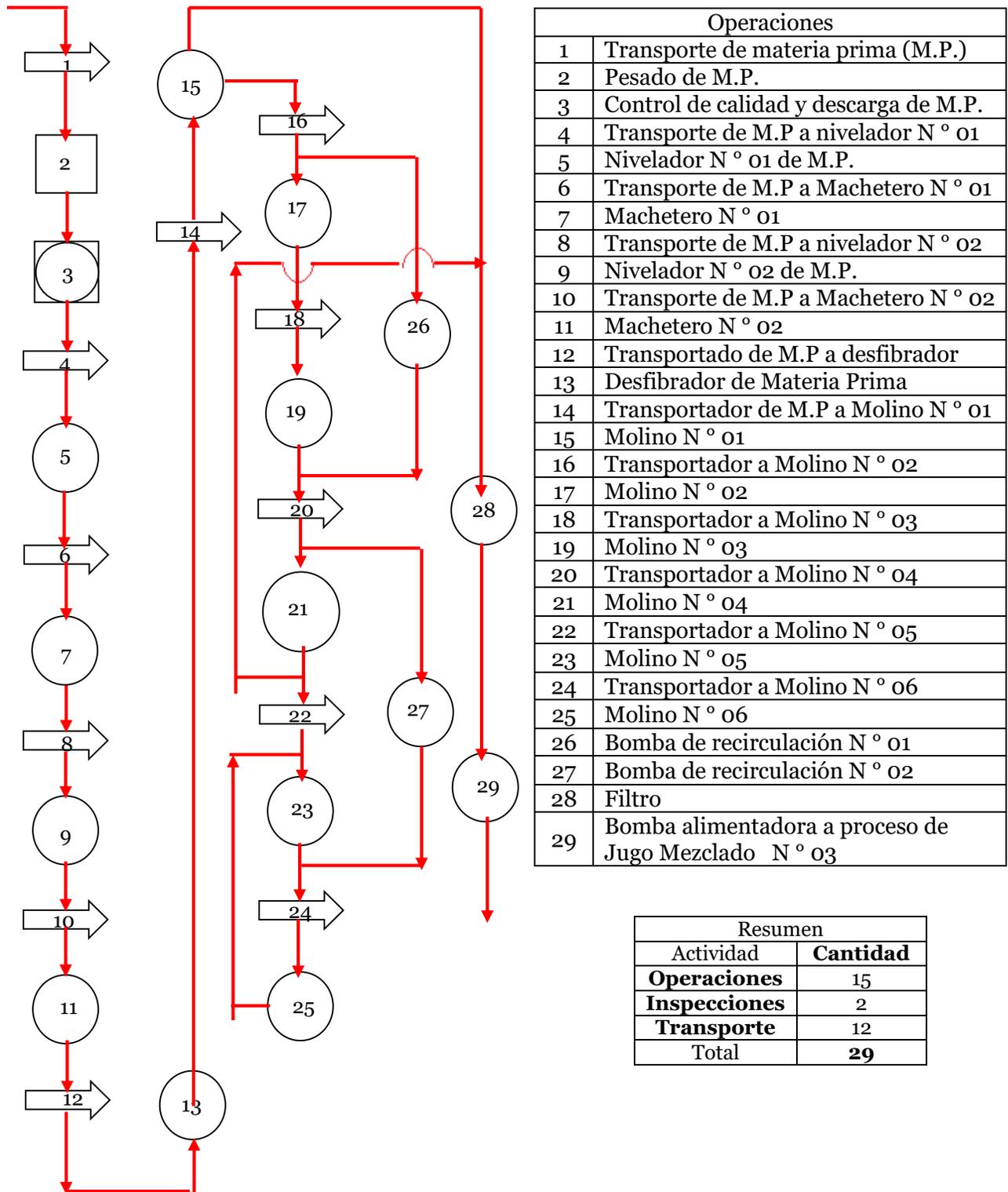


Figura N ° 15 Diagrama de Operaciones del Proceso de Producción del azúcar

3.1.5 Diagrama de Análisis de las Operaciones (DAP)

Tabla 4 Diagrama de Análisis de Operaciones (DAP)

EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA		Resumen				
		Actividad	Cantidad			
Objetivo	Describir el Diagrama de Análisis de las Operaciones	Operación	○			
Proceso	Productivo	Transporte	⇒			
Descripción	Todo el proceso productivo	Espera	D			
Otros	Cada operación puede pasar por más de una actividad	Inspección	□			
		Almacén	▽			
Descripción General de Actividades		TOTAL				
		Símbolos				
		○	⇒	D	□	▽
Transporte de la materia prima (M.P.)						
Pesado de la materia prima						
Control de calidad y descarga de la materia prima						
Transporte de M.P a nivelador N ° 01						
Nivelador N ° 01 de M.P.						
Transporte de M.P a Machetero N ° 01						
Machetero N ° 01						
Transporte de M.P a nivelador N ° 02						
Nivelador N ° 02 de M.P.						
Transporte de M.P a Machetero N ° 02						
Machetero N ° 02						
Transportado de M.P a desfibrador						
Desfibrador de Materia Prima						
Transportador de M.P a Molino N ° 01						
Molino N ° 01						
Transportador de Bagazo a Molino N ° 02						
Molino N ° 02						
Transportador de Bagazo a Molino N ° 03						
Molino N ° 03						
Transportador de Bagazo a Molino N ° 04						
Molino N ° 04						
Transportador de Bagazo a Molino N ° 05						
Molino N ° 05						
Transportador de Bagazo a Molino N ° 06						
Molino N ° 06						
Bomba de recirculación N ° 01						
Bomba de recirculación N ° 02						
Filtro						
Bomba alimentadora a evaporación Jugo Mezclado N ° 03						

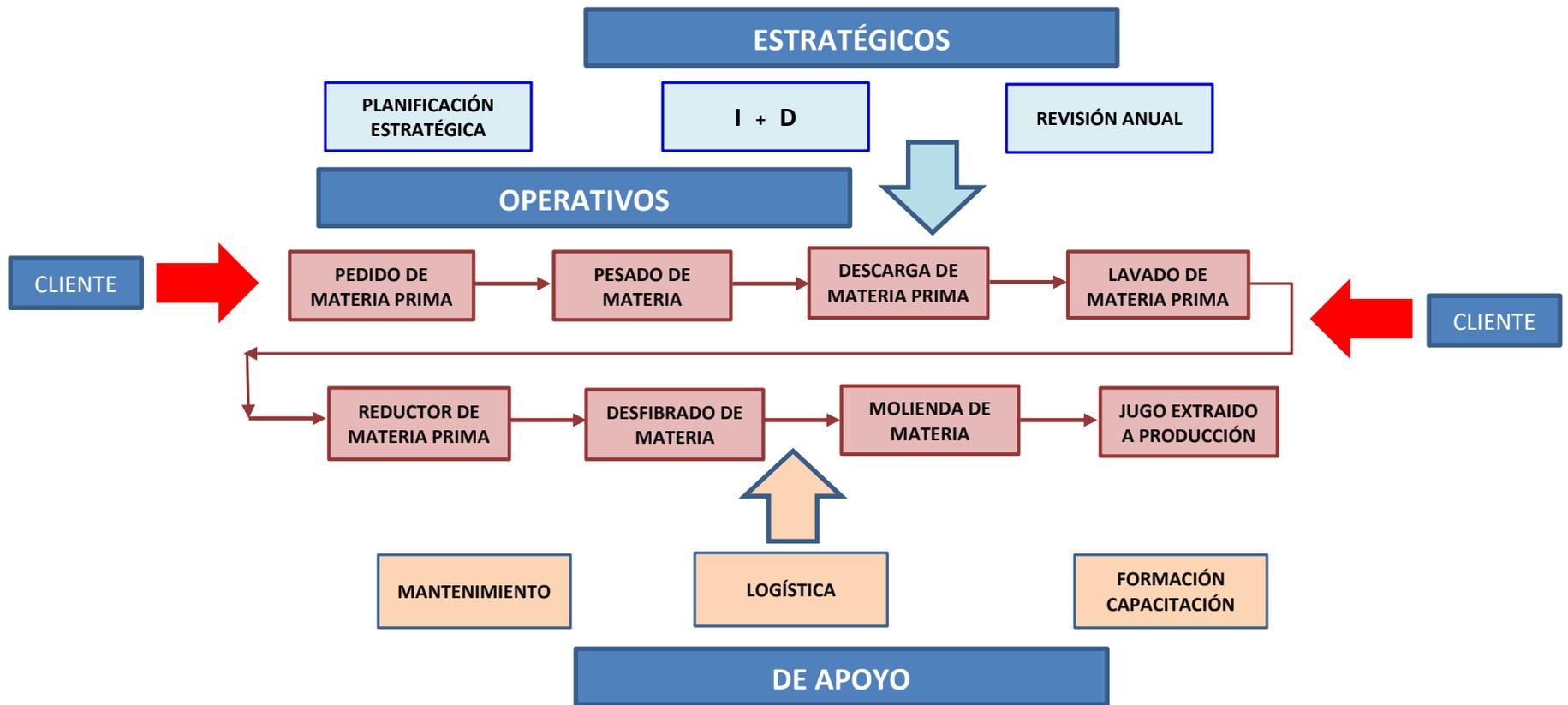


Figura N ° 16 Mapa de procesos del área de extracción de jugo trapiche.

3.2 MEDICIÓN

3.2.1 Eficiencia de los equipos en el Área de Extracción de Jugo de Caña

La figura clave de la visualización de la máquina aplicando el OEE, establece las pérdidas relacionadas en los mismos. Esto puede parecer fácil al principio, ya que con una máquina teóricamente es capaz de funcionar las 24 horas al día y 365 días al año obtenemos una cantidad de materia prima que se muele, representan la capacidad máxima. Debido a los días feriados, paradas planificadas y las decisiones de gestión que no funcionan, la capacidad máxima de los equipos en su mayoría no explotados.

Por lo tanto, al no poder moler la caña en forma continua, ponen en contra de la capacidad máxima y para ello se obtiene la eficacia del equipo durante un periodo de tiempo elegido, para nuestro caso se evaluarán los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre. Es importante tener en cuenta que la OEE es solamente una medición de los componentes mecánicos. Por lo tanto, todas las pérdidas, incluso aquellos influenciados por aspectos humanos, tales como créditos de cambio, deben ser considerados como el único interés en la OEE es ver si el equipo trabaja de acuerdo con su capacidad. El requisito básico para un cálculo correcto de la OEE es, por supuesto, los datos precisos. Todas las pérdidas mecánicas deben ser registradas para obtener los mejores resultados.

La eficiencia global del equipo (OEE: Overall Equipment Effectiveness) es un indicador, como la auditoría, que evalúa el rendimiento del equipo mientras está en funcionamiento. Este tipo de indicador mide el porcentaje del tiempo en que un equipo produce realmente, para nuestro caso será la molienda comparada con el tiempo ideal que fue planeado para hacerlos. Expresa la diferencia entre real e ideal que debe eliminarse, puesto que es potencialmente un desperdicio.

La Efectividad Global de los Equipos tiene ventaja frente a otros indicadores es que mide todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

3.2.2 Clasificación de la Eficiencia Global de los Equipos

El valor de la eficiencia global de los equipos (OEE) nos permite clasificar la efectividad del funcionamiento de los equipos dentro de la fábrica:

Tabla 5 Eficiencia Global de los Equipos.

EFECTIVIDAD GLOBAL DE LOS EQUIPOS	
Inaceptable (OEE < 65%)	Se producen pérdidas económicas.
Regular (65% < OEE < 75%)	Solo puede considerarse aceptable si se será mejorada.
Aceptable (75% < OEE < 85%)	Es un valor que puede ser aceptado siempre y cuando se apunte a la mejora constante.
Buena (85% < OEE < 95%)	La empresa tiene buena competitividad.
Excelencia (OEE > 95%)	Empresa de clase mundial.

Fuente: Kaisen Institute - Vizán (2013)

3.2.3 Elaboración de la Eficiencia Global de los Equipos

Para hallar el OEE tenemos que obtener los datos referentes a las horas en las que funciona la industria y las horas que se pierden en distintas partes del proceso operativo, los que se dividirán en distintos tiempos.

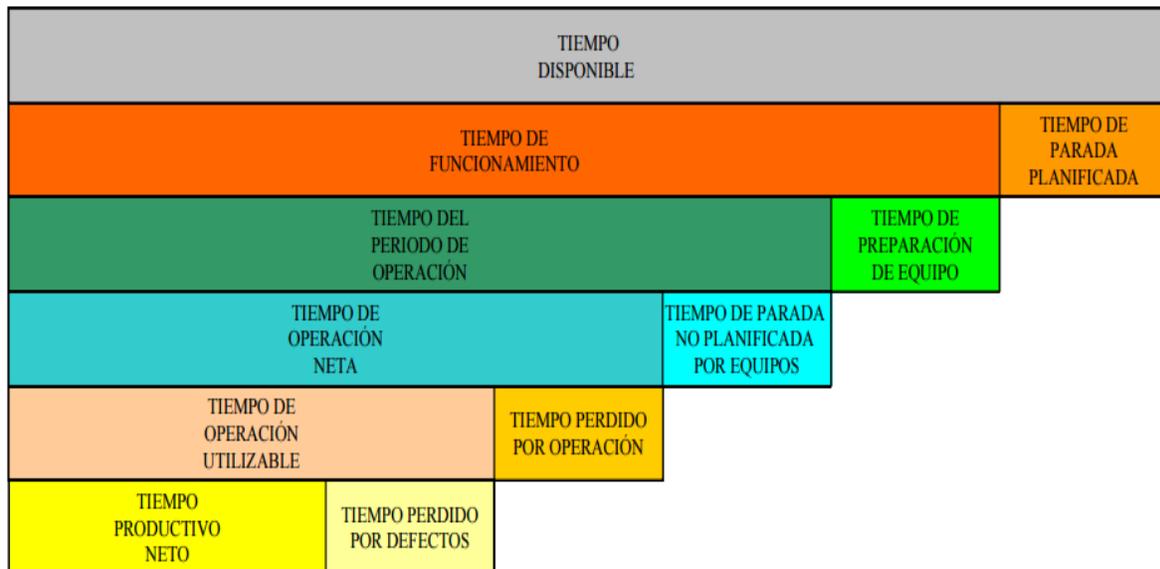


Figura N ° 17 Distribución de los tiempos en una planta para la aplicación del OEE.

Fuente: Data stream IV foro de mantenimiento e industria.

3.2.3.1 Tiempo Disponible

Es un indicador muy importante, el Tiempo Disponible es la cantidad de tiempo en la que va a estar basado el OEE, expresado en horas, como un

OEE semanal tomando solo 7 días como base, OEE mensual tomando 30 días como base, o como en esta tesis, OEE anual tomando 365 días como base.

En base a los trabajos que se tiene en planta se va a analizar los meses de agosto, setiembre y octubre para determinar el OEE. En estos meses se considera, de acuerdo con la molienda por mes:

Tiempo de Parada Planificada

El Tiempo de Parada Planificada son las horas perdidas debido al planeamiento y control de producción:

Ajustes de producción, falta de suministros, caída de demanda.

A las horas perdidas por para de producción planificada:

Horas no laborables.

Domingos.

Ferriados.

Tiempo para comidas.

Cambio de turnos.

A las horas perdidas por mantenimiento planificado:

Mantenimiento preventivo.

Mantenimiento predictivo.

Tiempo de Funcionamiento

El Tiempo de Funcionamiento se obtiene al restar las horas del Tiempo Disponible menos el Tiempo de Parada Planificada.

Tiempo de Funcionamiento = Tiempo Disponible – Tiempo de Parada Planificada.

Tiempo de Preparación de Equipo

El Tiempo de Preparación de Equipo son las horas pérdidas debido a la preparación y ajustes de los equipos: Arranque, cambio de producto y parada del equipo.

Tiempo de Preparación de Equipo.

Tiempo del Periodo de Operación

El Tiempo del Periodo de Operación se obtiene al restar las horas del Tiempo de Funcionamiento menos el Tiempo de Preparación de Equipo.

Tiempo del Periodo de Operación = Tiempo de Funcionamiento – Tiempo de Preparación de Equipo.

Tiempo de Parada no Planificada por Equipos

El Tiempo de Parada no Planificada por Equipos son las horas perdidas debido a las fallas de los Equipos: Fallas Mecánicas, fallas eléctricas, fallas electrónicas y fallas en los servicios industriales.

Tiempo de Operación Neta

El Tiempo de Operación Neta se obtiene al restar las horas del Tiempo del Periodo de Operación Funcionamiento menos el Tiempo de Parada no Planificada por Equipos.

Tiempo de Operación Neta = Tiempo del Periodo de Operación – Tiempo de Parada no Planificada por Equipos.

Tiempo Perdido por Operación

El Tiempo Perdido por Operación son las horas perdidas debido a las fallas de Operación, se mencionan a continuación las fallas:

Marchas en vacío, pequeñas paradas, velocidad reducida, fallas en los suministros de materia prima o insumos y malas operaciones.

Tiempo de Operación Utilizable

El Tiempo de Operación Utilizable se obtiene al restar las horas del Tiempo de Operación Neta menos el Tiempo Perdido por Operación.

Tiempo de Operación Utilizable = Tiempo de Operación Neta – Tiempo Perdido por Operación.

Tiempo Perdido por Defectos

El Tiempo Perdido por Defectos son las horas perdidas debido a las fallas por defecto: Mermas, rechazos y repeticiones

Tiempo Productivo Neto

El Tiempo Productivo Neto se obtiene al restar las horas del Tiempo de Operación Utilizable menos el Tiempo Perdido por Defectos.

$$\text{Tiempo Productivo Neto} = \text{Tiempo de Operación Utilizable} - \text{Tiempo Perdido por Defectos}$$

Para el caso de la agroindustria de azúcar, se hizo la evaluación de tres meses: Agosto, septiembre y octubre del 2014. Los datos fueron medidos y sacados de la empresa agroindustrial en colaboración con los ingenieros y personal de fábrica.

3.3 MÁQUINAS

3.3.1. Grúa hilo

La grúa hilo, es la máquina que se encarga de descargar a la mesa alimentadora en la planta agroindustrial, su capacidad promedio de levantar el peso de las carretas de los camiones es de 22 – 25 toneladas. Se efectuó la evaluación en los meses de agosto, setiembre y octubre. Reparó de eje hidráulico de la bomba de desplazamiento de la grúa hilo. Reemplazo de eslabón de cadena de transmisión izquierdo de grúa hilo. Ruptura de cable de viento de lado izquierdo de grúa hilo. Ruptura de uña de levante de grúa hilo.

Tabla 6 Resumen de pérdidas originada en la grúa hilo

	2014		
	Mes		
Grúa hilo	Agosto	Setiembre	Octubre
Tiempo perdido Horas	9,45	1,75	0,817
Promedio de Molienda mensual Toneladas	141,86	130,542	145,97
Caña sin moler Toneladas	1 304,577	228,45	119,26
Rendimiento promedio de azúcar por tonelada de caña kg/t	97,668	98,301	98,935
Pérdida de producción de azúcar	127 415,6557	22 456,98	11 798,99
Pérdida en soles a la venta por mayor S/.	S/. 233 648,48	S/. 41 180,90	S/. 21 636,40
Acumulado S/.	S/. 296 465,78		

3.3.2. Mesa alimentadora

La mesa alimentadora es la encargada de alimentar la caña que descarga la grúa hilo. Es importante porque es el punto de partida para dar inicio a la preparación de la caña dentro del área de extracción. Se presentan los siguientes problemas como: Descarrilo del Primer Paño de Mesa Alimentadora. Descarrilo del Segundo Paño de Mesa Alimentadora. Descarrilo del Tercer Paño de Mesa Alimentadora. Falla en el motor que mueve a los arrastradores de caña.

Tabla 7 Resumen de pérdidas originada en la mesa alimentadora

	2014		
	Mes		
	Agosto	Setiembre	Octubre
Mesa Alimentadora			
Tiempo perdido Horas	3,433	0,25	0,683
Promedio de Molienda mensual Toneladas	141,86	130,542	145,97
Caña sin moler Toneladas	487,52	32,64	99,70
Rendimiento promedio de azúcar por tonelada de caña kg/t	97,668	98,301	98,935
Pérdida de producción de azúcar	4 7615,10	3 208,10	9 868,81
Pérdida en soles a la venta por mayor S/.	S/. 88 446,859	S/. 5 882,85	S/. 18 087,77
Acumulado S/.	S/. 112 417,479		

3.3.3. Conductores de Caña

Los conductores de caña son los que alimentan la caña a sistema de preparación: niveladores, macheteros y desfibradores, presenta perdidas por el atoro de muñones de caña lo elevados colchones de caña hace que plante el sistema de conducción, presenta perdidas en cada conductor ya sea por torcedura de los conductores, ruptura de los arrastraderos, desenganche de conductores, fallas en el motor de arrastre.

Tabla 8 Resumen de pérdidas originada en los conductores de caña

	2014		
	Mes		
	Agosto	Setiembre	Octubre
Conductores de caña			
Tiempo perdido Horas	9,82	3,27	6,30
Promedio de Molienda mensual toneladas	141,86	130,542	145,97
Caña sin moler toneladas	1 393,07	426,87	919,611
Rendimiento promedio de azúcar por tonelada de caña kg/t	97,668	98,301	98,935
Pérdida de producción de azúcar	136 058,36	41 961,98	90 981,71
Pérdida en soles a la venta por mayor S/.	S/. 249 496,99	S/. 76 947,77	S/. 166 837,71
Acumulado S/.	S/. 493 282,46		

3.3.4. Niveladores y Macheteros de Caña

Los niveladores se encargan de nivelar el colchón de caña que son transportados por los conductores y los macheteros ayudan en la reducción del

tamaño se presentan las siguientes pérdidas por: cambio de cuchillas en nivelador y cambio de machetes en macheteros.

Tabla 9 Resumen de pérdidas originada en los niveladores y macheteros de caña

	2014		
	Mes		
	Agosto	Setiembre	Octubre
Macheteros y niveladores de caña			
Tiempo perdido Horas	2,57	0,13	1,683
Promedio de Molienda mensual toneladas	141,86	130,542	145,97
Caña sin moler toneladas	364,58	16,97	245,67
Rendimiento promedio de azúcar por tonelada de caña kg/t	97,668	98,301	98,935
Pérdida de producción de azúcar	35 607,81	1 668,21	24 305,12
Pérdida en soles a la venta por mayor S/.	S/. 65 295,83	S/. 3 059,08	S/. 44 569,51
Acumulado S/.	S/. 112 924,42		

3.3.5. Desfibrador de caña

El desfibrador de caña se encarga de reducir la caña preparada por el machetero en fibras. Se produce cambios de martillos desfibradores y paradas por fallas en el motor.

Tabla 10 Resumen de pérdidas originada en los desfibradores de caña

	2014		
	Mes		
	Agosto	Setiembre	Octubre
Desfibrador de caña			
Tiempo perdido Horas	2,516	1,88	3,40
Promedio de Molienda mensual toneladas	141,86	130,54	145,97
Caña sin moler toneladas	356,91	245,42	496,30
Rendimiento promedio de azúcar por tonelada de caña kg/t	97,668	98,301	98.935
Pérdida de producción de azúcar	34 858,69	24 105,37	49 101,44
Pérdida en soles a la venta por mayor S/.	S/. 63 922,11	S/. 44 203,21	S/. 90 039,76
Acumulado S/.	S/. 198 165,08		

3.3.6. Molienda

Este es el más importante de toda el área de extracción. Se presentan los siguientes problemas: desenganche de motor intermedio de molinos: 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Pernos de arrastre de las chumaceras en los molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Atoro en tolva

Donnelly. Eslabones rotos en los molinos 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Colocando tapón en masas del sistema de molienda. Ruptura de dientes. Cambio de motor de conductores de caña de los molinos. Atoro en los conductores de caña en los molinos. Cambio de cuchilla en molinos. Cambios de peines en los molinos. Ajustes de peines. Cambios de pernos de las chumaceras. Suelas rotas en los molinos. Piñones salidos en los molinos.

Tabla 11 Resumen de pérdidas originada en los molinos de caña.

	2014		
	Mes		
Molinos.	Agosto	Setiembre	Octubre
Tiempo perdido Horas	10,02	22,47	24,30
Promedio de Molienda mensual toneladas	141,86	130,54	145,97
Caña sin moler toneladas	1421,44	2933,23	3547,07
Rendimiento promedio de azúcar por tonelada de caña kg/t	97,668	98,301	98,935
Pérdida de producción de azúcar	138 828,93	288 339, 44	350 929,47
Pérdida en soles a la venta por mayor S/.	S/. 254 577,52	S/. 528 742,40	S/. 643 516,85
Acumulado S/.	S/. 1 426 836,77		

3.3.8. Bombas de jugo, bomba de agua de imbibición y filtros de jugo.

Los problemas que con frecuencia se presentan son: Soldando tuberías de alimentación de jugo de trapiche. Atoro en bombas de agua de imbibición. Cambiando bombas de imbibición. Cambiando filtros de criba vibradora. Atoro en tina de recepción de jugo de caña.

Tabla 12 Resumen de pérdidas originada en las bombas y filtros de jugo de caña

	2014		
	Mes		
Bombas de jugo, de agua de imb. Y filtros	Agosto	Setiembre	Octubre
Tiempo perdido Horas	4,54	4,14	5,53
Promedio de Molienda mensual Toneladas	141,86	130,5419	145,97
Caña sin moler Toneladas	644,04	540,44	807,21
Rendimiento promedio de azúcar por tonelada de caña kg/t	97,668	98,301	98,935
Pérdida de producción de azúcar	69 202,53	53 126,13	79861.72698
Pérdida en soles a la venta por mayor S/.	S/. 115 347,50	S/. 97 420,04	S/. 146 446,42
Acumulado S/.	S/. 359 213,98		

3.4 MANO DE OBRA

3.4.1. Análisis del costo de mano de obra

El personal que labora en el área de extracción de jugo de caña no es consiente al momento de efectuar los trabajos que le indican los ingenieros de turno, es un personal no calificado que la empresa inclusive ha traído del campo.

A continuación, mostramos la cantidad de trabajadores que existe en el área de extracción de jugo de caña trapiche con sus respectivas cantidades de pago mensual. Los datos fueron proporcionados por cada uno de los trabajadores que laboran en dicha área. El personal capacitado son los técnicos y el ingeniero de guardia. Los temas de mantenimiento se tienen que efectuar con el personal con el que se cuenta esto conlleva a retrasar los mantenimientos.

El costo total que lleva la planilla asciende a los 60 700 nuevos soles, en los tres turnos, se considera un solo ingeniero de trapiche quien se hace cargo de las tres guardias. Al personal solo se lo capacita en temas de seguridad dentro de la empresa.

Tabla 13 Personal que labora en el Trapiche en un turno

Personal por turno en el área de extracción de jugo de caña trapiche:		Sueldo S/.
• Grúa de exceso de M.P.	1	S/. 900.0
• Grúa Hilo: Operario	1	S/. 750.0
• Grúa Hilo: Ayudantes	2	S/. 750.0
• Mesa Alimentadora	1	S/. 750.0
• Limpiador de arena y paja debajo de mesa alimentadora	1	S/. 750.0
• Recogedor de caña debajo de mesa alimentadora	1	S/. 750.0
• Alimentador de caña al shereder o desfibrador	1	S/. 1 000.0
• Controlador de sistema de molienda	1	S/. 1 000.0
• Ayudantes de trapiche para atoros de molinos y otros	2	S/. 750.0
• Caporal de Trapiche	1	S/. 1 500.0
• Maestreo de Trapiche	1	S/. 2 500.0
• Mecánicos de Apoyo	2	S/. 750.0
• Electricista	1	S/. 1 000.0
• Soldadores	2	S/. 1 000.0
• Ingeniero encargado de trapiche	1	S/. 8 500.0
Total:		S/. 60 700

Fuente: Agroindustria Pomalca SAA

3.4.1. Análisis de capacitación de personal

Tema Mantenimiento

Contar dentro de la empresa con personal no capacitado de alguna manera no ayuda dentro de los procesos industriales más aun en el tema de mantenimiento para disminuir las perdidas por paradas obligatorias. La compañía no invierte en capacitación para su personal y más aún para el personal que está directamente involucrado en el mantenimiento. Una de las empresas reconocidas a nivel mundial es ADEMINSA, a continuación, presentamos costos proporcionados por la empresa para la capacitación del personal.

Tabla 14 Resumen de capacitación de personal en el área de trapiche

TIPO DE CAPACITACIÓN	COSTO	
BALANCEO DINÁMICO	S/.	1 370,00
INSPECCIÓN VISUAL NIVEL I Y II	S/.	2 350,00
ULTRASONIDO NIVEL I	S/.	3 292,00
ANALISIS DE ACEITE I - Fundamentos	S/.	3 265,00
INTERPRETACION ANALISIS DE ACEITE	S/.	2 685,00
Costo Total	S/.	12 962,00

Fuente: ADENIMSA empresa capacitación personal

Los contenidos mencionados en el cuadro anterior son adecuados para el mantenimiento dentro del área de extracción. En el balanceo dinámico el cual evita que los trapiches, motores, acoples, etc., se descentren y ocurra una parada obligatoria en el sistema. En el tema de inspecciones visuales ayuda en reconocer si las piezas que están por fracturar por fatigas que soportan en el funcionamiento. La capacitación en ultrasonido es para determinar las fallas a nivel de piezas que se mandan a dar mantenimiento o en las que se funden dentro de la empresa para hacer: cojinetes, bancadas donde descansan los ejes de los trapiches, tuberías de vapor soldadas, matrices, etc.

En el tema de los aceites es primordial para ver si los motores, ejes, transmisiones, están bien lubricados y evitar el desgaste de las piezas producto de la fricción, y además seleccionar el correcto lubricante para cada tipo de máquina que se encuentre operando dentro del área de extracción de jugo de caña.

Tema Gestión de la Calidad.

Es muy importante porque la calidad ayuda en la capacitación del personal en temas como: fundamentos de la calidad, herramientas y técnicas de mejora continua, en la dirección efectiva los proyectos de mejora, aplicación de herramientas de estadística, costos de calidad, fundamentos de la Calidad, planificación e implementación de esta y en las auditorías.

3.5 MEDIO AMBIENTE

3.5.1 Mala ubicación de máquinas

Dentro de la empresa, parte del sistema de extracción cuenta con maquinaria mal ubicada que trae como consigo demoras en el mantenimiento, retraso en la operación de estos por parte del personal de la empresa.

Las cadenas donde se encuentran los arrastradores de los equipos conductores de caña están mal ubicados originando que estos generen pérdidas en el transporte de la caña que se está alimentando, caña reducida de tamaño y caña desfibrada que entra a los conductores que llevan la caña a los trapiches para la extracción de jugo de caña.

Las bombas de alimentación de aceite y grasa a la transmisión de los sistemas de transmisión de las bancadas de los piñones a los molinos no están protegidas y la dosificación que hacen estos equipos es ineficiente motivo por el cual cierta cantidad de este aceite se va con el jugo de la extracción y el agua

de enfriamiento que se hace circular dentro de la transmisión de los sistemas de molienda.

Las bombas de jugo de caña se encuentran ubicados en una zona por debajo del nivel de las canaletas de succión de jugo, esto hace que cada vez que exista un derrame producto del atoro de las tinajas de recepción de jugo se apague las bombas pues corren el riesgo de que estas se quemem.

3.5.2 Áreas inseguras de trabajo

Al inicio del área de extracción es inseguro para el trabajador desarrollar su trabajo con correcta tranquilidad y desempeño. Donde se descara la caña de azúcar por intermedio de la grúa hilo o pluma hilo como lo denominan, los trabajadores tienen que recoger la caña que cae de los camiones y amontonarlos debajo de la grúa muchas veces se encuentra en movimiento, este trabajo es riesgoso, pues si al momento de descargar la caña le puede ocasionar algún problema a la salud. Otro aspecto es el traslado de la caña mediante los arrastradores, los cuales muchas veces al momento de regresar están descubiertos y los trabajadores pasan por debajo de los mismos.

Los lugares por donde transita el personal e inseguro en lugares cercanos al trapiche donde se efectúa la extracción en si hay fuga de jugo de caña, el jugo como es una solución ácida pues tiene un pH que está entre los 4,5 a 5,0 origina que exista con el tiempo el deterioro en los pisos haciéndolo inseguro para el personal, la empresa no invierte en mejorar. La mayoría de maquinaria no cuenta en protectores en la transmisión, las cadenas que generan el movimiento a las máquinas y equipos pueden afectar la integridad del trabajador.

Existe desorden en los pasadizos cerca a los trapiches, las mangueras, herramientas, el aceite de la transmisión, escaleras, tubos, etc. imposibilitando

el desempeño adecuado para el trabajo de los operarios. La fibra que cae debajo de los transportadores de fibra a los molinos origina que se amontone, y el jugo de la caña que contiene la fibra origina pérdidas a la compañía y hace que este jugo se derrame en el piso de estos equipos y puede ocasionar accidentes que perjudican a los operarios.

3.5.3 Mal diseño de los equipos

La fuga de jugo en el sistema de bombeo de jugo de caña que resulta de todo el sistema de molienda, en la empresa las piezas de las bombas se mandan a fundir, las cuales en su mayoría son de bronce, estas piezas tienen un periodo corto de uso, el mismo jugo hace que se deterioren, originando picaduras en las carcasas de las bombas, dando como resultado las fugas del jugo, el resultado es la pérdida del jugo y además pueden ocasionar que el motor se quemara y el operario sea afectado.

El sistema de transporte en el área de extracción no está bien diseñado, origina pérdidas en el transporte de la caña, ya sea al inicio en la mesa alimentadora donde los arrastradores botan la caña haciendo que los operarios estén constantemente agregando la caña, en la sección del transporte de caña a los desfibradores también existe pérdida y en la alimentación de los desfibradores al sistema de extracción molienda. Es necesario y adecuado la modificación de estos arrastradores los cuales deben de facilitar el trabajo y la seguridad del operario dentro del área de extracción.

Las bancadas, conocidas como las chumaceras donde descansan los ejes de los trapiches, se utilizan materiales de bronce los cuales los funden y hacen las piezas en el taller de maestranza y el sistema de enfriamiento que tienen se usa agua de proceso que los hace caer por la parte exterior del equipo, siendo necesario su modificación este sistema ya que no es el adecuado ocasionando que la fricción del trabajo haga que estos ejes se fracturen y por consiguiente se para la molienda y ocasione pérdidas a la

empresa. Los alimentadores de bagazo de trapiche su diseño no es el más adecuado cuando el bagazo cae origina atoro en el sistema de molienda dando lugar a paradas para continuar con el proceso de extracción.

3.6 MATERIALES

3.6.1 Espera en proceso

La materia prima con mucha espera en el patio a proceso. Cuando existe fallas dentro del área de extracción de jugo de caña, la materia prima espera mucho tiempo. Este manejo inadecuado de materia prima trae como consecuencia el deterioro de este y pérdidas a la compañía. En promedio diario cae antes de la mesa alimentadora entre 2,5 a 3,5 toneladas de caña por día y que se pierde entre 1,0 a 1,25% de sacarosa por maltrato de la caña la cual es arroyada por las llantas de los camiones y la manipulación del cargador frontal.

Si se considera estos datos en un mes aproximadamente, descontando el mantenimiento que se hace se tiene en promedio de 70 a 98 toneladas de caña que se maltrata en el momento de descargar a la mesa alimentadora. Se indica en la tabla. N ° 15 que se muestra a continuación.

Tabla 15 Pérdidas originadas por tiempo espera en proceso.

Materia Prima	%sacarosa perdida	Bolsas de Azúcar	kg azúcar perdidos	Perdida Mensual (Nuevos soles)	Pérdida Anual (Nuevos soles)
70t	1,0	14,00	700,00	1575,500	18900,00
70t	1,25	17,50	875,00	1962,625	23551,50
98t	1,0	19,60	980,00	2198,14	23667,68
98t	1,25	24,50	1225,00	2747,675	32972,10

Esta prueba de % de sacarosa se efectuó en coordinación con el laboratorio. Se realizó el análisis para determinar la cantidad de azúcar que se pierde de manera mensual y el promedio es 945 kg de azúcar.

$$Pérdida = Mat. Prima \times \% sacarosa = 70\ 000kg\ caña \times \frac{1kg\ de\ sacarosa}{100kg\ de\ caña}$$

Pérdida kg de azúcar = 700 kg de azúcar

Si se toma en consideración el costo de venta de bolsa de azúcar rubia en promedio en el mercado lambayecano de 112,15 soles la fuente es el ministerio de agricultura de la oficina de estudios económicos y estadísticos OEEE.

Pérdida Anual = Materia Prima x % Sac x Precio Promedio

$$Pérdida = \frac{70tcaña}{mes} \times \frac{1,0t sac}{100tcaña} \times \frac{1,0t azúcar}{1,0tsac} \times \frac{20bolsasazúcar}{1,0tazúcar} \times \frac{112,15S/}{bolsa azúcar}$$

$$Pérdida = \frac{1575,50S/}{mes} \times \frac{12meses}{1año} = 18900,00 \frac{S/}{año}$$

Para tomar como referencia como existe en ganancias venta los máximos y mínimos de pérdidas en promedio es de S/. 24 772,82.



Figura N ° 18 Pérdida de materia por maltrato de camiones

Fuente: Agroindustria Pomalca SAA

Cada vez que los camiones hacen el descargue con la grúa hilo tienen a votar caña en la mesa alimentadora la cual es nuevamente chancada por las llantas de los camiones que lo transportan originando que la caña se malogre producto del chancado.

3.6.2 Demasiado tiempo en campo

En muchos casos la materia prima que se encuentra en campo no es transportada de inmediato a la planta industrial, esta materia prima, si le añadimos el tiempo de transporte y el tiempo de espera para descargar origina que se pierde entre un 0,010 a 0,020 % de sacarosa que se invierte. Si se considera una molienda real anual de 851088 toneladas de caña dando 2533 toneladas mensuales toneladas, representa para la compañía: 5,00 a 10,1 bolsas por día, en precios se pierde en venta promedio 568,15 S/. por día y mensualmente S/.23862,38.

$$\begin{aligned} \text{Pérdida} &= \frac{2533 \text{ tcaña}}{\text{día}} \times \frac{0,01t \text{ sac}}{100t\text{caña}} \times \frac{1,0t \text{ azúcar}}{1,0tsac} \times \frac{20\text{bolsasazúcar}}{1,0t\text{azúcar}} \frac{S/.112,15}{\text{bolsa azúcar}} \\ &= 568,15 \frac{S/}{\text{día}} = 15908,25 \frac{S/}{\text{mes}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pérdida} &= \frac{2533 \text{ tcaña}}{\text{día}} \times \frac{0,02t \text{ sac}}{100t\text{caña}} \times \frac{1,0t \text{ azúcar}}{1,0tsac} \times \frac{20\text{bolsasazúcar}}{1,0t\text{azúcar}} \frac{S/.112,15}{\text{bolsa azúcar}} \\ &= 1136,3 \frac{S/}{\text{día}} = 31816,50 \frac{S/}{\text{mes}} \end{aligned}$$

Siendo en promedio S/. 23 862,375 de precio en venta en mercado mayorista.

3.6.3 No reúne los parámetros

Materia prima inmadura, algunos campos se están moliendo con un tiempo de madurez no adecuado. Para ello se hace un análisis de campo y las cañas llegan a planta con brix de jugo de caña bajos. Y por motivo el % de sacarosa disminuye entre un 0,15 – 0,25% se toma como promedio 0,2%, datos reportados en laboratorio de fábrica. Si se considera una molienda real anual de 851088 toneladas de caña dando 2533 toneladas mensuales, representa para la compañía 5,066 toneladas de sacarosa que se pierde aproximadamente 101,32 bolsas de azúcar.

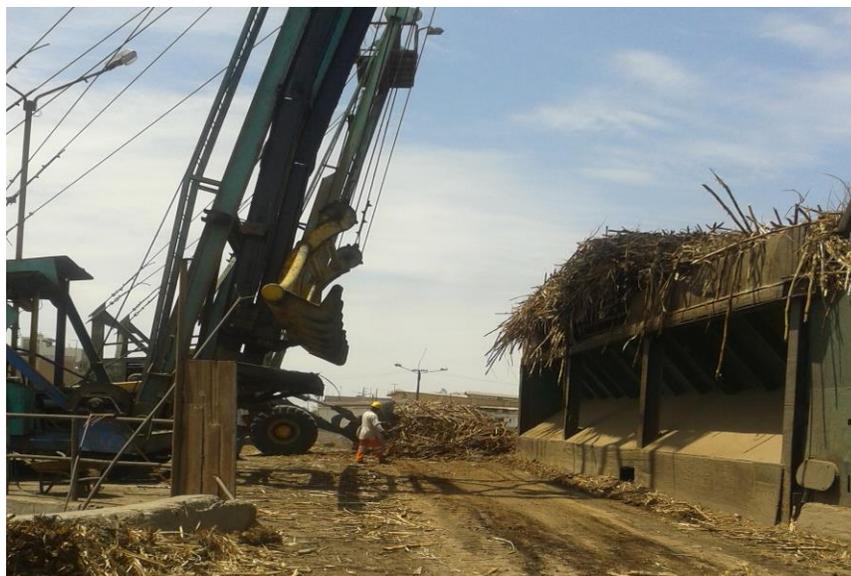


Figura N ° 19 Pérdida de materia por maltrato de camiones

Fuente: Agroindustria Pomalca SAA

3.7 MÉTODOS

3.7.1 Procesos no estandarizados

La empresa agroindustrial no cuenta con los procesos estandarizados para el tema de producción y mantenimiento en el área de extracción de jugo de caña, solo se menciona en una bitácora las horas de inicio de parada e inicio del proceso y la causa que dio origen a esta parada.

Crean que los esfuerzos que hagan lleguen hacer infructuosos al tratar de aplicar sistemas de mejora, muestran cierto temor, ante todo que solo tenga impulso al inicio de la aplicación y que después todo se convierta en algo cotidiano y más aún llegue hacer algo simple que las empresas creen que es un proceso netamente burocrático y que puede causar pérdidas a la empresa.

3.7.2 Existe porcentaje de mermas

En la industria azucarera al encontrarse los procesos no estandarizados, origina mermas dentro de las operaciones de extracción de jugo de caña. Para lo cual se evidencio que los equipos no están trabajando a su capacidad de diseño, no se encuentran bien ubicados, constantes paradas por mal mantenimiento o

funcionamiento de estos, mala operación por parte de los operarios. Todo esto se manifiesta al final de cada año al no extraer la sacarosa, el cual se traduce en pérdidas.



Figura N ° 20 Datos de molienda en toneladas promedio al día en cada año en Agroindustria Azucarera. 2005 -2015
Fuente: Ministerio de Agricultura: La industria azucarera 2005 – 2015

En la data se evidencia un crecimiento en la molienda de caña en los últimos años.

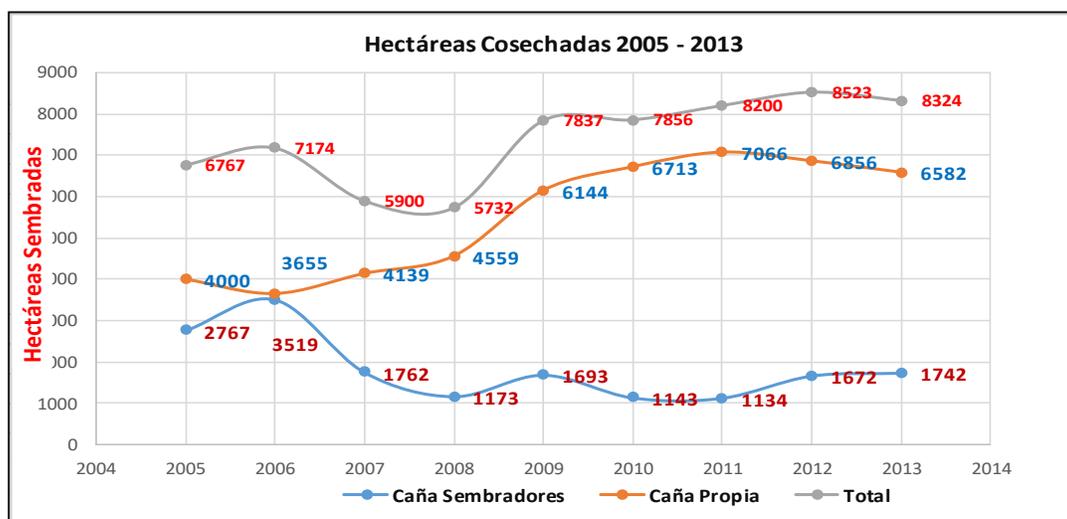


Figura N ° 21 Datos de hectáreas cosechadas en Agroindustria Azucarera. 2005 - 2013.
Fuente: Ministerio de Agricultura: La industria azucarera 2005 – 2013

La molienda en el siguiente cuadro se muestra que está en el rango mínimo de 244 días llegando hasta los 349 días, esto se debe a la disponibilidad de la materia prima y a la producción.

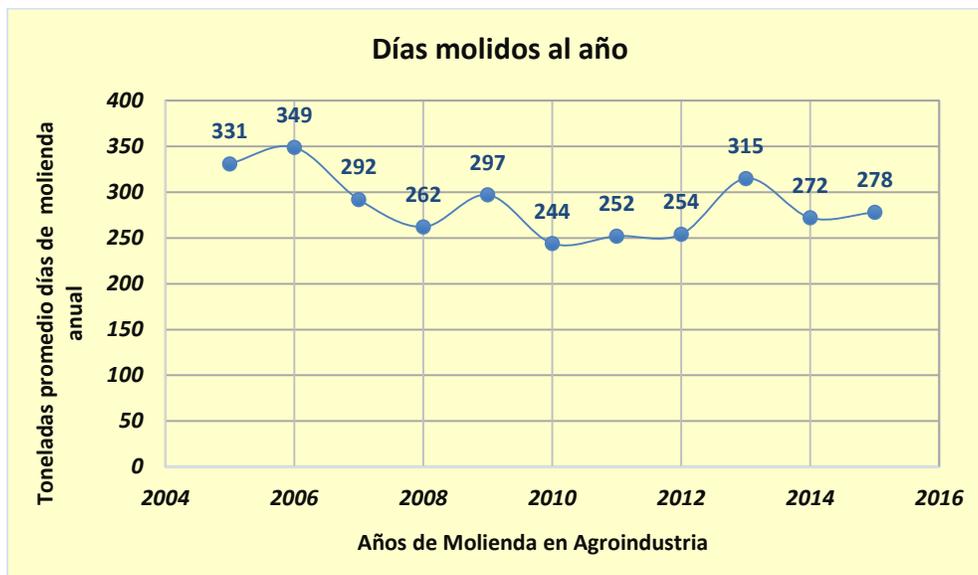


Figura N ° 22 Datos t/año de caña en Agroindustria Azucarera. 2005 -2015
Fuente: Ministerio de Agricultura: La industria azucarera 2005 – 2012



Figura N ° 23 Datos de promedio t/h de caña en Agroindustria Azucarera. 2005 - 2015

Fuente: Ministerio de Agricultura: La industria azucarera 2005 – 2012

De acuerdo con los datos el sistema de extracción de jugo de caña debe de moler en promedio 200 toneladas por hora, pero la empresa solo considera en sus

datos de trabajo del sistema de extracción 24 horas de trabajo por día, es decir si se trabajase 22 horas sin parar se tendría los siguientes datos:

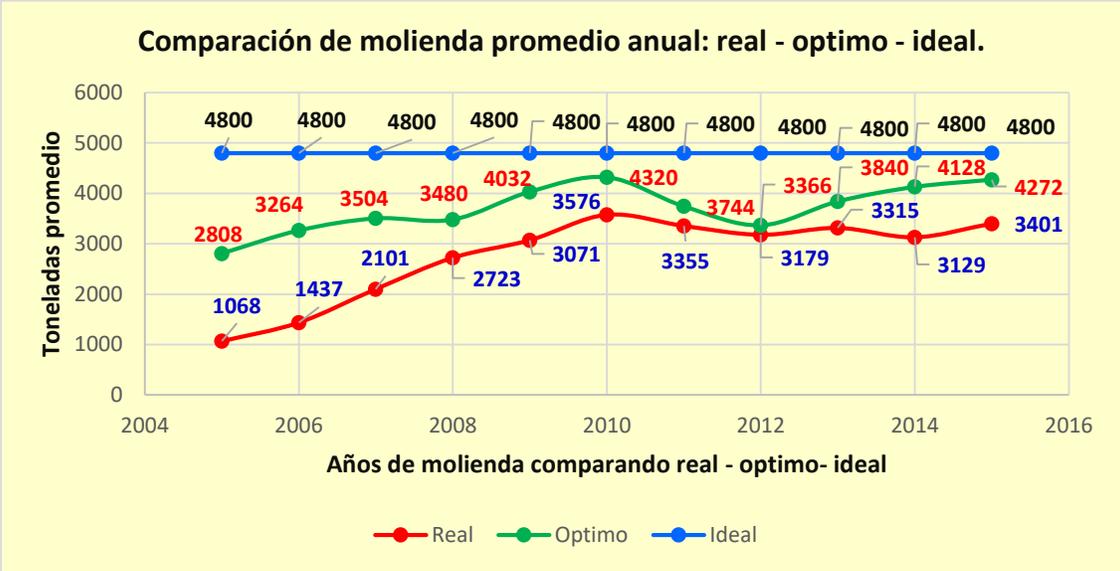


Figura N ° 24 Datos de molienda diaria Agroindustria Azucarera.
Fuente: Ministerio de Agricultura: La industria azucarera 2005 – 2015

Con los datos proporcionados por la empresa Agroindustria de Azúcar al Ministerio de Agricultura se tiene, que durante el 2005 al 2015 se tiene la siguiente cantidad de caña molida tanto diaria como horaria, esto hace que la molienda este por debajo de su capacidad ideal que es de 4800 toneladas diarias de molienda si analizamos el cuadro anterior se tiene que su capacidad real está muy por debajo, lo cual origina perdidas muy serias a la compañía, haciendo además que los equipos no operen al 100% de cuya capacidad.

En la tabla N ° 16, se indica la cantidad de caña anual molida de acuerdo con la molienda horaria, diaria hasta llegar a molienda anual en la cual se evidencia de acuerdo con los días molidos y las toneladas promedio diarias en el año la cantidad anual molida real en cada año.

Tabla 16 Datos de molienda real Agroindustria Azucarera.

Año	Días de Molienda	Cantidad Real (t/día)	Cantidad t/h	Cantidad t/anual Real
2005	331	1068	117	353 508
2006	349	1437	136	501 513
2007	292	2101	146	613 492
2008	262	2723	145	713 426
2009	297	3071	168	912 087
2010	244	3576	180	872 544
2011	252	3355	156	84 5460
2012	254	3179	153	807 466
2013	315	3315	160	966 420
2014	272	3129	174	851 088
2015	278	3401	178	945 478

Fuente: Agroindustria Azucarera 2005 – 2015

$$Cantidad\ Real\ \left(\frac{t}{año}\right) = (Días\ de\ molienda) \times (t.\ Real)$$

$$Cantidad\ Real\ \left(\frac{t}{año}\right) = 331 \frac{días}{año} \times 1068 \frac{t}{días} = 353508 \frac{t}{año}$$

De acuerdo con las especificaciones técnicas está muy lejos de la realidad pues si consideramos que el sistema de extracción muele en promedio 200 t/h de caña este se aleja de las cantidades optimas de operación de los equipos de extracción, en el año 2005 fue de 117t/h, el que más se acerca es el del 2010 con 180 t/h. Esto hace que también nuestros rendimientos sean menores.

Si se efectúa un análisis para determinar en promedio las horas de molienda en promedio por día se calcula la cantidad de toneladas (t) reales entre la molienda horaria y se tiene:

$$Horas = \frac{Cantidad\ Toneladas\ Reales\ Molidas}{Cantidad\ en\ \frac{Toneladas}{Hora}}$$

La cantidad real de toneladas por hora es obtenida de la molienda promedio en cada uno de los años de producción, con este cálculo se tiene que en promedio la agroindustria en cada año trabaja lo siguiente según la tabla. N ° 17

Tabla 17 Comparación molienda real vs ideal de Agroindustria Azucarera.

Año	Días de Molienda	Cantidad t Real	Cantidad real t/h	Hora real	Hora Ideal	Cantidad t Ideal
2005	331	1 068	117	9,13	24	2 808
2006	349	1 437	136	10,57	24	3 264
2007	292	2 101	146	14,39	24	3 504
2008	262	2 723	145	18,78	24	3 480
2009	297	3 071	168	18,28	24	4 032
2010	244	3 576	180	19,87	24	4 320
2011	252	3 355	156	21,51	24	3 744
2012	254	3 179	153	20,78	24	3 366
2013	315	3 315	160	20,72	24	3 840
2014	272	3 129	172	18,19	24	4 128
2015	278	3 401	178	19,11	24	4 272

Fuente: Agroindustria Azucarera 2005 – 2015

Analizando el cuadro se ve la diferencia, si se muele 24 horas sobrepasa notablemente a la establecida, si se compara con la molienda optima que es de 200 t (se considera así por la máxima capacidad de molienda del equipo) por hora que efectúa el sistema de molienda por día la cantidad optima a moler sería superior. A continuación, se presenta el cuadro donde se hace una molienda todo el día con la cantidad real de horas a moler y se determina:

Tabla 18 Datos de molienda real anual en Agroindustria Azucarera

Año	kg de Azúcar/t	Días de Molienda/año	Cantidad Real t/día	kg Azúcar/año Real	Bolsas (50 kg)
2005	96,38	331	1068	34 071 101,04	681 422,0208
2006	99,16	349	1437	49 730 029,08	994 600,586
2007	94,83	292	2101	58 177 446,36	1 163 548,9272
2008	100,81	262	2723	71 920 475,06	1 438 409,5012
2009	103,04	297	3071	93 98 1444,48	1 879 628,8896
2010	98,43	244	3576	85 884 505,92	1 717 690,1184
2011	100,37	252	3355	84 858 820,20	1 697 176,404
2012	98,46	254	3179	79 503 102,36	1 590 062,0472
2013	95,34	335	3315	97 988 545,20	1 959 770,904
2014	96,78	272	3129	82 368 296,44	1 647 365,929
2015	97,12	278	3401	91 824 823,36	1 836496,467

Fuente: Agroindustria Azucarera 2005 – 2015

Tabla 19 Datos de molienda optima anual de Agroindustria Azucarera.

Año	kg de Azúcar/t	Días de Molienda	Cantidad óptimo t/día	kg Azúcar/año óptimo	Bolsas (50 kg)
2005	96,38	331	2808	89 580 198,24	1 791 603,9648
2006	99,16	349	3264	112 956 725,76	2 259 134,5152
2007	94,83	292	3504	97 027 021,44	1 940 540,4288
2008	100,81	262	3480	91 914 525,60	1 838 290,520
2009	103,04	297	4032	123 390 812,16	2 467 816,2432
2010	98,43	244	4320	103 753 094,4	2 075 061,888
2011	100,37	252	3744	94 697 890,56	1 893 957,8112
2012	98,46	254	3366	84 179 755,44	1 683 595,1088
2013	95,34	315	3840	115 323 264,00	2 306 465,280
2014	96,78	272	4128	108 666 132,48	2 173 322,649
2015	97,12	278	4272	115 341 265,92	2 306 825,318

Fuente: Agroindustria Azucarera 2005 – 2015

Tabla 20 Datos de molienda ideal azúcar Agroindustria Azucarera.

Año	kg de Azúcar/t	Días de Molienda	Cantidad Ideal t/día	kg Azúcar/anual Ideal	Bolsas (50 kg)
2005	96,38	331	4800	153 128 544	3 062 570,88
2006	99,16	349	4800	166 112 832	3 322 256,64
2007	94,83	292	4800	132 913 728	2 658 274,56
2008	100,81	262	4800	126 778 656	2 535 573,12
2009	103,04	297	4800	145 410 048	2 908 200,96
2010	98,43	244	4800	115 281 216	2 305 624,32
2011	100,37	252	4800	121 407 552	2 428 151,04
2012	98,46	254	4800	120 042 432	2 400 848,64
2013	95,34	315	4800	144 154 080	2 883 081,60
2014	96,78	272	4800	126 355 968	2 527 119,36
2015	97,12	278	4800	129 596 928	2 591 938,56

Fuente: Agroindustria Azucarera 2005 – 2015

Todo esto afecta los rendimientos dentro de la agroindustria azucarera. Pero para que las horas de molienda se vean disminuidas depende de muchos factores que se analizaran en el sistema de extracción para determinar qué tipos de fallas hacen que estos tiempos de molienda disminuyan.

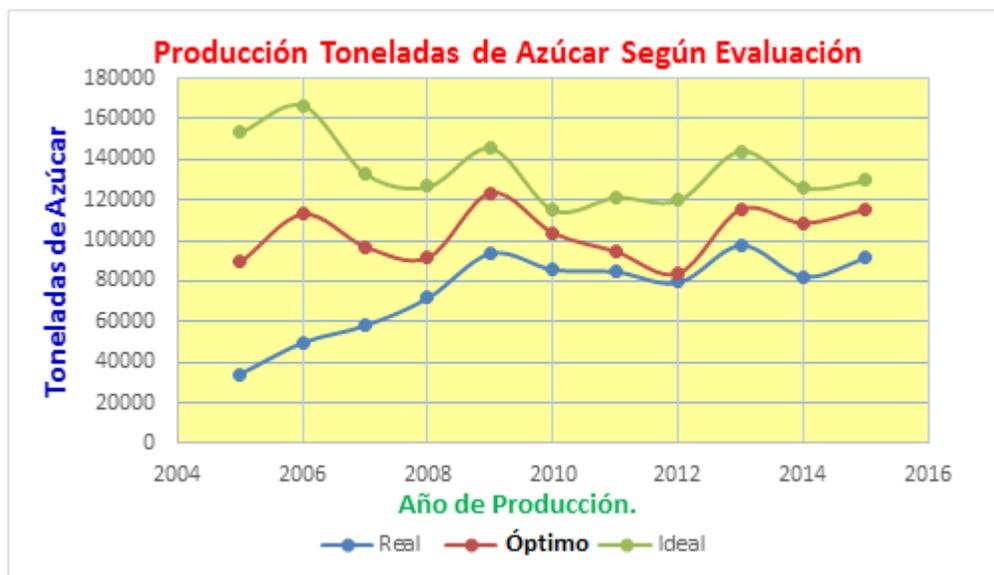


Figura N ° 25 Producción de t de caña anual Agroindustria Azucarera

Fuente: Ministerio de Agricultura: La industria azucarera 2005 – 2015

De acuerdo con los datos mostrados en las tablas anteriores se realizó una evaluación en base a los rendimientos por tonelada de caña molida, para ello se tomó como base el precio del azúcar que se coloca en el mercado siendo de S/. 2,387 nuevos soles por kilogramo. Se comparó los datos de la obtención de azúcar real, óptima y efectiva. Para la real es lo que el ingenio azucarero muele en función con los tiempos perdidos y las condiciones de los equipos, lo óptimo asumiendo que el equipo muele en las condiciones eficientes durante el periodo de trabajo incluyendo los tiempos perdidos de operación y el ideal cuando el equipo muele todo el tiempo y no presenta fallas moliendo al máximo de su operación. A continuación, se presentan los datos donde se indican las pérdidas en soles dentro de la agroindustria.

Tabla 21 Datos de molienda ideal azúcar Agroindustria Azucarera.

PÉRDIDAS ANUALES			PÉRDIDAS MENSUALES		
<i>Año</i>	Pérdidas en S/. Real vs Optimo mensual	Pérdidas en S/. Real vs Ideal mensual	<i>Año</i>	Pérdidas en S/. Real vs Optimo mensual	Pérdidas en S/. Real vs Ideal mensual
2005	11 041 684,6	23 682 509,7	2005	11,0416846	23,6825097
2006	12 576 843,7	23 150 479,2	2006	12,5768437	23,1504792
2007	7 727 827,98	14 866 292	2007	7,72782798	14,866292
2008	3 977 149,89	10 912 206,5	2008	3,97714989	10,9122065
2009	5 850 013,39	10 230 006,4	2009	5,85001339	10,2300064
2010	3 554 360,06	5 847 495,58	2010	3,55436006	5,84749558
2011	1 957 155,08	7 270 151,9	2011	1,95715508	7,2701519
2012	930 264,242	8 063 948,32	2012	0,93026424	8,06394832
2013	3 448 164,48	9 183 094,3	2013	3,44816448	9,1830943
2014	5 231 077,89	8 749 881	2014	5,23107789	8,749881
2015	4 677 812,37	7 513 501,15	2015	4,67781237	7,51350115

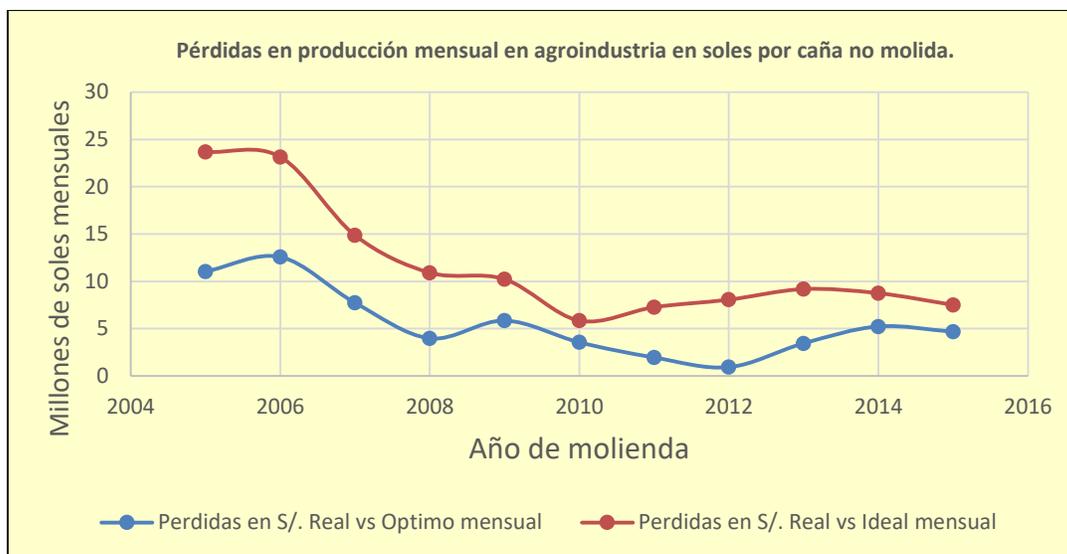


Figura N ° 26 Pérdidas en soles ocasionadas en la producción del azúcar mensual en agroindustria

También existen pérdidas en la extracción del jugo de caña, en el bagazo se considera como perdida 1,5 – 2,5 de pol en bagazo esta se relaciona con la sacarosa y el bagazo, con los datos proporcionados por la empresa se efectuó la evaluación en los meses siguientes:

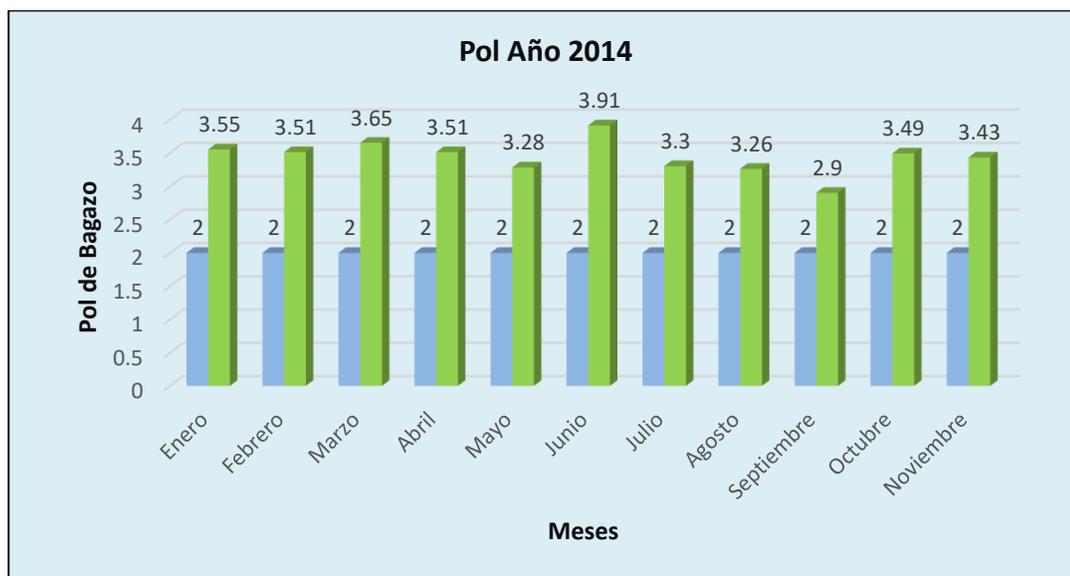


Figura N ° 27 Pérdidas en soles de producción mensual en agroindustria

Se ha considerado el máximo de 2,0 pol, por ser equipos antiguos. En la gráfica se ven los valores que están muy por encima del máximo aceptado debido a los factores como: equipos antiguos, mal mantenimiento, paradas imprevistas, etc. Todo esto se transforma en pérdidas que hacen caer la productividad, a continuación, se muestra un cuadro con las pérdidas ocasionadas por el elevado pol en bagazo, tanto en base al real como el que recomienda como máximo después de haber efectuado un correcto mantenimiento de equipos para la extracción adecuada en esta área de trabajo, se evaluaron en función de a la molienda mensual y su pol promedio dando como resultado la cantidad de azúcar en toneladas que se pierde en el bagazo que sale de todo el sistema de extracción de jugo de caña, se recuerda que este bagazo ya no se puede reprocesar, pero si se pueden realizar ajustes dentro del área de trapiche.

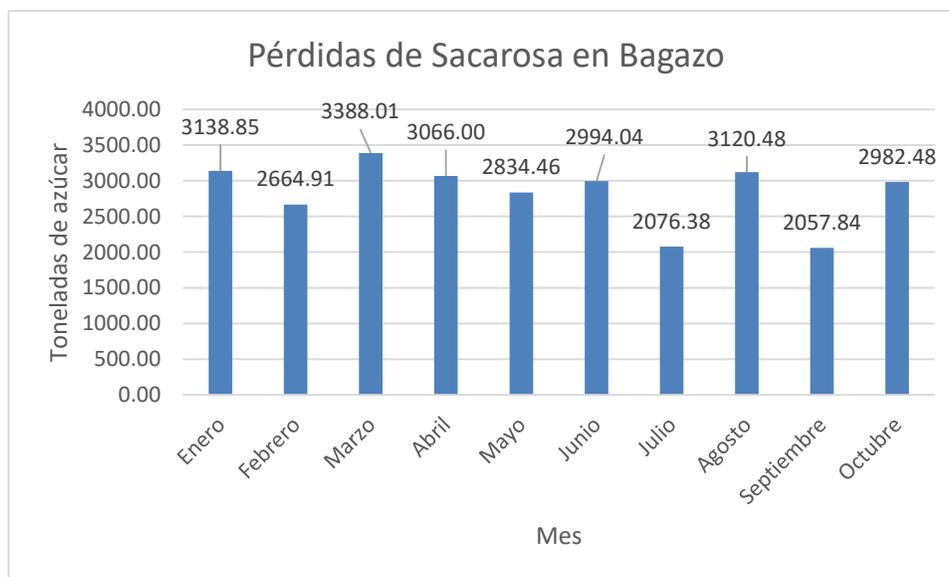


Figura N ° 28 Pérdidas de sacarosa en bagazo de caña, agroindustria Pomalca SAA

Si se considera una molienda real anual de 851088 toneladas de caña dando 70924 toneladas mensuales de datos anteriores de la tesis, y la pol en promedio de 3,44 datos obtenidos de la industria ocasionando que se pierda 2439, 78 toneladas de sacarosa representando 48795 bolsas de azúcar al mes. Todo esto nos hace pensar que es adecuado mejorar los procesos de extracción y darle mayor lugar al mantenimiento.

3.8 PROPUESTA DEL IMPLEMENTACIÓN DEL TPM

3.8.1 Compromiso de la Compañía de Asumir el TPM, Gerencia y Altos Mandos

Es de vital importancia el compromiso por parte de los altos mandos de la empresa, se tiene que iniciarse por la gerencia y se cita a los jefes de los departamentos que tengan mayor relación con el TPM como son: las áreas de producción, calidad, mantenimiento, contabilidad, computación e informática. Cada una jugará un papel importante para poner en marcha la implementación. Se planteará una reunión principal con los involucrados en la cual se dará a conocer la aplicación de un sistema de gestión para mejorar el mantenimiento dentro la compañía, cuáles son los objetivos que se desean conseguir, que beneficios trae, en que se basa y cuáles son las acciones que se deben de tomar en cuenta para alcanzarlo, todo esto debe estar sujeto con la participación de todos los integrantes, debe de evidenciarse desde las primeras reuniones que alcancen y que plan o acción se debe de tomar para poner en marcha el TPM. Se empezará con el inicio en la formación de la cultura al cambio y a la mejora del sistema productivo dará el ejemplo el ejemplo la compañía y será ejecutado por sus gerentes, jefes de áreas, personal que conozca del mantenimiento, etc.

Todo esto conlleva al primer paso para la implementación del TPM, después se presentará un plan quien será desarrollado por los altos mandos, en el cual se propondrán fechas los cuales tendrán un seguimiento con la formación de equipos de trabajo, todos estos pasos se validarán por un equipo encargado de la implementación del TPM, estos equipos formados son responsables cada uno y se discutirá comentando y dando solución a cada uno de los pasos a tomar en el transcurso de las reuniones.

Para el caso de la agroindustria Pomalca SAA, será importante involucrar al gerente de la compañía, el asesor legal, los superintendentes de cada área como son: superintendentes de campo, superintendente de transporte, superintendente de

fábrica (jefes de elaboración, jefe de planta de fuerza, jefe de laboratorio, jefe de trapiche y jefe de mantenimiento de planta agroindustrial) y gerente administrativo. Todo esto no ayuda a pensar en implementar el TPM, dentro de un área específica como es el área de extracción de jugo de caña trapiche, en donde se centrará la cultura del TPM en el jefe de trapiche que estará al mando de los supervisores de producción del área y de mantenimiento y sus respectivos operarios.

3.8.2 Identificación de las fallas en el área de extracción de jugo de caña para la aplicación de la Eficiencia Global de Equipos

Después de haber efectuado el análisis de los datos históricos de los últimos 8 años, la cantidad de caña que se muele en fábrica se debe de mejorar para ello es necesario evaluar el área de extracción de jugo de caña. Motivo por el cual se tuvo que hacer un análisis detallado del área de extracción de jugo de caña trapiche, en la cual se hizo una evaluación de las causas que hacen que los equipos fallen dentro del proceso, y determinar las fallas y los tiempos de paradas que se originan. Se conversó con cada uno de los operarios y comparando con los reportes de incidentes de paradas por fallas, se detectaron las fallas que afectan el rendimiento de la producción en la industria azucarera.

Tabla 22 Principales fallas presentes en el sistema de extracción de jugo de caña trapiche.

Fallas presentes en el área de extracción de jugo de caña	
1	Arrastradores torcidos en conductor N° 01
2	Arrastradores torcidos en conductor N° 02
3	Arrastradores torcidos en conductor N° 03
4	Arrastradores torcidos en conductor N° 04
5	Desenganche de motor intermedio del molino N° 01.
6	Desenganche de motor intermedio del molino N° 02.
7	Desenganche de motor intermedio del molino N° 03.
8	Desenganche de motor intermedio del molino N° 04.
9	Desenganche de motor intermedio del molino N° 05.
10	Desenganche de motor intermedio del molino N° 06.
11	Pernos de Amarre de Chumaceras Molino N° 01
12	Pernos de Amarre de Chumaceras Molino N° 02
13	Pernos de Amarre de Chumaceras Molino N° 03
14	Pernos de Amarre de Chumaceras Molino N° 04

15	Pernos de Amarre de Chumaceras Molino N° 05
16	Pernos de Amarre de Chumaceras Molino N° 06
17	Desenganche de conductores N°01
18	Desenganche de conductores N°02
19	Desenganche de conductores N°03
20	Desenganche de conductores N°04
21	Atoro de bagazo en tracto lento.
22	Atoro de bagazo en tolva Donelly
23	Eslabón roto en Molino N ° 01
24	Eslabón roto en Molino N ° 02
25	Eslabón roto en Molino N ° 03
26	Eslabón roto en Molino N ° 04
27	Eslabón roto en Molino N ° 05
28	Eslabón roto en Molino N ° 06
29	Colocando tapón en Masa en entrada de Molino N ° 01
30	Colocando tapón en Masa en entrada de Molino N ° 02
31	Colocando tapón en Masa en entrada de Molino N ° 03
32	Colocando tapón en Masa en entrada de Molino N ° 04
33	Colocando tapón en Masa en entrada de Molino N ° 05
34	Colocando tapón en Masa en entrada de Molino N ° 06
35	Descarrilo de Conductor N ° 01
36	Descarrilo de Conductor N ° 02
37	Descarrilo de Conductor N ° 03
38	Descarrilo de Conductor N ° 04
39	Desenganche de Batea N ° 01
40	Desenganche de Batea N ° 02
41	Pasadores de Arrastradores de Mesas Flojos.
42	Descarrilo del Primer Paño de Mesa Alimentadora
43	Descarrilo del Segundo Paño de Mesa Alimentadora
44	Descarrilo del Tercer Paño de Mesa Alimentadora
45	Tractor Limpiando Caña de Patio
46	Planchas Rotas en Intermedios N ° 01
47	Planchas Rotas en Intermedios N ° 02
48	Planchas Rotas en Intermedios N ° 03
49	Planchas Rotas en Intermedios N ° 04
50	Planchas Rotas en Intermedios N ° 05
51	Soldando ángulo del derramador de jugo de caña.
52	Ruptura de dientes de maza superior de molino N ° 01
53	Ruptura de dientes de maza superior de molino N ° 02
54	Ruptura de dientes de maza superior de molino N ° 03
55	Ruptura de dientes de maza superior de molino N ° 04
56	Ruptura de dientes de maza superior de molino N ° 05
57	Ruptura de dientes de maza superior de molino N ° 06
58	Cambiando corredera del Intermedio N ° 01
59	Cambiando corredera del Intermedio N ° 02

60	Cambiando corredera del Intermedio N ° 03
61	Cambiando corredera del Intermedio N ° 04
62	Cambiando corredera del Intermedio N ° 05
63	Cambiando corredera del Intermedio N ° 06
64	Pin salido del conductor N°01 de caña
65	Pin salido del conductor N°02 de caña
66	Pin salido del conductor N°03 de caña
67	Pin salido del conductor N°04 de caña
68	Cambio de Motor Conductor de Caña N ° 01
69	Cambio de Motor Conductor de Caña N ° 02
70	Cambio de Motor Conductor de Caña N ° 03
71	Cambio de Motor Conductor de Caña N ° 04
72	Paquete de Caña en Pluma Hilo
73	Atoro en Conductor de Caña N ° 01
74	Atoro en Conductor de Caña N ° 02
75	Atoro en Conductor de Caña N ° 03
76	Atoro en Conductor de Caña N ° 04
77	Cambio de Cuchilla en Molino N ° 01
78	Cambio de Cuchilla en Molino N ° 02
79	Cambio de Cuchilla en Molino N ° 03
80	Cambio de Cuchilla en Molino N ° 04
81	Cambio de Cuchilla en Molino N ° 05
82	Cambio de Cuchilla en Molino N ° 06
83	Cambiando Bomba de Imbibición N ° 01
84	Cambiando Bomba de Imbibición N ° 02
85	Cambiando Bomba de Imbibición N ° 03
86	Cambiando Bomba de Imbibición N ° 04
87	Atoro de Bombas de Imbibición N ° 01
88	Atoro de Bombas de Imbibición N ° 02
89	Atoro de Bombas de Imbibición N ° 03
90	Atoro de Bombas de Imbibición N ° 04
91	Cambio de Peine de Molino N ° 01
92	Cambio de Peine de Molino N ° 02
93	Cambio de Peine de Molino N ° 03
94	Cambio de Peine de Molino N ° 04
95	Cambio de Peine de Molino N ° 05
96	Cambio de Peine de Molino N ° 06
97	Ajuste de Peine Molino N ° 01
98	Ajuste de Peine Molino N ° 02
99	Ajuste de Peine Molino N ° 03
100	Ajuste de Peine Molino N ° 04
101	Ajuste de Peine Molino N ° 05
102	Ajuste de Peine Molino N ° 06
103	Atoro de Tina N ° 01 de Recepción de Jugo
104	Atoro de Tina N ° 02 de Recepción de Jugo
105	Atoro de Tina N ° 03 de Recepción de Jugo
106	Trayler Malogrado en pluma hilo.
107	Caída de tensión en motores de trapiche.
108	Cambio de pernos de chumacera de transmisión a molino N ° 01.
109	Cambio de pernos de chumacera de transmisión a molino N ° 02.
110	Cambio de pernos de chumacera de transmisión a molino N ° 03.
111	Cambio de pernos de chumacera de transmisión a molino N ° 04.
112	Cambio de pernos de chumacera de transmisión a molino N ° 05.
113	Cambio de pernos de chumacera de transmisión a molino N ° 06.

114	Cambio de Machetes en Machetero N ° 01
115	Cambio de Machetes en Machetero N ° 02
116	Caña caída en Patio de Pluma Hilo
117	Suelas Rotas de Molino N ° 01
118	Suelas Rotas de Molino N ° 02
119	Suelas Rotas de Molino N ° 03
120	Suelas Rotas de Molino N ° 04
121	Suelas Rotas de Molino N ° 05
122	Suelas Rotas de Molino N ° 06
123	Cambios de Martillos Desfibrador N ° 01
124	Cambios de Martillos Desfibrador N ° 02
125	Piñón Salido en Molino N ° 01
126	Piñón Salido en Molino N ° 02
127	Piñón Salido en Molino N ° 03
128	Piñón Salido en Molino N ° 04
129	Piñón Salido en Molino N ° 05
130	Piñón Salido en Molino N ° 06
131	Soldando tuberías de bombas de agua de imbibición
132	Soldando tuberías de bombas de jugo de caña
133	Baja de tensión por caída de vapor
134	Revisión de circuitos eléctricos de motores de conductor de caña N ° 01
135	Revisión de circuitos eléctricos de motores de conductor de caña N ° 02
136	Revisión de circuitos eléctricos de motores de conductor de caña N ° 03
137	Revisión de circuitos eléctricos de motores de conductor de caña N ° 04
138	Revisión de circuitos eléctricos de motores de conductor de caña N ° 05
139	Revisión de circuitos eléctricos de motores de conductor de caña N ° 06
140	Balanza de Jugo Lleno en elaboración
141	Niveles altos en los pre evaporadores
142	Cambiando filtro de criba N ° 01 de jugo
143	Cambiando filtro de criba N ° 02 de jugo
145	Falta de caña en patio
146	Reparo de eje hidráulico de la bomba de desplazamiento de la grúa hilo
147	Reemplazo de eslabón de cadena de transmisión izquierdo de grúa hilo
148	Ruptura de cable de viento de lado izquierdo de grúa hilo
149	Ruptura de uña de levante de grúa hilo
150	Falla en motor reductor de la grúa hilo

Fuente: Agroindustria Pomalca SAA

Todo esto servirá de apoyo para la mejora en el mantenimiento de los equipos, bajo el sustento del TPM.

3.8.3 Cálculo Actual de la Eficiencia de los Equipos en la Extracción de Jugo de Caña.

A continuación, se presente un cuadro donde se indica cómo se debe de calcular la eficiencia global de los equipos (EG).

Tabla 23 Indicadores OEE sistema de extracción de jugo de caña trapiche.

Fórmulas para Hallar la Eficiencia Global de los Equipos (OEE)			
Indicadores		Forma de Cálculo	Descripción
Tiempo Disponible	TD	Investigación	Es el tiempo disponible que operan la maquinas durante todo el año, semestre o mes.
Tiempo de Parada Planificada	TPP	Investigación	Es el tiempo que se hace para un mantenimiento planificado, horarios no laborables y feriados.
Tiempo de Funcionamiento	TF	$TF = TD - TPP$	Es el tiempo resultado de la resta entre el Tiempo Disponible menos el Tiempo de Parada Planificada.
Tiempo de Preparación de Equipo	TPE	Investigación	Es el tiempo destinado para los cambios de producto, arranque de equipo, etc.
Tiempo del Periodo de Operación	TPO	$TPO = TF - TPE$	Es el tiempo resultado de la resta entre el Tiempo de Funcionamiento menos el Tiempo de Preparación de Equipo.
Tiempo de Parada no Planificada por Equipos	TPPE	Investigación	Es el tiempo perdido por las fallas de los equipos, desde su avería hasta su reparación.
Tiempo de Operación Neta	TON	$TON = TPO - TPPE$	Es el tiempo resultado de la resta entre el Tiempo del Periodo de Operación menos el Tiempo de Parada no Planificada por Equipos.
Tiempo Perdido por Operación	TPOP	Investigación	Es el tiempo perdido por marchas en vacío, reducción de velocidad de los equipos, falla en el suministro de materia prima o insumos, etc.
Tiempo de Operación Utilizable	TOU	$TOU = TON - TPOP$	Es el tiempo resultado de la resta entre el Tiempo de Operación Neta menos el Tiempo Perdido por Operación.
Tiempo Perdido por Defectos	TPD	Investigación	Es el tiempo perdido por mermas reproceso, rechazos, etc.
Tiempo Productivo Neto	TPN	$TPN = TOU - TPD$	Es el tiempo resultado de la resta entre el Tiempo de Operación Utilizable menos el Tiempo Perdido por Defectos.
Disponible	D	$D = (TON/TF)*100\%$	Coficiente de disponibilidad o fracción de tiempo que el equipo está operando.
Efectividad	E	$E = (TOU/TON)*100\%$	Efectividad o nivel de funcionamiento de acuerdo con los tiempos de paro.
Calidad	C	$C = (TPN/TOU)*100\%$	Coficiente de Calidad o fracción de la producción obtenida que cumple con los estándares de calidad.
Efectividad Global de los Equipos	EG	$EG = E*D*C$	Este indicador mide el % del tiempo en que un equipo produce realmente, para nuestro caso será la molienda comparada con el tiempo ideal que fue planeado para hacerlos. Expresa la diferencia entre real e ideal que debe eliminarse, puesto que es potencialmente un desperdicio.

Para calcular los indicadores de eficiencia total de los equipos, se trabajó en base a los tiempos perdidos en el área de extracción de jugo de caña, para ello se apoyó con los datos obtenidos de la tabla: N ° 22. En los cuales se menciona el tiempo perdido en cada una de las etapas pertenecientes a la industria de azúcar, se considera también las otras áreas porque indirectamente hacen pérdida de tiempo en el área de extracción de jugo de caña trapiche.

Se sacaron los datos de los tiempos perdidos de la empresa y se realizó una evaluación de cada día durante el mes de agosto, teniendo en consideración los equipos en el área de extracción de jugo de caña, y se obtuvo el tiempo de manera general en cada uno de los equipos, después se procedió a realizar el enfoque del análisis en base a la efectividad global de los equipos.

Se da inicio al análisis para hallar la Eficiencia Global de los Equipos:

- a. Tiempo disponible (TD). - Para esto se considera que el área de extracción trabaja las 24 horas. Esto se hace en base a la investigación dentro del área de extracción de jugo de caña.
- b. Tiempo de Parada Planificada (TPP). - Se trabaja en función con el área de mantenimiento este tiempo ya está planificada para realizar el mantenimiento al finalizar el mes, depende de la gravedad del mantenimiento.
- c. Tiempo de funcionamiento (TF). – Es la diferencia que existe entre el TD – TPP.
- d. Tiempo de preparación de equipo (TPE). – Se hace obteniendo la investigación para los cambios que se hace con respecto al tipo de caña que se va a moler, de igual manera en el arranque del equipo.
- e. Tiempo de periodo de operación Neta (TPN). – Es el tiempo que se obtiene como resultado de la diferencia entre el tiempo de funcionamiento y el tiempo de preparación.

- f. Tiempo perdido por operación. – Es el tiempo perdido a causas en vacío, reducción de velocidad.
- g. Tiempo de operación utilizable. – Es la diferencia entre el tiempo de operación neta con el tiempo perdido de operación.
- h. Tiempo perdido por defectos. – Es el tiempo perdido por mermas reprocesos, rechazos, etc.
- i. Tiempo productivo neto. – es la diferencia entre el resultado del tiempo de operación utilizable con el tiempo perdido por defectos.
- j. Disponibilidad. – Es el coeficiente de disponibilidad o fracción de tiempo que el equipo está operando.
- k. Eficiencia. – También conocido como el nivel de funcionamiento de acuerdo con los tiempos de paro.
- l. Calidad. – Coeficiente de calidad o fracción de la producción obtenida si cumple con los estándares de calidad.
- m. Eficiencia Global de los Equipos. – Este tipo de indicador mide el porcentaje del tiempo en que un equipo produce realmente.

Para el caso de la empresa agroindustrial Pomalca SAA, se trabajó en base a datos obtenidos en campo de la misma empresa en el área de extracción de jugo de caña trapiche, todo esto está relacionado con las pérdidas de tiempo elaborada en la tabla N ° 23, donde se considera las principales fallas que originan paradas en el sistema de extracción de jugo de caña trapiche. A continuación, se presentan las tablas donde se indican el tiempo perdido en los meses de agosto, setiembre y octubre, esta evaluación se realizó con la finalidad de poder determinar mediante los indicadores de efectividad global de equipos, los cuales después de los resultados se pueda plantear las respectivas correcciones para mejorar todo el proceso de extracción de jugo de caña en trapiche.

Tabla 24 Control de tiempos perdidos del mes de agosto del 2014.

CONTROL DE TIEMPOS PÉRDIDOS EN EL MES DE AGOSTO 2014 INDUSTRIA AZUCARERA.																		
DIA	GRUA HILO	MESA ALIMEN T.	COND . 2	COND . 3	MACHE T. 1 Y 2	COND . 4	DESFI B.	Descarril o	MOLIN O 1 al 7	TRANSM . DE MOLINO S	INTER M. 2 al 7	Tractor limpiand o patio	Diverso s	Camp o	Energí a	Elaboración	Mantenimi ento en operación	horas totales perdidas
1																		00:00
2																		00:00
3																		00:00
4		00:25		00:15	00:10				00:13					01:02	00:12	02:05	00:33	04:55
5	00:09	00:26		00:12				00:55			00:05	00:05	00:05	01:55	00:25	00:21		04:38
6				00:14									01:04	03:40	00:28	00:06		05:32
7								00:23			00:05	00:04	00:04	05:59	00:15	00:10		07:00
8									00:25					10:10	00:10			10:45
9	00:08			00:07	00:03	00:05		00:50			00:20	00:14		03:35				05:22
10				00:03		00:05		00:36			04:51	06:46		00:05	00:05			12:31
11	00:20	00:20		00:23			00:20	00:50					01:01		00:25			03:39
12	00:20		00:15	00:04		00:10		00:30	00:17	00:10		00:05	00:16	01:45	00:49	00:08		04:49
13		00:26	00:22		00:07	00:07		00:50		00:18		00:10	00:03		00:39	01:55		04:57
14	00:10			00:03							00:43		00:18		00:27	03:40		05:21
15	00:20					00:44		01:13			00:10	00:04	01:01	00:40	00:54	00:15		05:21
16	01:40	00:20		00:10	00:06		00:50	02:40		00:05	00:03	00:10	00:10		00:29	00:20		06:53
17	01:40		01:20	00:11						00:14	00:04	00:13			00:46	00:43		05:11
18	01:20		00:15	00:02				01:35			00:05				00:15	01:25		04:57
19	00:25	00:05			00:25			02:07	00:20	00:10		00:05			00:26	00:05	01:55	06:03
20		00:20	00:23	00:25	00:20	00:03	00:10	01:35	00:06	00:10	00:10		00:41		01:15	00:58		06:36
21	01:33		00:25		00:25	00:24		02:25			00:07	00:11	00:29		00:46			06:45
22	00:40						01:00	02:02	00:06		00:03	00:10	00:13		00:05	00:54		05:13
23						00:10		00:45					00:18			02:48		04:01
24				00:02				00:45				00:05				01:35		02:27
25	00:05		00:20		00:20	00:20		01:15	00:25		00:06	00:10	00:21			01:00	02:00	06:22
26	00:10		00:18						00:10					00:04	00:52	01:23		02:57
27		00:24										00:05	00:13	04:06				04:48
28				00:14		00:05	00:40	03:25		00:10				00:10	03:25			08:09
29	00:12	00:25	00:10	00:25	00:25	00:10		02:16	00:15			00:10			00:12	00:30		05:10
30	00:15	00:15		00:15	00:13			01:20			00:05				00:16	01:40		04:19
31			00:25			00:08		02:10		00:30		00:30		09:07	00:15			11:45
T. H.	09:27	03:26	04:13	03:05	02:34	02:31	03:00	06:27	02:17	01:17	06:57	08:37	06:17	42:18	13:51	22:01	04:28	166:26

Tabla 25 Eficiencia Global de Equipos Agosto.

Datos para Hallar la Efectividad Global de los Equipos (EG)												
Año 2014 Mes Agosto	TD	TPP	TF	TPE	TPO	TPPE		TON	TPOP	TOU	TPD	TPN
Día	Tiempo Disponible (Horas)	Tiempo de Parada Planificada (Horas)	Tiempo de Funcionamiento (Horas)	Tiempo de Preparación de los Equipos (Horas)	Tiempo del Periodo de Operación (Horas)	Tiempo de Parada no Planificada por Equipos		Tiempo de Operación Neta (Horas)	Tiempo Perdido por Operación (Horas)	Tiempo de Operación Utilizable (Horas)	Tiempo Perdido por Defectos (Horas)	Tiempo Productivo Neto (Horas)
						(Horas)	(Minutos)					
01/08/2014	24	24	0	0	0	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
02/08/2014	24	24	0	0	0	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
03/08/2014	24	24	0	0	0	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
04/08/2014	24	0	24	1	23	3	52	19,133	1,333	17,800	1,25	16,550
05/08/2014	24	0	24	0	24	2	46	21,233	1,25	19,983	0,935	19,048
06/08/2014	24	0	24	0,25	23,75	5	18	18,450	0	18,450	0,17	18,280
07/08/2014	24	0	24	0	24	6	28	17,533	0,533	17,000	0	17,000
08/08/2014	24	0	24	0,35	23,65	10	20	13,317	0	13,317	0,11	13,207
09/08/2014	24	0	24	0	24	3	35	20,417	1,65	18,767	0,13	18,637
10/08/2014	24	0	24	2,5	21,5	0	10	21,333	3,1	18,233	6,75	11,483
11/08/2014	24	0	24	0	24	1	26	22,567	1	21,567	1,217	20,350
12/08/2014	24	0	24	0	24	2	58	21,033	1	20,033	0,84	19,193
13/08/2014	24	0	24	0	24	2	37	21,383	0,33	21,053	2	19,053
14/08/2014	24	0	24	0	24	4	25	19,583	0	19,583	0,93	18,653
15/08/2014	24	0	24	0,45	23,55	2	50	20,717	0,357	20,360	1,71	18,650
16/08/2014	24	0	24	1,75	22,25	0	59	21,267	1,75	19,517	2,4	17,117
17/08/2014	24	0	24	1	23	1	29	21,517	0,55	20,967	2,15	18,817
18/08/2014	24	0	24	0	24	1	40	22,333	2,75	19,583	0,533	19,050
19/08/2014	24	0	24	1	23	2	26	20,567	1,75	18,817	0,867	17,950
20/08/2014	24	0	24	0	24	2	54	21,100	2	19,100	1,65	17,450
21/08/2014	24	0	24	1,75	22,25	1	15	21,000	1,25	19,750	2,5	17,250
22/08/2014	24	0	24	1,25	22,75	2	12	20,550	0,85	19,700	0,917	18,783
23/08/2014	24	0	24	0	24	3	6	20,900	0,75	20,150	0,17	19,980
24/08/2014	24	0	24	0	24	1	35	22,417	0,411	22,006	0,75	21,256
25/08/2014	24	0	24	0	24	3	21	20,650	0,52	20,130	1,5	18,630
26/08/2014	24	0	24	0	24	2	19	21,683	0,5	21,183	0,625	20,558
27/08/2014	24	0	24	0	24	4	6	19,900	0,25	19,650	0,291	19,359
28/08/2014	24	0	24	2,5	21,5	3	35	17,917	0,75	17,167	1,45	15,717
29/08/2014	24	0	24	0,5	23,5	0	40	22,833	2,1	20,733	1,46	19,273
30/08/2014	24	0	24	1	23	1	56	21,067	1,535	19,532	0,85	18,682
31/08/2014	24	0	24	0,5	23,5	9	22	14,133	1	13,133	1,383	11,750
Total	744	72	672	15,8	656,2	75	880	566,533	29,269	537,264	35,538	501,726

EFECTIVIDAD GLOBAL DE EQUIPOS MES DE AGOSTO 2014

TIEMPO DISPONIBLE				744		
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO			672	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">TIEMPO DE PARADA PLANIFICADA</td> <td style="padding: 2px;">72</td> </tr> </table>	TIEMPO DE PARADA PLANIFICADA	72
TIEMPO DE PARADA PLANIFICADA	72					
TIEMPO DE PERÍODO DE OPERACIÓN		656,2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">TIEMPO DE PREPARACIÓN DE EQUIPOS</td> <td style="padding: 2px;">15,8</td> </tr> </table>	TIEMPO DE PREPARACIÓN DE EQUIPOS	15,8	
TIEMPO DE PREPARACIÓN DE EQUIPOS	15,8					
TIEMPO DE OPERACIÓN NETA		566,533	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">TIEMPO DE PARADA NO PLANIFICADA POR EQUIPOS</td> <td style="padding: 2px;">89,667</td> </tr> </table>	TIEMPO DE PARADA NO PLANIFICADA POR EQUIPOS	89,667	
TIEMPO DE PARADA NO PLANIFICADA POR EQUIPOS	89,667					
TIEMPO DE OPERACIÓN UTILIZABLE		537,264	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">TIEMPO PERDIDO POR OPERACIÓN</td> <td style="padding: 2px;">29,269</td> </tr> </table>	TIEMPO PERDIDO POR OPERACIÓN	29,269	
TIEMPO PERDIDO POR OPERACIÓN	29,269					
TIEMPO PRODUCTIVO NETO		501,726	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">TIEMPO PERDIDO POR DEFECTOS</td> <td style="padding: 2px;">35,538</td> </tr> </table>	TIEMPO PERDIDO POR DEFECTOS	35,538	
TIEMPO PERDIDO POR DEFECTOS	35,538					

DISPONIBILIDAD	A	0,84305506	84,31%
EFICIENCIA DE RENDIMIENTO	H	0,94833664	94,83%
TASA DE CALIDAD	Q	0,93385375	93,39%
OEE%	(A.H.Q)	0,74662	74,662%

OEE%
74,662%

Figura N ° 29 Eficiencia Global de los Equipos - Mes de agosto 2014.

Tabla 26 Control de tiempos perdidos del mes de setiembre del 2014.

CONTROL DE TIEMPOS PÉRDIDOS EN EL MES DE SETIEMBRE 2014 INDUSTRIA AZUCARERA.																		
DIA	GRUA HILO	MESA ALIMENT.	COND. 2	COND. 3	MACH ET. 1 y 2	COND. 4	DESFI B.	Descar rilo	MOLINO 1 al 7	TRANSM. DE MOLINOS	INTERM. 2 al 7	Tractor limpiando patio	DIVERSOS	CAMP O	ENERGIA	ELABORACIÓN	Mantenimiento en operación	horas totales perdidas
1			00:05				00:43						00:06	08:48	00:35			10:17
2	00:30							00:30					00:20	05:19	00:35	01:10		08:24
3								00:41				00:10		02:10	00:19	03:14		06:34
4						00:06		00:35					00:20	04:10	00:03	01:27		06:41
5	01:15			00:05							00:08			01:25	00:24	02:35		05:52
6						00:03		02:40					00:04	00:40	00:15	03:35		07:17
7								02:32						06:35			00:30	09:37
8		00:15												03:26	00:22			04:03
9																		00:00
10																		00:00
11														09:21				09:21
12											00:10		00:02	09:19	00:11	00:55	00:30	11:07
13								02:51			01:16			02:40	00:19			07:06
14								01:20						07:34	00:05			08:59
15												00:05	00:05	07:50	00:08			08:08
16									00:10				00:40	08:33	00:37	00:24	00:30	10:54
17														09:54	00:08		02:00	12:02
18				00:05			00:40	00:26						06:10	00:28			07:49
19							00:30	02:00	00:30			00:05	00:26	02:20	00:28			06:19
20								00:29	00:18					06:45	00:17		00:17	08:06
21				00:04							00:35		00:04	06:05	00:03			06:51
22											00:04			08:47	00:28		00:30	09:49
23								00:20	00:47	00:24	00:08	00:06	00:11	00:59	00:50	00:30		04:15
24				00:05		00:08			00:11					02:40	01:27	00:03		04:34
25				00:05		00:03		01:50	00:20					01:53	02:34	00:03		06:48
26			00:05	01:40				00:53	00:04			00:05	00:06	00:05	03:00			05:58
27			00:30		00:08			00:56	00:31		00:07	00:05	00:20		00:43	01:19		04:39
28						00:04		00:40				00:14		02:46	00:26	01:49		05:59
29															02:46	01:09		03:55
31						00:08		00:30			00:08	00:15	00:25		01:18	01:06		03:50
T.H	01:45	00:15	00:40	02:04	00:08	00:32	01:53	19:13	02:51	00:24	02:36	01:05	03:09	126:14	18:49	19:19	04:17	205:04

Tabla 27 Aplicación de la Eficiencia Global de los Equipos.

Datos para Hallar la Eficiencia Global de los Equipos (EG)												
Año 2014 Mes Setiembre	TD	TPP	TF	TPE	TPO	TPPE		TON	TPOP	TOU	TPD	TPN
Día	Tiempo Disponible (Horas)	Tiempo de Parada Planificada (Horas)	Tiempo de Funcionamiento (Horas)	Tiempo de Preparación de los Equipos (Horas)	Tiempo del Periodo de Operación (Horas)	Tiempo de Parada no Planificada por Equipos		Tiempo de Operación Neta (Horas)	Tiempo Perdido por Operación (Horas)	Tiempo de Operación Utilizable (Horas)	Tiempo Pérdido por Defectos (Horas)	Tiempo Productivo Neto (Horas)
						(Horas)	(Minutos)					
01/09/2014	24	0	24	0	24	9	29	14,517	0,47	14,047	0,33	13,717
02/09/2014	24	0	24	0	24	7	24	16,600	0,25	16,350	0,75	15,600
03/09/2014	24	0	24	0	24	5	43	18,283	0,52	17,763	0,33	17,433
04/09/2014	24	0	24	0	24	6	0	18,000	0,2	17,800	0,483	17,317
05/09/2014	24	0	24	0	24	4	24	19,600	0,8	18,800	0,34	18,460
06/09/2014	24	0	24	0	24	4	34	19,433	1,51	17,923	1,2	16,723
07/09/2014	24	0	24	0	24	7	5	16,917	1,6	15,317	0,93	14,387
08/09/2014	24	0	24	0	24	3	48	20,200	0,2	20,000	0,43	19,570
09/09/2014	24	24	0	0	0	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
10/09/2014	24	24	0	0	0	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
11/09/2014	24	0	24	1	23	1	26	21,567	0,92	20,647	6	14,647
12/09/2014	24	0	24	0	24	10	57	13,050	0,169	12,881	0	12,881
13/09/2014	24	0	24	1	23	2	59	20,017	1,58	18,437	1,54	16,897
14/09/2014	24	0	24	0	24	7	39	16,350	0,92	15,430	0,1	15,330
15/09/2014	24	0	24	0	24	8	3	15,950	0,1	15,850	0	15,850
16/09/2014	24	0	24	0	24	10	44	13,267	0	13,267	0,17	13,097
17/09/2014	24	0	24	0,25	23,75	12	2	11,717	0	11,717	0	11,717
18/09/2014	24	0	24	0,1	23,9	6	38	17,267	1	16,267	0,184	16,083
19/09/2014	24	0	24	1	23	3	14	19,767	1,98	17,787	0,1	17,687
20/09/2014	24	0	24	0,15	23,85	7	19	16,533	0,58	15,953	0,2	15,753
21/09/2014	24	0	24	0,75	23,25	6	12	17,050	0,65	16,400	0	16,400
22/09/2014	24	0	24	0,25	23,75	9	45	14,000	0,06	13,940	0,62	13,320
23/09/2014	24	0	24	0,5	23,5	2	30	21,000	0,5	20,500	0,75	19,750
24/09/2014	24	0	24	0,25	23,75	4	10	19,583	0,3	19,283	0,1	19,183
25/09/2014	24	0	24	1	23	4	30	18,500	1	17,500	0	17,500
26/09/2014	24	0	24	1	23	3	11	19,817	1	18,817	0,78	18,037
27/09/2014	24	0	24	0,5	23,5	2	22	21,133	1,5	19,633	0,28	19,353
28/09/2014	24	0	24	1	23	4	1	18,983	0,965	18,018	1	17,018
29/09/2014	24	0	24	1	23	3	55	19,083	0	19,083	0	19,083
30/09/2014	24	0	24	1	23	2	24	20,600	1	19,600	0,2	19,400
Total	720	48	672	10,75	661,25	150	748	498,783	19,774	479,009	16,817	462,192

EFECTIVIDAD GLOBAL DE EQUIPOS MES DE SETIEMBRE 2014

TIEMPO DISPONIBLE			720
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO		672	TIEMPO DE PARADA PLANIFICADA 48
TIEMPO DE PERÍODO DE OPERACIÓN		661,25	TIEMPO DE PREPARACIÓN DE EQUIPOS 10,75
TIEMPO DE OPERACIÓN NETA		499,533	TIEMPO DE PARADA NO PLANIFICADA POR EQUIPOS 161,717
TIEMPO DE OPERACIÓN UTILIZABLE		481,509	TIEMPO PERDIDO POR OPERACIÓN 18,024
TIEMPO PRODUCTIVO NETO		462,192	TIEMPO PERDIDO POR DEFECTOS 16,817

DISPONIBILIDAD	A	0,74223661	74,22%
EFICIENCIA DE RENDIMIENTO	H	0,96035551	96,04%
TASA DE CALIDAD	Q	0,9648921	96,49%
OEE%	(A.H.Q)	0,68779	68,779%

OEE%
68,779%

Figura N ° 30 Eficiencia Global de los Equipos - Mes de Setiembre - 2014.

Tabla 28 Control de tiempos perdidos del mes de octubre del 2014.

CONTROL DE TIEMPOS PÉRDIDOS EN EL MES DE OCTUBRE 2014 INDUSTRIA AZUCARERA.																		
DIA	GRU A HILO	MESA ALIMENT .	COND . 2	COND . 3	MACHET . 1 y 2	COND . 4	DESFIB .	Descarril o	MOLIN O 1 al 7	TRANSM. DE MOLINOS	INTERM . 2 al 7	Tractor limpiand o patio	DIVERSO S	CAMP O	ENERGI A	ELABORACIÓ N	Mantenimient o en operación	horas totales perdidas
1									05:27					02:00	03:40	00:54		12:01
2						00:11	00:32	00:35	00:14			00:10	00:15		01:31	02:07		05:35
3						00:05	00:59	00:40	00:46			00:09			02:08	02:46		07:33
4	00:02					00:39	00:27					00:13			00:53	01:30		03:44
5																		00:00
6																		00:00
7						00:23			00:11						00:38			01:12
8						00:05			00:35	00:08	00:03	00:10	00:30	03:00	00:42	00:52		06:05
9												00:11		02:20	00:31	05:11		08:13
10		00:04		00:03					00:07		00:06	00:03	00:20	02:40	01:12	02:35		07:10
11		00:08							00:16	00:03			00:39	03:00	01:28	00:16		05:50
12				00:07				00:35	03:05		00:03		00:17		00:54			05:01
13			00:04	01:04					00:10	03:12	00:34			01:45	00:27	00:35		07:51
14			00:05	00:07					00:07				00:10	04:02	00:38	00:42		05:51
15	00:18			00:11				00:55			01:45			03:32	00:33			07:14
16				00:55						00:19		00:05		07:28	00:36	00:20		09:43
17				00:04								00:05		05:57	00:44	00:09		06:59
18			00:16		01:29	00:11		01:24	00:17					02:43	00:38			06:58
19		00:04	01:00	00:04	00:06			00:52	00:06		00:17	00:05			01:19	00:30		04:23
20		00:05								00:08	00:14	00:04			01:32		02:05	04:08
21					00:02	00:17		00:54	00:11			00:05		04:19	01:01	00:20		07:09
22										00:18	00:05	00:10			04:28			05:01
23	00:29			00:06							00:05	00:12			01:22	00:55		03:09
24				00:04		00:05				00:14	00:05	00:33	00:08	00:10	00:31	00:15		02:05
25							00:56					00:08		02:05	01:35			04:44
26							00:30		00:35		01:30	00:08			01:29	00:48		05:00
27					00:04	00:04		01:09							00:56	01:00	01:55	05:08
28		00:10				00:04		00:45			00:05	00:13	00:03		01:32	00:30		03:22
29		00:10		00:04							00:06	00:09	00:10		01:10	01:22		03:11
30											00:02	00:03	00:25		00:59	03:07		04:36
31																		00:00
T.H.	00:49	00:41	01:25	02:49	01:41	02:04	03:24	07:49	12:07	04:22	05:00	02:56	02:57	45:01	11:07	26:44	04:00	158:56

Tabla 29 Aplicación de la Eficiencia Global de los Equipos.

Datos para Hallar la Eficiencia Global de los Equipos (EG)												
Año 2014 Mes Octubre	TD	TPP	TF	TPE	TPO	TPPE		TON	TPOP	TOU	TPD	TPN
	Tiempo Disponible (Horas)	Tiempo de Parada Planificada (Horas)	Tiempo de Funcionamiento (Horas)	Tiempo de Preparación de los Equipos (Horas)	Tiempo del Periodo de Operación (Horas)	(Horas)	(Minutos)	Tiempo de Operación Neta (Horas)	Tiempo Perdido por Operación (Horas)	Tiempo de Operación Utilizable (Horas)	Tiempo Pérdido por Defectos (Horas)	Tiempo Productivo Neto (Horas)
Día												
01/09/2014	24	0	24	0	24	6	34	17,433	3,25	14,183	2,2	11,983
02/09/2014	24	0	24	0	24	3	53	20,117	0,55	19,567	1,15	18,417
03/09/2014	24	0	24	0	24	4	54	19,100	0,87	18,230	1,783	16,447
04/09/2014	24	0	24	0,95	23,05	2	23	20,667	0,45	20,217	0,9	19,317
05/09/2014	24	24	0	0	0	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
06/09/2014	24	24	0	0	0	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
07/09/2014	24	0	24	2,15	21,85	0	38	21,217	0,25	20,967	0,32	20,647
08/09/2014	24	0	24	0,35	23,65	5	4	18,583	0,483	18,100	0,533	17,567
09/09/2014	24	0	24	0	24	8	2	15,967	0	15,967	0,1833	15,783
10/09/2014	24	0	24	0	24	6	47	17,217	0,1666	17,050	0,21667	16,833
11/09/2014	24	0	24	0	24	5	23	18,617	0,45	18,167	0	18,167
12/09/2014	24	0	24	0,45	23,55	1	11	22,367	2,2	20,167	1,633	18,534
13/09/2014	24	0	24	0	24	2	47	21,217	1,733	19,484	3,333	16,151
14/09/2014	24	0	24	1,15	22,85	5	32	17,317	0	17,317	0,3167	17,000
15/09/2014	24	0	24	0	24	4	5	19,917	0,9	19,017	2,25	16,767
16/09/2014	24	0	24	0	24	8	24	15,600	1	14,600	0,3166	14,283
17/09/2014	24	0	24	0	24	6	50	17,167	0	17,167	0,15	17,017
18/09/2014	24	0	24	1,25	22,75	3	21	19,400	1,25	18,150	2,367	15,783
19/09/2014	24	0	24	0,25	23,75	1	49	21,933	0,867	21,066	1,7	19,366
20/09/2014	24	0	24	0,35	23,65	3	37	20,033	0	20,033	0,5167	19,517
21/09/2014	24	0	24	0	24	5	40	18,333	0,589	17,744	0,933	16,811
22/09/2014	24	0	24	0	24	4	28	19,533	0,25	19,283	0,3	18,983
23/09/2014	24	0	24	0,85	23,15	2	17	20,867	0,25	20,617	0,617	20,000
24/09/2014	24	0	24	1,5	22,5	0	56	21,567	0,6333	20,933	0,5167	20,417
25/09/2014	24	0	24	0	24	3	40	20,333	0,45	19,883	0,617	19,266
26/09/2014	24	0	24	0	24	2	17	21,717	1,55	20,167	1,167	19,000
27/09/2014	24	0	24	0	24	3	51	20,150	0,367	19,783	0,9167	18,866
28/09/2014	24	0	24	1,25	22,75	2	2	20,717	0,467	20,250	0,867	19,383
29/09/2014	24	0	24	0,75	23,25	2	32	20,717	0,234	20,483	0,417	20,066
30/09/2014	24	0	24	0,85	23,15	4	6	19,050	0,133	18,917	0,367	18,550
31/09/2014	24	24	0	0	0	0	0	0,000	0	0,000	0	0,000
Total	744	72	672	12,1	659,9	99	843	546,850	19,3429	527,507	26,58737	500,920

EFICIENCIA GLOBAL DE EQUIPOS MES DE OCTUBRE 2014

TIEMPO DISPONIBLE			720	
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO			672	TIEMPO PARADA PLANIFICADA
				48
TIEMPO DE PERÍODO DE OPERACIÓN			659,9	TIEMPO DE PREPARACIÓN DE EQUIPOS
				12,1
TIEMPO DE OPERACIÓN NETA		546,85	TIEMPO DE PARADA NO PLANIFICADA POR EQUIPOS	113,05
TIEMPO DE OPERACIÓN UTILIZABLE		526,007	TIEMPO PERDIDO POR OPERACIÓN	19,343
TIEMPO PRODUCTIVO NETO		500,92	TIEMPO PERDIDO POR DEFECTOS	26,587

DISPONIBILIDAD	A	0,81376488	81,376%
EFICIENCIA DE RENDIMIENTO	H	0,96188534	96,188%
TASA DE CALIDAD	Q	0,95230672	95,230%
OEE%	(A.H.Q)	0,74541667	74,542%

OEE%	74,542%
------	----------------

Figura N ° 31 Eficiencia Global de los Equipos - Mes de octubre 2014.

Después de realizar el análisis de los indicadores de eficiencia global de los equipos, se concluye como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 30 Resultados de la Eficiencia Global de los Equipos.

Eficiencia Global de los Equipos (EG)			
Mes	Agosto	Setiembre	Octubre
Disponibilidad	84,305%	74,335%	81,376%
Efectividad	94,833%	96,391%	96,188%
Calidad	93,385%	95,988%	95,230%
EG	74,662%	68,779%	74,542%

Con los datos obtenidos se determinó el promedio de los tres meses de la efectividad global de los equipos dando como resultado el promedio de 72,66%, este promedio no índico que es regular y que se puede mejorar para incrementar la productividad de la extracción de jugo de caña en la agroindustria.

Tabla 31 Promedio de la Eficiencia Global de los Equipos.

Resultado de la Efectividad Global de los Equipos			
Mes	EG	Clasificación	
Agosto	74,66%	Regular	Solo puede considerarse aceptable solo si se será mejorada.
Setiembre	68,78%	Regular	Solo puede considerarse aceptable solo si se será mejorada.
Octubre	74,54%	Regular	Solo puede considerarse aceptable solo si se será mejorada.
Promedio	72,66%	Regular	Solo puede considerarse aceptable solo si se será mejorada.

A continuación, se muestra la clasificación del OEE dado por Cruelles Ruis, quien lo señala en la medición del despilfarro donde indica el porcentaje obtenido después de la evaluación de la agroindustria, este será nuestro punto de partida para proponer el plan de mejora del proceso.

Tabla 32 Calificativo del OEE.

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
65% < OEE < 75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptables sólo si se está en proceso de mejora
75% < OEE < 85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente alta.
85% < OEE < 95%	Buena	Buena competitividad. Entramos en valores consideran
OEE > 95%	Excelente	Competitividad excelente

Fuente: Cruelles Ruis, 2010. La teoría de la medición del despilfarro

Con los datos de Tabla 32, se hace para el mes de agosto la evaluación, donde se indica el OEE de manera diaria.

Tabla 33 Análisis del mes de agosto por día del OEE

MES DE AGOSTO				
MES DE AGOSTO	DISPONIBILIDAD	EFICIENCIA DE RENDIMIENTO	TASA DE CALIDAD	OEE%
01/08/2014	Parada	Parada	Parada	
02/08/2014	Parada	Parada	Parada	
03/08/2014	Parada	Parada	Parada	
04/08/2014	79,71%	93,05%	92,98%	68,96%
05/08/2014	88,47%	94,11%	95,33%	79,37%
06/08/2014	76,88%	98,64%	99,07%	75,13%
07/08/2014	73,05%	98,48%	98,45%	70,83%
08/08/2014	55,49%	98,12%	99,16%	53,99%
09/08/2014	85,07%	91,92%	99,31%	77,65%
10/08/2014	88,89%	85,47%	62,98%	47,85%
11/08/2014	88,89%	85,47%	65,72%	49,93%
12/08/2014	94,03%	95,57%	94,36%	84,79%
13/08/2014	87,64%	95,24%	95,81%	79,97%
14/08/2014	89,10%	98,46%	90,50%	79,39%
15/08/2014	81,60%	98,72%	95,19%	76,68%
16/08/2014	86,32%	98,28%	91,60%	77,71%
17/08/2014	88,61%	91,77%	87,70%	71,32%
18/08/2014	89,65%	97,44%	89,75%	78,40%
19/08/2014	85,70%	91,49%	95,39%	74,79%
20/08/2014	87,91%	90,52%	91,36%	72,70%
21/08/2014	87,50%	94,05%	88,61%	72,92%
22/08/2014	85,63%	95,86%	95,35%	78,26%
23/08/2014	87,08%	96,41%	99,16%	83,25%
24/08/2014	93,63%	98,18%	96,36%	88,57%
25/08/2014	86,04%	97,48%	92,55%	77,63%
26/08/2014	90,35%	97,69%	97,03%	85,64%
27/08/2014	82,92%	97,99%	99,28%	80,66%
28/08/2014	74,65%	95,81%	91,55%	65,49%
29/08/2014	95,14%	90,80%	92,96%	80,30%
30/08/2014	87,78%	92,71%	95,65%	77,84%
31/08/2014	58,89%	92,92%	89,47%	48,96%

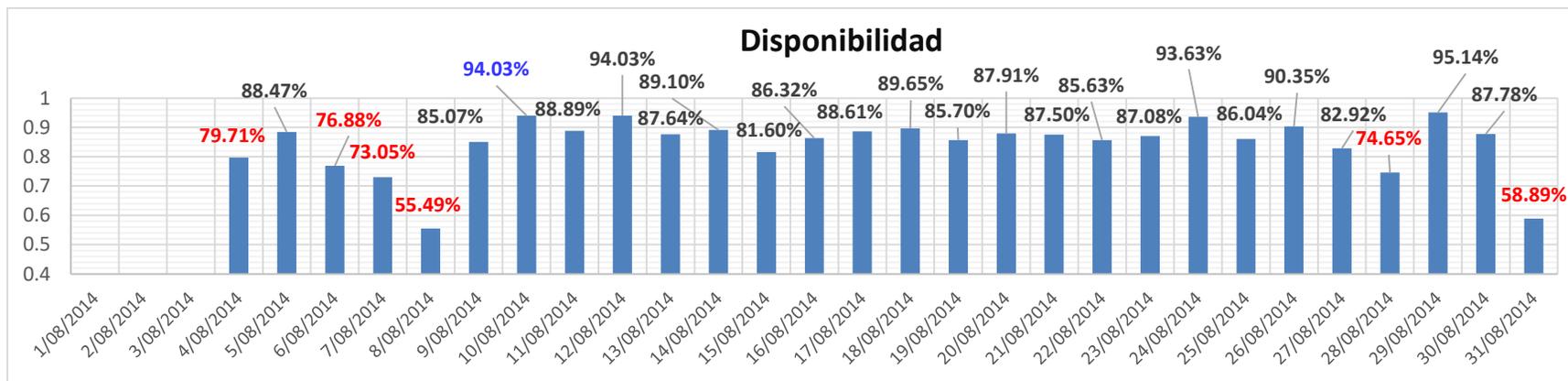


Figura N ° 32 Disponibilidad diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA

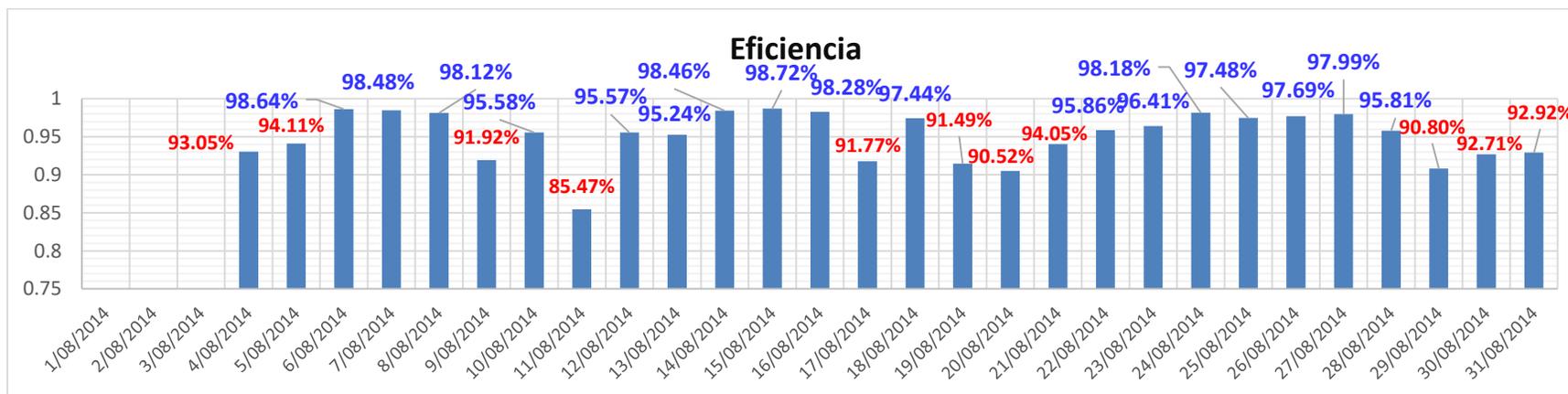


Figura N ° 33 Eficiencia diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA

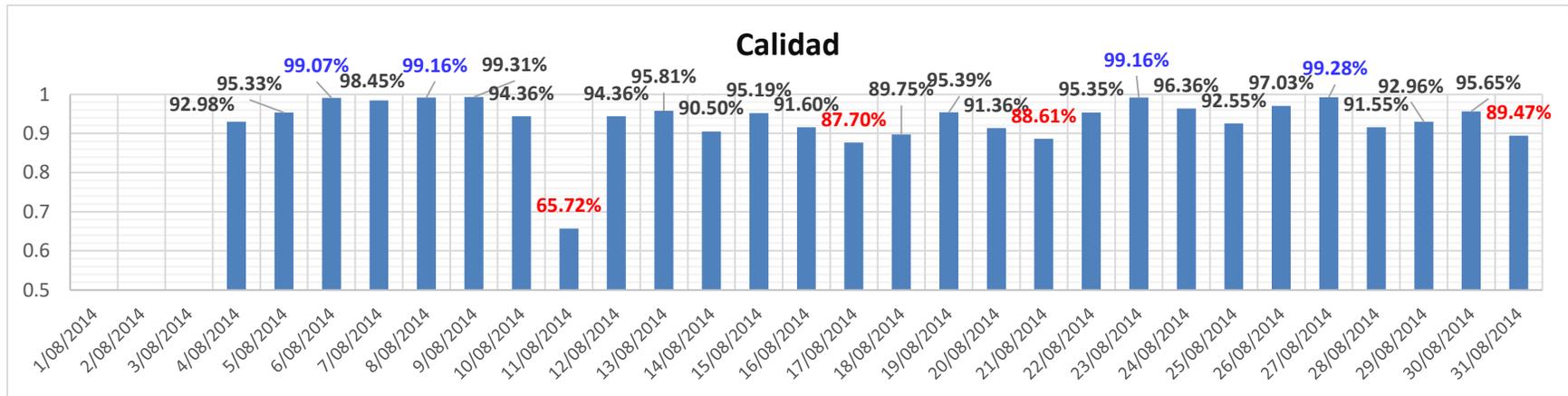


Figura N ° 34 Calidad diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA

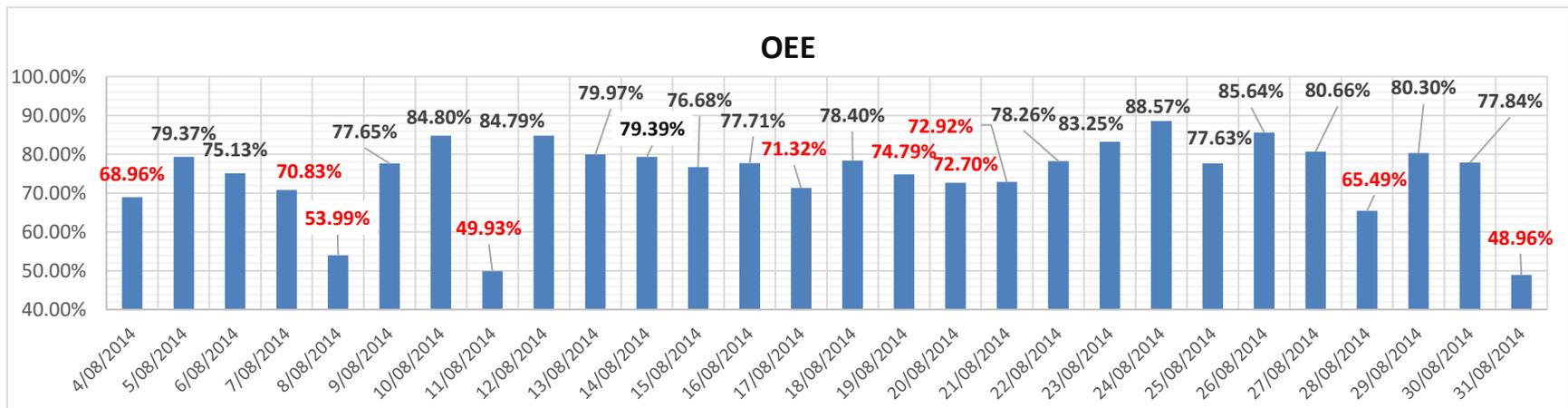


Figura N ° 35 Efectividad Global de Equipos diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA

A continuación, se muestra el análisis que se hace para el mes de setiembre donde se indica la evaluación del OEEE de manera diaria.

Tabla 34 Análisis del mes de setiembre por día del OEE

MES DE SETIEMBRE				
MES DE AGOSTO	DISPONIBILIDAD	EFICIENCIA DE RENDIMIENTO	TASA DE CALIDAD	OEE%
01/08/2014	60,49%	96,76%	97,65%	57,15%
02/08/2014	69,17%	98,49%	95,41%	65,00%
03/08/2014	76,18%	97,16%	98,14%	72,64%
04/08/2014	75,00%	98,89%	97,29%	72,15%
05/08/2014	81,67%	95,92%	98,19%	76,92%
06/08/2014	80,97%	92,23%	93,31%	69,68%
07/08/2014	70,49%	93,50%	94,12%	62,03%
08/08/2014	84,17%	99,01%	97,85%	81,54%
09/08/2014	Parada	Parada	Parada	
10/08/2014	Parada	Parada	Parada	
11/08/2014	89,86%	95,73%	70,94%	61,03%
12/08/2014	56,46%	98,75%	96,26%	53,67%
13/08/2014	83,40%	93,36%	91,76%	71,44%
14/08/2014	68,13%	94,37%	99,16%	63,75%
15/08/2014	66,46%	99,38%	98,42%	65,00%
16/08/2014	55,28%	96,23%	98,67%	52,49%
17/08/2014	48,82%	95,73%	97,77%	45,69%
18/08/2014	71,95%	96,87%	99,14%	69,09%
19/08/2014	82,36%	93,78%	99,46%	76,82%
20/08/2014	69,51%	96,52%	98,76%	66,26%
21/08/2014	71,04%	94,45%	98,74%	66,25%
22/08/2014	58,33%	99,57%	95,55%	55,50%
23/08/2014	87,50%	97,62%	96,34%	82,29%
24/08/2014	81,60%	98,47%	99,48%	79,93%
25/08/2014	77,08%	97,30%	97,22%	72,92%
26/08/2014	82,57%	94,95%	95,85%	75,15%
27/08/2014	88,06%	95,27%	97,27%	81,60%
28/08/2014	78,47%	96,20%	94,48%	71,33%
29/08/2014	80,55%	97,42%	98,67%	77,43%
30/08/2014	85,83%	95,15%	97,70%	79,79%

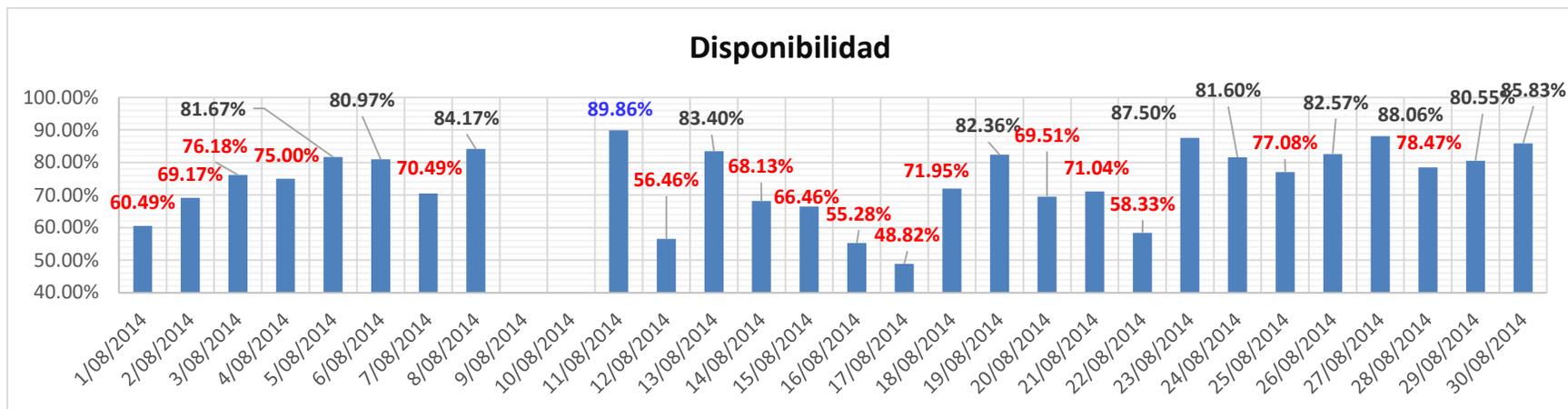


Figura N ° 36 Disponibilidad de Equipos diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA

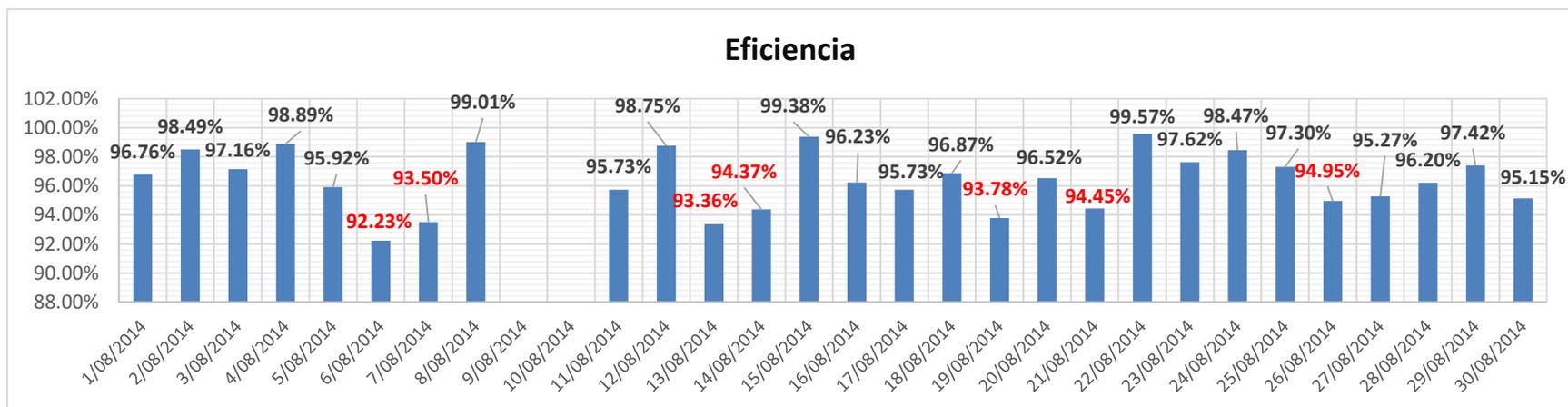


Figura N ° 37 Eficiencia de Equipos diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA

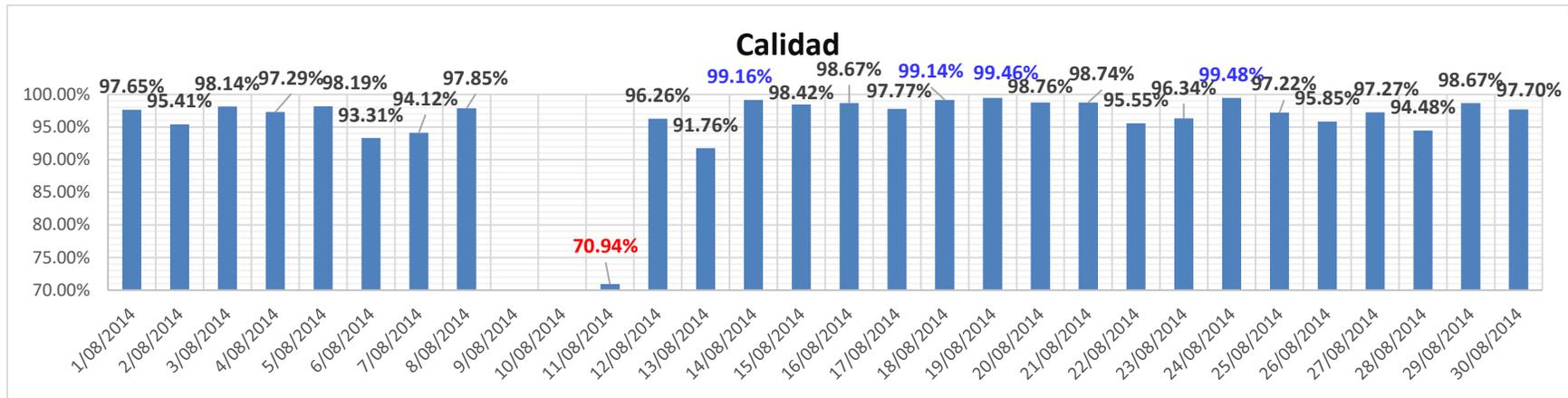


Figura N ° 38 Calidad diaria del mes de setiembre de la Agroindustria Pomalca SAA

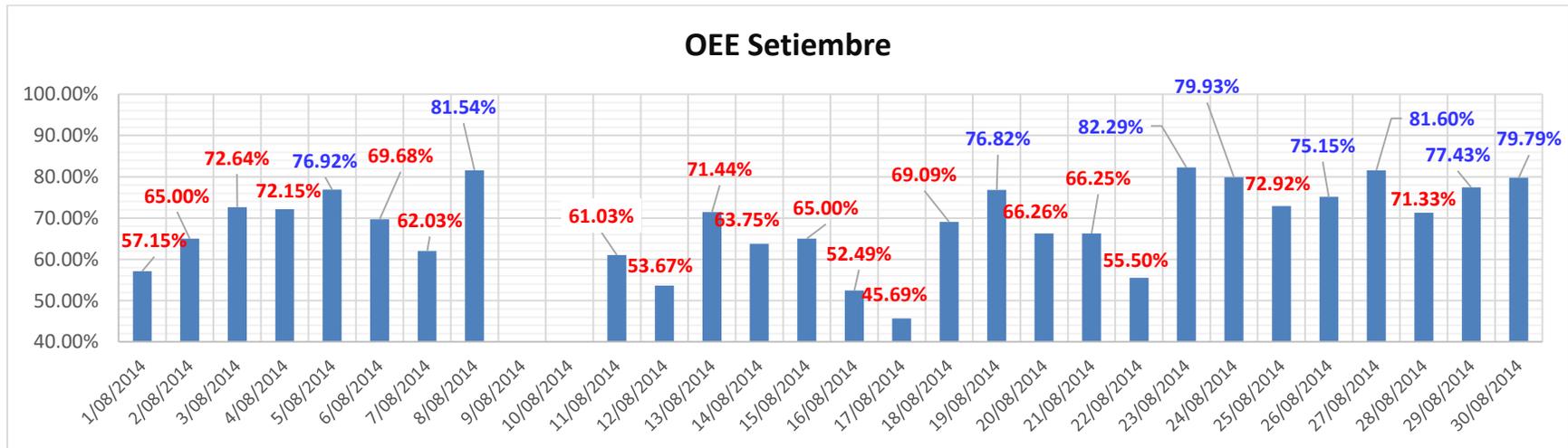


Figura N ° 39 Efectividad Global de Equipos diaria del mes de setiembre de la Agroindustria Pomalca SAA

A continuación, se muestra el análisis que se hace para el mes de octubre donde se indica la evaluación del OEEE de manera diaria.

Tabla 35 Análisis del mes de octubre por día del OEE

MES DE OCTUBRE				
MES DE OCTUBRE	DISPONIBILIDAD	EFICIENCIA DE RENDIMIENTO	TASA DE CALIDAD	OEE%
01/08/2014	72,64%	81,36%	84,49%	49,93%
02/08/2014	83,82%	97,27%	94,12%	76,74%
03/08/2014	79,58%	95,45%	92,96%	70,61%
04/08/2014	86,11%	97,82%	95,55%	80,49%
05/08/2014	Parada	Parada	Parada	
06/08/2014	Parada	Parada	Parada	
07/08/2014	88,40%	98,82%	98,47%	86,03%
08/08/2014	77,43%	97,40%	97,06%	73,20%
09/08/2014	66,53%	96,87%	98,81%	63,68%
10/08/2014	71,74%	99,03%	98,73%	70,14%
11/08/2014	77,57%	97,58%	97,25%	73,61%
12/08/2014	93,20%	90,16%	94,38%	79,31%
13/08/2014	88,40%	94,19%	83,32%	69,38%
14/08/2014	72,15%	94,23%	98,06%	66,67%
15/08/2014	82,99%	95,48%	88,17%	69,86%
16/08/2014	65,00%	93,59%	97,83%	59,51%
17/08/2014	71,53%	97,09%	99,10%	68,82%
18/08/2014	80,83%	93,56%	92,47%	69,93%
19/08/2014	91,39%	96,05%	91,93%	80,69%
20/08/2014	83,47%	97,50%	97,36%	79,24%
21/08/2014	76,39%	96,79%	94,74%	70,05%
22/08/2014	81,39%	98,72%	98,44%	79,10%
23/08/2014	86,95%	98,80%	97,01%	83,33%
24/08/2014	89,86%	97,06%	97,53%	85,07%
25/08/2014	84,72%	97,79%	96,90%	80,28%
26/08/2014	90,49%	95,17%	94,35%	81,25%
27/08/2014	83,96%	98,18%	95,36%	78,61%
28/08/2014	86,32%	97,75%	95,72%	80,76%
29/08/2014	86,32%	98,87%	97,96%	83,61%
30/08/2014	79,38%	99,30%	98,06%	77,29%
31/08/2014	Parada	Parada	Parada	

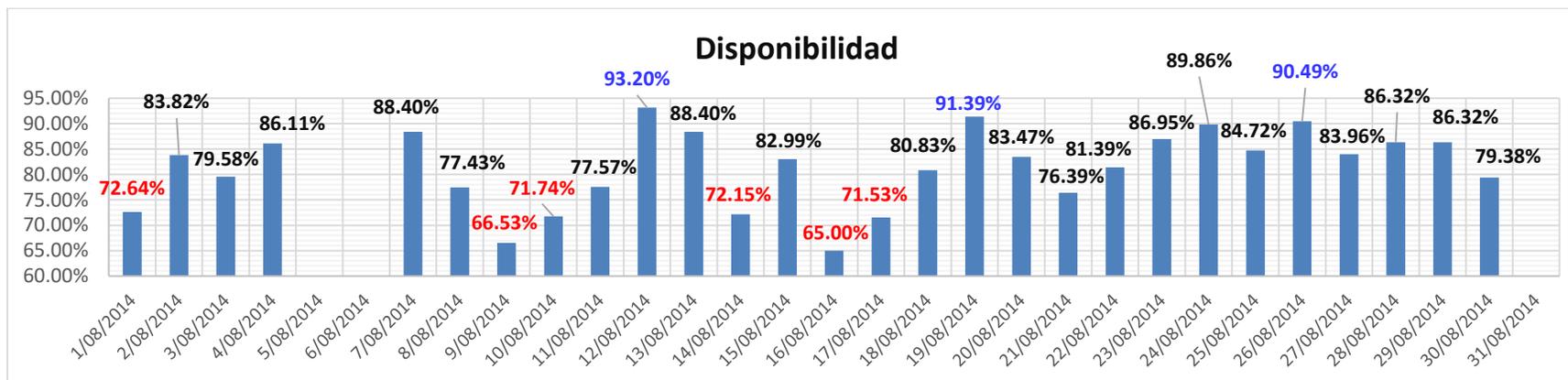


Figura N ° 40 Disponibilidad de Equipos diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA

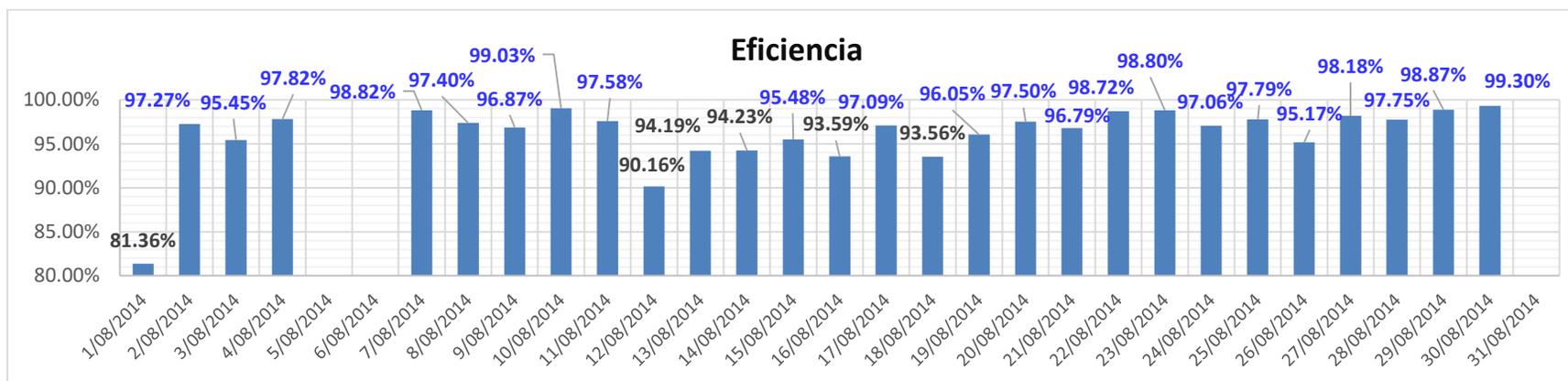


Figura N ° 41 Eficiencia de Equipos diaria del mes de agosto de la Agroindustria Pomalca SAA

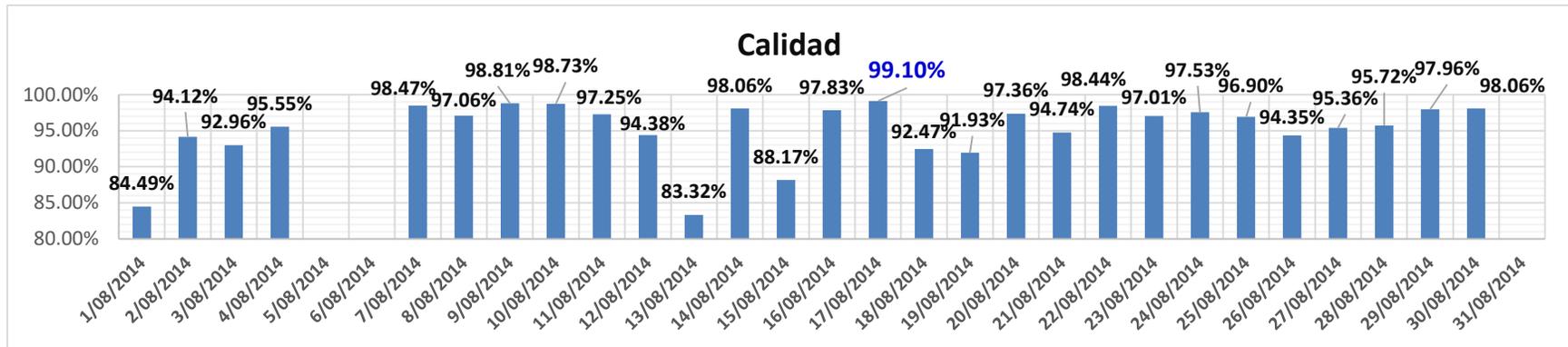


Figura N ° 42 Calidad diaria del mes de setiembre de la Agroindustria Pomalca SAA

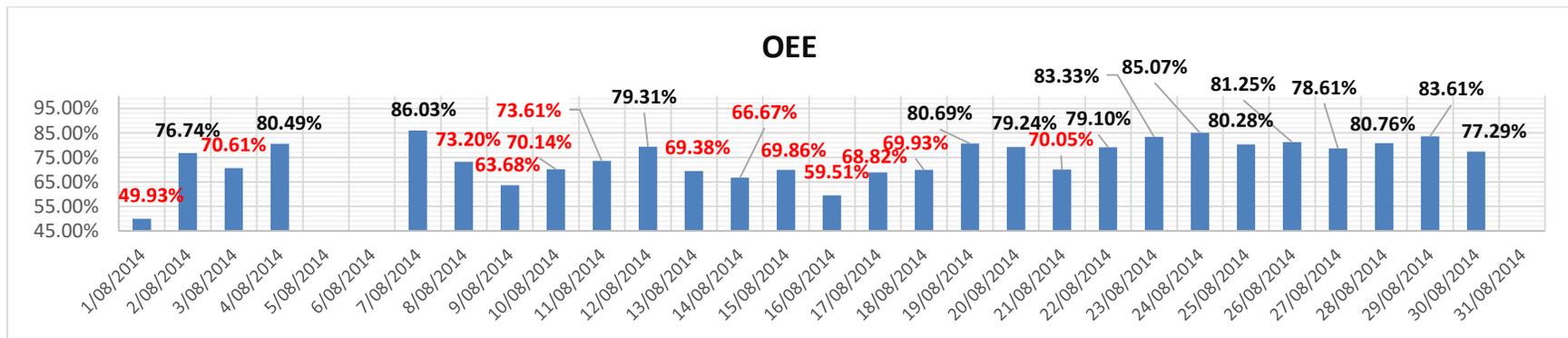


Figura N ° 43 Efectividad Global de Equipos diaria del mes de octubre de la Agroindustria Pomalca SAA

La molienda del mes de agosto aproximadamente asciende a las 95 720,27 toneladas de caña de azúcar, de los cuales sale 35 097,43 toneladas de bagazo, en el cual se pierde 3,22% de pol en caña, esto asciende a 1084,93 toneladas de azúcar que se pierde, si se aplica el TPM, puede llegar a extraer mayor cantidad de jugo de caña, bajando hasta 2,50% de pol en caña según datos reportados al inicio de la molienda en fabrica, después de hacer el mantenimiento mensual. Esto trae como consigo, una disminución de 0,72 % en pol de caña de azúcar, dando como 242,59 toneladas de azúcar o 4 852 bolsas de azúcar que se produce. La sacarosa que se extrae sin mantener un mantenimiento adecuado asciende a 10 291,67 toneladas equivalente a 205 833,4 bolsas de azúcar, si se aplica se lograría incrementar con la misma cantidad de caña molida a 10 534, 27 toneladas de caña de azúcar o 210 685,4 bolsas de azúcar.

La molienda del mes de setiembre aproximadamente asciende a las 70 959,97,27 toneladas de caña de azúcar, de los cuales sale 26 018,6793 toneladas de bagazo, en el cual se pierde 3,26% de pol en caña, esto asciende a 1084,93 toneladas de azúcar que se pierde, si se aplica el TPM, puede llegar a extraer mayor cantidad de jugo de caña, bajando hasta 2,50% de pol en caña según datos reportados al inicio de la molienda en fabrica, después de hacer el mantenimiento mensual. Esto trae como consigo, una disminución de 0,76 % en pol de caña de azúcar, dando como 189,83 toneladas de azúcar o 3 796 bolsas de azúcar que se produce. La sacarosa que se extrae sin mantener un mantenimiento adecuado asciende a 7 947,51 toneladas equivalente a 158 950,3 bolsas de azúcar, si se aplica se lograría incrementar con la misma cantidad de caña molida a 8 137,3 toneladas de azúcar o 162 746 bolsas de azúcar.

La molienda del mes de octubre aproximadamente asciende a las 85 458 toneladas de caña de azúcar, de los cuales sale 31 334,63 toneladas de bagazo, en el cual se pierde 2,90% de pol en caña, esto asciende a 872,4 toneladas de azúcar que se pierde, si se aplica el TPM, puede llegar a extraer mayor cantidad de jugo de caña, bajando hasta 2,50% de pol en caña según datos reportados al inicio de la molienda en fabrica, después de hacer el mantenimiento mensual. Esto trae como consigo, una

disminución de 0,40 % en pol de caña de azúcar, dando como 120,32 toneladas de azúcar o 2406 bolsas de azúcar que se produce. La sacarosa que se extrae sin mantener un mantenimiento adecuado asciende a 9 571,2 toneladas equivalente a 191 424 bolsas de azúcar, si se aplica se lograría incrementar con la misma cantidad de caña molida a 9 691,5 toneladas o 193 830,5 bolsas de azúcar.

3.9 EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO COMO BASE DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL TPM EN LA COMPAÑÍA

La búsqueda de la agroindustria Pomalca SAA, en tener un sistema de gestión que mejore los sistemas productivos que ayuden en la consolidación de la eficiencia y competitividad, el cual es indispensable que se apoye en la alta dirección, la cual debe de estar estructurada en equipos de trabajo, después de haber obtenido un análisis previo donde se ve que la efectividad global de los equipos; donde el resultado es un indicador necesario de hacer cambios para mejorar la productividad, todo esto se estructura mediante:



Figura N ° 44 Secuencia del Mantenimiento Auto Autónomo

El M.A. radica en una filosofía básica del manteniendo en la cual la persona que trabaja u opera un equipo productivo él debe de encargarse el mantenimiento, pero para hacer esto el personal conocerá en detalle la manipulación u operación de su equipo, maquinaria, etc de trabajo. La agroindustria Pomalca SA, tiene personal capacitado en el tema de operación de los equipos en la extracción de jugo de caña trapiche, pero en el tema de mantenimiento falta un poco de compromiso, capacitación y coordinación con el área de mantenimiento, es necesario hacer un seguimiento con las actividades siguientes:

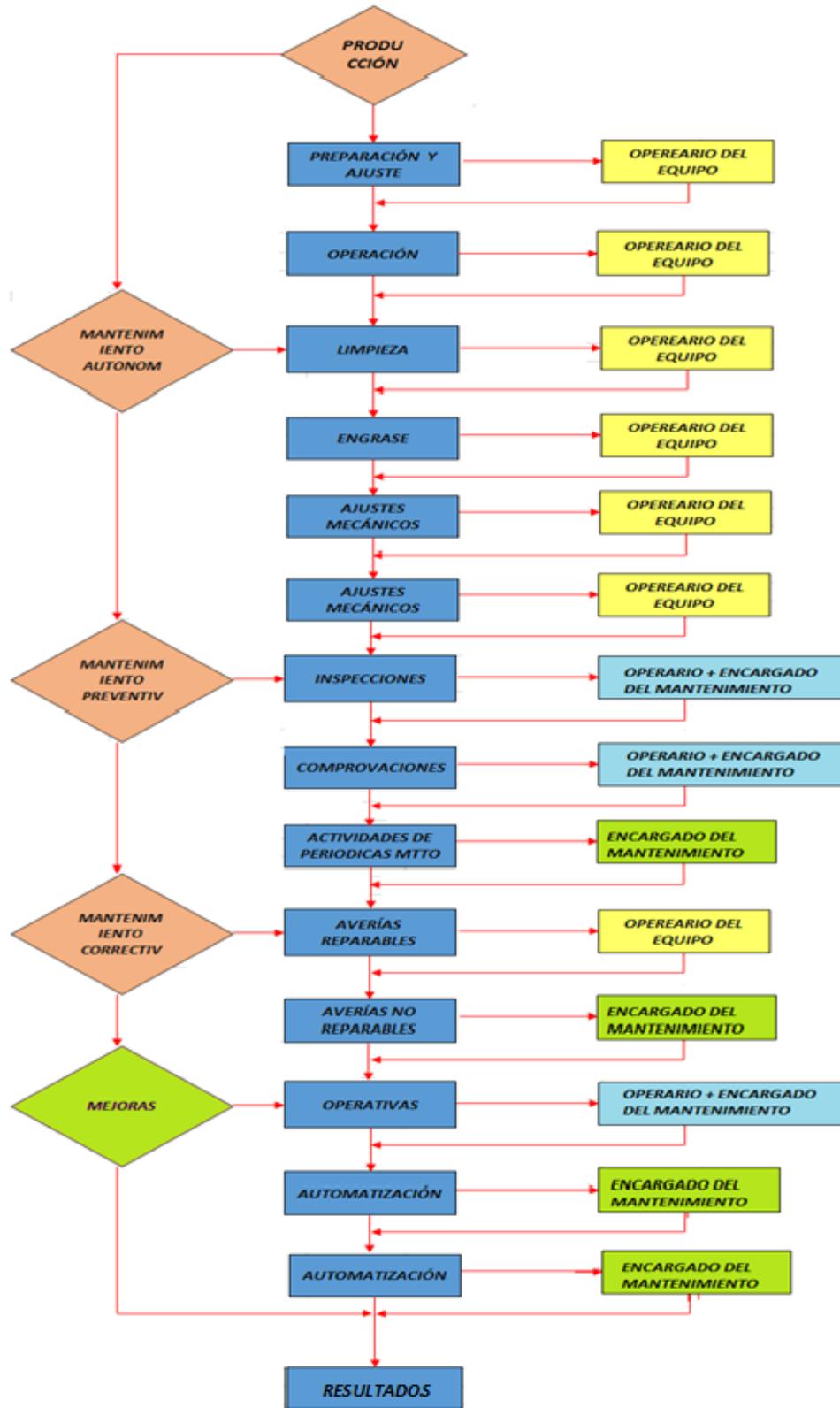


Figura N ° 45 Relación de actividades y responsabilidades en el mantenimiento autónomo. Fuente: (Torrell, 2012)

ÁREA DE EXTRACCIÓN DE JUGO DE CAÑA - TRAPICHE POMALCA:

Encargado de Turno:		Ing. Supervisor Área Trapiche - Extracción de Jugo	
Encargado de Operación de Equipo:		Personal de tandem de molienda.	
Actividad	Mantenimiento y Mejora	Personal de Producción	Personal del Mant.
Producción: Bomba de Jugo Mezclado	Preparación y Ajuste: Se ajustan uniones de empaque, no existe fugas en el bombeo y ajuste de impulsor de bombeo.	Encargado del área.	No efectua
	Operación: Esta enviando la cantidad de jugo mezclado a los sistemas de recirculación de molienda. Atoros en el envío de jugo mezclado.	Encargado del área.	No efectua
Mantenimiento Autónomo	Limpieza: Se debe de tener el área de manipulación de bombeo libre que favorezca su manejo, no debe de existir fugas en los empaques ni acumulación de materiales u herramientas que nos perjudiquen.	Encargado del área.	No efectua
			No efectua
			No efectua
			No efectua
Mantenimiento Preventivo	Inspecciones: En conjunto inspeccionar si la bomba esta trabajando correctamente de acuerdo al maual de operación, se debe de hacer juento con el equipo de mantenimiento.	Encargado del área.	Encargado del mantenimiento
	Comprobaciones: Se efectua en comprobaciones en conjunto, se verifica si esta operando en forma adecuada con el flujo adecuado para llevar el jugo mezclado a las zarandas de separación de bagacillo.	Encargado del área.	Encargado del mantenimiento
	Actividades periódicas de mantenimiento: Lo realizá el área de mantenimiento con la finalidad de verificar su estado operativo del equipo, si es necesario hacerle algún cambio en su estructura por fallas de sus componentes.	No efectua	Encargado del mantenimiento
Mantenimiento Correctivo	Averías reparables desde puesto de trabajo: Falla en la empaquetaduras que hacen fugar el jugo de caña, falla en el impulsor y se puede	Encargado del área.	No efectua
	Averías no reparables desde puesto de trabajo: Falla en el sistema eléctrico, cambio de carbones en motor, soldadura en tubo de seccuion de la bomba de jugo mezclado, falla en acople de bomba a motor eléctrico, cambio de carcasa de bomba, cambio de impulsores, etc.	No efectua	Encargado del mantenimiento
Mejoras	Operativas: Personal entrenado en manejo operativo de bombas de jugo mezclado. Mejore gestión en el mantenimiento de la bomba de jugo mezclado.	Encargado del área.	Encargado del mantenimiento
	Automatización y Calidad: Bombas que se detiene automaticamente y que enlazan en el funcionamiento cuando el molino esta extrayendo jugo de caña. Mejora en la calidad del jugo en la succión automática y la no demora que hace que el jugo mezclado se invierta.	No efectua	Encargado del mantenimiento
	Chequeos y concepción global. Se le hace un seguimiento anual y verificar si ssus fallas son repetivas y que modificaciones se puede realizar a fin de que se no se vuelvan a repetir.	No efectua	Encargado del mantenimiento

Figura N ° 46 Datos de secuencia del mantenimiento autónomo y su futura ejecución implantándolo en la agroindustria Pomalca SAA

3.9.1 Análisis mensual del tiempo de fallas en conductores de caña

En la figura anterior se muestra una sección específica del área de extracción en la cual se le pueda aplicar el mantenimiento autónomo. Se tomó ejemplo la bomba de jugo mezclado que envía el jugo de caña a los calentadores. Acá se debe tener en cuenta la frecuencia y la cantidad de horas que estuvo en para el equipo que forma parte del área de extracción de jugo de caña, el siguiente análisis se determinó del mes de agosto del año 2014. Véase en el cuadro siguiente donde el tiempo por fallas, el que tiene mayor tiempo de parada es la falla de descarrilo en el conductor de caña, lo acompaña la falla problemas mecánicos en la pluma o grúa hilo y por último tractor malogrado cerca de mesa alimentadora.

Tabla 36 Tiempo perdido por tipo de falla, mes de Agosto – 2014.

TIEMPO PERDIDO POR TIPO DE FALLA	Horas	Frecuencia
Problemas Mecánico pluma hilo	08:47	15
Tractor malogrado LG 968	06:40	1
Maquina Limpiando patio	01:57	18
Atoro de caña en conductores	01:20	1
Descarrilo Cond, Caña	30:27	39
Desfibrador, Mecánico. Y cambio de fajas	02:40	4
Problemas mecánico conductor de caña	02:17	26
Cambiando Machetes en Machetero 1 y 2	00:44	5
Atascamiento de caña en Tolva Donelly	01:46	12
Eje motriz del intermedio Molino 6 roto	04:51	1
Problemas Mecánicos en Intermedio de molinos	01:46	14
Problemas en mazas, vírgenes, suelas de molinos	01:50	10
Transmisión, Problemas meca. Molinos.	01:04	5
Desenganche eléctrico Motores de trapiche y otros.	00:51	15
Problemas con grupo Leonard auxiliar	00:18	1
Desenganche en conductores de bagazo	00:17	2
Problemas mecánicos en conductor de Bagazo	04:21	9
Sacando piedra del conductor	00:58	4

Con los datos obtenidos se presenta la siguiente gráfica donde se puede observar que dentro del área de extracción de jugo de caña se tiene las frecuencias que se presentan y cómo influye en las paradas de equipos, siendo el descarrilo de los conductores de caña son los que demandan mayor tiempo perdido.

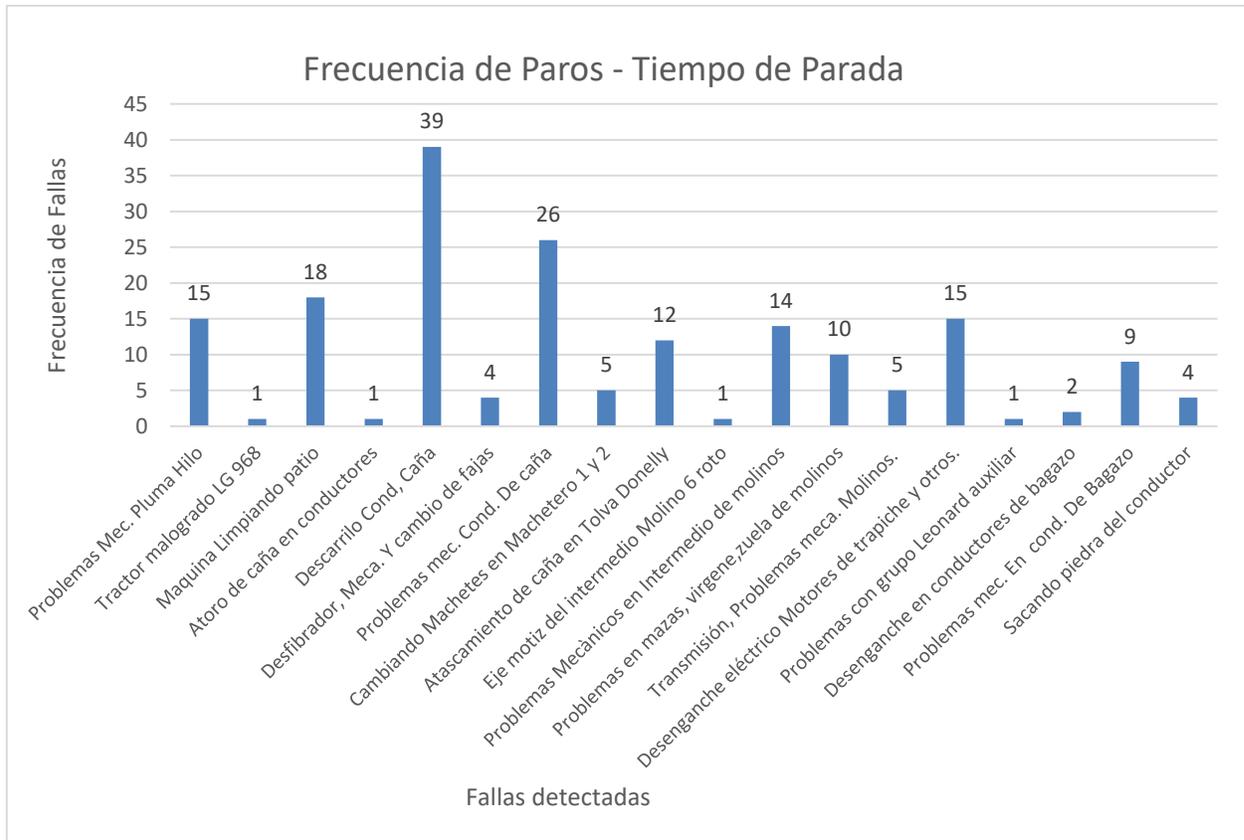


Figura N ° 47 Frecuencia de paros vs Tiempo de parada mes de agosto 2014

Se efectuó un análisis detallado en horas por falla en la extracción de jugo de caña, donde el descarrilo y conducción de caña, problemas de mecánicos en la pluma de hilo, fallas en el eje motriz del intermedio en los molinos y existen problemas mecánicos en conductor de bagazo.

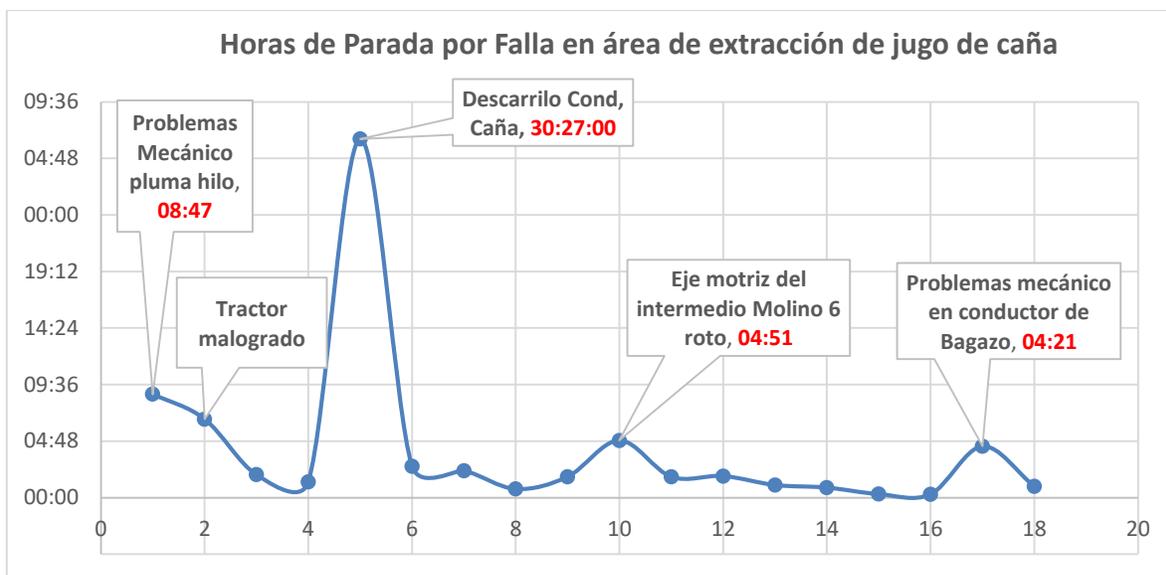


Figura N ° 48 Frecuencia de paros vs Tiempo de parada mes de agosto 2014

Se efectuó un análisis detallado al sistema de conducción de caña donde existe el mayor tiempo de parada, se evaluaron las paradas en los paños, los cuales están instalados dentro de la mesa de lavado de la caña y los conductores propiamente dichos que cuentan con las arrastras la cuales son las que se deterioran en el transporte de preparación de caña a moler en los trapiches. Se caracterizaron las frecuencias independientes en los paños desde primero hasta el sexto y los conductores de caña desde el segundo hasta el cuarto.

Tabla 37 Tiempo perdido en conductores de caña, mes de agosto 2014.

DESCARRILO EN CONDUCTORES DE CAÑA								
MESA DE CAÑA					COND. CAÑA			TOTAL
Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	COND 2	COND 3	COND 4	
01:58	01:15	03:26	01:13	00:55	07:20	10:35	03:45	30:27
3	1	5	2	1	9	14	4	Frecuencia
								39

Se muestran a continuación, en el descarrilo de los conductores de caña, donde se indican los tiempos de falla en paños y conductores, la evaluación se realizó en el mes de agosto del 2014.

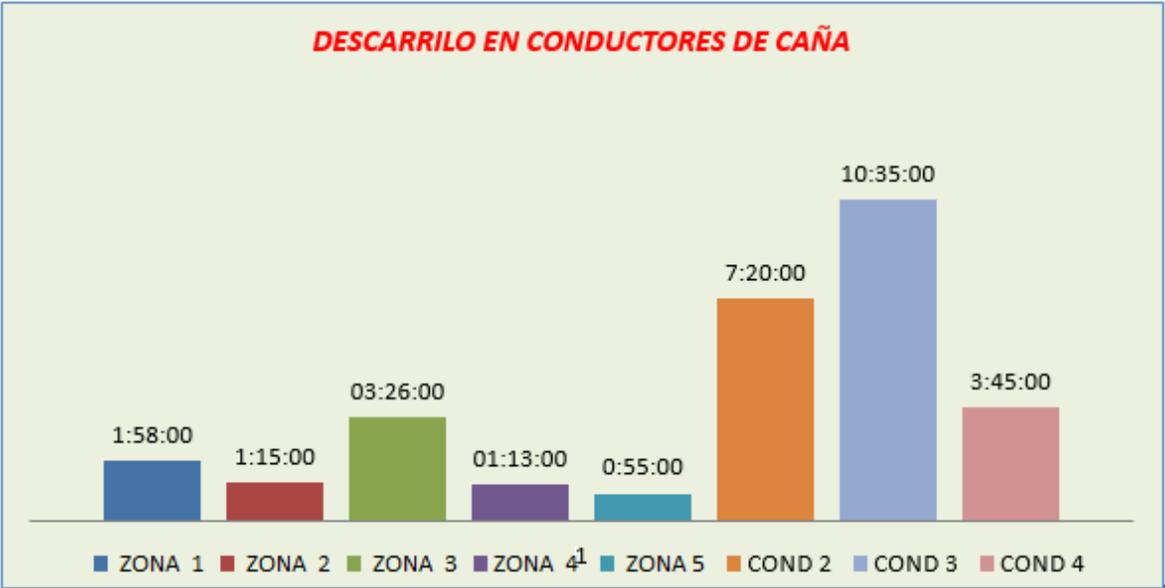


Figura N ° 49 Tiempo de descarrilo de conductores de caña mes de agosto 2014.

Con estos resultados se tiene que dar prioridad en el mantenimiento autónomo al descarrilo de jugo en los conductores de caña, se tiene que preparar al personal para que este con las condiciones pueda ser capacitado en este tipo de mantenimiento, todo esto se verá favorable en la mejora de la productividad.

A continuación, se presenta la evaluación del mes de setiembre donde se detallan las horas, la frecuencia de fallas, donde la más resaltante del proceso de extracción de jugo de caña trapiche. En el siguiente cuadro se realizó la evaluación en el mes para ver de qué manera influye en la mejora del mantenimiento para determinar las fallas más comunes que se dan y sus respectivos tiempos de parada. Se determina el descarrilo de caña donde se llegó hasta una parada de 19:13 horas.

Tabla 38 Tiempo perdido por tipo de falla, mes de setiembre – 2014.

TIEMPO PERDIDO POR TIPO DE FALLA	Horas	Frecuencia
Problemas Mecánicos. Pluma Hilo	01:45	2
Problemas en mesa alimentadora	00:15	2
Desfibrador, Meca. Y cambio de fajas	01:53	9
Descarrilo Cond, Caña	19:13	23
Maquina Limpiando patio	01:05	9
Problemas mec. Cond. De caña	01:00	2
Atoro de caña en conductores	02:16	7
Cambiando Machetes en Machetero 1 y 2	00:08	1
Atoro de caña en molinos	02:51	9
Problemas Mecánicos en Intermedio de molinos	02:36	15
Problemas en mazas, vírgenes, suela de molinos	00:24	3

Con los datos obtenidos se presenta la siguiente gráfica donde se puede observar que dentro del área de extracción de jugo de caña se tiene las frecuencias que se presentan y cómo influye en las paradas de equipos, siendo el descarrilo de los conductores de caña son los que demandan mayor tiempo perdido.

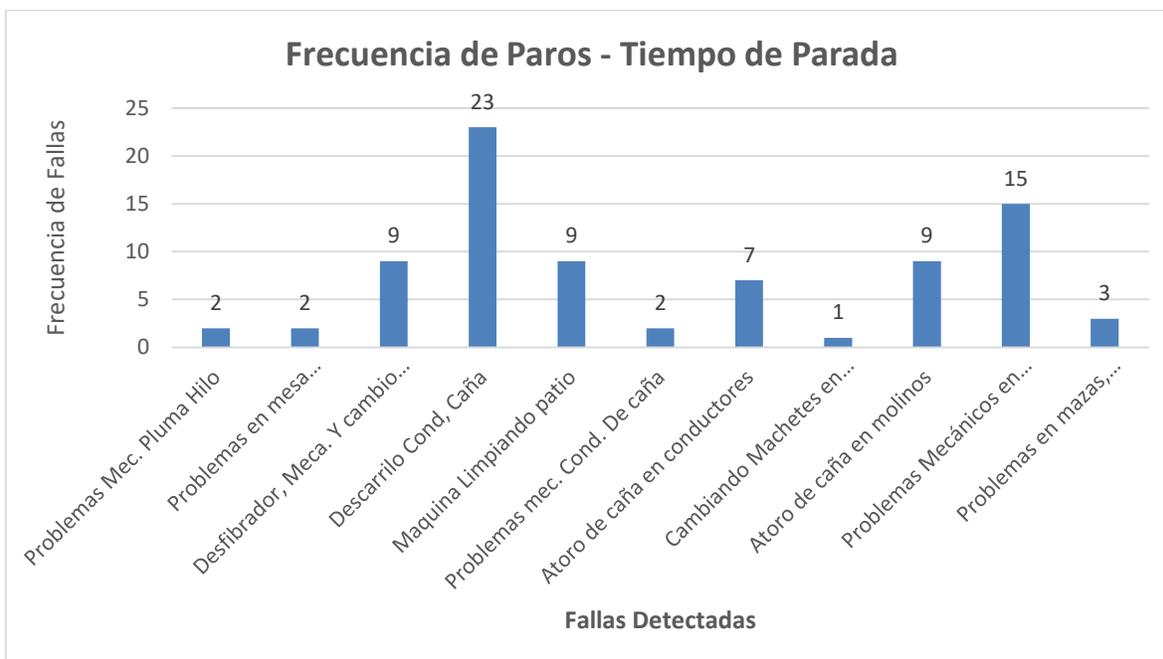


Figura N ° 50 Frecuencia de paros vs Tiempo de Parada

Se efectuó un análisis detallado en horas por falla en la extracción de jugo de caña, donde el descarrilo y conducción de caña, problemas de mecánicos en la pluma de hilo, fallas en el eje motriz del intermedio en los molinos y existen problemas de atoro de bagazo en molinos de extracción de jugo de caña.

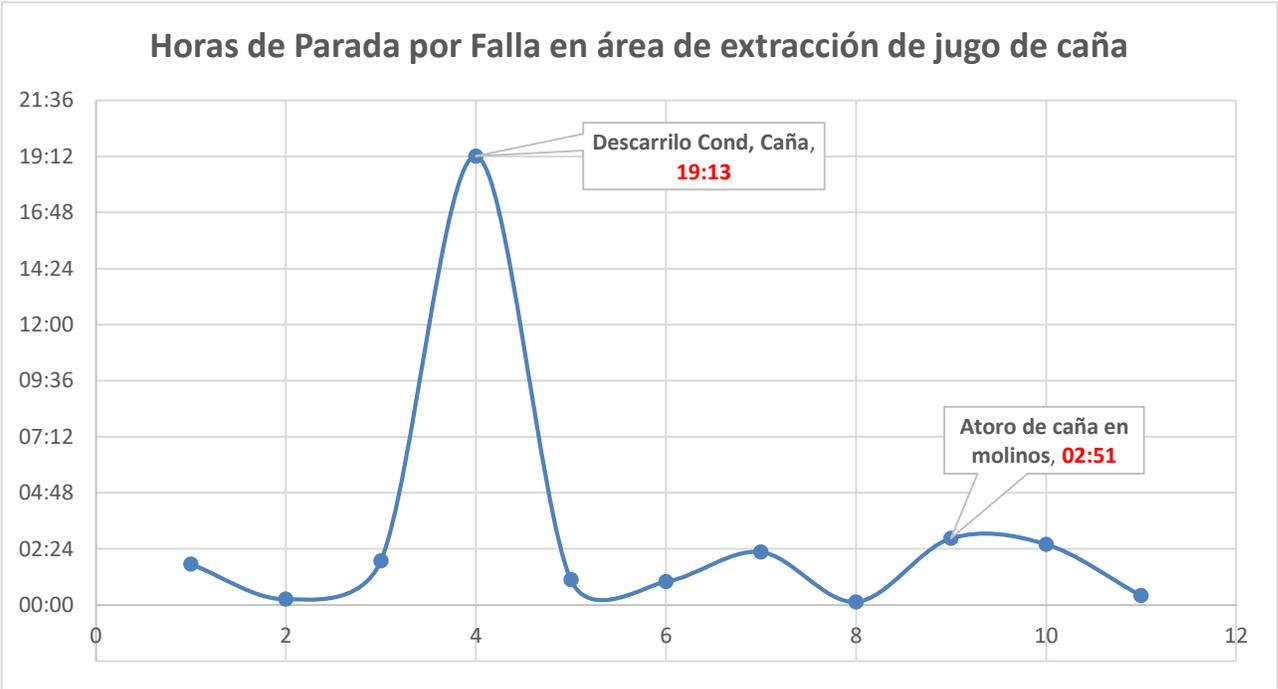


Figura N ° 51 Frecuencia de paros vs Tiempo de parada mes de agosto 2014

Se efectuó un análisis detallado al sistema de conducción de caña donde existe el mayor tiempo de parada, se evaluaron las paradas en los paños, los cuales están instalados dentro de la mesa de lavado de la caña y los conductores propiamente dichos que cuentan con las arrastras la cuales son las que se deterioran en el transporte de preparación de caña a moler en los trapiches. Se caracterizaron las frecuencias independientes en los paños tercio, cuarto y sexto, los conductores de caña donde está afectado el segundo y tercer conductor de caña, contabilizando 19:13 horas.

Tabla 39 Tiempo perdido en conductores de caña, mes de setiembre 2014.

DESCARRILO EN CONDUCTORES DE CAÑA								
MESA DE CAÑA					COND. CAÑA			TOTAL
ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	COND 2	COND 3	COND 4	
00:00	00:00	03:10	00:41	00:30	03:23	11:29	00:00	19:13
0	0	2	1	1	5	14	0	Frecuencia

Se muestran a continuación, en el descarrilo de los conductores de caña, donde se indican los tiempos de falla en paños y conductores, la evaluación se realizó en el mes de setiembre del 2014.

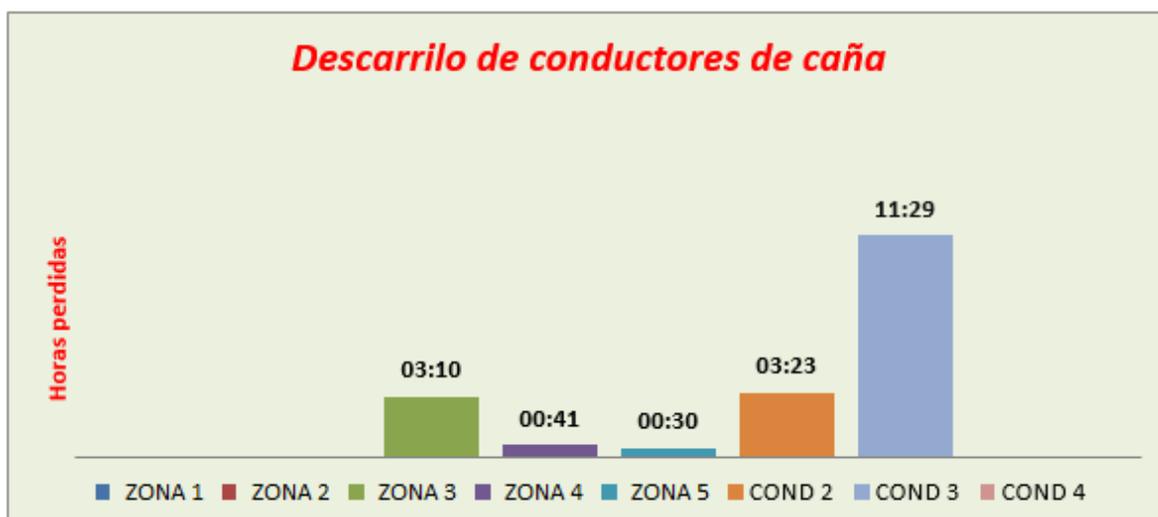


Figura N ° 52 Tiempo de descarrilo de conductores de caña

A continuación, se presenta la evaluación del mes de octubre donde se detallan las horas, la frecuencia de fallas y las fallas más resaltantes del proceso de extracción de jugo de caña trapiche. Se obtuvieron datos donde la principal para por fallas se da en el descarrilamiento, la rotura de eje motriz del intermedio N ° 06, problemas mecánicos en conductores de caña, piñón de la maza superior del molino en su recorrido y el atoro de caña en los conductores.

Tabla 40 Tiempo perdido por tipo de falla, mes de octubre – 2014.

TIEMPO PERDIDO POR TIPO DE FALLA	Horas	Frecuencia
Problemas Mec. Pluma Hilo	00:49	3
Tractor Limpiando patio	02:56	22
Descarrilo Cond, Caña	07:49	10
Desfibrador, Meca. Y cambio de fajas, atoros	02:28	4
Problemas mecánicos. Cond. De caña	03:11	26
Atoro de caña en conductores	03:07	9
Cambiando Machetes en Machetero 1 y 2	01:41	4
Atascamiento de caña en Tolva Donelly	01:14	10
Atoro de caña en molinos	00:44	7
Rotura de eje motriz del intermedio N°6	05:36	1
Bombas de imbibición, chokets	02:59	1
Intermedio molino N°2	01:25	1
Intermedio molino N°3	01:50	2
Problemas Mecánicos en Intermedio de molinos	01:43	17
Problemas Mecánicos en Transmisión de los molinos	01:13	9
Piñón de maza superior molino 6 corrido	03:12	1
Problemas Mecánicos en mazas, vírgenes, suela de molinos	02:56	12
Sacando piedra del conductor	00:14	2

Con los datos obtenidos se presenta la siguiente gráfica donde se puede observar que dentro del área de extracción de jugo de caña se tiene las frecuencias que se presentan y cómo influye en las paradas de equipos, siendo los problemas mecánicos en los conductores de caña, el descarrilo de los conductores de caña y los problemas mecánicos en el intermedio de los molinos son los que tienen mayor frecuencia de tiempo en el tiempo perdido.

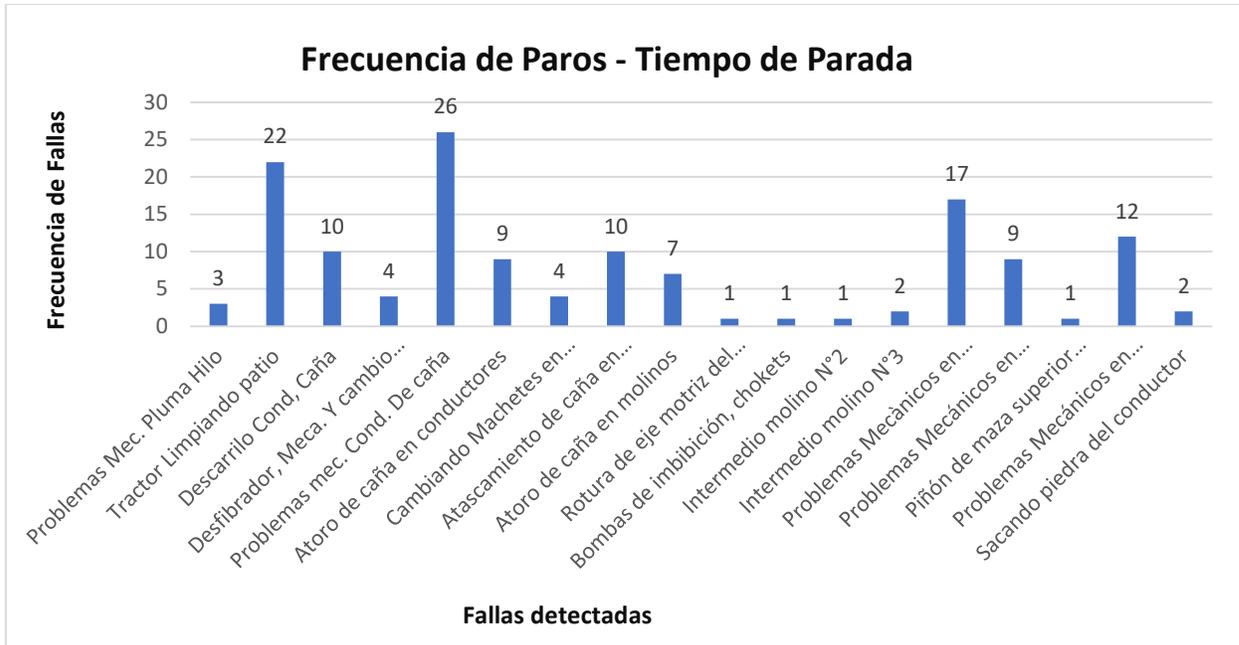


Figura N ° 53 Frecuencia de paros vs Tiempo de Parada

Se efectuó un análisis detallado en horas por falla en la extracción de jugo de caña, donde el descarrilo y conducción de caña, fallas en el eje motriz del intermedio del molino N ° 06 y existen problemas de atoro de bagazo en molinos de extracción de jugo de caña.

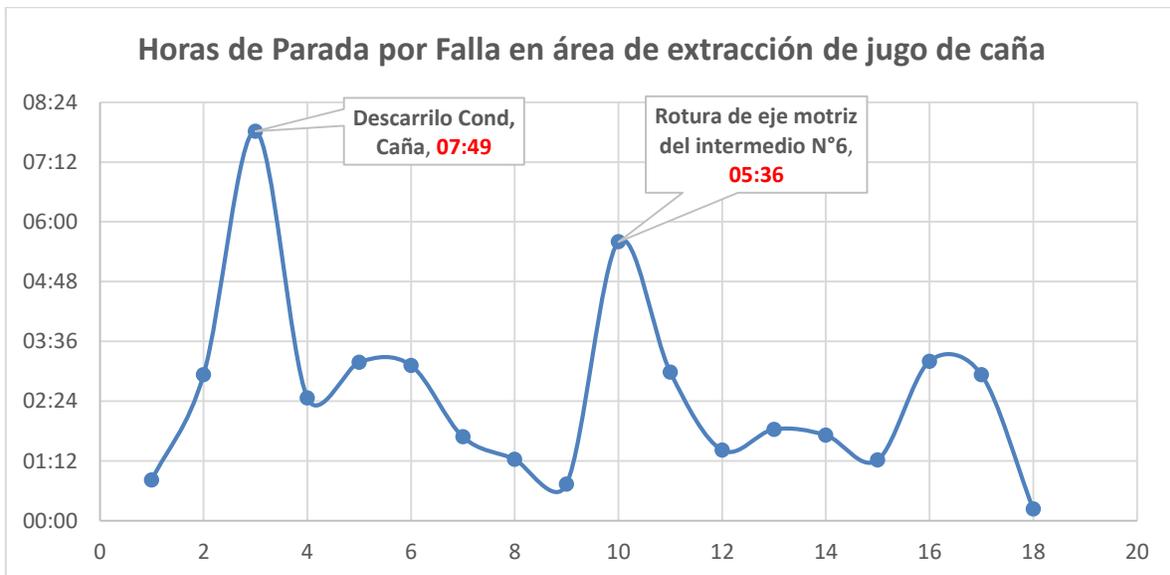


Figura N ° 54 Frecuencia de paros vs Tiempo

Se efectuó un análisis detallado al sistema de conducción de caña donde existe el mayor tiempo de parada, se evaluaron las paradas en los paños, los cuales están instalados dentro de la mesa de lavado de la caña y los conductores propiamente dichos que cuentan con las arrastras la cuales son las que se deterioran en el transporte de preparación de caña a moler en los trapiches. Se caracterizaron las frecuencias independientes en los paños primero, segundo, tercio y cuarto, los conductores de caña donde está afectado el segundo y tercer conductor de caña, contabilizando un total de 07:49 minutos.

Tabla 41 Tiempo perdido en conductores de caña, mes de octubre 2014.

DESCARRILO EN CONDUCTORES DE CAÑA								
MESA DE CAÑA					COND. CAÑA			TOTAL
ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	COND 2	COND 3	COND 4	
02:57	01:30	00:45	00:40	00:00	01:22	00:35	00:00	07:49
3	2	1	1	0	2	1	0	Frecuencia

Se muestran a continuación, en el descarrilo de los conductores de caña, donde se indican los tiempos de falla en paños y conductores, la evaluación se realizó en el mes de octubre del 2014.

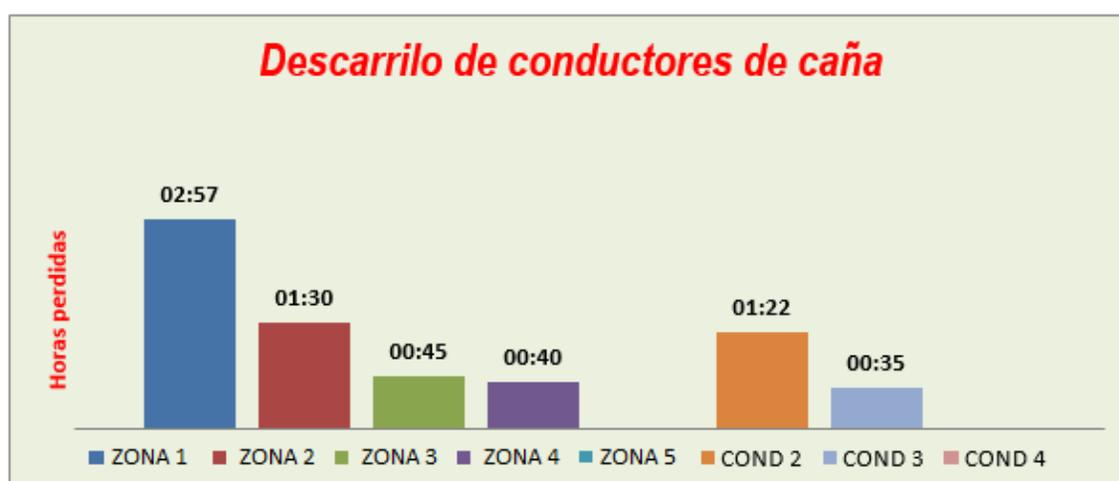


Figura N ° 55 Tiempo de descarrilo de conductores de caña

Al realizar en detalle el análisis mensual se concluye que la mayoría de las fallas que se presentan en el área de extracción de jugo de caña están en los molinos y en el sistema de conducción donde se prepara y acondiciona la caña de azúcar para ser extraído el jugo de caña, donde en promedio se tiene una parada de 19 horas por descarrilamiento y conducción, y 23,82 horas en promedio por diferentes fallas en la conducción y preparación de la caña de azúcar. En total en los tres meses las horas de fallas acumuladas en el descarrilo de la caña es de 57,41 horas y en el resto es de 93,97 horas, solo se está considerando la falla en los principales equipos que hacen posible tener en cuenta para hacer la propuesta en la mejora del mantenimiento.

3.9.2 Apoyo en las “5 S” como base en la eliminación de las seis grandes pérdidas como ayuda en el mantenimiento autónomo en la agroindustria Pomalca SAA

Después de haber realizado el análisis minucioso en el área de extracción de jugo de caña, se determinó que el descarrilo dentro de los conductores es un detalle primordial para tener en cuenta por parte del operario para poner en práctica el mantenimiento autónomo. Se debe de hacer primero la selección adecuada del personal, el cual debe de ser calificado para la operación de estos equipos y a demás pueda apoyar en el tema de mantenimiento dentro de su operatividad haciendo posible que los operarios sean lo suficientemente hábiles para realizar un mantenimiento en su equipo, el cual puede ser de manera independiente o en forma coordinada con el personal de mantenimiento ayudando a disminuir las pérdidas que tanto disminuyen la productividad dentro de la compañía.

Es necesario que tenga como base la eliminación de las seis grandes pérdidas como objetivo dentro del mantenimiento autónomo, se mencionan a continuación:

3.9.2.1 Organización del área de extracción (SEIRI)

Se debe de organizar en forma adecuada dentro de los puestos de trabajo a los elementos necesarios, para su correcta ejecución, se deben de eliminar los artículos obsoletos, herramientas innecesarias y útiles que no se van a utilizar, uno de los métodos habituales es el uso de las tarjetas rojas, aquí se deben de etiquetar los elementos de un determinado área de trabajo para determinar la necesidad de la presencia de la misma, para ello se debe de estipular un tiempo prefijado, en el cual no debería de existir la presencia de estas etiquetas rojas en el área de trabajo, si se cuenta con la presencia de estas quiere decir que no han sido utilizadas todos el tiempo, los cuales pueden ser apartados, cambiados a otras áreas o darles un uso adecuado en otro ambiente e inclusive ser alquilados, si fuese de un proveedor externo devolvérselos si el caso lo requiere.



TARJETA N ° AGROINDUSTRIA POMALCA SAA.

INSTALACIÓN:

FECHA: NOMBRE:

PROBLEMA:

PREPARADO POR:

FECHA:

Figura N ° 56 Tarjeta roja para la organización

3.9.2.2 Orden del área de extracción (SEITON)

Culminada la correcta organización, se debe de disponer de herramientas, máquinas, equipos, etc, manera apropiada para su utilización fácil y de inmediata de tal manera que apoyen en disminuir los tiempos perdidos dentro del área de extracción. Todo esto ayuda en los despilfarros ocasionados por el movimiento de los operarios buscando materiales, los

desplazamientos de estos, herramientas no adecuadas para efectuar las actividades, stocks no necesarios o cantidad no adecuada, etc.

3.9.2.3 Limpieza del área de extracción (SEISO)

Cuando se aplica la limpieza del área de extracción, se debe tener en consideración a los equipos y otros elementos que forman parte, la cual es de vital importancia donde nos ayudará a mantener los lugares donde no es asequible, donde no solamente se trata de mantener el lugar limpio si no darle las condiciones necesarias al entorno para que se trabaje con la mayor confianza, donde no solamente se contrarrestar el efecto de la suciedad, si no las fuentes de contaminación, para los cuales se les efectuará un análisis como disminuirlas y al finalizar acabar con ellas. Cuando se efectúa la limpieza adecuadamente da inicio a una buena inspección, para los equipos porque se comienza a descubrir su estructura del equipo, se pueden observar rupturas o fisuras en algunas partes, las instalaciones de los cables mal ubicados o con serios peligros para causar daños a los operarios y a la maquinaria en sí, pernos aflojados, rotos o desgastados, etc.

3.9.2.4 Estandarización del área de extracción (SEITKETSU)

Terminado los tres primeros pasos, se debe de plantear un método sistemático para la ejecución de los pasos anteriores, motivo por el cual ante un planteamiento de la implantación del mantenimiento autónomo conviene junto con el área de extracción que forma parte de la organización, el orden y la limpieza, todo esto también involucra a las 5s, acá se debe tener en consideración actividades de carácter preventivo, se debe de prever que los errores se repitan, algunos elementos innecesarios dentro del área de trabajo, herramientas mal ubicadas, cables eléctricos mal instalados, etc.

3.9.2.5 Cumplimiento de la disciplina del área de extracción (SHITSUKE)

Acá el responsable de la operación de le equipo en coordinación con los de mantenimiento deberán de cumplir correctamente los pasos anteriores los cuales facilitaran las cosas, esto quiere decir que se debe de llevará acabo en

la práctica, esto se debe de volver un hábito que prime dentro del área de extracción. Es necesario contar con el apoyo de todos los involucrados, disponer de una infraestructura que facilite el mantenimiento de los estándares, la motivación para efectuarlos, el tiempo para que se pueda adaptar la organización al cambio, entre otras cosas que serán de apoyo para que la disciplina forme parte del mantenimiento autónomo.

3.9.3 Implantación del mantenimiento autónomo Agroindustria Pomalca SAA

Como se pudo indicar, los grandes defectos que ocurren dentro del área de extracción tenemos los descarrilamientos en los conductores que transportan y acondicionan la caña para la extracción de jugo de caña, así como en los molinos de extracción de jugo de caña. Se toma como ejemplo al molino de extracción de jugo de caña.

3.9.3.1 Descripción del Equipo de Molienda

Los molinos de extracción de jugo de caña es una batería de extractores son seis y están agrupados en forma continua, el primer molino consta de 4 rodillos de extracción llamados también masas, los cinco siguientes presentan 3 rodillos cada molino, estos a su vez cumplen la función de extraer al máximo el jugo que contiene la caña preparada que es alimentada por los conductores, las masas están sujetas en las vírgenes que son de bronce las cuales están constantemente alimentadas con lubricantes para facilitar su transmisión.

Cuentan con la transmisión generada por unos reductores de velocidad que funcionan cada uno con un motor de 1000 Hp de potencia. Posee además de un sistema de alimentación continuo y un peine sujeto a las masas para sacar el bagazo que resulta de la extracción de jugo de caña. De igual manera existe un sistema de imbibición del jugo, el cual consiste en agregar agua caliente haciendo que se extraiga mayor jugo de la caña, este jugo obtenido conocido como jugo mezclado es depositado en unas tinajas de acero inoxidable las cuales están ubicadas debajo de los molinos, el cual es enviado mediante

bombas hacia los coladores de jugo y después son llevados a los calentadores de jugo.

La extracción debe ser de manera correcta y uniforme, si no extrae de manera correcta se pierde jugo en el bagazo existiendo la pérdida de sacarosa haciendo que los rendimientos de extracción disminuyan.

3.9.3.2 Objetivos a lograr del Equipo de Molienda

Los objetivos para lograr en el sistema de extracción son los siguientes:

- ✓ Reducción de los tiempos de extracción durante el sistema de molienda.
- ✓ Reducir las pérdidas de sacarosa en la extracción del jugo de caña.
- ✓ Reducción de los despilfarros en el proceso de extracción caída del bagazo y atoros en los molinos.
- ✓ Mejorar la lubricación del sistema de transmisión y evitar las pérdidas de derrame del lubricador fuera del sistema de extracción.
- ✓ Reducción de los tiempos generados en el ajuste del seting de extracción cuando se hace cambios de caña a moler con mayor fibra procedentes de campo.
- ✓ Mejorar la recepción del jugo y disminuir la inversión del jugo dentro de las tinas de recepción de jugo por la demora en proceso.
- ✓ Reducción de los tiempos de reparación o cambio de las bombas producto del atoro del bagazo dentro de las mismas.
- ✓ Eliminar los tiempos de reproceso en el envío de los jugos extraídos de la tina de recepción hacia los molinos para iniciar el proceso de extracción.
- ✓ Reducción de los tiempos muertos por descarrilo de los alimentadores de caña de molino a molino.
- ✓ Reducción de los tiempos en ajuste del peine que retira el bagazo de los molinos.
- ✓ Reducción de los tiempos de atoro en el alimentador principal del primer molino en el sistema de extracción de jugo de caña.

A continuación, se presenta la tabla aplicando las pérdidas a nuestro sistema de molienda:

Tabla 42 Clasificación de pérdidas en sistema de molienda de jugo de caña.

Tipo	Pérdidas	Tipo y caracterización	Objetivo
Tiempos Muertos y de vacío.	Averías	Para por atoros en alimentador de fibra desfibrada, por acumulación de bagacillo en los ejes de los molinos, atoro en las bombas de envío de jugo de caña a los coladores.	Eliminar
	Tiempo de preparación y ajuste de los equipos	Cambio de peine para evitar atoros en el sistema de molienda, preparar adecuadamente el sistema de suministro de aceite para la lubricación adecuada de los ejes de los molinos, ajuste adecuado en el anclaje del sistema de molienda para evitar las vibraciones	Reducción al máximo
Pérdidas por velocidad del proceso	Funcionamiento a velocidad reducida	Falta de preparación de caña en la alimentación hacia el molino de extracción, disminución de la carga eléctrica en la alimentación de planta de generación de energía de fábrica, caña con fibra muy alta el colchón de alimentación está muy grueso	Reducción al máximo
	Tiempo en vacío y paradas cortas	Falta de caña en los alimentadores, caña no muy bien preparada a molienda, ajuste en el seting de molienda de caña muy grande, ajuste de vírgenes descentradas o cambio, descarrilo de tren de alimentación, cambio de rodajes de las bombas de envío de jugo a calentadores, coladores atorados por el bagacillo	Eliminar
Productos y procesos defectuosos.	Defecto de calidad y repetición de procesos	El seting mal calculado para la extracción, perdidas de sacarosa en bagazo ocasionando disminución en los rendimientos, bombeo del jugo extraído a los molinos para disminuir la perdida por inversión de jugo de caña	Eliminar
	Puesta en marcha	Pérdidas de rendimiento en el arranque de la extracción hasta ajustar el seting y comprobar que no se pierda sacarosa en el bagazo.	Minimizar por técnica.

3.9.3.3 Seguimiento de actividades a lograr del Equipo de Molienda.

A continuación, se plantean las actividades a realizar en cada etapa para la implantación del Mantenimiento Autónomo.

Tabla 43 Seguimiento de actividades para la mejora del TPM

Etapa	Actividad
Limpieza Inicial	Limpiar adecuadamente los ejes de transmisión de los ejes de los molinos, lubricar las vírgenes correctamente, mejorar el sistema de bombeo de jugo de caña, buscar y corregir defectos que ocasionen esto, en los carriles de los transportadores de caña desfibrada, en los peines de los molinos
Medidas por causas y efectos de la suciedad	Prevención de las causas que ocasionan estas fallas, evitar una mala lubricación, limpiar adecuadamente en forma periódica los ejes de transmisión, la succión en las bombas de jugo de caña, proteger los lugares difíciles de acceder a la limpieza y reducir el tiempo de limpieza
Estándares de limpieza y lubricación	Establecer los estándares de limpieza para los operarios del área de extracción de jugo de caña, verificar que estas tareas se efectúen de forma periódica con la finalidad de reducir los tiempos que afectan el proceso.
Inspección general	Se debe de dotar de la instrucción adecuada para que el operario detecte los problemas por inspección de tal forma que pueda ayudar en la corrección de estos, como la pérdida del lubricante, atoro en la alimentación de los molinos,
Inspección autónoma	Los operarios están entrenados y establecen un cronograma de mantenimiento por parte del área de extracción de jugo de caña, se le hace un seguimiento adecuado en limpieza, lubricación, instalaciones, etc.
Organización y orden	Se debe de estandarizar y sistematizar el control para la lubricación, limpieza, mejoras en los ajustes de vibraciones de los molinos, etc. Se debe de almacenar los datos para hacer un correcto seguimiento y control de las actividades dentro del área de extracción de jugo de caña.
Implantación plena del mantenimiento autónomo	Aumentar la cedencia de las actividades de mejora. Análisis de la efectividad global de los equipos. Eliminación de las grandes pérdidas ocasionadas en el proceso de extracción. Reducción de los tiempos de preparación y averías.

Se debe de elaborar un diagrama de la actuación para determinar la detección de defectos que se pueden originar dentro de la extracción de jugo de caña en los molinos.

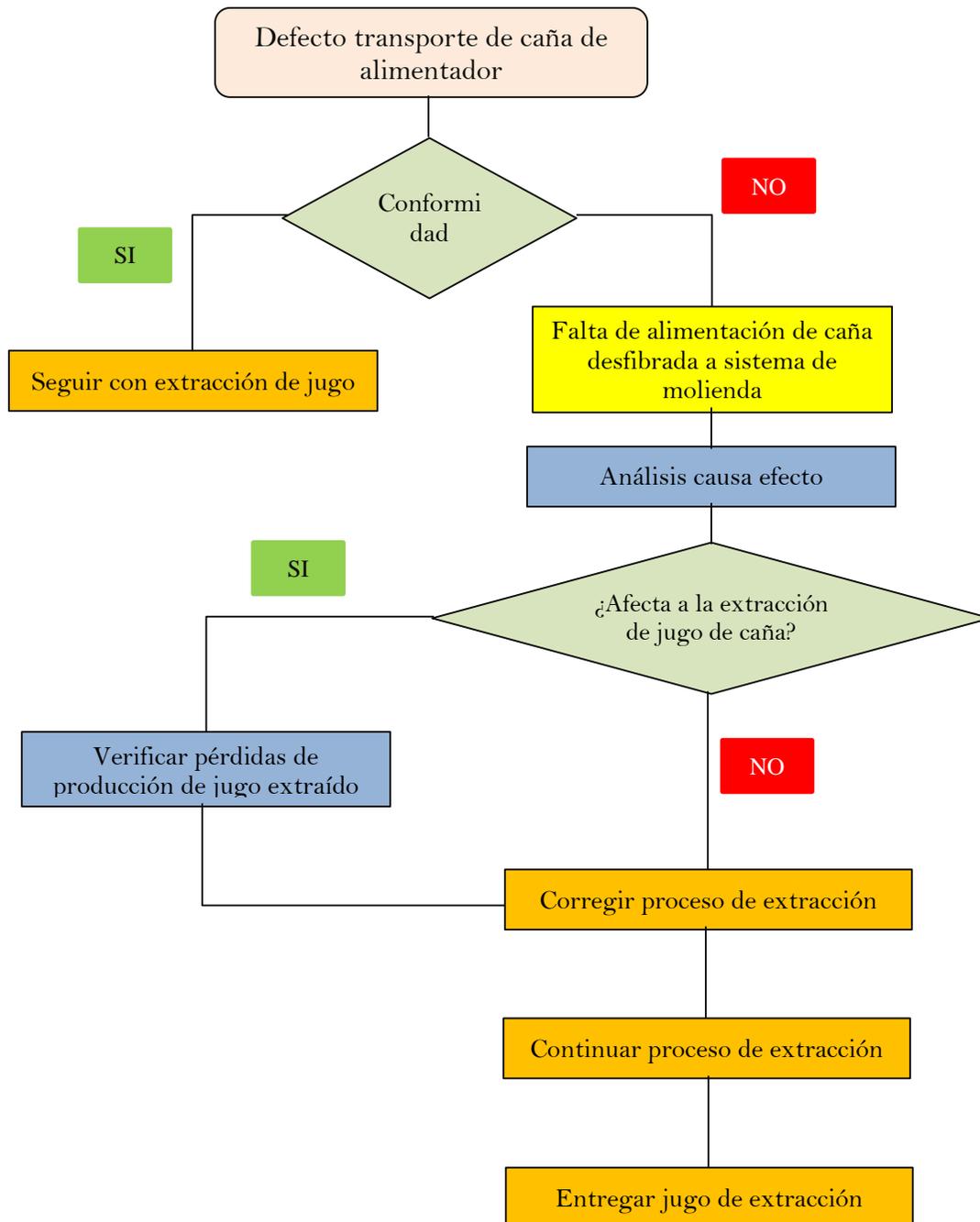


Figura N ° 57 Diagrama de actuación relativo a detección de defectos.

Aplicación de hojas de instrucciones generales la cual nos servirá de apoyo para identificar el equipo y las referencias de tareas que se deben de ejecutar para el mantenimiento autónomo, este hará mención de la edificación del área donde se está realizando la extracción del jugo de caña, el equipo referencia que lo está haciendo el cual indicará sus componentes o partes que hacen todo el proceso de extracción. Las referencias del mantenimiento a ejecutar durante el proceso de extracción o existiendo alguna parada obligatoria, las personas a cargo de la ejecución del mantenimiento y el encargado de revisar y aprobar las tareas de mantenimiento.

Es necesario que se apoyen de fuentes como esquemas, fotos, planos de distribución de los equipos, fuentes técnicas de operación, etc. Los cuales nos darán las facilidades de las áreas adecuadas para realizar el mantenimiento, es obligatorio contar con las instrucciones generales o particulares en el caso de existir el mantenimiento de los equipos. Se elaboró una hoja de instrucciones basada en el área de extracción para extraer la cantidad máxima de jugo posible de la caña de azúcar, así como la hoja de casos que se presentan para mejorar el mantenimiento autónomo. También se presenta una hoja de registros de datos, en las cuales se verificará de forma inmediata y accesible el seguimiento de las tareas de mantenimiento que se van a controlar, de tal forma que una vez ejecutadas por el operario o encargado del molino se deban de anotar el cual nos ayudara como registro para tener en cuenta que pasos se deben de hacer y con qué frecuencia, el será una evidencia para mejorar el mantenimiento dentro del área de extracción.

Tabla 44 Clasificación de pérdidas en sistema de molienda de jugo de caña.

Mantenimiento Autónomo		
Código de Equipo: Mol – 01	Descripción: Maquina de Extracción de Jugo de Caña.	Ref: MA – Mol – 01. AE – JC.
Área de extracción: Alim. Mol – 01		
Realizado:	Revisado/ Aprobado:	Tarea realizada por:
Instrucciones Generales:		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Antes de conexión del equipo. Evitar que el área cuente con obstáculos que impiden el correcto funcionamiento del equipo: caídas de vapor que impidan la energía a motores y reductores de velocidad, verificar lubricación de las vírgenes, 2. Puesta en operación del equipo. Revisar que el molino no tenga impedimento para su inicio, carga energética óptima para iniciar molienda, los conductores con los arrastradores alimentadores de caña conformes, peine ubicado correctamente en el molino para evitar el atoro del molino, abertura o seting de molienda adecuado para hacer una buena extracción de jugo de caña, bombas de jugo totalmente habilitadas (conexión eléctrica, 3. Desarrollo de la jornada de molienda. Ver el correcto funcionamiento del equipo de molienda. Si presenta defectos o fallas como: atoros en la alimentación del molino, descarrilamientos en la alimentación, desnivelación de las masas de los molinos, perdidas de aceite en la lubricación por fisuras en las vírgenes, rajaduras en las vírgenes, pérdidas en los dientes de transmisión de piñones de los molinos, fugas en las bombas de extracción de jugo de caña, desalineamiento del peine de limpieza de masas, perdidas de extracción de jugo en bagazo producto del descentrado de seting de extracción de jugo 4. Termino y relevo de la jornada de molienda Limpieza total del equipo de extracción, dejándolo perfecto para el relevo de siguiente turno de trabajo. Ordenar y dejar todas las herramientas y útiles de trabajo, empaquetaduras, aceite de lubricación, para reportar al siguiente turno de trabajo. El reporte de entrega se hace con la supervisión del encargado del área de turno. 		
Se presentará evidencias mediante fotos donde se debe efectuar el mantenimiento autónomo por cada zona en el área de extracción de jugo de caña.		

Tabla 45 Mantenimiento autónomo aplica al área de extracción.

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO																																
Código de Equipo: Mol – 01										Descripción: Maquina de Extracción de Jugo de Caña.										Ref: MA – Mol – 01. AE – JC.												
Área de extracción: Alim. Mol – 01																																
Realizado:										Revisado/ Aprobado:					Tarea realizada por:																	
Registro de datos Turno de operación: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center;">M</td> <td style="width: 30px; text-align: center;">T</td> <td style="width: 30px; text-align: center;">N</td> </tr> </table>																														M	T	N
M	T	N																														
Frecuencia diaria																																
Puntos que verificar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
	1.Verificación de caña desfibra a molino																															
2.Verificación de descarrilo de alimentador																																
3.Desnivelación en molinos																																
4. Pérdida de aceite de lubricación en vírgenes																																
5.Inspeccionar fisura en vírgenes y cambio en molino																																
6.Verificar ruptura de dientes de piñón de transmisión.																																
7.Verificar fugas en bomba de extracción																																
8.Cambio de impulsores de la bomba de extracción																																
9.Abertura del <u>setting</u> de entrada de bagazo muy grande.																																
10.Verificación de cambio de filtro de extracción de jugo																																
Frecuencia quincenal																																

3.10. IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD

En esta investigación se propone que la implementación del mantenimiento con la propuesta de apoyarse en el mantenimiento autónomo se pretende incrementar del 72,66%, hasta un 75,0% de la efectividad global de los equipos, se toma esta decisión porque si bien es cierto la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento se incrementa la productividad de la compañía.

Para esto se tuvo que trabajar con el costo del mantenimiento que se ejerce dentro de la empresa, el cual asciende en 541 666,67 nuevos soles mensual siendo al año 6 500 000,00 nuevos soles. Para la propuesta se dará la capacitación a los miembros que están involucrados directamente con el mantenimiento autónomo y con ello se consiga el incremento del 75% de efectividad.

Es necesario y urgente capacitar al personal en el mantenimiento en temas de inspección visual, balance dinámico, aceites y lubricantes de equipos industriales. La empresa que dará la capacitación será en la empresa donde los costos de capacitación ascienden a 12 962,00 nuevos soles por persona y en todo el personal a 233 280 nuevos soles, los cuales se efectuarán en todo el año.

Los costos que se necesitan para mejorar el mantenimiento con las capacitaciones ascienden a 6 733 280,00 nuevos soles. Para ello se hizo un nuevo análisis donde se pretende dar mayor énfasis en el tema de mantenimiento con el apoyo del mantenimiento autónomo ya descrito.

El acumulado de las toneladas de caña de la azucarera representa 252 138,24 toneladas de caña, que es igual a 28 466,32 toneladas de azúcar. Con

la propuesta se recuperará 572,22 toneladas de azúcar que se pierde en bagazo y en la mejora del mantenimiento se aprovechará las horas de molienda que asciende a 42,7 horas que representa 8 212,8 toneladas de caña adicionales 927,22 toneladas de azúcar recuperando en total 1 478,00 toneladas de azúcar.

$$Productividad = \left(\frac{\text{Cantidad de azúcar obtenida sin la mejora}}{\text{Cantidad de materia prima}} \right)$$

$$Productividad = \left(\frac{28\,466,32 \text{ toneladas de azúcar}}{252\,138,24 \text{ toneladas de caña}} \right) =$$

$$0,1128 \frac{\text{Toneladas de azúcar}}{\text{Tonelada de caña}}$$

Con la propuesta se espera llegar a:

$$Productividad = \left(\frac{\text{Cantidad de azúcar obtenida con la mejora}}{\text{Cantidad de materia prima}} \right)$$

$$Productividad = \left(\frac{29\,038,54 \text{ toneladas de azúcar}}{252\,138,24 \text{ toneladas de caña}} \right)$$

$$0,1152 \frac{\text{Toneladas de azúcar}}{\text{Tonelada de caña}}$$

4.- DISCUSIÓN

En esta investigación se propuso la implementación de mantenimiento productivo total en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad en la agroindustria Pomalca SAA. Como se sabe hoy en día debido al gran crecimiento de empresas a nivel mundial de todo tipo de rubro, las políticas y controles en los últimos años respecto a las mejoras en la productividad mediante el apoyo de los indicadores de efectividad global de los equipos, así como la propuesta de implementación en el mantenimiento autónomo, dentro del análisis también se verifican los diferentes indicadores de pérdidas encontrados en las áreas donde están los equipos con sus respectivas mermas que influyen en el proceso productivo

Con la propuesta de apoyarse en el mantenimiento autónomo, se pretende incrementar la efectividad global de los equipos a 75%, se toma esta decisión porque si bien es cierto la empresa cuenta con el 72,66% después de haber determinado el análisis real del proceso en el área de extracción de jugo de caña, se considera que es regular son lo indicado por Cruelles Ruis en la “Teoría de la medición del despilfarro”, donde existen pérdidas económicas y solo se considera si se está mejorando el proceso, pero aun la compañía presenta pérdidas considerables en su proceso como se diagnosticó al principio de la presente investigación.

Para ello se hizo un nuevo análisis donde se pretende dar mayor énfasis en el tema de mantenimiento con el apoyo del mantenimiento autónomo ya descrito. A continuación, se hace el siguiente análisis con las consideraciones a mejorar.

EFFECTIVIDAD GLOBAL DE EQUIPOS ACUMULADO

TIEMPO DISPONIBLE			2184
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO		2016	TIEMPO DE PARADA PLANIFICADA 168
TIEMPO DE PERÍODO DE OPERACIÓN		1977.35	TIEMPO DE PREPARACIÓN DE EQUIPOS 38.65
TIEMPO DE OPERACIÓN NETA		1612.9	TIEMPO DE PARADA NO PLANIFICADA POR EQUIPOS 364.44
TIEMPO DE OPERACIÓN UTILIZABLE		1544.8	TIEMPO PERDIDO POR OPERACIÓN 68.1
TIEMPO PRODUCTIVO NETO		1464.8	TIEMPO PERDIDO POR DEFECTOS 79.97

DISPONIBILIDAD	A	0.80005456	80.01%	OEE% 72.66%
EFICIENCIA DE RENDIMIENTO	H	0.95777818	95.78%	
TASA DE CALIDAD	Q	0.94823312	94.82%	
OEE%	(A.H.Q)	0.72661	72.66%	

Figura N ° 58 OEE Acumulado del mes de agosto a octubre.

EFFECTIVIDAD GLOBAL DE EQUIPOS ACUMULADO AL 75,00%

TIEMPO DISPONIBLE			2184
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO		2016	TIEMPO DE PARADA PLANIFICADA 168
TIEMPO DE PERÍODO DE OPERACIÓN		1987.35	TIEMPO DE PREPARACIÓN DE EQUIPOS 28.65
TIEMPO DE OPERACIÓN NETA		1632.9	TIEMPO DE PARADA NO PLANIFICADA POR EQUIPOS 354.44
TIEMPO DE OPERACIÓN UTILIZABLE		1566.8	TIEMPO PERDIDO POR OPERACIÓN 66.1
TIEMPO PRODUCTIVO NETO		1512	TIEMPO PERDIDO POR DEFECTOS 52.81

DISPONIBILIDAD	A	0.8099752	81.00%	OEE% 75.00%
EFICIENCIA DE RENDIMIENTO	H	0.95829531	95.83%	
TASA DE CALIDAD	Q	0.96625149	96.63%	
OEE%	(A.H.Q)	0.75	75.00%	

Figura N ° 59 OEE Acumulado con las mejoras al 75,00%.

Acumulado de OEE inicial:

En el acumulado inicial se tiene un OEE del 72,66 % de los tres meses de estudio llevados en la Agroindustria Pomalca, con la propuesta de implementación de un plan de mantenimiento la meta es llegar 75,00%, donde se da énfasis en el

tema de mantenimiento disminuyendo los tiempos de preparación de equipos, tiempos de parada no planificado, tiempos de periodo por operación y tiempos perdidos por defectos, que son la mayor ocasionan la disminución de la productividad, aplicando el plan de mejora se puede recuperar 47,2 horas, lo que representa 8212,8 toneladas de caña de azúcar, que equivale a 927,22 toneladas de azúcar. Si le agregamos las toneladas de azúcar que se pierde en bagazo que son 552,72 toneladas de azúcar se tiene en total de 1 478,0 toneladas de azúcar que se pierde.

Tabla 46 Clasificación de pérdidas con OEE antes de las mejoras del acumulado.

Agosto	Horas		Horas
Tiempo disponible	2184		
Tiempo funcionamiento	2016	Tiempo de parada	168
Tiempo periodo de operación	1977,35	Tiempo de preparación	38,65
Tiempo de operación neta	1618,90	Tiempo de parada no planificada	358,44
Tiempo de operación utilizable	1544,80	Tiempo perdido de operación	74,1
Tiempo productivo neto	1464,80	Tiempo perdido por defecto	79,97
OEE	72,66%		

Tabla 47 Clasificación de pérdidas después de la mejora de acumulado al 75,00%.

Agosto	Horas		Horas
Tiempo disponible	2184		
Tiempo funcionamiento	2016	Tiempo de parada	168
Tiempo periodo de operación	1987,35	Tiempo de preparación	28,65
Tiempo de operación neta	1632,90	Tiempo de parada no planificada	354,44
Tiempo de operación utilizable	1566,80	Tiempo perdido de operación	66,1
Tiempo productivo neto	1512,00	Tiempo perdido por defecto	54,81
OEE	75,00%		

5.- CONCLUSIONES

1. Al realizar el diagnostico basado en las pérdidas generadas por los equipos referente al mantenimiento, la grúa hilo genera S/. 296465,78 al mes, la mesa alimentadora de materia prima S/.112417, 479. Los conductores de caña S/. 493282,46, los niveladores de caña S/. 112924,42, los desfibradores de caña S/. 198165,08, el sistema de molienda S/. 1426836,77 y las bombas de jugo, filtro y agua de imbibición S/. 359213,98. Todas estas ascienden mensualmente a S/. 2506023,51 mensual, representando anualmente S/. 30 072 282,11
2. Las pérdidas en espera en proceso ascienden en promedio a 945 Kg de azúcar mensual y si se pone en precio a venta en mercado mayorista llega a costar S/. 24772,82, de igual manera para las pérdidas ocasionadas por la espera en campo en promedio de 7,55 bolsas de azúcar por día, representando 10570 kg de azúcar al mes, representando el precio de venta de S/. 23862,375. En lo que se refiere a que no reúne los parámetros por caña inmadura las pérdidas representan un 0,2% dato proporcionado por fabrica, originando mermas de 5066 kg al mes y representa un costo de venta al mayorista de S/. 11363,1. Las mermas de sacarosa en bagazo representan al mes 2439,78 toneladas y equivale a dejar de producir 48795 bolsas de azúcar.
3. Se realizó la efectividad global de equipos, para los cuales se evaluaron los meses de agosto, setiembre y noviembre, dando como resultados respectivamente 74,66%, 68,78% y 74,54% dando como promedio 72,66%, esto hace precisar que se encuentra de forma regular el calificativo generando pérdidas económicas y serán aceptables si el proceso mejora.
4. Se propone el apoyo de la mejora mediante el mantenimiento autónomo, para lo cual se hace el estudio de los equipos que más fallan dentro del área de extracción de jugo de caña, dando como resultado el descarrilamiento de los conductores y el sistema de molienda, para el mes de agosto se tiene una pérdida de 30,27 horas y una frecuencia de 39 eventos, en setiembre llega el

tempo a 19,13 horas y la frecuencia de 23 eventos y para octubre 7,49 horas y 10 eventos.

5. En lo que respecta a la mejora de la productividad en el apoyo del mantenimiento autónomo llegar a un 75% de efectividad, lo cual ayude en la productividad, se daría mayor reducción de tiempo a la disponibilidad que es el punto más indispensable que mejorar, aplicando el plan de mejora se puede recuperar 47,2 horas, lo que representa 8212,8 toneladas de caña de azúcar, que equivale a 927,22 toneladas de azúcar. Si le agregamos las toneladas de azúcar que se pierde en bagazo que son 552,72 toneladas de azúcar se tiene en total de 1 478,0 toneladas de azúcar que se pierde.

Referencias bibliográficas.

1. Amit . Ingale, A. R. (15 de Diciembre de 2015). <https://www.ijser.org/onlineResearchPaperViewer.aspx?Implementation-of-Total-Productive-Maintenance--TPM.pdf>. Obtenido de <https://www.ijser.org/onlineResearchPaperViewer.aspx?Implementation-of-Total-Productive-Maintenance--TPM.pdf>: <https://www.ijser.org/onlineResearchPaperViewer.aspx?Implementation-of-Total-Productive-Maintenance--TPM.pdf>
2. Cuatrecasas, L. (2000). *TPM - Total Productive Maintenance*. Barcelona, España: Ediciones Gestión.
3. Garrido, S. G. (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Fernández: Diaz Santos SA.
4. Jiajia, L. Y. (02 de Noviembre de 2011). <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:278784/FULLTEXT01.pdf>. Recuperado el 08 de setiembre de 2013, de <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:278784/FULLTEXT01.pdf>: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:278784/FULLTEXT01.pdf>
5. Kestwal, C. K. (03 de Marzo de 2017). *Implementation of Total Maintenance (TPM) in Machine*. Obtenido de <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj4s6UrdnZAhVN7FMKHUQpAqEQFgggMAE&url=https%3A%2F%2Fdigilib.lib.ttu.edu%2Ffile.php%3FDLID%3D9300%26t%3D1&usg=AOvVaw2a8wVbce1APYx7Qxt0j8K5>
6. Martínez, I. S. (2009). http://www.academia.edu/24187900/INSTITUTO_POLIT%3%89CNICO_NACIONAL_ESCUELA_SUPERIOR_DE_INGENIER%3%8DA_MEC%3%81NICA_Y_EL%3%89CTRICA_DISE%3%91O_DE_UN_MODELO_PARA_APLICAR_EL_MANTENIMIENTO_PRODUCTIVO_TOTAL_A_LOS_SECTORES_DE_BIENES_Y_SERVICIOS_IGNACIO_MA. Obtenido de http://www.academia.edu/24187900/INSTITUTO_POLIT%3%89CNICO_NACIONAL_ESCUELA_SUPERIOR_DE_INGENIER%3%8DA_MEC%3%81NICA_Y_EL%3%89CTRICA_DISE%3%91O_DE_UN_MODELO_PARA_APLICAR_EL_MANTENIMIENTO_PRODUCTIVO_TOTAL_A_LOS_SECTORES_DE_BIENES_Y_SERVICIOS_IGNACIO_MA: <https://accounts.google.com/o/oauth2/postmessageRelay?parent=http%3A%2F%2F>
7. Nieminen, H. (Octubre de 2016). https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/119651/Nieminen_Henry.pdf?sequence=1. Obtenido de https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiSv4aujMbYAhXCQCYKHV0XAeAQFggnMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.theseus.fi%2Fbitstream%2Fhandle%2F10024%2F119651%2FNieminen_Henry.pdf%3Fsequence%3D1&usg=AOvVaw2mbjGu93pLQ
8. 8. Ottosson, D. (29 de Octubre de 2009). <https://pure.ltu.se/ws/files/31146098/LTU-EX-09166-SE.pdf>. Recuperado el 20 de Julio de 2013, de <https://pure.ltu.se/ws/files/31146098/LTU-EX-09166-SE.pdf>: <https://pure.ltu.se/ws/files/31146098/LTU-EX-09166-SE.pdf>
9. 9. Palencia, O. G. (2012). *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. Bogota, Colombia: Ediciones de la U.
10. Rodríguez, A. B. (17 de junio de 2013). <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/273818/2/ABlancas.pdf>.

- Recuperado el 14 de setiembre de 2014, de
<http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/273818/2/ABlancas.pdf>:
<http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/273818/2/ABlancas.pdf>
11. Sacristán, F. R. (2001). *Mantenimiento Total de la Producción (TPM) Proceso de Implantación y Desarrollo*. Madrid, España: DAYENU - Grupo de Comunicación.
 12. Sanchez, J. V. (2010). *Organización de la Producción*. Madrid, España: Ediciones Piramide - Grupo Anaya S.A.
 13. Torrell, L. C.-F. (2012). *TPM en un entorno Lean Management*. Barcelona: Profit Editorial I.
 14. Tuarez Medranda, C. A. (15 de Agosto de 2013).
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24859/1/TESIS%20DE%20GRADO%20IMPLEMENTACION%20DE%20TPM%20EN%20EMBOTELLADORA%20DE%20BEBIDAS%20GASEOSAS.pdf>. Recuperado el 25 de Abril de 2014, de
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24859/1/TESIS%20DE%20GRADO%20IMPLEMENTACION%20DE%20TPM%20EN%20EMBOTELLADORA%20DE%20BEBIDAS%20GASEOSAS.pdf>.
 15. Vizán, J. H. (2013). *Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Libro digital. <http://www.eoi.es/savia/documento/>.

ANEXOS

Anexo 1. Cotización de Capacitación ADEMINSA

CURSOS SEPTIEMBRE - OCTUBRE

boletin ademinsa [boletinademinsa07@gmail.com]

Enviado el: miércoles, 12 de septiembre de 2018 12:33 p.m.

Para: cursos@ademinsa.com

Datos adjuntos: [FECHA DE INSCRIPCIÓN-ADEMINSAGROUP.doc \(100 KB\)](#) [Abrir como página web]

En estos tiempos la certificación es muy importante ahora puede aprovechar en certificarse con un verdadero ASNT nivel III y único certificado con 10 métodos en América y además contamos con dos Niveles III en 6 métodos y dos Niveles III con 2 métodos.

A continuación, detallamos los cursos a dictarse en los meses de septiembre y octubre de 2018:

1) INSPECCION VISUAL NIVEL I Y II

Fecha: Del 14 al 16 de septiembre de 2018 (Viernes, sábado y domingo)

Certificador: Ing. Alvaro Reyna ASNT Level III certificado Nro. 205531

Lugar: Instalaciones de ADEMINSAGROUP - Calle Cerro Azul 479 - Surco

Hora: De 9:00 a.m. a 5:00 p.m.

Costo: US\$ 500.00 más IGV

Incluye: Coffe breaks, almuerzos, derecho al examen por la certificación y certificado de participación a nombre de Ademinsa

2) TERMOGRAFIA NIVEL I

Fecha: Del 18 al 21 de septiembre de 2018

Certificador: Ing. Alberto Reyna ASNT Level III certificado Nro. 121763

Lugar: Instalaciones de ADEMINSAGROUP - Calle Cerro Azul 479 - Surco

Hora: De 9:00 a.m. a 5:00 p.m.

Costo: US\$ 1,090.00 más IGV

Incluye: Coffe breaks, almuerzos, derecho al examen por la certificación y certificado de participación a nombre de Ademinsa

3) ANALISIS VIBRACIONAL I CATEGORÍA II

Fecha: Del 24 al 26 de septiembre de 2018

Certificador: Ing. Alberto Reyna Otayza Level III Vibration Analyst Certified by Technical Associates of Charlotte (USA)

Lugar: Instalaciones de ADEMINSAGROUP - Calle Cerro Azul 479 - Surco

Hora: De 9:00 a.m. a 5:00 p.m.

Costo: S/ 1,990.00 más IGV

Incluye: Coffe breaks, almuerzos, derecho al examen por la certificación y certificado de participación a nombre de Ademinsa

4) ALINEAMIENTO DE MAQUINAS

Fecha: Del 27 al 28 de septiembre de 2018

Expositor: Ing. Alberto Reyna ASNT Level III certificado Nro. 121763 el único en América con 10 métodos.

Lugar: Instalaciones de ADEMINSAGROUP - Calle Cerro Azul 479 - Surco

Hora: De 9:00 a.m. a 5:00 p.m.

Costo: S/ 1,000.00 más IGV

Incluye: Coffe breaks, almuerzos y certificado de participación a nombre de Ademinsa

5) CURSO ULTRASONIDO PHASED ARRAY PARTE A – NIVEL II

Fecha: Del 24 al 28 de septiembre de 2018

Certificador: Ing. Alvaro Reyna ASNT Level III certificado Nro. 205531

Lugar: Instalaciones de ADEMINSAGROUP - Calle Cerro Azul 479 - Surco

Hora: De 9:00 a.m. a 5:00 p.m.

Costo: US\$ 1,090.00 más IGV

Incluye: Coffe breaks, almuerzos, derecho al examen por la certificación y certificado de participación a nombre de Ademinsa

6) CALIDAD DE ENERGIA ELÉCTRICA

Fecha: Del 20 al 22 de septiembre de 2018

Expositor: Ing. Reynaldo Flete

Lugar: Instalaciones de ADEMINSAGROUP - Calle Cerro Azul 479 - Surco

Hora: De 9:00 a.m. a 5:00 p.m.

Costo: US\$ 400.00 más IGV

Incluye: Coffe breaks, almuerzos y certificado de participación a nombre de Ademinsa

7) CURSO PREPARATORIO API 570

Fecha: Del 01 al 07 de octubre de 2018

Expositor: Ing. Alberto Reyna Inspector API 570 N. 36430

Lugar: Instalaciones de ADEMINSAGROUP - Calle Cerro Azul 479 - Surco

Hora: De 9:00 a.m. a 5:00 p.m.

Costo: US\$ 1,190.00 más IGV

Incluye: Coffe breaks, almuerzos y certificado de participación a nombre de Ademinsa

8) CALCULO Y SELECCIÓN DE BOMBAS INDUSTRIALES

Fecha: Del 08 al 10 de octubre de 2018

Expositor: Ing. Carlos Winder

Lugar: Instalaciones de ADEMINSAGROUP - Calle Cerro Azul 479 - Surco

Hora: De 9:00 a.m. a 5:00 p.m.

Costo: S/ 1,190.00 más IGV

Incluye: Coffe breaks, almuerzos y certificado de participación a nombre de Ademinsa

9) RADIOGRAFIA INDUSTRIAL NIVEL I Y II

Fecha: Del 15 al 19 de octubre de 2018

Certificador: Ing. Alberto Reyna ASNT Level III certificado Nro. 121763

Lugar: Instalaciones de ADEMINSAGROUP - Calle Cerro Azul 479 - Surco

Hora: De 9:00 a.m. a 5:00 p.m.

Costo: S/ 2,790.00 más IGV

Incluye: Coffe breaks, almuerzos, derecho al examen por la certificación y certificado de participación a nombre de Ademinsa

10) CURSO MAS EXAMEN CWI – AWS

Fecha: Del 22 al 27 de octubre / Examen 28 de octubre de 2018

Expositor: Ing. Alberto Reyna O. Inspector SCWI Nro. 13050018

Lugar: Instalaciones de ADEMINSAGROUP - Calle Cerro Azul 479 - Surco

Hora: De 9:00 a.m. a 5:00 p.m.

Costo: US\$ 2,500.00 más IGV (Curso más examen)

Incluye: Coffe breaks, almuerzos, derecho al examen por la certificación y certificado de participación a nombre de Ademinsa

Las aplicaciones deberán enviar hasta el 20 de septiembre para ser revisadas.

También ofrecemos cursos in house y descuentos corporativos.

Atentamente.

Katya Perez Trujillo
Telf.: 2750682 / 2751888
RFM: 938803425
Entel: 993509410
Email: kperez@ademinsa.com